



**UNIVERSIDAD MICHOCACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE
DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN EN
CFE ZONA MORELIA**

TESIS

Que para obtener el grado de
Ingeniero Electricista

Presenta:

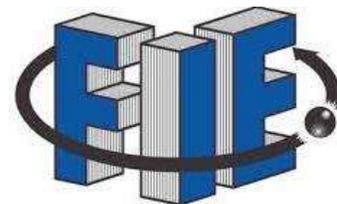
José Antonio Ruíz Sánchez

Asesor de tesis

M.C. Tizoc López López

Morelia, Michoacán

Abril 2023



Facultad de Ingeniería Eléctricas

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado a este momento tan importante de mi formación profesional.

Mis padres Roberto y María quienes, con su amor, trabajo y esfuerzo durante todos estos años, me han permitido llegar hasta este momento y convertirme en lo que soy.

Mis hermanos Edgar y Karla por su cariño y apoyo durante todo este proceso y por ser una fuente de motivación.

Mis tíos Yedith y Javier, y a mis primos Wendy y Francisco, a los cuales considero y quiero como a unos padres y hermanos, les agradezco por compartir momentos significativos y estar dispuestos a ayudarme en cualquier momento. Y a toda mi familia porque con sus consejos, palabras de aliento y apoyo hicieron de mí una mejor persona.

Al Ingeniero Benjamín Ochoa Torres, por su amistad, apoyo, confianza y por su aportación de su experiencia y conocimientos los cuales son la base para el desarrollo de este proyecto de investigación.

Mis amigos por apoyarme y por extenderme su mano en los momentos difíciles, y por todos los momentos vividos día a día durante esta etapa.

José Antonio Ruiz Sánchez.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por haberme dado la fuerza y el valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y a todos mis profesores por brindarme un proceso de aprendizaje basado en la construcción del conocimiento, la crítica y el sentido humano.

Agradezco la confianza y el apoyo brindado a mis padres que sin duda durante toda mi vida me han demostrado su amor corrigiendo mis faltas y celebrando mis logros, y que están orgullosos de la persona en la que me he convertido.

Agradezco a mis hermanos por su apoyo durante todo este proceso y por ser una gran fuente de motivación día a día.

Agradezco especialmente a mis tíos Yedith y Javier y a mis primos Wendy y Francisco, quienes con su apoyo incondicional y comprensión han sido parte fundamental de mi vida.

Agradezco a mi asesor de Tesis al M.C. Tizoc López López, por su calidad humana, las asesorías, conocimientos, aportaciones y críticas constructivas de esta investigación. Al igual que al Ing. Ignacio Franco Torres por su retroalimentación y críticas constructivas durante el desarrollo de esta investigación.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Benjamín Ochoa Torres, el principal colaborador durante el desarrollo de este trabajo de investigación, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió su desarrollo. Al igual le quiero agradecer a todo el personal de Comisión Federal de Electricidad quienes con su apoyo y conocimiento también fueron parte fundamental para el desarrollo de esta investigación.

José Antonio Ruiz Sánchez.

Resumen

Dentro del proceso de OyM (Operación y Mantenimiento), de CFE (Comisión Federal de Electricidad), se puede destacar los siguientes objetivos:

1. Ejecutar los manuales de procedimiento, criterios y lineamientos para la operación óptima de las Redes Generales de Distribución.
2. Realizar una mejora continua con la finalidad de administrar el presupuesto de inversión para el desarrollo de nuevas instalaciones, ampliaciones y/o la modernización en la red eléctrica de distribución con la finalidad de brindar un servicio de energía eléctrica de una forma eficiente, confiable, segura y de calidad, lo cual se logra con la correcta aplicación de las normativas tanto de equipos, materiales y procedimientos de ingeniería para la distribución de energía eléctrica.
3. Se controla los programas de atención a clientes de acuerdo con los indicadores (SAIDI, SAIFI, CAIDI).
4. Ayudar con la elaboración de Proyectos de Ampliación y Modernización.
5. Al igual que el ayudar con la planeación y ejecución de programas de electrificación rural.
6. Atender solicitudes de usuarios rurales y de colonias populares.

Palabras clave

Actividades, Equipos, Protocolos, Estándares, RGD.

Abstract

Within the O&M (Operation and Maintenance) process of CFE (Comisión Federal de Electricidad), the following objectives can be highlighted:

1. Execute the procedure manuals, criteria and guidelines for the optimal operation of the General Distribution Networks.
2. To carry out continuous improvement in order to manage the investment budget for the development of new facilities, expansions and/or modernization of the electric distribution network with the purpose of providing an efficient, reliable, safe and quality electric energy service, which is achieved with the correct application of the regulations for equipment, materials and engineering procedures for the distribution of electric energy.
3. Customer service programs are controlled in accordance with the indicators (SAIDI, SAIFI, CAIDI).
4. Assist with the preparation of Expansion and Modernization Projects.
5. As well as assisting with the planning and execution of rural electrification programs.
6. To attend to requests from rural users and popular neighborhoods.

Keywords

Activities, Teams, Protocols, Standards, RGD.

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen	iii
Palabras clave	iii
Abstract	iv
Keywords	iv
Índice	v
Lista de figuras	vii
Lista de tablas	ix
Glosario de términos	x
Capítulo 1 Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos	3
1.3 Justificación	3
1.4 Metodología	3
1.5 Estructura	4
Capítulo 2 Sistemas de distribución de energía eléctrica de media tensión	5
2.1 Definición	5
2.2 Definición de un sistema de distribución a nivel internacional	6
2.3 Definición de un sistema eléctrico a nivel nacional y a nivel zona (Morelia)	6
2.4 Configuraciones o topologías de un sistema de distribución eléctrica	7
2.5 Clasificación de las redes de distribución	9
2.5.1 Red aérea	9
2.5.2 Partes principales de las redes aéreas	9
2.5.3 Red subterránea	15
2.5.4 Partes principales de las redes subterráneas	15
Capítulo 3 Mantenimiento de sistemas de distribución de energía eléctrica de media tensión	18
3.1 Definiciones de mantenimiento	18
3.2 Aspectos de seguridad que deben cumplir el personal de CFE previo a la realización de mantenimiento	19
3.3 Estándares de mantenimiento que cumple CFE	42
3.4 Actividades que se realizan en el mantenimiento correctivo	44

3.5 Actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo	57
3.6 Actividades que se realizan en el mantenimiento predictivo.....	67
Capítulo 4 Operación de sistemas de distribución de energía eléctrica de media tensión	99
4.1 Introducción	99
4.2 Equipos de operación y protección	101
4.3 Protocolos de comunicación de equipos de protección.....	115
4.4 Estándares de operación que cumple CFE	117
Capítulo 5 Conclusiones	119
Bibliografía.....	121

Lista de figuras

Figura 2.1 Configuración simplificada del sistema eléctrico nacional.	5
Figura 2.2 Configuración radial de un sistema eléctrico.	7
Figura 2.3 Ejemplo de un sistema eléctrico radial.	8
Figura 2.4 Configuración en malla de un sistema eléctrico.	8
Figura 2.5 Ejemplo de un sistema eléctrico en malla.	9
Figura 3.1 Reporte de falla 1.....	45
Figura 3.2 Reporte de falla 2.....	46
Figura 3.3 Reporte de falla 3.....	47
Figura 3.4 Reporte de falla 4.....	48
Figura 3.5 Entrada e inicio de sesión en el SIAD.	49
Figura 3.6 Vista principal del SIRCAID.	49
Figura 3.7 Módulo de búsqueda de interrupciones.	50
Figura 3.8 Información de la interrupción.	51
Figura 3.9 Módulo de consulta de reportes de interrupciones.	52
Figura 3.10 Módulo de filtración de reportes de interrupciones.	52
Figura 3.11 Reporte detallado de las interrupciones.	53
Figura 3.12 Entrada e inicio de sesión en CNN.....	54
Figura 3.13 Módulo de consulta de noticias de interrupciones.	54
Figura 3.14 Entrada e inicio de sesión en SISNAE-GEO.	55
Figura 3.15 Módulo de falla relevante.	56
Figura 3.16 Formato de inspección y mantenimiento a circuitos de distribución.	58
Figura 3.17 Entrada e inicio de sesión en plataforma SIAD.	59
Figura 3.18 Pantalla principal del registro de inspecciones.....	59
Figura 3.19 Módulo de registro de anomalías.	60
Figura 3.20 Entrada e inicio de sesión en el SIAD.	61
Figura 3.21 Pantalla principal de carga de productividad.	62
Figura 3.22 Módulo de registro del término de actividades.	63
Figura 3.23 Módulo de carga de registros en GIL licencias 1.....	64
Figura 3.24 Módulo de carga de registros en GIL licencias 2.....	65
Figura 3.25 Actividades de mantenimiento.	66
Figura 3.26 Ficha guía de aislamiento para proyectos PAM.	68
Figura 3.27 Página principal del SIAD PLUS.	69
Figura 3.28 Módulo de diagnóstico.	69
Figura 3.29 Diagnóstico por indicadores.	70
Figura 3.30 Módulo de valores del análisis por indicadores.	70
Figura 3.31 Presupuesto de obra/ Mantenimiento.....	71
Figura 3.32 Proyectos elementales.....	71
Figura 3.33 Registro de proyecto elemental.....	72
Figura 3.34 Información elemental del proyecto.....	73
Figura 3.35 Información general de la opción solución uno.....	74
Figura 3.36 Información general de la opción solución dos.....	75
Figura 3.37 Registros contables cargados al SIAD.	76
Figura 3.38 Registro contable G1-120.	77

Figura 3.39 Registro contable R1-120.	77
Figura 3.40 Aspectos generales del proyecto.	78
Figura 3.41 Aspectos técnicos del proyecto.	79
Figura 3.42 Metas del proyecto.....	80
Figura 3.43 PEC y PEM del proyecto.....	80
Figura 3.44 Material del proyecto.....	81
Figura 3.45Mano de obra del proyecto.....	82
Figura 3.46Resultados de costos de la primera opción.....	83
Figura 3.47Aspectos generales del proyecto.	84
Figura 3.48 Aspectos Técnicos del proyecto.....	85
Figura 3.49 Metas del proyecto.....	86
Figura 3.50 PEC y PEM del proyecto.....	87
Figura 3.51 Material del proyecto.....	88
Figura 3.52 Mano de obra del proyecto.....	89
Figura 3.53 Resultados de costos de la segunda opción.	90
Figura 3.54 Buscar proyecto elemental.....	91
Figura 3.55 Número del proyecto y título del proyecto.	91
Figura 3.56 Resumen de costos del proyecto.	92
Figura 3.57 Evaluación de la primera opción.	93
Figura 3.58 Evaluación de la segunda opción.....	93
Figura 3.59 Solución más rentable para el proyecto.	94
Figura 3.60 Ficha técnica descriptiva-1.....	95
Figura 3.61 Ficha técnica descriptiva-2.....	96
Figura 3.62 Ficha técnica descriptva-3.....	97
Figura 3.63 Ficha técnica descriptiva-4.....	98
Figura 4.1 Fusible.	104
Figura 4.2 Control hidráulico.	105
Figura 4.3 Restaurador y su control.	105
Figura 4.4 Seccionizador.....	106
Figura 4.5 Apartarrayos.	106
Figura 4.6 Relevador de protección de la marca SEL.	109
Figura 4.7 Protección de distancia confiable.	110
Figura 4.8 Localización de falla por onda viajera.	110
Figura 4.9 Comunicación Mirrored.	111
Figura 4.10 Relevador SEL-411L.....	111
Figura 4.11Puertos de conexión SEL-411L.....	112
Figura 4.12 Relevador SEL-487B.	114
Figura 4.13 Puertos de conexión SEL-487B.	114

Lista de tablas

Tabla 2.1 Postes de concreto.	10
Tabla 2.2 Conductores.....	10
Tabla 2.3 Tipos de estructuras.....	10
Tabla 2.4 Tipos de aisladores.....	13
Tabla 2.5 Equipos de seccionamiento.	13
Tabla 2.6 Transformadores y protecciones.....	14
Tabla 2.7 Conductores subterráneos.....	15
Tabla 2.8 Dispositivos en redes subterráneas.....	16
Tabla 3.1 Tensiones y corrientes de prueba.	31
Tabla 3.2 Distancias mínimas de seguridad.....	40
Tabla 3.3 Tabla de indicadores a cumplir en mantenimiento.....	42
Tabla 4.1 Actividades de continuidad.....	100
Tabla 4.2 Actividades de calidad.....	100
Tabla 4.3 Indicadores de operación a cumplir.....	117

Glosario de términos

CFE	Comisión Federal de Electricidad
SEP	Sistema Eléctrico de Potencia
OyM	Operación y Mantenimiento
RGD	Redes Generales de Distribución
ARS	Análisis de Riesgos en el Sitio
RSH	Reglamento de seguridad e Higiene
CCD	Centro de Control de Distribución
RIM	Reunión de Inicio de Maniobra
LV	Licencia en Vivo
LM	Licencia en Muerto
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
SIAD	El Sistema Integral Administración y Distribución
CNN	Sistema del Centro Nacional de Novedades
PUR	Porcentaje de Usuarios Restablecidos.
SISNAE	Sistema Nacional para la Atención de Emergencia
GIL Licencias	Sistema de Gestión de Licencias
CRE	Comisión Reguladora de Energía
SICOSS	Sistema Comercial de Solicitudes y Servicios
EPROSEC	Equipos de Protección y Seccionamiento.
LIE	Ley de Industria Eléctrica
UCM	Unidad Central Maestra
Common Data Classes	Clases de Datos Comunes
Common Data Attributes	Atributos de Datos Comunes
Abstract communication service interface (ACSI).	Interfaz Abstracta del Servicio de Comunicación
MMS	Especificación de Mensajes de Fabricación
GOOSE	Eventos de Subestación Genéricos Orientados a Objetos
FTD	Ficha Técnica Descriptiva
PEM	Proyecto elemental
PEC	Proyecto Elemental Comparativo
PO	Presupuesto de Obra
TC	Transformador de Corriente
ATS	Registros contables
IEDS	Dispositivos Electrónicos Inteligentes
DNPsec	Marco de seguridad del protocolo de red distribuida versión 3 (DNP3)
DEMUA	Duración de la falla e minutos de usuarios afectados

Capítulo 1 Introducción

Las redes de distribución forman una parte muy importante de los sistemas de potencia porque toda la potencia que se genera se tiene que distribuir entre los usuarios y estos se encuentran dispersos en grandes territorios. Por lo tanto, la generación se realiza en grandes bloques concentrados en las diferentes plantas generadoras y la distribución se realiza en cargas, las cuales son diversas tanto en tipo como en magnitud, por lo que el sistema de distribución resulta más complejo que el sistema de potencia [1].

El Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) es el conjunto de centrales generadoras, líneas de transmisión, sistema de distribución que operan en conjunto como un todo, y que en operación normal todas las máquinas, equipos y dispositivos conectados al sistema operan en paralelo y a la misma frecuencia en todo el SEP y debe ser constante [1].

1.1 Antecedentes

La electricidad es una de las formas de energía más utilizadas en la gran mayoría de las actividades tanto humanas, comerciales, industriales y domésticas.

Además de que es una forma de energía relativamente fácil de producir en grandes cantidades, y de fácil transporte a largas distancias, y a pesar de su importancia su historia es relativamente reciente, ya que su inicio se sitúa alrededor del último cuarto del siglo XIX, y está basada científicamente en la electricidad y el magnetismo [2].

En 1871 se presentó el primer generador industrial, el cual era movido por una máquina de vapor, por lo que se dispuso a usar de forma abundante la electricidad en corriente directa, por lo que se sustituyó a las pilas que inventó el físico **Alessandro Volta**, las cuales se utilizaban hasta entonces como forma de fuente de electricidad [2].

El 4 de septiembre de 1882 el científico **Thomas Alva Edison**, pone en marcha la central eléctrica y la red de distribución de electricidad en corriente directa la cual fue construida en *Pearl Street*, New York. Y desde ese momento arrancarían una carrera imparable por mejorar la tecnología eléctrica, la cual tiene como referencia la invención del transformador [2].

El ingeniero **George Westinghouse Jr**, compra la patente del transformador en 1885, y al año siguiente realiza la primera instalación de alumbrado público en corriente alterna en Massachusetts [2].

En 1888 el ingeniero **Nikola Tesla**, inventa y patenta el motor eléctrico de inducción, y **George Westinghouse Jr** compra la patente [2].

En 1888 y 1889 se vive una guerra tecnológica y comercial entre los que defendían a la corriente directa encabezados por **Thomas Alva Edison**, y los que defendían a la corriente alterna con **George Westinghouse Jr** al frente [2].

El sistema de corriente directa presentaba desventajas por pérdidas de energía por efecto Joule, por lo que, para reducir dichas pérdidas las centrales se construían en el centro de los lugares de consumo. Por esta razón se optó por cerrar esta centrales [2].

Los generadores de corriente alternan resultaban más fáciles y fiables que los de corriente directa, pero la gran base de los sistemas de corriente alterna era el uso de transformadores, ya que con ellos se podía elevar el voltaje y así disminuir la intensidad o la corriente al tratar de transportar la energía a grandes distancias con esto disminuir las pérdidas [2].

Pero no fue hasta en 1891 con la presentación del primer sistema trifásico entre las ciudades de Frankfurt y Lauffen, y la construcción de la central hidroeléctrica en las cataratas del Niágara en 1895, que se dio como definitiva la victoria a la corriente alterna como forma óptima de generar, transportar y distribuir la electricidad [2].

1.2 Objetivos

General: El presente trabajo de investigación pretende dar una visión de las actividades y los programas que realiza y utiliza el ingeniero de distribución o un jefe de área de distribución en el proceso de OyM dentro de CFE, con la finalidad de que constituya un documento de consulta o de apoyo para los practicantes que pretendan prestar su servicio social o sus prácticas profesionales, así como al mismo personal de CFE que esté interesado en atender este proceso.

Específico: Que el lector conozca las actividades que se deben realizar diaria, semana, mensual y anualmente en el mantenimiento de una red de distribución eléctrica para mantener una operación del sistema sin fallas, y que conozca todos los estándares que se deben cumplir en el proceso, y así satisfacer con los objetivos propuestos o programados internamente.

1.3 Justificación

El presente trabajo de investigación está justificado en una investigación tanto experimental como de campo, en donde se encuentra información en materia del proceso OyM, por parte de la empresa CFE, en donde se destaca tanto las actividades que deben de realizar por parte de un ingeniero de distribución, o un jefe de área de distribución, como los programas que usa como apoyo para lograr cumplir ciertos estándares de la calidad del suministro de energía eléctrica en las RGD.

1.4 Metodología

El presente trabajo de investigación se realiza bajo el siguiente diseño:

1. Planteamiento del problema.
2. Construcción del organigrama de actividades a realizar.
3. Revisión bibliográfica y documental.
4. Redacción del objetivo general.
5. Selección de las fuentes de información.

6. Investigación documental.
7. Investigación de campo.
8. Análisis de la información obtenida en las investigaciones documentales y de campo.
9. Conclusiones.

1.5 Estructura

En el Capítulo 2 se aborda la información de forma general sobre los sistemas de distribución eléctrica, como sus definiciones, topología y sus clasificaciones.

El Capítulo 3 trata lo relacionado con el mantenimiento de un sistema eléctrico de distribución de energía eléctrica de media tensión, tanto las definiciones de los tipos de mantenimiento, aspectos de seguridad dentro de CFE, los estándares a cumplir y las actividades a realizar por cada tipo de mantenimiento.

En el Capítulo 4 se plantea todo lo relacionado con la operación de un sistema de distribución eléctrica en media tensión, se aborda la metodología de operación dentro de CFE, los equipos de operación y protección y su protocolo de comunicación y los estándares a cumplir.

En el Capítulo 5 se presentan las conclusiones del presente trabajo.

Capítulo 2 Sistemas de distribución de energía eléctrica de media tensión

2.1 Definición

Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de equipos y dispositivos eléctricos que permiten el transporte y la distribución a un determinado número de cargas las cuales tienen distintos niveles de voltaje, y además están ubicadas y dispersas en diversos lugares como se observa en la figura 2.1 [1].

Dependiendo de las características de las cargas conectadas al sistema, la cantidad de energía y las condiciones de seguridad y confiabilidad en las que deben operar, los sistemas de distribución de energía pueden clasificarse en industriales, comerciales, urbanos o rurales. Los sistemas de distribución industriales comprenden a los grandes consumidores de energía eléctrica, ya que generalmente reciben el suministro eléctrico en media o alta tensión.

Los sistemas de distribución comercial son sistemas eléctricos que pueden existir en grandes complejos comerciales y municipales. Por sus características, dichos sistemas tienen requisitos o características especiales en términos de seguridad.

Los sistemas de distribución urbana proporcionan cargas a poblaciones y núcleos urbanos de alto consumo, pero baja densidad de carga. En estos sistemas, los equipos de operación deben ser adecuadamente seleccionados y correctamente dimensionados.

Los sistemas de distribución rural son los encargados de abastecer las cargas regionales con menor densidad de carga, lo que requiere soluciones especiales en cuanto a equipamiento de red, ya que en este tipo de sistemas las distancias son largas y las cargas pequeñas.



Figura 2.1 Configuración simplificada del sistema eléctrico nacional.

2.2 Definición de un sistema de distribución a nivel internacional

La Red de Distribución de la Energía Eléctrica o Sistema de Distribución de Energía Eléctrica es la parte del Sistema Eléctrico cuya función es el suministro de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales (medidor del cliente). Se lleva a cabo por los Operadores del Sistema de Distribución [3].

Los elementos que conforman la red o sistema de distribución son los siguientes: Subestación de Distribución: conjunto de elementos (transformadores, interruptores, seccionadores, etc.) cuya función es reducir los niveles de alta tensión de las líneas de transmisión (o subtransmisión) hasta niveles de media tensión para su ramificación en múltiples salidas. Circuito Primario. Circuito Secundario [3].

La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación de la red de transporte se realiza en dos etapas, subestaciones red de transporte. La primera está constituida por la red de reparto, que, partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución [3].

Intercaladas en estos anillos están las estaciones transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de reparto al de distribución en media tensión. La segunda etapa la constituye la red de distribución propiamente dicha [3].

Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.), uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación, que son la última etapa del suministro en media tensión, ya que la tensión a la salida de estos centros es de baja tensión [3].

2.3 Definición de un sistema eléctrico a nivel nacional y a nivel zona (Morelia)

Las redes generales de distribución (RGD), constituyen la infraestructura del sistema eléctrico nacional mediante la cual se transporta la energía eléctrica a los usuarios y se integran por las redes en media tensión, las cuales operan con niveles de tensión mayores a 1kV y menores a 35kV, y por las redes de baja tensión que operan a niveles de tensión igual o menores a 1Kv [4].

2.4 Configuraciones o topologías de un sistema de distribución eléctrica

La topología de una red de distribución de energía se refiere al diseño o disposición de la distribución de energía, que es la forma en que la energía se distribuye a través de la disposición de los segmentos del circuito de distribución de energía. Esta topología puede tener las siguientes configuraciones:

- **Red radial:** En esta configuración, solo hay una línea de suministro de energía, por lo que los consumidores solo tienen una opción de fuente de energía, y se usa principalmente en áreas rurales donde la densidad de carga es baja y se distribuye en un área grande, como se muestra en la figura 2.2 en donde se aprecia una configuración radial, y la figura 2.3 que muestra el ejemplo de una configuración radial.

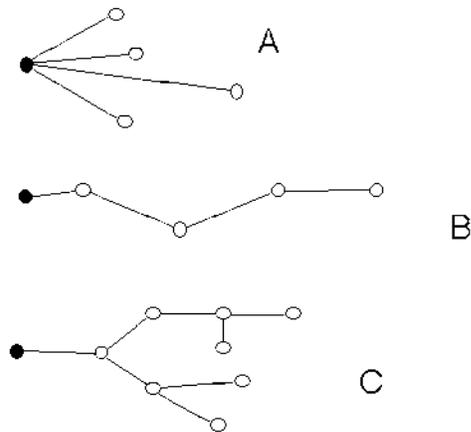


Figura 2.2 Configuración radial de un sistema eléctrico.

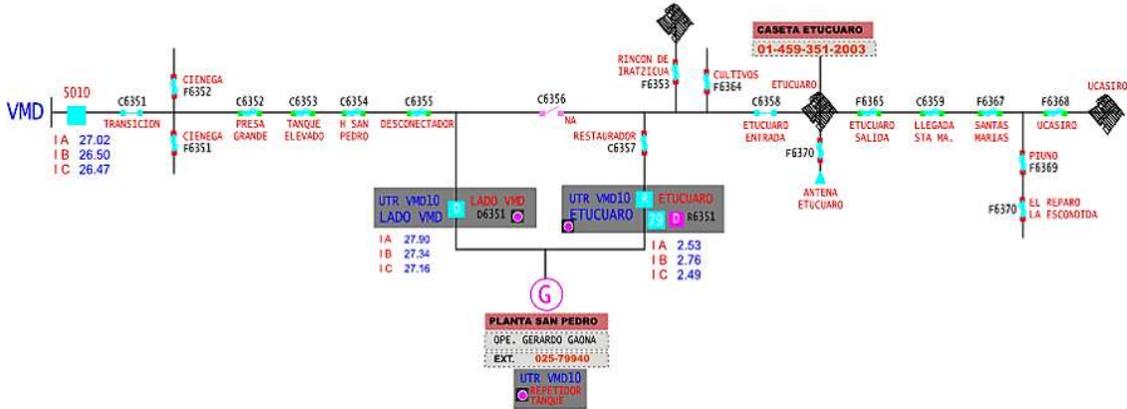


Figura 2.3 Ejemplo de un sistema eléctrico radial.

- Red mallada:** En esta configuración, hay más de una línea de alimentación, que puede estar respaldada por dos o más circuitos primarios adyacentes. Dicha configuración se muestra en la figura 2.4, y en la figura 2.5 se muestra un ejemplo de un sistema eléctrico en malla.

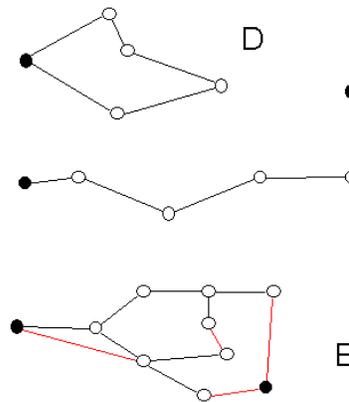


Figura 2.4 Configuración en malla de un sistema eléctrico.

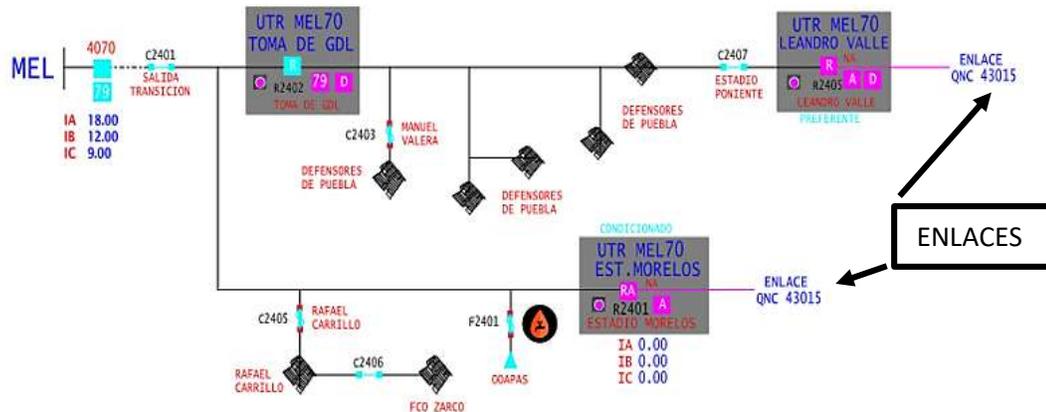


Figura 2.5 Ejemplo de un sistema eléctrico en malla.

2.5 Clasificación de las redes de distribución

2.5.1 Red aérea

En esta configuración el conductor está usualmente desnudo y va soportado a través de aisladores instalados en crucetas en postes de madera o concreto [5].

2.5.2 Partes principales de las redes aéreas

1. **Postes:** Son los elementos principales en la construcción de sistemas eléctricos aéreos, de los cuales los postes de concreto son los más utilizados en la actualidad, y se utilizan en diferentes tamaños y resistencias a los esfuerzos mecánicos como se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Postes de concreto.

Postes de concreto		Longitud	Resistencia mecánica
Postes de 12 metros	PCR-12-750	12 mts	750 kg
Poste de 13 metros	PCR-13-600	13 mts	600 kg
Poste de 9 metros	PCR-9-450	9 mts	450 kg

- 2. Conductores:** Son los principales conductores de la electricidad y se utilizan para transmitir y distribuir energía eléctrica, también conocidas como líneas de media tensión. En las redes aéreas se utilizan conductores desnudos y semiaislados. como se muestra en la tabla 2.2.

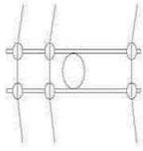
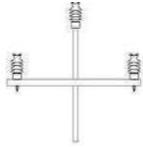
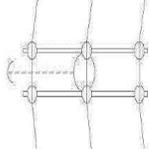
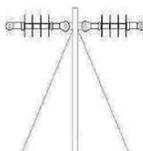
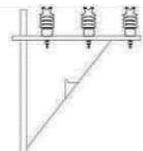
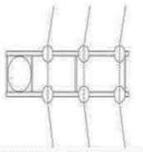
Tabla 2.2 Conductores.

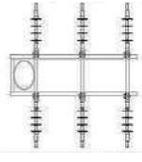
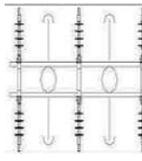
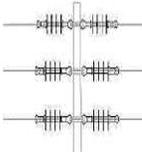
Conductores	
Material	Calibre
Cobre	33.60mm ² 2 AWG
ACSR	53.49mm ² 1/0 AWG
AAC	85.00 mm ² 3/0 AWG

- 3. Estructuras:** Las estructuras en redes de media tensión son parte fundamental de los sistemas de distribución de media tensión ya que nos ayudan a soportar los conductores aéreos para poder transmitir y distribuir energía eléctrica a largas distancias, como se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Tipos de estructuras.

Estructuras	Nombre	Descripción
	TS	Te sencilla

	TD	Te doble
	CT	Cadena en T
	PS	Punta poste sencilla
	PD	Punta poste doble
	AD	Anclaje doble
	VS	Volada sencilla
	VD	Volada doble

	VR	Volada remate
	VA	Volada anclaje
	HS	Hache de suspensión.
	HA	Hache de anclaje
	AP	Anclaje poste

- 4. Aisladores:** soportan la carga mecánica que el conductor transmite a la estructura a través de ellos, y estos deben aislar eléctricamente los conductores de los apoyos, soportando la tensión en condiciones normales y anormales. Los aisladores pueden ser tipo PD, los cuales están diseñados para trabajar en zonas con reportes de descargas atmosféricas, y tipo PC, que están diseñados para trabajar en zona con niveles de contaminación media, alta o muy alta. Los tipos de aisladores se muestran en la tabla 2.4.

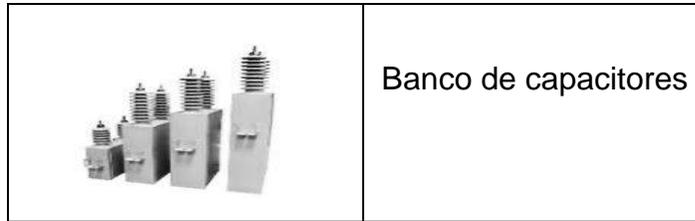
Tabla 2.4 Tipos de aisladores.

Aisladores	Tipo
	<p style="text-align: center;">PD</p> <p style="text-align: center;">Existen de varios niveles de tensión como:</p> <p style="text-align: center;">13PD (13kV) 22PD (23kV)</p>
	<p style="text-align: center;">PC</p> <p style="text-align: center;">Existen de varios niveles de tensión como:</p> <p style="text-align: center;">13PC (13kV) 22PC (23kV)</p>

- 5. Equipos de seccionamiento:** Estos son dispositivos tanto manuales como automatizados que permiten manipular las instalaciones o las máquinas y sus respectivos equipos eléctricos con total seguridad, aislando eléctricamente los circuitos de potencia y de control de la red de alimentación general ante una falla o perturbación en el sistema, los cuales se muestran en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Equipos de seccionamiento.

Equipo	Descripción
	<p style="text-align: center;">Restauradores</p>
	<p style="text-align: center;">Cuchillas seccionadoras de navaja</p>



6. Transformadores y protecciones: Un transformador es un dispositivo eléctrico que permite aumentar, disminuir o mantener el voltaje en un circuito eléctrico de corriente alterna, y sus protecciones son fundamentales para su correcto funcionamiento en presencia de alguna falla o perturbación que se pueda presentar tanto en el sistema primario como en el secundario, los cuales se muestran en la tabla 2.6.

Tabla 2.6 Transformadores y protecciones.

Dispositivo	Descripción
	<p>Transformadores de distribución</p>
	<p>Corta circuitos fusible</p>
	<p>Apartarrayos ADOM Pueden ser para diferente tensión como: ADOM-12 (13kV) ADOM 22 (23kV)</p>

	<p>Apartarrayos ALEA Pueden ser para diferente tensión como: ALEA-13 (13kV) ALEA 23 (23kV)</p>
---	--

2.5.3 Red subterránea

Este tipo de configuración es utilizada en donde por razones de urbanismo, estética, congestión, o condiciones de seguridad no es tan factible el uso de red aérea.

2.5.4 Partes principales de las redes subterráneas

1. **Conductores:** Cables subterráneos unipolares y multipolares: Tienen una aislación conjunta de PVC y XLPE (polietileno de cadena cruzada), no son dóciles ni flexibles, tienen doble capa de aislación, aptos para atmósferas agresivas, intemperie o en tierra, los cuales se muestran en la tabla 2.7 [6].

Tabla 2.7 Conductores subterráneos.

Conductor	Descripción
	Cable XLP

	<p>Cable con aislamiento de polietileno de alta densidad</p>
---	--

2. Dispositivos: Al igual que en un sistema eléctrico aéreo, un sistema subterráneo también cuenta con dispositivos y equipos para una correcta operación, como los transformadores. En este tipo de configuración se pueden encontrar tanto tipo pedestal como sumergibles, al igual que los equipos de seccionamiento, y reguladores. La diferencia es que en este tipo de configuración se cuentan con registros en donde se tienen conectores múltiples los cuales nos ayudan con la distribución de la energía eléctrica. Estos dispositivos se muestran en la tabla 2.8 [6].

Tabla 2.8 Dispositivos en redes subterráneas.

	<p>Transformadores monofásicos tipo pedestal</p>
	<p>Transformadores monofásicos tipo sumergible</p>
	<p>Transformadores trifásicos tipo pedestal</p>

	<p>Transformadores trifásicos tipo sumergible</p>
---	---

	<p>Equipo de medición en media tensión tipo pedestal para distribución subterránea</p>
	<p>Conector tipo múltiple MT</p>
	<p>Apartarrayo tipo codo</p>
	<p>Registro eléctrico de media tensión</p>

Capítulo 3 Mantenimiento de sistemas de distribución de energía eléctrica de media tensión

3.1 Definiciones de mantenimiento

- **Mantenimiento correctivo:** es la corrección de las fallas o emergencias graves cuando estas se presentan y que ocasionaron una interrupción en el sistema o en la red de distribución.
Existen dos tipos de mantenimiento correctivo, que son el programado y el no programado. El no programado se refiere a la reparación del sistema ante una falla grave después de que se presenta, y el mantenimiento programado, es aquel en que se realiza la corrección de la falla cuando se cuenta con todos los recursos tanto material, herramientas, elementos, información y el personal necesario.
Entonces la decisión entre corregir una falla de forma programada o de forma inmediata marcar la importancia del equipo, elemento o dispositivo en el sistema.
- **Mantenimiento preventivo:** es la ejecución de un sistema de inspecciones programadas, con el fin de detectar las condiciones y estados inadecuados en ciertos elementos, equipos o dispositivos, que puedan provocar, fallas, interrupciones o avería grave en el sistema, el objetivo principal de este mantenimiento es el aumentar la disponibilidad y la confiabilidad del sistema y así evitar fallos imprevistos que puedan provocar una emergencia o falla mayor.
Algunas de las actividades que se realizan son: la realización de inspecciones, el reemplazo de piezas, equipo o dispositivos dañados y reparaciones programadas.
- **Mantenimiento predictivo:** consiste en pronosticar el o los puntos de falla de un componente, equipo o dispositivo dentro del sistema, con la finalidad de que dicho componente o equipo se pueda reemplazar antes de que falle y que pueda provocar una interrupción o una falla grave al sistema.

3.2 Aspectos de seguridad que deben cumplir el personal de CFE previo a la realización de mantenimiento

Todos estos lineamientos están descritos en el RSH, (Capítulo 100 Distribución), el cual tiene como objetivo la protección tanto a la salud como a la integridad física de los trabajadores, instalaciones y equipos que pertenecen a CFE [7].

Lo primero que se tiene que saber al hacer cualquier tipo de mantenimiento, es el tipo, la tensión de operación y la ubicación del circuito, como de los dispositivos para bloquear y seccionar el circuito por seguridad.

Y para conocer toda esta información, existe los diagramas unifilares de cada uno de los circuitos como de las subestaciones que los alimentan, se cuentan la digitalización de la localización geográfica de la colocación de todos los circuitos y dispositivos conectados a este en diversos programas de ubicación por GPS.

También se tiene que saber que existen dos tipos de licencias para hacer maniobras de mantenimiento las cuales son:

- **Licencia en línea viva:** son licencias que se solicitan para trabajos en donde se realicen maniobras con dispositivos energizados y que no requieran que se interrumpa el suministro eléctrico.
- **Licencia en línea muerta:** son licencias que se solicitan para trabajos en donde se realicen maniobras con dispositivos desenergizados y que si se requiera la interrupción del suministro de una parte o de todo el circuito para realizar maniobras.

También se tiene que conocer la nomenclatura de los circuitos, por ejemplo:

- **Circuito SUN04020:** desarrollando la clave, podemos conocer que el circuito está alimentado por la subestación eléctrica *Santiago Undameo*, el circuito es *04020*, el *40* se refiere a la tensión de operación, la cual es de *13.8kV*, y el *20* nos indica el tipo de dispositivos conectados en el circuito.
- **Otro ejemplo es el VMD05020:** al igual que al anterior, la clave indica que el circuito está alimentado por la subestación eléctrica *Villa Madero*, el circuito es el *05020*, el *50* es la tensión de operación la cual es *23kV*, y el *20* de igual forma nos dice el tipo de dispositivos conectados en el circuito.

El reglamento de seguridad e higiene se divide en varias secciones, en las cuales describe todas las reglas que se deben acatar tanto como trabajador como jefe de área o supervisor [7].

- **Sección 102 responsabilidad de la seguridad.**

A. Seguridad propia y de los demás: la seguridad en el trabajo es responsabilidad de todos, nadie puede ser obligado a violar las reglas de seguridad. Esto es aplicable para todos los trabajos.

B. Trabajos con manejo de personal: todo personal con uno o más trabajadores a su mando tiene las siguientes responsabilidades:

1. Cumplir con la Reunión de Inicio de Jornada (RIJ), todos los días laborales.
2. Planear todas las maniobras, y verificar con el cumplimiento de la Reunión de Inicio de Maniobra (RIM).
3. Toda supervisión que realice debe iniciar verificando con los aspectos de seguridad.
4. Cumplir y hacer cumplir con las reglas de seguridad.
5. Exigir con sus trabajadores la inspección de todas las herramientas, equipos y dispositivos antes y después de su uso.
6. Verificar que los trabajadores ejecuten sus actividades conforme a los procedimientos de trabajo establecidos, evitando el uso de material, equipo o dispositivo defectuoso o dañado.
7. Controlar el acceso de personas en el área de trabajo.
8. Impedir que trabajadores que no se encuentren en condiciones tanto física como mentalmente laboren.
9. Impedir el juego o las bromas en especial las que pueden provocar accidentes.
10. Impedir que trabajadores que no cuenten con la constancia de habilidades laborales y experiencia ejecuten maniobras. En caso de realizarlas en capacitación lo hará bajo la supervisión de un persona experimentada y capaz que permanecerá en el lugar de trabajo.
11. Exige y vigilar el uso adecuado del equipo de comunicación.
12. Prohibir el uso de teléfonos celulares y otros dispositivos electrónicos al personal que ejecute maniobras.

C. Reporte y corrección de condiciones y actos inseguros: todos los trabajadores tienen la obligación de reportar a su jefe inmediato, a la comisión de seguridad e higiene, así como al representante sindical, y

también deberá de corregir cualquier condición de comportamiento riesgoso que pueda crear una situación de accidente.

- D.** Reporte de accidentes e incidentes: es responsabilidad de todo trabajador reportar a su jefe inmediato y a la comisión de seguridad e higiene tan pronto como sea posible los accidentes o incidentes ocurridos y/o presenciados y ambos deben dictar medidas para su control y difusión.

- **Sección 104 experiencia y capacidad de los trabajadores.**

- A.** Trabajos en maniobras de distribución: impedir que trabajadores sin la constancia de habilidades laborales y experiencia, ejecuten labores en maniobras de distribución y en caso de realizarla en capacitación tutelar, lo harán bajo la dirección de una persona experimentada y capaz, quien permanecerá en el lugar de trabajo, se consideran como algunas maniobras de distribución las siguientes:

1. Trabajo en líneas, subestaciones, equipos energizados/desenergizados y en cercanía a cualquiera de ellos.
2. Trabajos en alturas.
3. Trabajos en bóvedas, pozos de visitas, trincheras, ductos y registros de distribución subterránea.
4. Manejo de sustancias o residuos peligrosos.
5. Manejo de postería, estructuras, maniobras con materiales o equipo pesado, utilizando equipo para izar.
6. Conducción y operación de equipo hidráulico, conducción de vehículos con remolque.
7. Manejo y uso de explosivos.
8. Manejo de herramientas de potencia: eléctrica, de combustión interna, hidráulica, neumática o accionada a base de pólvora.
9. Trabajos de corte y soldadura.
10. Operación de equipo de pruebas o laboratorio.
11. Operación del laboratorio de pruebas a equipo de línea viva.
12. Operación de equipo eléctrico para traslado de carga, enlace, o regulación de tensión eléctrica.
13. Lavado o limpieza de aislamiento.
14. Aplicación de silicón en aislamiento.
15. Puesta en servicio de instalaciones.
16. Trabajo de construcción y mantenimiento.

B. Obligación en materia de capacitación: es obligación de todo trabajador acudir a las pláticas, prácticas o cursos que se dicten sobre Capacitación de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

C. Conciencia del riesgo: Por muy capaz y experimentado que sea el trabajador, debe seguir los procedimientos de maniobra e instructivos de trabajo aprobados, observando las medidas de seguridad establecidas, utilizar el equipo de trabajo y protección personal necesario.

Siempre se deben considerar los riesgos potenciales en las maniobras de trabajo, nunca se pueden predecir las consecuencias, ya que el menor de los descuidos puede ocasionar un accidente.

Cuando se trabaje en partes altas, debe bloquearse el paso con barreras adecuadas para impedir la circulación de peatones y vehículos dentro del área de trabajo y evitar sean golpeados por algún objeto.

D. Capacidad física y mental del personal: la capacidad física y mental de los trabajadores que se ocupen en labores con grado de riesgo alto, deben ser con plenitud de facultades para el desarrollo de su actividad.

No debe permitirse que un trabajador distraído realice este tipo de labores. Físicamente el trabajador debe ser apto para el esfuerzo que se va a realizar, tomando en cuenta los exámenes médicos periódicos.

Debe vigilarse las condiciones de fatiga del trabajador en este tipo de labores, principalmente cuando se labora en condiciones climatológicas extremas.

E. Instrucciones de trabajo: Estas deben ser claras y precisas contando con la autorización de su área. El responsable de solicitar la licencia él y solo él dará el orden de inicio y término de los trabajos.

En caso de emergencias dichas instrucciones deben apearse a las Reglas de Despacho y Operación del Sistema Eléctrico Nacional vigente.

- **Sección 105 protección de área de trabajo.**

A. Tránsito de peatones: Antes de iniciar cualquier trabajo que pueda poner en peligro al público o a los trabajadores, se debe delimitar el área con avisos preventivos, barreras normalizadas, conos fosforescentes y cinta

delimitadora de tal manera que sean perfectamente visibles al tránsito que se acerca al lugar de trabajo [7].

Durante la noche, se deben usar señales luminosas o reflejantes. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tráfico lo justifiquen, debe un trabajador dedicarse exclusivamente a advertir al tráfico sobre los riesgos existentes, utilizando banderolas rojas durante el día o señales luminosas durante la noche.

Durante el día, los hoyos, cepas, registros y pozos de visita sin tapa u obstrucción, deben identificarse con señales de peligro, tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos fosforescentes o barreras. Durante la noche se deben usar señales luminosas o reflejantes.

Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tráfico lo justifiquen, se debe solicitar el auxilio de las autoridades de tránsito competentes, para advertir al tráfico sobre los riesgos existentes.

- B. Trabajadores:** Cuando por razón de los trabajos se expongan a partes energizadas, en movimiento o con materiales que por su naturaleza puedan ocasionar un riesgo, deben colocarse avisos preventivos y/o guardas, para advertir a los otros trabajadores de las condiciones peligrosas existentes en el área.

Cuando se trabaje en áreas con secciones múltiples semejantes, como es el caso de una sección de la subestación, la sección de trabajo se delimitará en forma notoria a nivel de piso. En partes elevadas y energizadas deben ser protegidas con el equipo de la clase adecuada y acordonándolas o usando barreras con avisos preventivos, a fin de evitar contactos accidentales con partes energizadas tanto de la propia sección de trabajo como de secciones adyacentes.

Por la misma razón, de tenerse secciones múltiples muy semejantes en las subestaciones, no debe atenderse más de un área de trabajo en forma simultánea, para prevenir maniobras accidentales por errores de coordinación entre grupos y errores de operación, a menos que se presenten emergencias, en cuyo caso el responsable de supervisión y control de los trabajos invariablemente será el jefe del área.

- C. Conductores caídos a baja altura:** Todo trabajador que encuentre cables o alambres caídos o a baja altura, que representen peligro, informará de la

situación peligrosa a su jefe inmediato, colocando avisos preventivos y quedándose a vigilar para controlar los riesgos. De estar facultado y contar con el medio necesario, debe proceder a corregir la falla.

- **Sección 107 equipos de protección.**

A. Aspectos Generales. se debe impedir a todo trabajador la ejecución de alguna tarea si no utiliza los equipos de protección suficientes, adecuados y en buen estado. Es obligación de los trabajadores el cuidado, mantenimiento, resguardo y uso correcto de los equipos de protección [7].

Los equipos de protección personal deben ser limpiados e inspeccionados por los trabajadores antes de cada utilización y después de usarlos. De encontrarse en mal estado, no los debe utilizar y gestionará su reposición.

En caso de duda sobre el estado de sus equipos de protección, los reportará a su jefe inmediato, quien los verificará y dictaminará lo que proceda. De persistir la duda o en caso de desacuerdo, se informará a la comisión de seguridad e higiene, quien resolverá lo conducente.

Todos los equipos de protección cumplirán con las especificaciones técnicas correspondientes y lo establecido en la normatividad oficial, normatividad interna de CFE y en el contrato colectivo de trabajo, cuyo cumplimiento vigilarán las comisiones de seguridad e higiene.

Queda prohibido alterar las características originales del equipo de protección personal, ya sea modificando su estructura o adicionando accesorios no normalizados.

En la vía pública se debe utilizar chalecos con tiras reflejantes o arnés normalizado en actividades de piso, donde exista tráfico vehicular y peatonal.

Para todo personal de campo se recomienda el uso de ropa interior de algodón.

B. Protección de la cabeza: además de las otras tareas o lugares que se especifiquen en alguna otra parte de este reglamento, debe usarse casco protector ala ancha clase “e” con barboquejo, y en su caso careta facial en los siguientes lugares o tareas específicas:

1. Al trabajar en líneas o equipos energizados / desenergizados o en su proximidad, incluyendo instalación y verificación de equipos de medición, la instalación de servicios, cortes, desconexiones, toma de lectura y reparto de recibos.
2. Al ascender, descender o trabajar en lo alto de postes, estructuras, canastillas o escaleras portátiles, en tareas de construcción, operación o mantenimiento de líneas y redes, incluyendo las maniobras con fusibles.
3. Al abrir o cerrar cuchillas para conectar o desconectar líneas o equipos.
4. Durante el tendido y tensionado de conductores.
5. Al conectar o desconectar equipos de puesta a tierra.
6. Al transitar o realizar tareas por debajo de trabajadores que se encuentren laborando en un nivel superior.
7. Al transitar o permanecer en las áreas de subestaciones como cuartos de baterías o cualquiera que sea su condición de operación, mantenimiento o de construcción.
8. En general, en todos aquellos trabajos en los que se manipulen o muevan objetos por encima de los trabajadores, tales como maniobra de carga o descarga, erección o desmantelamiento de postes o estructuras, etc.
9. En todos los casos anteriores, el casco que se utilice será el proporcionado por CFE contra impactos y dieléctricos, ala ancha clase “E”.
10. Queda prohibido alterar sus características originales como: perforar, pintar, recortar o agregar partes metálicas o de otra índole a los cascos protectores.

C. Protección de los ojos: además de las otras tareas o lugares que se especifiquen en alguna otra parte de este Reglamento, debe utilizarse protección ocular en los siguientes lugares o tareas específicas:

1. Al trabajar en líneas o equipos energizados.
2. Al instalar, verificar o retirar equipos de medición.
3. Al manejar ácidos o electrolitos, solventes orgánicos o compuestos calientes.
4. Al efectuar trabajos de corte y soldadura, así como estañado.

5. Al abrir o cerrar cuchillas para conectar o desconectar líneas o equipos.
6. Al trabajar con máquinas-herramientas, herramientas de potencia: eléctricas, hidráulicas, neumáticas o a base de pólvora o herramientas hidráulicas de corte o compresión.
7. Al efectuar conexiones o desconexiones en líneas y redes de distribución subterránea.
8. Al cortar o empalmar cables o limpiarlos con cepillo y al entorchar retenidas.
9. En general, al utilizar herramientas y materiales que pueden producir partículas desprendidas, como es el caso de cincelado, esmerilado, fracturado con marro, etc.
10. Reponer fusibles operados en ramales, transiciones y bancos de distribución.
11. Al realizar cortes y conexiones en medidores.
12. Al realizar trabajos de poda.

A todo trabajador se le dotará de su protección ocular, lentes claros para trabajos nocturnos y oscuros para trabajos diurnos. de requerirse graduación, los lentes de protección deben cumplir este aspecto.

D. Protección de las manos: además de las otras tareas o lugares que se especifiquen en alguna otra parte de este reglamento, deben usarse guantes de cuero, en los siguientes lugares o tareas específicas:

1. Cuando se manejen objetos cortantes, filosos, abrasivos, con astillas o rebabas, o al utilizar herramientas que pueden producirlos o al manipular aisladores y otros objetos de porcelana o vidrio.
2. Al manipular cables, postes y herrajes.
3. Al escalar o descender de postes, estructuras y torres.
4. En la limpieza de brechas y poda.

Para el manejo de ácidos, solventes orgánicos, bifenilos policlorados y otras sustancias irritantes, tóxicas o corrosivas, se usarán guantes específicos para sustancias químicas aprobados por el departamento divisional de seguridad e higiene.

E. Protección respiratoria: además de lo que se especifique en alguna otra parte de este reglamento, antes de ejecutar los trabajos siguientes verificará que

exista una ventilación adecuada, de no haber una buena ventilación natural se proveerá de ventilación artificial además de utilizar el equipo de protección respiratoria aprobado por el Departamento Divisional de Seguridad e Higiene.

1. Trabajos en los que produzcan o existan polvos, gases o vapores asfixiantes, irritantes o tóxicos.
2. Trabajos de corte, soldadura o estañado.
3. Manejo de Bifenilos Policlorados (askareles) en lugares confinados.
4. En la inspección interna durante el mantenimiento de transformadores de potencia y en interruptores de gran volumen de aceite.
5. En el mantenimiento de interruptores con hexafluoruro de azufre (SF6).
6. Durante trabajos de pintura a pistola de aire o aerosol.
7. Durante la limpieza de aislamiento mediante aire comprimido con material abrasivo.

F. Protección contra riesgos eléctricos.

1. En maniobras en líneas energizadas o desenergizadas no se deben portar accesorios metálicos personales como: reloj, anillos, pulseras, aretes, cadenas, celulares, llaves, y otros objetos que puedan establecer una referencia de tierra.
2. Todos los equipos de protección aislantes, como guantes, mangas, mantas y cubiertas protectoras en general, así como escaleras de fibra de vidrio, pértigas y camión con canastilla, deben invariablemente ser inspeccionados antes de cada trabajo, para asegurarse de su buen estado y limpieza. Deben además probarse conforme al programa de pruebas o cuando haya dudas sobre su estado físico.
3. Para aislarse eléctricamente, evitando formar parte de un circuito eléctrico entre fases o de fase a tierra, los trabajadores deben usar plataformas aisladas, canastillas montadas en grúas con brazo aislado o pértiga. Los guantes y mangas dieléctricos se utilizarán obligatoriamente como protección, para evitar contactos con puntos de un potencial eléctrico distinto al que en ese momento se esté trabajando.

4. De acuerdo a lo anterior, el trabajador no deberá tocar simultáneamente dos puntos con diferente potencial eléctrico voluntariamente, usando como medio de aislamiento único sus guantes dieléctricos. Por ejemplo, no debe tocar un conductor energizado mientras esté parado directamente en el poste, aunque utilice guantes dieléctricos de la clase adecuada.
5. En forma similar, las cubiertas protectoras y las mantas se deben utilizar como protección contra posibles contactos accidentales, con puntos de un potencial eléctrico distinto al cual se esté trabajando en un momento determinado y no depender voluntariamente de ellas como el único medio de aislamiento.
6. Los trabajadores deben evitar tocar o recargarse en las mantas o cubiertas protectoras instaladas, mientras se encuentren tocando al mismo tiempo una parte con potencial eléctrico distinto.
7. Cuando sea necesario utilizar y aplicar guantes, mangas y cubiertas protectoras aislantes de diferentes clases en una zona delimitada, se debe tener especial cuidado en identificarlos con el propósito de evitar confusiones.

G. Guantes dieléctricos.

1. Todo par de Guantes Dieléctricos debe ser Clase 00, 0, 1, 2, 3 y 4. Los guantes deben ser probado periódicamente cada seis meses como mínimo y conforme a un programa establecido coordinadamente por el Departamento de Seguridad e Higiene y la Subgerencia de Distribución.
2. Todo guante dieléctrico dañado debe mutilarse parcialmente, para así identificarle y evitar su utilización por equivocación.
3. El tamaño de los guantes corresponderá a la talla de la mano del usuario.
4. Los guantes dieléctricos deben usarse únicamente en la mano para la que fueron fabricados, no debiendo usarse “al revés”. Esto es, no se volteará el guante izquierdo para usarlo como derecho o viceversa.
5. Durante el período de uso, el trabajador tiene la responsabilidad de vigilar su buen estado y limpieza,

dándoles el uso, cuidados, mantenimiento y almacenamiento según la especificación del fabricante.

6. Cuando se utilicen los guantes dieléctricos, no se usará: reloj, anillos, pulseras u otros objetos que puedan dañarlos.
7. Los guantes dieléctricos se usarán SIEMPRE con sus guantes protectores de piel y de algodón, que serán de la talla correspondiente al de hule.
8. De acuerdo a la clase de guantes dieléctricos, el trabajador no debe usarlos en tensiones mayores a las establecidas en la tabla 3.1. La utilización correspondiente en el punto 15 de este inciso, ni para otros fines que no sean exclusivamente protección personal.
9. Al inspeccionar sus guantes dieléctricos antes de utilizarlos, el trabajador debe verificar que no tengan abrasión excesiva, raspaduras, astillas, burbujas, cortaduras, grietas perforaciones y otros daños semejantes, de presentarse alguno de estos daños el guante debe destruirse aun cuando pase las pruebas dieléctricas. Así mismo, les efectuarán como mínimo la prueba de aire. Tanto la inspección como la prueba de aire y deben hacerse por ambas caras del guante al derecho y al revés. Para el uso de los guantes se debe usar talco.
10. Los guantes protectores de piel deben mantenerse limpios, libres de grasa o aceites, tierra, rebabas, astillas, etc., y sin roturas o perforaciones, no debiendo usarse como guantes de trabajo común; por su parte, no deben usarse guantes de cuero de trabajo común como protectores de los de hule.
11. Cuando no se estén usando los guantes dieléctricos, se deben guardar en su correspondiente bolsa de lona ahulada, con el extremo del puño hacia el fondo de la bolsa.
12. En su almacenamiento, se debe evitar que sufran dobleces o esfuerzos mecánicos, debiendo guardarse en bolsas de lona ahulada, en lugar fresco y seco, alejados de los rayos directos del Sol y otras fuentes de calor, limpias y secas, por su lado derecho.
13. En caso de contacto de los guantes dieléctricos con aceites, grasas y otros derivados del petróleo, deben limpiarse de inmediato, lavarse y probarse posteriormente.
14. Los guantes dieléctricos deben mantenerse limpios, para lo cual se deben lavar con jabón neutro y agua tibia, dejándolos

secar en un lugar fresco, a la sombra, con los dedos hacia arriba y/o utilizando una toalla suave y limpia.

15. Los guantes dieléctricos, mangas, mantas y cubiertas protectoras aislantes, reciben la siguiente denominación:

a. Al conectar y desconectar servicios en baja tensión energizada, debe utilizar guantes de la clase "0" con su protector, tanto en tiempo normal como húmedo.

16. Además de los casos o labores que se indiquen en alguna otra parte de este reglamento, deben usarse guantes dieléctricos de la clase adecuada en los casos o tareas que se enlistan a continuación:

a. Cuando se trabaje con equipo o líneas energizadas, en tareas de construcción o mantenimiento, desde canastillas o plataformas aisladas.

b. Cuando se trabaje en contacto con estructuras que soporten circuitos energizados de media y alta tensión, sobre los que se esté trabajando en ese momento.

c. Cuando se manejen conductores que vayan a ser instalados o removidos, de estructuras que soporten otros circuitos de media tensión energizados.

d. Cuando se toquen postes o equipos que están siendo colocados o retirados en la cercanía de líneas o partes energizadas de media y alta tensión [7].

e. Al efectuar conexiones o desconexiones en sistemas subterráneos.

f. Cuando se está trabajando con máquinas o equipos móviles, en la cercanía de líneas o equipo energizado de media y alta tensión.

g. Al abrir o cerrar cuchillas con maneral propio.

Tabla 3.1 Tensiones y corrientes de prueba.

TENSIONES Y CORRIENTES DE PRUEBA PARA ELEMENTOS DE HULE DE USO ELECTRICO							
CLASE	TENSIÓN DE PRUEBA (Tensión de aguante) En kV (rcm)	TENSIÓN MÍNIMA DE PERFORACIÓN EN kV (rcm)	CORRIENTE MÁXIMA DE FUGA en mA				TENSIÓN MÁXIMA DE USO c.a. kV (rcm)
			280	250	400	450	
00	2.5	4	8	12	-	-	0.5
0	5	6	8	12	14	16	1
1	10	20	-	14	16	18	7.5
2	20	30	-	16	16	20	17
3	30	40	-	18	20	22	26.5
4	40	50	-	-	22	24	36

H. Mangas dieléctricas.

1. Durante el período de uso, el trabajador tiene la responsabilidad de vigilar su buen estado y limpieza, dándole el uso, cuidado y mantenimiento necesario.
2. Debe ser probada su calidad dieléctrica cada 6 meses como mínimo y conforme a un programa establecido coordinadamente por el Departamento de Seguridad e Higiene y la Subgerencia de Distribución.
3. Toda manga dieléctrica dañada debe mutilarse y desecharse para evitar su utilización.
4. De acuerdo a la clase de manga dieléctrica, el trabajador no las usará en tensiones mayores a la de su diseño, ni para otros fines que no sean exclusivamente de protección personal.
5. Al inspeccionar las mangas dieléctricas, antes de utilizarlas, el trabajador verificará que no tengan abrasión excesiva raspaduras, astillas, burbujas, cortaduras, grietas, perforaciones u otros daños semejantes.

6. Cuando no se estén usando las mangas dieléctricas, deben guardarse en una bolsa de lona ahulada.
7. En su almacenamiento, se evitará que sufran dobleces o esfuerzos mecánicos debiendo guardarse en su forma natural en lugar fresco y seco, alejados de los rayos directos del sol y otras fuentes de calor, limpias y secas, por su lado derecho [7].
8. En caso de contacto de la manga dieléctrica con aceites, grasas y otros derivados del petróleo, deben limpiarse de inmediato con agua y jabón neutro.
9. Las mangas dieléctricas deben mantenerse siempre limpias, para lo cual se deben lavar con jabón neutro y agua tibia, dejándolas secar en un lugar fresco y a la sombra, evitando los rayos del Sol que puedan dañarlas.

I. Mantas y cubiertas protectoras aislantes.

1. Conforme al programa establecido coordinadamente por el Departamento de Seguridad e Higiene y la Subgerencia de Distribución, las mantas y cubiertas flexibles deben ser probadas en su calidad dieléctrica cada 6 meses como mínimo. Las cubiertas protectoras rígidas deben ser probadas como mínimo una vez al año.
2. De acuerdo a su clase, no se usarán en tensiones mayores a las de su diseño y utilización.
3. Las cubiertas protectoras del tipo flexible deben usarse exclusivamente como protección del trabajador de posibles choques eléctricos y por ningún motivo se usarán como aislamiento eléctrico entre partes de la instalación con diferente potencial. De no hacerse así los esfuerzos eléctricos y mecánicos combinados pueden ocasionar daños a las cubiertas. Un ejemplo de lo que NO debe hacerse, es apoyar directamente sobre una cruceta un conductor al que previamente se le haya colocado una cubierta protectora.
4. Al inspeccionarlas, antes de cada uso, se verificará que no tengan huellas de abrasión, astillas, burbujas, cortaduras, grietas, agujeros y otros daños semejantes.
5. Su almacenamiento y transporte, cuando no estén en uso, se harán en cajas o compartimientos especiales, que les protejan del agua, contaminantes, objetos punzocortantes o

abrasivos, temperaturas excesivas y de los rayos directos del Sol.

6. Se debe hacer uso de tapete dieléctrico y/o pintura epóxica en piso, cuando se esté trabajando en tableros de servicios propios del VCD o VCA.
7. En caso de contacto con aceites, grasas, ácidos, solventes, creosota y otros derivados del petróleo, deben limpiarse de inmediato. La limpieza se debe hacer con jabón neutro y agua tibia, secándolos con una toalla suave y limpia.
8. Queda prohibido aventar o dejar caer desde alturas, las mantas y cubiertas protectoras. Para ese fin se debe usar mandadera con cubeta o bolsa de lona. Debe evitarse dejarlas instaladas después de la jornada.
9. Además de los casos o tareas que se indiquen en alguna otra parte de este Reglamento, se deben usar mantas y/o cubiertas protectoras aislantes en los casos que se enlistan a continuación:
 - a. Al tender o retirar conductores que puedan entrar en contacto con otros conductores o equipos energizados.
 - b. Cuando se instalen o remuevan postes, en la cercanía de partes energizadas.
 - c. En los trabajos de líneas energizadas con guantes de hule y plataformas aislantes o canastillas.
 - d. En general, debe cubrirse todo punto que el trabajador o los objetos que manipule puedan alcanzar, en forma accidental o voluntaria y que tengan un potencial eléctrico distinto del que en ese preciso momento esté sujeto el trabajador.

J. Ropa de trabajo y calzado.

1. En general para todos los trabajos es obligatorio el uso de la ropa y calzado proporcionado por CFE completo y sin modificaciones en su diseño original.
2. Durante toda la jornada de trabajo es obligatorio usar la camisa fajada y abotonada, tanto de mangas como del pecho.

K. Arnés de seguridad, bandola y línea de vida.

1. Antes de cada uso del arnés de seguridad, bandola y línea(s) de vida, deben inspeccionarse, verificando su buen estado. Se deben revisar anillos, ganchos, hebillas, remaches, costuras, ojales y el estado general de las cintas, vigilando que no haya desgaste excesivo, fracturas y rajaduras. Al aparecer la cinta roja de la bandola ésta debe desecharse.
2. Queda prohibido usar la bandola, las líneas de vida y/o el arnés para elevar o bajar materiales y objetos o para cualquier otro fin que no sea su función exclusiva, que es la de asegurar al trabajador mientras labora en niveles elevados.
3. Al embandolarse, se debe tener la certeza de que el apoyo sea firme y seguro. Asimismo, no se confiará del sonido o “clic” que se produce al fijar los ganchos de la bandola en los anillos D del arnés, sino que se debe comprobar viendo que efectivamente estén debidamente acoplados. Para embandolarse, nunca se colocarán los dos ganchos de la bandola en el mismo anillo, ya que su hebilla no está diseñada para soportar esfuerzos.
4. Durante el ascenso y al hacer cambio de maneadas para librar obstáculos en todo momento el liniero debe estar asegurado mediante la línea de vida o la bandola, esta última siempre debe estar arriba del obstáculo. Durante toda la maniobra y al descenso, debe estar firmemente sujeta la línea de vida, del arnés al puente de las maneadas, de ser necesario se puede apoyar con un estrobo.
5. Cuando una bandola se encuentre en malas condiciones debe cortarse antes de darse de baja.
6. Por ningún motivo se debe llevar herramienta en el cinturón del arnés y tampoco poner accesorios no normalizados como el gancho de cobre.

L. Maneas.

1. Las Maneas que se utilicen para escalar postes deben ser de 19 mm de diámetro y estar siempre en buen estado. Revisarse minuciosamente antes de cada uso. Queda

prohibido utilizarlas como estrobos o para otro fin que no sea el escalar postes.

2. Toda manea en mal estado se inutilizará cortándola.
3. Deben usarse solamente maneas del tipo normalizado; la de trabajo, de doble gasa o paralela y la de seguridad de trenza.

M. Soga mandadera.

1. Debe ser utilizada por todo trabajador que labore en alturas, llevándose consigo debidamente enrollada junto con el estrobo y garrucha tanto en el ascenso como en el descenso.
2. En el caso de ascenso a líneas de alta tensión y torres de comunicación, podrá llevarse desenrollada siempre y cuando cuente con el apoyo de personal en piso.

• Sección 109 trabajos en alturas.

A. Reglas generales.

1. Todo trabajador que labore en una posición elevada de 1.80 mts sobre el nivel de piso, debe asegurarse mediante el uso de arnés de seguridad, bandola y líneas de vida, al puente de la manea de seguridad o en algún estrobo (en caso de ser necesario), asegurado en algún punto fijo de la estructura o de algún otro medio normalizado aprobado por el departamento divisional de seguridad e higiene [7].
2. Antes de escalar postes, escaleras, andamios, árboles y en general toda estructura elevada, los trabajadores deben determinar, en la medida de lo posible, que dichas estructuras sean capaces de soportar los esfuerzos adicionales o no balanceados a los que serán sujetos. Esta revisión se hará también a techos, paredes, cornisas, muretes, tubos de recepción de acometidas, etc., de los usuarios.
3. Cuando se tengan indicios de que los postes, escaleras o estructuras puedan caer mientras alguien los escala o trabaja en ellos, no debe escalarse hasta en tanto no hayan sido asegurados con “vientos” o algún medio igualmente eficaz.
4. Todo trabajador debe utilizar el arnés normalizado sujetándolo a la línea de vida correspondiente, se embandolarán y sujetarán con su arnés al puente de las maneas; también para el cambio de maneas al librar un obstáculo, así como para posicionarse en el punto de trabajo, no debe quitarse la manea de la corva de la pierna. En caso de

ascenso o descenso con picos escaladores (espuelas), el trabajador lo hará con la línea de vida del arnés sujeta al estrobo que previamente debió instalar al poste.

5. Para pasar las herramientas y materiales entre diferentes niveles, no deben arrojarse, deben utilizarse cubeta de lona, polea con sogá mandadera y gancho.
6. Mientras se trabaja en alturas, los materiales y herramientas no deben dejarse donde se puedan caer accidentalmente, el material pesado debe atarse, las herramientas y materiales pequeños deben mantenerse en cubeta de lona portaherramientas.
7. Por ningún motivo el trabajador debe utilizar los herrajes propios de la estructura o los que son colocados por compañías de tv cable, lámparas, etc., para pararse y desempeñar trabajos propios de la maniobra ya que estos pudieran ceder y provocar algún accidente por caída a diferente nivel.
8. A excepción de las maniobras establecidas para el liniero universal, el resto de las maniobras debe considerar el apoyo de un trabajador en piso.

B. Equipos de protección.

1. Se deben revisar siempre antes de utilizarse bandolas, arneses, picos escaladores y sus almohadillas y correas, maneas, escaleras portátiles y en general todo el equipo para escalar y de protección, en caso de daños o defectos, no deben usarse.
2. Inmediatamente antes de que la bandola soporte el peso del trabajador, debe asegurarse que los ganchos estén colocados adecuadamente en sus correspondientes anillos “d” arnés de seguridad. esta verificación se debe hacer visualmente, no confiándose del sonido o “click” característico de esta operación. asimismo, la colocación de la bandola se hará a un punto firme y seguro, del que no pueda desprenderse accidentalmente.

C. Trabajos en lo alto de postes.

1. Antes de escalar, se debe revisar su empotramiento y otros posibles daños. Se verificarán las buenas condiciones del empotramiento, tanto por encima como a 30 cm por debajo del nivel del suelo, esta misma verificación debe hacerse cuando se vayan a retirar o a tensionar nuevos conductores.

2. Antes de ascender, se debe revisar el poste fijándose en las rajaduras, grietas, nudos, etc., para evitar meter una espuela en ellos, así como para verificar la existencia de clavos, pedazos de alambre, anuncios metálicos, astillas, enjambre de abejas, etc., que puedan ocasionar lesiones o entorpecer el escalamiento, en caso de que un poste de madera tenga grietas o nudos que se haga peligroso escalarlo con espuelas, se debe utilizar otro medio.
3. Cuando dos o más trabajadores vayan a escalar el mismo poste, el primero debe estar ya arriba, embandolado, antes de que el siguiente trabajador empiece a escalar así sucesivamente, procurando ascender en dirección diferente a la posición del trabajador embandolado.
4. Antes de ascender y descender en estructuras con peldaño, el trabajador debe colocarse la bandola cruzada hacia el hombro, para evitar enganchamientos.
5. Cuando se trabaje en alturas, invariablemente el liniero de piso deberá colocar las maneadas de emergencia en el poste, y deberá mantener puesto su arnés de seguridad durante toda la maniobra.

D. Escaleras portátiles.

1. Las escaleras portátiles de uso general en trabajos en líneas, redes y subestaciones de distribución, deben ser de fibra de vidrio, no deben reforzarse los largueros con partes metálicas, y deben contar con tacones o zapatas antiderrapantes.
2. Evitar reparaciones improvisadas en las escaleras portátiles, o modificaciones para hacerlas más largas.
3. Cuando se use una escalera portátil como medio de comunicación, para pasar a otro nivel la escalera debe sobrepasar cuando menos un metro por encima del nivel al que se desea subir.
4. Las escaleras portátiles deben apoyarse buscando un ángulo de inclinación de aproximadamente 75 grados respecto al piso, esto se logra mediante la regla del 4 a 1, o sea la distancia entre la base de la escalera y la pared.
5. Cuando no pueda respetarse la regla del 4 a 1 o exista la posibilidad de que la escalera se deslice, o vaya a trabajarse a alturas superiores a los 3 metros, la escalera debe atarse o asegurarse tanto la parte superior como inferior en su posición por algún medio igualmente eficaz.
6. La escalera debe descansar sobre terrenos firme y nivelado, usándose calzas en los casos en que esta condición no se cumpla.

7. Debe tenerse especial cuidado en evaluar las condiciones del apoyo de la escalera en su parte superior, viendo que tenga la suficiente resistencia mecánica y no vaya a ceder o romperse mientras se trabaja o escala, esto es particularmente importante en los casos que se recarga la escalera en el tubo de recepción de acometidas, situación en la que además de evaluar su firmeza, la escalera se atará al tubo con una piola además de asegurarse que no gire.
8. Se subirá y bajará de las escaleras portátiles con las manos libres, agarrándose de los peldaños y no de los largueros, los materiales que sea necesario utilizar, se subirán o bajarán con soga mandadera.
9. Antes de utilizarlos, se debe revisar que tanto las escaleras como las sogas y otros accesorios se encuentren en buen estado.
10. Nunca escalarán dos personas a la vez.
11. No deben permanecer más de una persona sobre la misma escalera.
12. Cuando existan escaleras dobles sujetas a la unidad, deben de asegurarse en la parte inferior con porta pernos o dispositivos similares, así como evitar desplegar en su totalidad, dejando entre estas al menos cuatro peldaños sobre el riel de seguridad de la escalera doble.
13. Las escaleras sencillas deben contar en la parte superior con un medio de sujeción.

E. En subestaciones.

1. En el ascenso, descenso y maniobras en alturas, el trabajador debe evitar el apoyo directo en las estructuras, los conductores, cadenas de aisladores, equipos, bus y puentes, deben utilizar, escaleras portátiles o camión con canastilla o pértigas.
2. Cuando se requiera ascender a los transformadores para dar mantenimiento a las boquillas, se deberá verificar que no haya aceite o agua que haga resbalosa la superficie, en caso afirmativo se deberá limpiar.

- **Sección 110 distancias de seguridad respecto a partes energizadas.**

A. Tensión de operación.

1. Antes de iniciar trabajos en o cerca de partes energizadas, se debe conocer su tensión de operación, identificando plenamente el circuito o equipo y las condiciones de las fuentes de alimentación y equipo de instalaciones asociadas, considerando:
 - Baja tensión (secundario) tensiones no mayores de 1000 V.
 - Media tensión (primario) tensiones mayores de 1000 y hasta 35000 V.
 - Alta tensión (subtransmisión) tensiones mayores de 35 000 y hasta 138000 V [7].

B. ¿No puesto a tierra? No muerto.

1. Toda línea o equipo electrónico se considerará energizado mientras no haya sido puesto a tierra y en cortocircuito, guardándose las distancias de seguridad correspondientes.

C. Partes metálicas no puesta a tierra.

1. Todas las partes metálicas no aterrizadas, de equipos o dispositivos eléctricos tales como carcasa de transformadores, interruptores o capacitores, se deben considerar como energizadas a la tensión más alta a que estén expuestas.

D. Instalación de equipo de puesta a tierra.

1. Al poner a tierra y en cortocircuito líneas o equipos de baja, media y alta tensión se mantendrán las distancias de seguridad, mientras dichas líneas o equipos no hayan sido efectivamente puestas a tierra, estas distancias se mantendrán también respecto a los conectores y conductores de los propios equipos de puesta a tierra, por lo cual se instalarán con pértiga aislante.

E. Objetos conductores que se manipulan.

1. Deben mantenerse las distancias de seguridad entre las partes energizadas y los objetos conductores (herramientas metálicas, cables, alambres, etc.), que los trabajadores manipulen.

F. Instalación o remoción de postes o estructuras cerca de líneas o equipos energizados.

1. Cuando se instalen o remuevan postes o estructuras en la cercanía de líneas o equipos energizados, los trabajadores podrán tocar el poste o la estructura, únicamente cuando se utilicen cubiertas protectoras y guantes de hule de la clase adecuada, en caso contrario, se considerará al poste o estructura como energizados a la tensión de operación de la línea, respetando las distancias de seguridad correspondientes, previamente se obtendrá licencia y bloquearán recierres.

G. Aproximación voluntaria o accidental a partes energizadas.

1. Para el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad, se considerarán no solamente los actos voluntarios de los trabajadores, sino posibles actos involuntarios o accidentales, tales como resbalones, pérdida de equilibrio, caídas al mismo o diferente nivel, olvido o descuido, extensión inconsciente de los brazos o piernas, etc.

H. Tabla de distancias mínimas de seguridad respecto a partes energizadas.

1. En todas las referencias que se hacen en este reglamento al concepto de distancias de seguridad o distancias mínimas de seguridad, corresponde a las distancias que se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Distancias mínimas de seguridad.

Distancias mínimas de Seguridad (c. a. 60 Hz.)	
Tensión Nominal entre Fases (kV)	Distancia mínima de seguridad (m)
2,4 a 13,8	0,60
23	0,70
34,5	0,75
69	1,20
85	1,30
115	1,50
138	2,00

- I. Acercamiento a distancias menores.
 - 1. Podrán reducirse las distancias establecidas en la Tabla anterior, en los siguientes casos, únicamente:
 - a. Cuando entre el trabajador y la parte energizada se haya colocado previamente un medio aislante de la clase adecuada.
 - b. Cuando el trabajador se encuentra aislado eléctricamente de todo punto que no sea precisamente al que se aproxima o toca, mediante el uso de cubierta protectora y guantes aislantes de hule de la clase adecuada o bien canastillas, plataformas u otro medio aislante aprobado, como medio de aproximación y/o sustentación.

3.3 Estándares de mantenimiento que cumple CFE

La confiabilidad de la RGD se encuentra definidas por un procedimiento para el control de las actividades de mantenimiento las cuales se muestran en la tabla 3.3 [8].

Tabla 3.3 Tabla de indicadores a cumplir en mantenimiento.

INDICADOR	ESTRATEGIA PARA SU CUMPLIMIENTO	MEJORA CONTINUA
<p>RED AÉREA.</p> $PTA = \left[\frac{\sum_{n=1}^N (TA)_n}{\sum_{n=1}^N (TI)_n \frac{1}{N}} \right] 100$ <p>Donde: PTA: Porcentaje de transformadores averiados. TA: Transformadores averiados. TI: Transformadores instalados. La unidad de medida es un valor porcentual. El periodo de evaluación es mensual.</p>	<p>Asegurar el cumplimiento de los programas de operación y mantenimiento en media y baja tensión, como: podas de árboles, inspecciones de líneas de media y baja tensión, corrección de falsos contactos, balanceo de cargas en los transformadores de distribución, mejora de sistemas de tierras y la instalación de apartarrayos en los transformadores de distribución.</p>	<p>Mantenimiento integral a sectores de baja tensión: es el que se realiza a los sectores de manera preventiva o cuando hayan operado una o más veces como: toma de carga, balaceo de carga, revisión y corrección de sistemas de tierras, podas, instalación o reemplazo de apartarrayos.</p> <p>Instalación de profauna en puentes y boquillas del transformador de distribución, es aquel que se instala con la finalidad de disminuir la probabilidad de falla por fauna.</p>
<p>SECTORES REPETITIVOS</p> <p>Un sector repetitivo: es un transformador de distribución que sale de operación por fallas más de una vez.</p> <p>La unidad de medida son la cantidad de transformadores de distribución instalados.</p>	<p>Asegurar el cumplimiento de los programas de operación y mantenimiento, como podas, inspecciones.</p> <p>Balanceo de cargas en los transformadores.</p> <p>Mejora de sistemas de tierra. Instalación de apartarrayos en transformadores de distribución</p>	<p>Mantenimiento integral a sectores de baja tensión.</p> <p>Toma de cargas, balanceo de cargas, revisión y corrección de sistemas a tierras, podas, instalación o reemplazo de apartarrayos.</p> <p>Instalación de profauna en puentes y boquillas del transformador de distribución, el cual se instala con la finalidad de disminuir la probabilidad de falla por fauna.</p>

<p>RAMALES REPETITIVOS</p> <p>Ramales repetitivos: es la derivación de la red de media tensión mediante un punto de seccionamiento que sale de operación por falla más de una vez.</p>	<p>Asegurar el cumplimiento de la ejecución de los programas de trabajo de mantenimiento en media tensión.</p> <p>Retiro de objetos extraños y podas de árboles.</p> <p>Balanceo de cargas en ramales de media tensión.</p> <p>Mejora al sistema de tierras.</p> <p>Instalación o reemplazo de apartarrayos en ramales de media tensión.</p>	<p>Mantenimiento integral a ramales de media tensión: es aquel que se realiza a los ramales de manera preventiva o cuando hayan operado una o más veces.</p> <p>Inspección del ramal de media tensión.</p> <p>Poda de árboles.</p> <p>Revisión y corrección del sistema de tierras en apartarrayos.</p> <p>Reemplazo de aislamiento dañado.</p> <p>Reemplazo de postes.</p> <p>Instalación o reemplazo de apartarrayos.</p> <p>Instalación de profauna en puentes y estructuras de media tensión: es aquel que se instala con la finalidad de disminuir la probabilidad de falla por fauna.</p>
<p>RED SUBTERRÁNEA. INDICADOR DE CONFIABILIDAD.</p> $\sum NI$ <p>Donde: NI: número de interrupciones.</p> $PTA = \left[\frac{\sum_{n=1}^N (TA)_n}{\sum_{n=1}^N (TI)_n \frac{1}{N}} \right] 100$ <p>Donde: PTA: Porcentaje de transformadores averiados. TA: Transformadores averiados. TI: Transformadores instalados. La unidad de medida es un valor porcentual. El periodo de evaluación es mensual.</p>	<p>Reducción de número de interrupciones: cumplimiento de los programas de mantenimiento de redes subterráneas.</p> <p>Identificar la causa raíz de las fallas y corregir anomalías de acuerdo a su prioridad.</p> <p>Reemplazo de aislamiento y terminales y conectores tipo codo.</p> <p>Reemplazo de empalmes.</p> <p>Reducción de los usuarios afectados en las interrupciones.</p> <p>Cumplimiento de programas de mantenimiento a transformadores de distribución.</p> <p>Reubicación de equipos de seccionamiento.</p> <p>Instalación de nuevos equipos de seccionamiento.</p>	<p>Supervisar de forma periódica las instalaciones para detectar anomalías por vandalismo.</p> <p>Asegurar la correcta instalación de los materiales y/o equipos en las redes subterráneas.</p> <p>Termografía a transformadores, conectores, terminales y empalmes.</p> <p>Aseguramiento de tapas de registro en áreas de vandalismo.</p>

3.4 Actividades que se realizan en el mantenimiento correctivo

El propósito es el llevar a un estado normal los elementos de las RGD que se encuentre en estado de falla alerta y/o emergencia, y así poder mejorar la confiabilidad, calidad y seguridad operativa de la RGD [9].

Los pasos para atender un estado de alerta y/o emergencia son los siguientes.

- Se recibe el reporte o aviso del estado de alerta y/o emergencia de algún elemento de la RGD, y dependiendo de su naturaleza se decide si se atiende con licencia programada o de emergencia.
- Se evalúa el estado de alerta y/o emergencia y en base a su magnitud de afectación, y se realiza el informe de la condición operativa al titular de la zona de distribución en este caso al ingeniero encargado, haciéndole conocer la condición operativa, la afectación y la estimación de restablecimiento en caso afectación de carga.
- El ingeniero debe de evaluar los recursos disponibles para proceder a la normalización de o los dispositivos o elementos de la RGD con alerta y/o dañados.
- Y en coordinación con el CCD, (Centro de Control de Distribución), se realiza el traslado al punto más preciso en donde se encuentra la alerta y/o emergencia.
- Ya en el sitio se realiza y ARS y la RIM, para poder determinar el tipo de licencia ya sea LV o LM, que se va a ocupar para la atención de la alerta y/o emergencia.
- Se da trámite a la licencia al CCD para la atención de la alerta y/o emergencia.
- En coordinación con el CCD, se realizan las maniobras necesarias para la atención de la alerta y/o emergencia.
- Se realizan los trabajos necesarios para lograr el estado normalizado en la RGD que se encuentra en estado de alerta y/o emergencia.
- Si se logra el estado normalizado y el restablecimiento de la alerta y/o emergencia, procede al retiro de la licencia de trabajo. En caso contrario, si no se logra, se procede a dejar al equipo o elemento en licencia.
- Analizar y dar seguimiento al desempeño operativo del elemento de la RGD atendido.
- Realizar reporte de falla relevante el cual se muestra en las figuras 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.

REPORTE DE FALLA EN EL CIRCUITO SUN04020 DE LA S.E. SANTIAGO UNDAMEO POR ÁRBOL SOBRE LAS LÍNEAS.

RESUMEN

El día 04 de septiembre de 2022 a las 20:54 horas me informó el Centro de Operación Divisional que se tenía disparo en el circuito SUN04020 disparo del interruptor de planta Tiro 41020 y abierto desconectador las Nieves y enlazado por el VMD04010 , así que se trasladó personal para atender la falla, se procedió a seccionar en las cuchillas Umecuario y cerrando desconectador las Nieves se realizó prueba y fue positivo, se procedió a patrullar el área afectada encontrando una línea rota a tres estructuras de Planta tiro, como era un volado de difícil acceso se secciono y se recuperó toda la carga, y se atendió al día siguiente encontrando un árbol sobre la línea rota, se procedió a retirarlo y a reparar la línea rota y a normalizar el circuito.



Imagen 2. Ubicación del circuito de MT geográficamente

ANTECEDENTES

EL circuito SUN04020 tiene una longitud Aproximada de 101 kilómetros, el cual alimenta principalmente las poblaciones Santiago Undameo, Tiro, Umecuario, Tiripetio, San Pedro Piedras Gordas, Noriega, La Estancia, El Escobal, entre otras. Carga 100% Rural. El circuito cuenta con 3 enlaces de los cuales uno de ellos es con Cuchillas Seccionadoras de navaja.

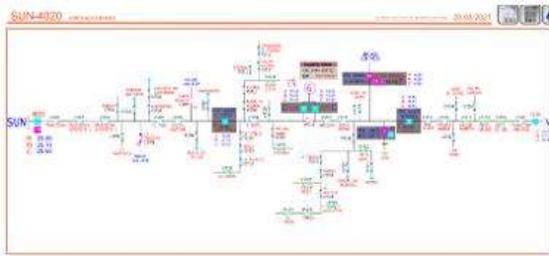


Imagen 1. Diagrama unifilar SUN04020

CAUSAS DE LA FALLA

La falla fue provocada por un árbol fuera del derecho de vía que se cayó y por su altura cayo sobres las líneas de media tensión causando un corto circuito.



Imagen 3. línea rota y volado en barranca.

Figura 3.1 Reporte de falla 1.

En el reporte primero se debe poner un resumen de todo lo que suceda antes durante y después de la falla, alerta y/o emergencia. Se debe poner los

antecedentes del circuito en especial sus características, incluyendo el diagrama unifilar y la ubicación geográfica del circuito.

Después se anexan algunas fotos de evidencia de lo ocurrido en la falla.

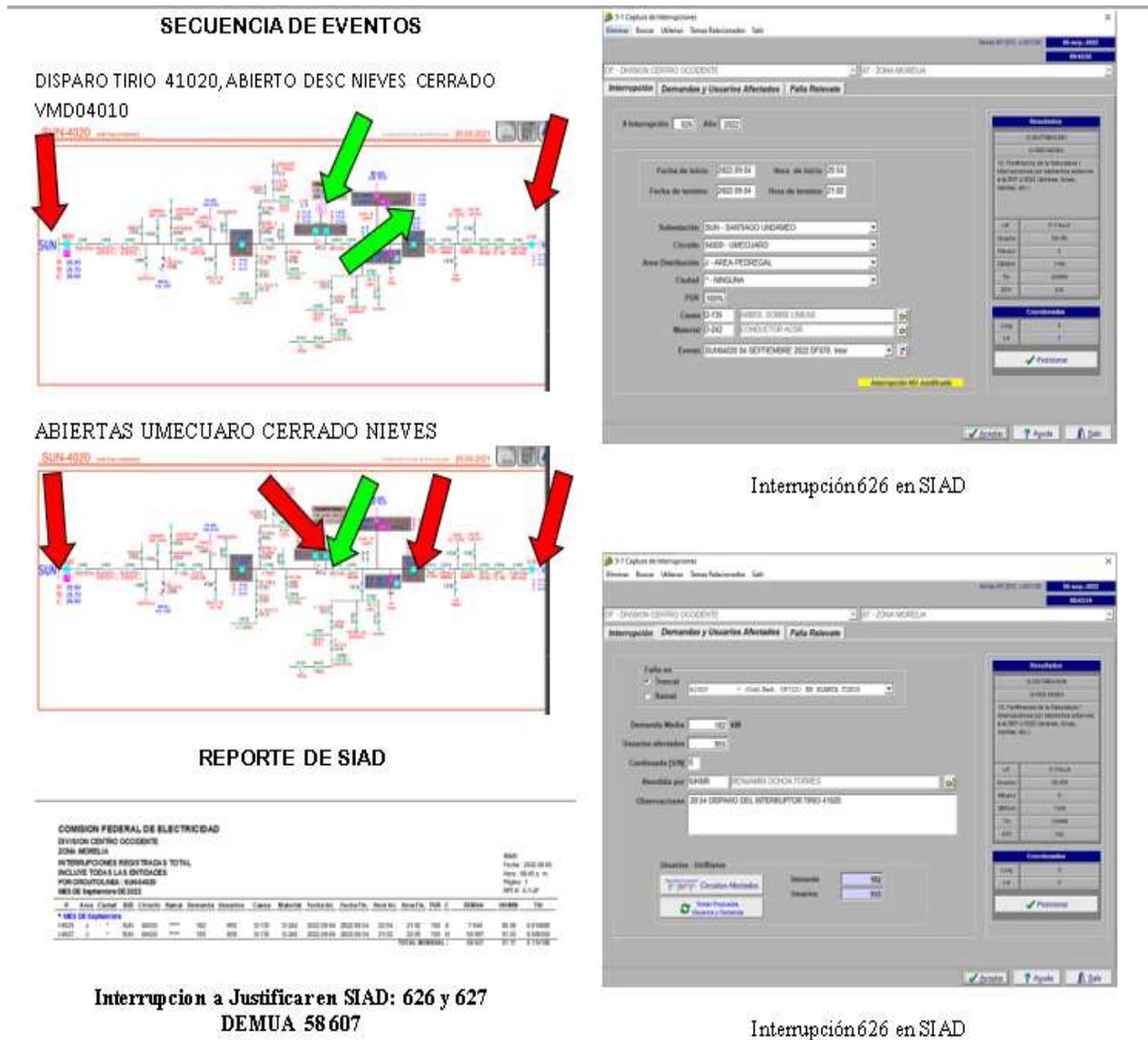


Figura 3.2 Reporte de falla 2.

Después se identifican las maniobras en los dispositivos de seccionamiento que se realizaron durante la corrección de la falla, y esto se debe plasmar en el diagrama unifilar del circuito.

Después de esto, se anexan los reportes de las maniobras o los eventos que se registraron en el SIAD que se realizaron durante la falla, en el cual debe contener el DEMUA ocasionado por la falla.

Interrupción 627 en SIAD

REPORTE METEOROLÓGICO



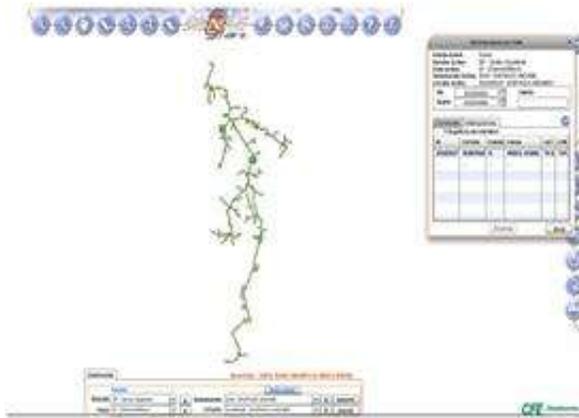
REPORTE DE NOVEDADES CNN

Interrupción 627 en SIAD

Figura 3.3 Reporte de falla 3.

Se debe incluir un reporte meteorológico del día que ocurrió la falla, y se anexa una captura del CNN en donde se muestre que ya se registró un restablecimiento del suministro ante la falla.

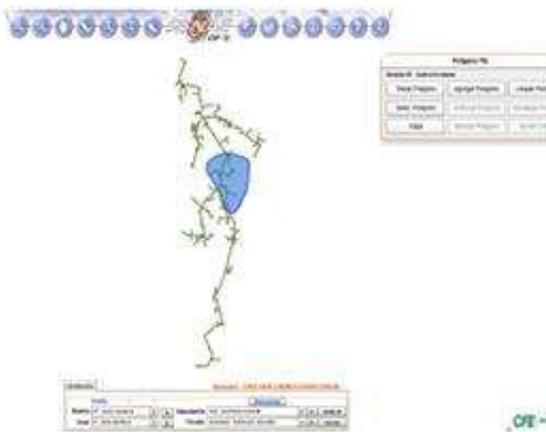
POSICIONAMIENTO DE LA FALLA SISNAE GEO



MODULO FALLA RELEVANTE



POLIGONO SISNAE GEO



MEDIDAS CORRECTIVAS

Se realizó el retiro del árbol sobre las líneas, y se procede a reparar la línea de media tensión reventada, posterior se normaliza el circuito cabe destacar que el árbol en cuestión estaba fuera del derecho de vía.

CONCLUSIONES

En base a las evidencias encontradas se considera como una interrupción NO imputable a la falta de mantenimiento o descuido del proceso de Operación y Mantenimiento de la Zona, ya que el árbol esta fuera del derecho de la línea de media tensión, por lo anterior se solicita no se contabilice el DEMUA generado de las interrupciones en SIAD 626 y 627.

Figura 3.4 Reporte de falla 4.

Se debe anexar una captura de la ubicación en el circuito en donde ocurrió la falla, y se señala la parte del circuito que se vio afectada durante la falla.

Se anexa una captura del módulo de falla relevante del SIAD.

Se indican las medidas correctivas que se realizaron durante la falla y las conclusiones.

Para poder obtener los reportes de la falla del SIAD se deben seguir los siguientes pasos:

- Se deben conocer las interrupciones o los eventos que se generaron y se registraron en el SIAD, por lo que lo primero que se debe hacer es entrar al SIAD e iniciar sesión, como se muestra en la figura 3.5.



Figura 3.5 Entrada e inicio de sesión en el SIAD.

- Al hacer click en la pestaña **Operación/SIRCAID**, y se despliega una pantalla que se muestra en la figura 3.6.

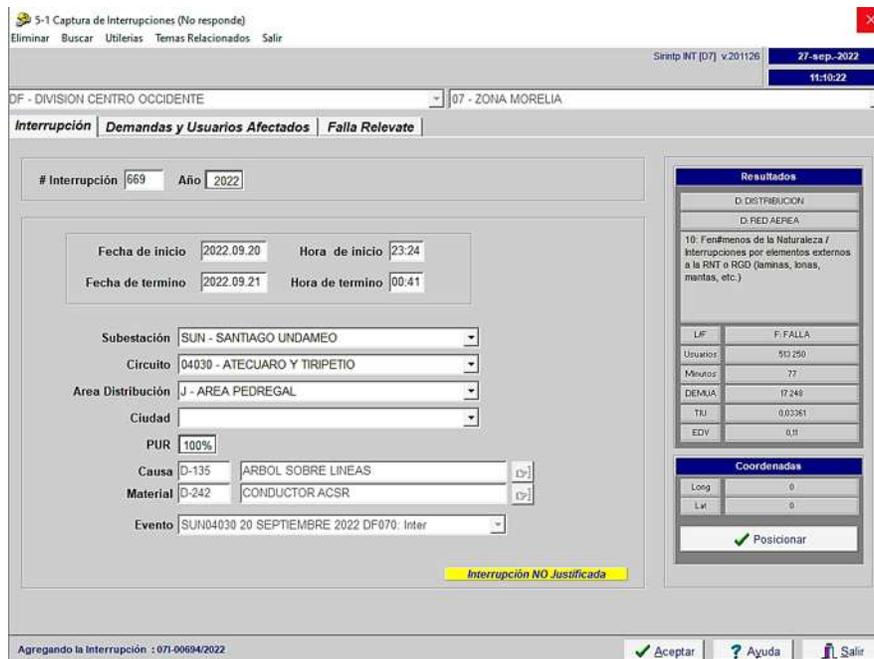


Figura 3.6 Vista principal del SIRCAID.

- En esta pestaña hacemos click en la pestaña **Buscar**, y se abrirá el módulo de búsqueda de interrupciones como se muestra en la figura 3.7.

Zona	# Int.	Año	Area	Ciudad	SE	Circuito	Ramal	F. Inicio	F. Termino	H. Inicio	H. Termino	Demanda	Usuarios Afectados	Material	Causa	Continuada	Proc
07	684	2022	F	F	TGS	04030	*****	2022.09.23	2022.09.23	1132	1187	17	62	D-228	D-135	N	D
07	683	2022	F	F	TGS	04030	*****	2022.09.23	2022.09.23	1077	1132	55	195	D-228	D-135	S	D
07	687	2022	F	F	AZS	04020	*****	2022.09.23	2022.09.23	625	670	9	39	D-242	D-135	N	D
07	686	2022	F	F	AZS	04020	*****	2022.09.23	2022.09.23	606	625	252	1045	D-242	D-135	S	D
07	685	2022	F	F	AZS	04020	*****	2022.09.23	2022.09.23	599	606	345	1274	D-242	D-135	S	D
07	681	2022	J	*	LAG	04030	*****	2022.09.22	2022.09.22	1154	1166	62	208	D-228	D-135	N	D
07	680	2022	J	*	LAG	04030	*****	2022.09.22	2022.09.22	1126	1154	151	356	D-228	D-135	S	D
07	679	2022	J	*	LAG	04030	*****	2022.09.22	2022.09.22	1068	1126	152	362	D-228	D-135	S	D
07	678	2022	J	*	LAG	04030	*****	2022.09.22	2022.09.22	1067	1068	1094	2279	D-228	D-135	S	D
07	677	2022	B	D	MOR	04030	*****	2022.09.22	2022.09.22	650	1117	2257	662	D-228	D-151	N	D
07	674	2022	C	C	CTZ	04010	*****	2022.09.22	2022.09.22	600	633	407	1131	D-228	D-123N	N	D
07	691	2022	E	D	MEL	04050	CCF UNLA	2022.09.22	2022.09.22	596	729	35	28	D-228	D-133	N	D
07	673	2022	C	C	CTZ	04010	*****	2022.09.22	2022.09.22	565	600	407	1131	D-228	D-123N	S	D
07	689	2022	J	D	SUN	04020	LA LOBERA	2022.09.21	2022.09.21	607	1151	3	10	D-228	D-135	N	D
07	688	2022	J	D	SUN	04020	RANCHO VIEJ	2022.09.21	2022.09.21	559	1146	4	15	D-228	D-135	N	D
07	672	2022	J	D	SUN	04030	*****	2022.09.21	2022.09.21	197	210	15	46	D-242	D-135	N	D
07	671	2022	J	D	SUN	04030	*****	2022.09.21	2022.09.21	137	197	16	47	D-242	D-135	S	D
07	670	2022	J	D	SUN	04030	*****	2022.09.21	2022.09.21	41	137	53	149	D-242	D-135	S	D
07	669	2022	J	D	SUN	04030	*****	2022.09.20	2022.09.21	1404	41	83	224	D-242	D-135	S	D
07	676	2022	C	J	CTZ	04020	SEC TUPATAR	2022.09.20	2022.09.20	680	1039	92	523	D-228	D-151	N	D
07	693	2022	F	T	ZIN	04020	F6614	2022.09.19	2022.09.19	1299	1369	1	4	D-271	D-125B	N	D
07	668	2022	F	F	AZS	04010	*****	2022.09.18	2022.09.18	1018	1040	26	153	D-242	D-135	N	D
07	667	2022	F	F	AZS	04010	*****	2022.09.18	2022.09.18	969	1018	26	154	D-242	D-135	S	D
07	666	2022	F	F	AZS	04010	*****	2022.09.18	2022.09.18	967	969	721	4072	D-242	D-135	S	D
07	665	2022	F	*	AZS	04020	*****	2022.09.16	2022.09.16	719	783	86	198	D-242	D-135	N	D
07	664	2022	F	*	AZS	04020	*****	2022.09.16	2022.09.16	667	719	345	1274	D-242	D-135	S	D
07	663	2022	J	*	VMD	05020	*****	2022.09.15	2022.09.15	1048	1147	122	1147	D-228	D-135	N	D

Figura 3.7 Módulo de búsqueda de interrupciones.

Esta ventana muestra todos los eventos o interrupciones registradas. Aquí es posible identificar los eventos que se registraron durante la falla.

Damos doble click y se despliega la siguiente pantalla, que se muestra la figura 3.8.

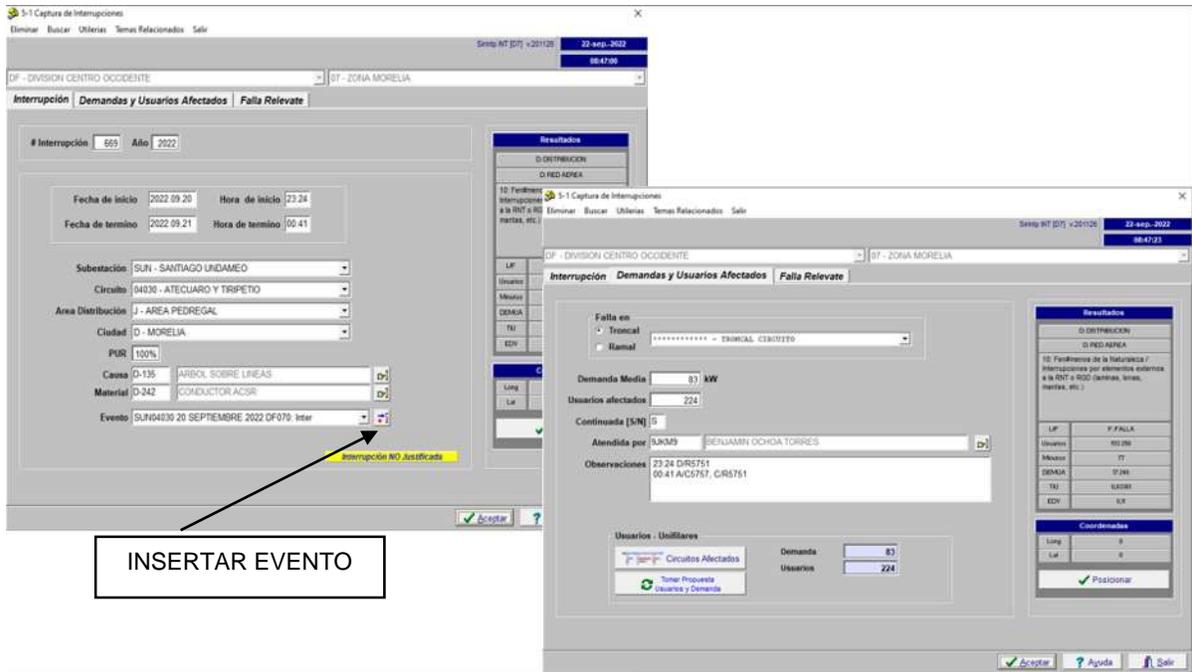


Figura 3.8 Información de la interrupción.

La primera ventana muestra el número de interrupción registrada en el año, la fecha y hora de inicio, la fecha y hora de término del evento o interrupción, la subestación que alimenta al circuito que presentó la falla, el circuito que presentó la falla, el área de distribución que pertenece el circuito, el PUR, (Porcentaje de Usuarios Restablecidos), la causa de la afectación, el material o elemento que resultó dañado y una pestaña de evento.

A un lado de esta pestaña se encuentra un botón que si lo señalamos con el cursor despliega la acción “insertar evento”, presionamos el botón y procedemos a registrar un evento el cual, para poderlo identificar, se registra como la subestación del circuito de la falla – circuito de falla – fecha de la falla, por ejemplo. En este caso el evento se llamó **SUN04020 04 SEPTIEMBRE 2022**.

Después aparecerá otra ventana en donde nos recuerda proceder a mandar el evento al SISNAE.

La segunda imagen nos muestra la maniobra que se realizó en el equipo en cuestión.

Finalmente se tiene que entrar a todas las interrupciones registradas en el SIAD que pertenezcan al circuito de la falla y seleccionar el evento registrado en la pestaña de evento y dar click en **aceptar**, y de esta manera englobar todas las interrupciones en un mismo evento.

El objetivo de registrar el evento es el de englobar todas las interrupciones en un mismo evento para no tener un evento por cada interrupción.

En caso de que una falla empiece un día y termine al día siguiente se deberán registrar dos eventos con las fechas en que ocurrió la falla y de la misma manera englobar las interrupciones por día en que ocurrieron.

Para obtener el formato de registro de todas las interrupciones que se registraron en, la misma pestaña de SIRCAID, en seguida entramos a la pestaña de **Tema relacionados/ reporte de interrupciones**, y se despliegan las siguientes ventanas, que se muestra la figura 3.9.



Figura 3.9 Módulo de consulta de reportes de interrupciones.

En esta parte ingresamos a la pestaña de **Reporte 2**, y para que se muestren las interrupciones del mes en cuestión se selecciona tanto en el mes inicial y final, y entramos en la pestaña **F - Reporte de Captura de Interrupciones**, y nos mostrará la pantalla, que se observa en la figura 3.10.



Figura 3.10 Módulo de filtración de reportes de interrupciones.

En esta ventana, en **Opciones**, se selecciona **Circuito**, y se abrirá un menú en donde elegimos la subestación y el circuito de la falla, y en **ordenamiento**, escogemos la forma en cómo queremos que nos muestre toda la información, y damos click en **Imprimir**, y nos mostrará la siguiente ventana, que se ve en la figura 3.11.

#	Area	Ciudad	SUB	Circuito	Ramal	Demanda	Usuarios	Causa	Material	Fecha Ini.	Fecha Fin.	Hora Ini.	Hora Fin.	PUR	C	DEMUA	HKMM	TIU
* MES DE Septiembre																		
I-0626	J	*	SUN	04020	****	182	955	D-135	D-242	2022.09.04	2022.09.04	20:54	21:02	100	S	7 640	00:08	0.014686
I-0627	J	*	SUN	04020	****	155	809	D-135	D-242	2022.09.04	2022.09.04	21:02	22:05	100	N	50 967	01:03	0.099302
TOTAL MENSUAL:																58 607	01:11	0.114188

Figura 3.11 Reporte detallado de las interrupciones.

En la Figura 3.11 se aprecian las interrupciones que se registraron en la falla, con más información como: la demanda que se vio afectada durante la falla, los usuarios afectados, las causas de la falla, el material o elemento dañado, las fechas de inicio y término, el PUR, el DEMUA y la duración de cada interrupción.

De este reporte el dato o el indicador que vamos a integrar en el reporte es el DEMUA.

Para agregar el restablecimiento en el CNN, lo primero que se hace es el entrar al CNN e iniciar sesión, como se muestra en la figura 3.12.

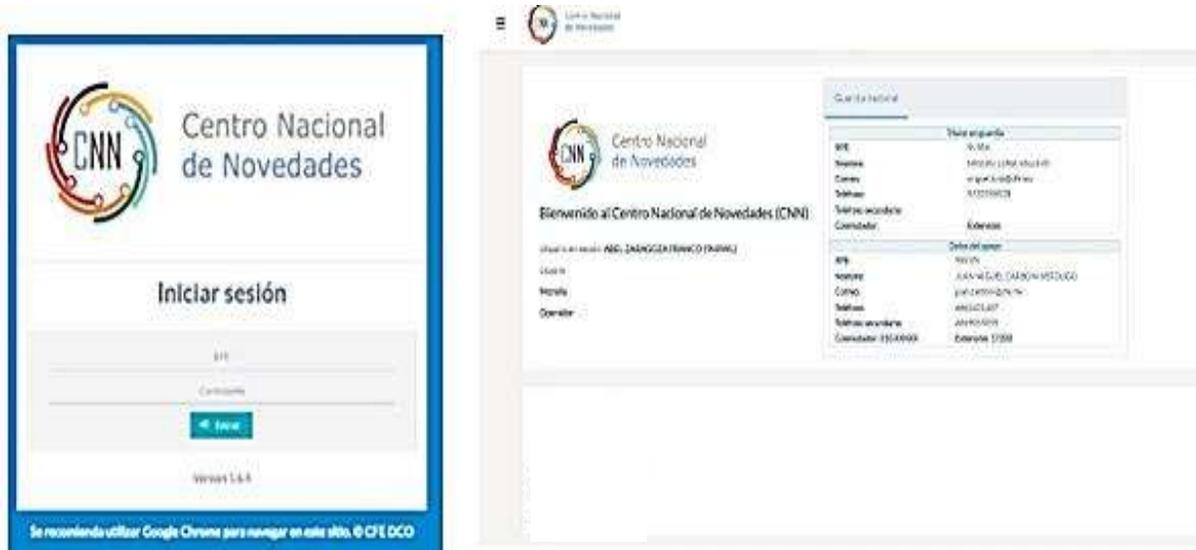


Figura 3.12 Entrada e inicio de sesión en CNN.

Ya dentro se consultan las noticias relacionadas con las interrupciones, entrando al icono de **consulta/ noticias**, Nos muestra la siguiente ventana, que se presenta en la figura 3.13.

División	Zona	Área	Fecha inicio	Restablecimientos	Instalación	Equipos	MW	Usuarios	Causa	Tipo	Opciones
CCO (347%)	MOR	AREA ZIMAPICUARO	2022-09-04 09:30	SI	ZIN-04080	86801	0.247 MW	3479 u.	SE INVESTIGA	Rec-B	Editar
CCO (347%)	MOR	AREA MORELIA SUR	2022-09-04 09:32	SI	ABE-04075	00000	3.261 MW	2037 u.	SE INVESTIGA	Rec-C	Editar
CCO (347%)	MOR	AREA ZIMAPICUARO	2022-09-04 10:32	SI	AZI-04020	80754	0.16 MW	2092 u.	SE INVESTIGA	Rec-B	Editar
CCO (347%)	MOR	AREA PIDEFEGAL	2022-09-04 11:25	SI	LAC-04030	84621	1.254 MW	3488 u.	SE INVESTIGA	Rec-B	Editar
CCO (347%)	MOR	AREA PIDEFEGAL	2022-09-04 20:47	2022-09-05 00:17, 100%	SUN-04030	93751	0.083 MW	787 u.	YORMENTA	R	Editar
CCO (347%)	MOR	AREA PIDEFEGAL	2022-09-04 20:54	2022-09-04 22:05, 100%	SUN-04030	00000	0.575 MW	3032 u.	ABROR SOBRE LINEAS	C	Editar
CCO (347%)	MOR	AREA PIDEFEGAL	2022-09-04 22:42	2022-09-05 00:32, 100%	VMD-50000	84621	0.021 MW	400 u.	ABROR SOBRE LINEAS	R	Editar

Figura 3.13 Módulo de consulta de noticias de interrupciones.

En esta parte llenamos los menús, división, zona y las fechas de inicio y de fin de la falla, entonces nos muestra todas las interrupciones que se registraron en esa

fecha, por lo que procedemos a buscar la falla a la que se quiere agregar un restablecimiento. Cuando la encontremos, entramos en editar, y lo primero que tenemos que indicar es la protección que operó en la falla, la causa de la falla, y tenemos que indicar los usuarios afectados y los más importantes, que generalmente son los mismos.

Al momento de agregar un restablecimiento lo primero que indicamos es la fecha y la hora que se restableció el suministro, se indica el dispositivo que se cerró para restablecer y el tipo de maniobra, se señala los usuarios que se restablecieron y los usuarios importantes, los cuales también son los mismos. Y por último se indica el porcentaje de restablecimiento al término de la falla.

Para indicar la posición geográfica y la zona o polígono de afectación, lo primero que se debe hacer es entrar al SISNAE-GEO e iniciar sesión como se muestra en la figura 3.14.



Figura 3.14 Entrada e inicio de sesión en SISNAE-GEO.

Dentro de esta ventana llenamos los menús de división, zona, subestación y circuito de la falla, después abrimos el menú de capas y entramos a la pestaña de operación, y activamos el módulo por falla. Y nos aparecerá un recuadro en donde indicaremos la fecha de la falla, para que la busque. Cuando la encuentre le damos click y nos posicionará sobre el circuito e indicaremos el punto de falla o en donde se encuentra el dispositivo que se disparó o se abrió al inicio de la falla, y para indicar el polígono de afectación en la misma pestaña activamos el módulo de polígono, y sobre el circuito indicamos la parte del circuito que se vio afectada por la falla.

El módulo de falla relevante se registra en el **SIRCAID**, específicamente en la última interrupción registrada de la falla, en la pestaña de falla relevante. Cuando entramos nos pide información del reporte, el resumen, los antecedentes, la causa, las medidas correctivas, la secuencia de eventos, las conclusiones y las evidencias, tal como se muestra en la figura 3.15.

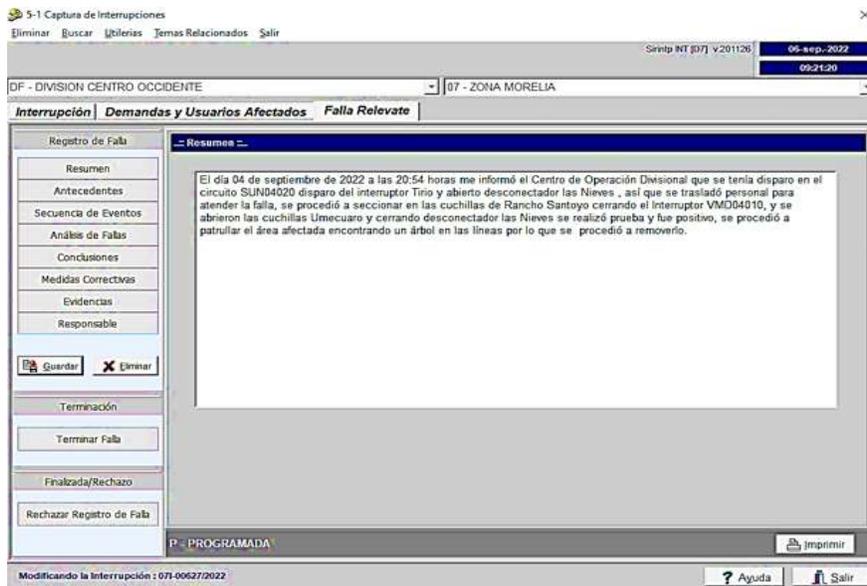


Figura 3.15 Módulo de falla relevante.

Este tipo de reportes los debe hacer el Ingeniero de cada área de distribución, cada que se presente una interrupción con afectación a usuarios en algunos de los circuitos a su cargo, con el fin de justificar el tiempo de interrupción y afectación a los usuarios.

Sin embargo, las interrupciones no sólo pueden ser provocadas por eventos climáticos o atmosféricos, sino que también puede ser provocadas por algún dispositivo o equipo que ya no esté funcionando de forma correcta. Puede ser también que el material con el que este fabricado algún elemento o dispositivo no sea el adecuado y no soportó la función o la operación a la que está diseñado, y también puede ser que ya se tenían trabajos programados dentro del circuito como mantenimiento, una modernización, una ampliación y para su realización se necesita librar una parte o todo el circuito dependiendo de la naturaleza tanto del circuito y de las actividades que se van a realizar, o por que un usuario que esté conectado para un servicio de media tensión, solicite la libranza para realizar maniobras dentro de sus instalaciones.

3.5 Actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo

El propósito de las inspecciones es el realizar la revisión de las instalaciones para determinar las condiciones que puedan poner en riesgo la continuidad del suministro de energía eléctrica, y así poder detectar anomalías existentes en las RGD, con la finalidad de poder proporcionar un informe detallado para su atención oportuna [9].

Los pasos para realizar inspecciones son los siguientes:

- Analizar el comportamiento operativo de la infraestructura de la RGD.
- Determinar el circuito que se va a inspeccionar.
- Asignar los recursos necesarios para la realización de la inspección, aplicando las mejores prácticas.
- Ejecutar la inspección del circuito e identificar las áreas de oportunidad, así como las anomalías que pongan en riesgo el suministro de energía eléctrica y anomalías que puedan provocar daños a terceros para su atención inmediata o atención programada.
- Durante la inspección se determina si se requiere proyecto de ampliación y modernización en las zonas de oportunidad.
- En caso de no requerir proyecto de ampliación y modernización, se realiza el reporte de las anomalías detectadas en la inspección identificando cada una por el tipo de urgencia.
- En caso de requerir proyecto de ampliación y modernización, se realiza el registro del proyecto completo en el SIAD, y se ingresa a Workflow para su análisis y aceptación.

El reporte de las anomalías que se detectaron durante la inspección se debe de cargar al sistema SIAD, para su futura o inmediata atención dependiendo de su naturaleza.

El reporte se puede cargar de dos formas: la primera es que durante la inspección del circuito se llene un formato de **Inspección y mantenimiento a circuitos de distribución**, como se muestra en la figura 3.16.

CFE
COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

RELLA
INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO A CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN
HOJA 7.2

Nº DE INSPECCIÓN _____ CIRCUITO S09 4020 RAMAL Guayilla del Toro TRONCAL _____

B PODA		1 POSTE		2 CRUCETAS		3 ASLAMIENTO	
1 ARBOL	1 ARBOL	1 AVERIADO	0 OTROS	1 AVERIADA DE PASO	1 LGT	1 AVERIADO 1	0 PALPOSO
2 BRECHA	2 PALMA	2 LADEADO	1 PC-9 MTS	2 DESNIVELADA	2 CIV	2 AVERIADO 2 HILOS	1 13A
3 CAJETA	3 CABA	3 INEQUILIBRIO CARGO LARGO	2 PC-8 MTS	3 EDG-POTENCIAL	3 CAFE	3 AVERIADO 3 HILOS	2 139C
4 ARBUSTO	4 RETIRAR	4 RETIRAR	3 PC-13 MTS	4 RETIRAR	4 PFT-200	4 AVERIADO 4 HILOS	3 22A
5 EMPEDADERIA	5 PROTECCIÓN ANTECHOCQUE	5 PROTECCIÓN ANTECHOCQUE	4 PC-13 MTS	5 AVERIADA REMATE	5 PFT-200	5 AVERIADO 5 HILOS	4 33A
6 TRAMOS	6 TRAMOS	6 TRAMOS	3 PM-9 MTS	6 PM-9 MTS	6 PFT-350	6 AVERIADO 6 HILOS	5 33AC
7 OTROS	7 OTROS	7 OTROS	6 PM-11 MTS	7 OTROS	7 OTROS	7 CONTRANUDO	6 ASUS-15
8 GRANDE	8 GRANDE	8 GRANDE	7 PM-12 MTS	8 CMB-P	8 CMB-P	7 ASUS-25	7 ASUS-34B
			8 PM-14 MTS			8 ASUS-34B	8 ASUS-34B
			9 PM-15 MTS			9 PALPOSO-33	9 PALPOSO-33
						10 SVD-05P	10 SVD-05P
						11 100V-10SP	11 100V-10SP
						12 L-PRE-POST-FSC	12 L-PRE-POST-FSC
4 ALFILER		B CONDUCTOR		8 CONECTORES		7 RETENIDAS	
1 AVERIADO	1 TA	1 AVERIADO	1 AAC O ACSR 20	1 AMARRA AVERIADO	1 CONECTOR TIPO **	1 AVERIADA	1 CABLE 20-573
2 INSTALAR	2 JA	2 OBJETOS EXTRANOS	2 AAC O ACSR 1/0	2 AVERIADO	1 A66	2 FLOJA	2 CABLE 40-338
		3 TRESORAR	3 AAC O ACSR 3/0	3 EMPALME PREFORADO	2 C810	3 RELOCALIZAR	3 FUSIBLE 10-5716
4 RIA	4 RIA	4 LIBRAMIENTO	4 AAC O ACSR 200	4 ENTORCHADO	3 T MIN. 10-30	4 INSTALAR	4 REMATE P. 38
5 RPA	5 RPA	5 RETENIDA	5 XOC-RTT	5 CONECTOR MECANICO EN L.P.	4 T MED. 10-30	5 FUSIBLE	5 CONTRANUDO
6 IR	6 IR	6 ROTO	6 CU 4	6 T MED. 200-477	5 T COMP 10-30	6 INST. PROTECCIÓN URBANA	6 ROSADERA 1C
7 20"	7 20"	7 DESPRENDIDO	7 OTROS	6 T COMP 200	6 T COMP 477	7 ASUS-15	7 ASUS-15
		8 GUARDALINEA		7 CONECTOR TIPO **	7 CONECTOR TIPO **	8 ASUS-25	8 ASUS-25
		9 FOSO		8 T COMP 10-30	8 T COMP 10-30	9 ASUS-34B	9 ASUS-34B
E EQUIPO		B TIERRAS		T CONEXIONES			
1 TRIA ACETE	1 EQUIPO CONTACTO	1 AVERIADA	1 VARILLAS DE TIERRA	1 CONEXIONES			
2 FALSO CONTACTO	1 TRANSFORMADOR	2 CORTADA	2 CONEC. DE TIERRA	2 CONEXIONES			
3 ESTREMS/AVERIADOS	2 SECCIONALIZADORES	3 INSTALAR	3 INSTALACIONES	3 CONEXIONES			
4 PORCELANA ROTA	3 RESTAURADOR	4 VERIFICAR	4 ALAMBRE DE CU 4	4 CONEXIONES			
5 APARTARRAYOS/AVERIADOS	4 C.I.C.			5 GRAPAFUJA			
6 FALTA CANELA	5 CAPACITOR			6 NO OCUPA			
7 FALTA CABLEADO	6 CABLES SECOS			7 CONEXIONES			
8 AROMBADO	7 REGULADOR			8 CONEXIONES			
9 TERMINALES	8 C.I.C. FARRINCADA			9 CONEXIONES			
A CONTAMINADO	9 TRANSICIÓN			10 CONEXIONES			

ESTRUCTURA Nº	TIPO	LOCALIZACIÓN	ANOMALÍA	ESTRUCTURA Nº	TIPO	LOCALIZACIÓN	ANOMALÍA
1561	T33N		5 9 2 0 1	1573	AD3N/	C.F. Serrano P. / Antena	5 9 2 0 1
1562	AD3N/BD3		5 9 2 0 1	1574	AD3N/BD3		5 9 2 0 1
1563	T33N		5 9 2 0 1	1575	T33N	Pasando Antena	0 1 1 0 1
1564	T33N		5 9 2 0 1	1576	T33N		5 9 2 0 1
1565	T33N		5 9 2 0 1	1577	T33N		5 9 2 0 1
1566	T33N		5 9 2 0 1	1578	AD3N/BD3	Pista 21	5 9 2 0 1
1567	T33N		5 9 2 0 1	1579	T33N	Pista 22	5 9 2 0 1
1568	T33N		5 9 2 0 1	1580	T33N	" 23	5 9 2 0 1
1569	T33N		5 9 2 0 1	1581	HA3N	Pista 24 (02101)	5 9 2 0 1
1570	T33N		5 9 2 0 1	1582	HA3N	Pista 25	0 2 1 0 1
1571	T33N/BD3	120	5 9 2 0 1				1 3 3 0 1
1572	T33N		5 9 2 0 1				5 9 2 0 1

Figura 3.16 Formato de inspección y mantenimiento a circuitos de distribución.

Este formato está compuesto por una guía de las posibles anomalías que se pueden observar durante la inspección, y por la parte en donde se realiza el reporte de la inspección, la cual se llena por el número de la estructura que se está inspeccionado, el tipo de estructura, la localización o punto de referencia en donde se encuentra la estructura y la anomalía que se encontró en esa estructura.

Por ejemplo, tomando la primera anomalía de la imagen se puede establecer lo siguiente:

Anomalía: **59201**, el 5 nos indica que la anomalía se encuentra en el conductor, el 9 que el tipo de anomalía es un robo, con el 2 que el conductor es del tipo AAC o ACSR 1/0, y el 01 la cantidad de anomalías que se encontraron con estas características en la estructura inspeccionada.

Al término de la inspección, el formato se entrega al jefe del área para su carga en el sistema SIAD, como se muestra a continuación.

Lo primero que se tiene que hacer es entrar al sistema SIAD, e iniciar sesión como se indica en la figura 3.17.



Figura 3.17 Entrada e inicio de sesión en plataforma SIAD.

Ya dentro entramos a la pestaña de **actividades de campo / registro de inspecciones**, y se mostrará la siguiente pantalla, que exhibe la figura 3.18.

4-2 Registro de Inspecciones

Eliminar Buscar Temas Relacionados Utilería Salir

planmto.exe 13.oct.2022
v 1.0.0.5 2017.12.20 11.40.39

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Generales | Anomalías | Estructuras sin anomalías

Año: 2022

Número: 159

Área: J - AREA PEDREGAL

Clasificación: D - RED AEREA

Subestación: PDG - PEDREGAL

Circuito: 04025 - CALLE 5

Kms totales circuito

Totales*: 7.200

Revisados totales este año*: 14.400

Kms en esta inspección

Programados: 7.200

Revisados: 7.200

Fechas de Inspección:

Inicio: 2022.10.04

Terminación: 2022.10.04

Fechas de Mantenimiento:

Inicio: ..

Terminación: ..

Anomalías:

Detectadas*: 86

Corregidas*: 0

Inspeccionó: 9B8P8 Buscar... JUAN RUBEN CELIO ESTRADA

Observaciones

Modificando Inspección: 159/2022

Aceptar Salir

Figura 3.18 Pantalla principal del registro de inspecciones.

En el módulo de registro de anomalías se capturan las anomalías que se hayan encontrado en la supervisión que se realizó. En esta sección se determina que fue lo que se supervisó, línea o circuito, así como quién realizó la supervisión, el circuito que se inspeccionó, los kilómetros inspeccionados, y las anomalías detectadas.

Para cargar las anomalías entramos en la pestaña **Buscar**, y nos mostrará la siguiente ventana, que se presenta en la figura 3.19.

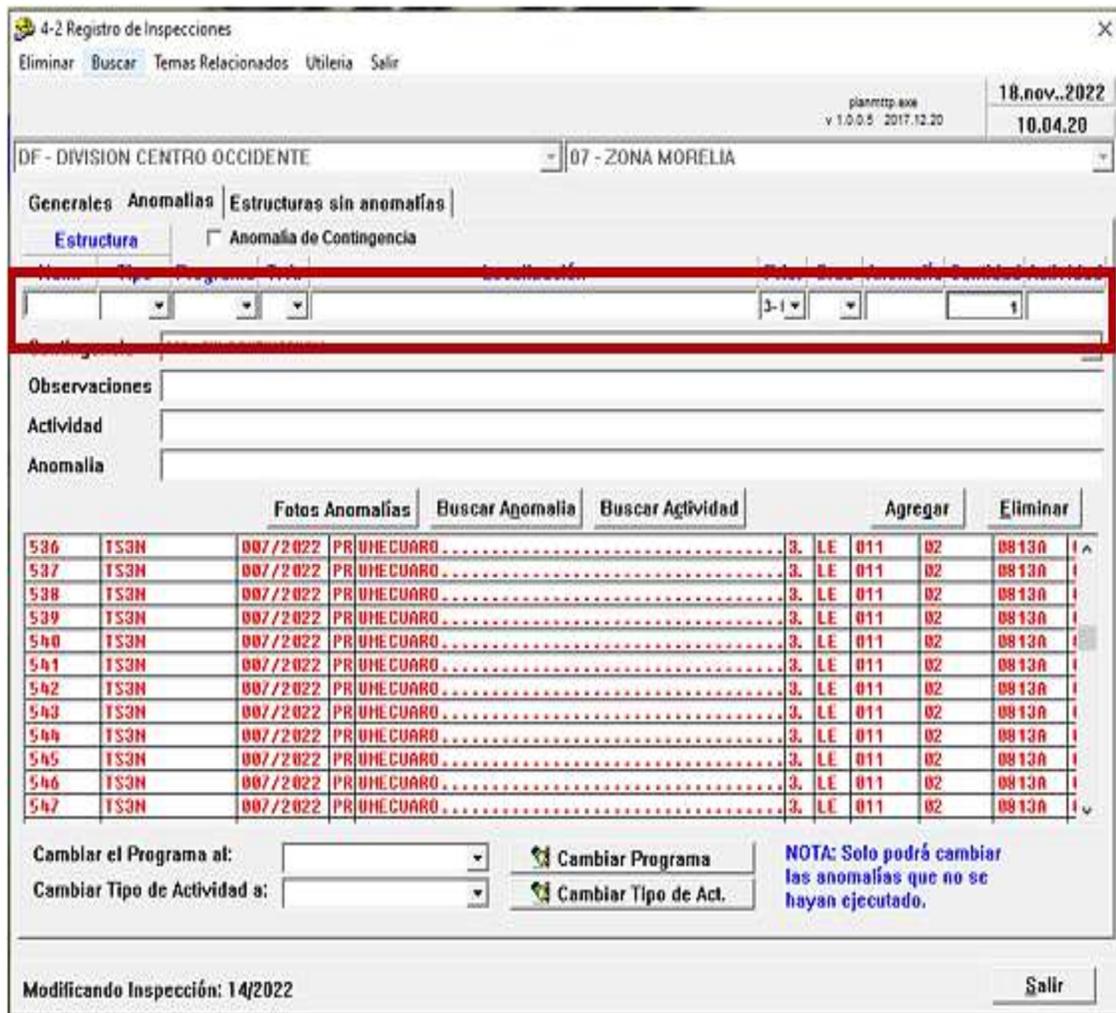


Figura 3.19 Módulo de registro de anomalías.

Este módulo se muestran las anomalías previamente cargadas, y para seguir cargando anomalías en la parte indicada de color rojo, la llenamos con la información del formato de inspección, señalamos el numero consecutivo de la siguiente anomalía, sin que se repita, ya que si se repite se sustituirá con la información de anomalía que recientemente se cargó. Se indica en tipo de estructura, el programa al que pertenece la inspección, indicamos la referencia de donde se encuentra la estructura, el tipo de anomalía si es urgente, si es norma, se

indica el tipo de grúa que se ocupará para la atención de la anomalía, la anomalía que se identificó, la cantidad de anomalías que se encontraron de esa naturaleza en la estructura, y la actividad que se va realizar para la atención de esa anomalía automáticamente la registra y esto va a depender de la anomalía que se registre.

La segunda forma de registrar una inspección en el sistema SIAD es que a la pareja de linieros LV, se les dota de una terminal remota, en la cual se encuentra el programa de registro de inspecciones, y durante el recorrido de la inspección ellos van registrando directamente en el SIAD la inspección.

Al terminar la inspección o la jornada laboral, se debe descargar toda la información en oficina con la ayuda del jefe de área para su correcta carga al SIAD.

Gracias a las inspecciones se puede hacer el programa de mantenimiento anual, y a partir de este se realiza la programación de actividades de mantenimiento semanalmente con el fin de que las parejas de linieros LV cuenten con una productividad registrada.

Para realizar esta actividad, lo primero es entrar al SIAD e iniciar sesión como se muestra en la figura 3.20.



Figura 3.20 Entrada e inicio de sesión en el SIAD.

Una vez accedido el SIAD, se hace click en la pestaña de **Actividades de campo/ carga de productividad**, y se despliega la ventana, que se ve en la figura 3.21.

4-1 Control de Labor y Productividad.

Buscar Eliminar Temas Relacionados Reportes Utilerías Salir

plandiap.exe 2022.10.04
v1.0.0.22 2020.03.03 11:08:18

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Programación del Plan Diario Recepción del Plan Diario Problemática Tiempo Extra

IDENTIFICACION DE PLAN DIARIO

Fecha: 2022.09.26 Plan Diario por Contingencia

Contingencia: 000 - SIN CONTINGENCIA

Fase Contin.: Emergencia Fortalecimiento

Grupo: MT-09 - MDA2-1 AREA MORELIA PEDREGAL Clasificación: D - RED AEREA

CAPTURA DE ACTIVIDADES

Actividad	Clasif.	Programa	Tipo Equipo	Subest.	Circuito	Equipo	T.A.	Cantidad	Créditos	Obra	Fza. T.	Actividad
	D - RE		0 - Ning					1.00	6.80			Obra

Actividad: INSPECCION DE CTO. URBANO

Dirección: S/D

Notas:

ACTIVIDADES CARGADAS

Clave	Cl.	Programa	Tip Eq	Sub.	Circuito	Equipo	Tip Act	Cantidad	Créditos	Obra	Fza. T.
0848	D	001/2022	I	PDG	04015	Ninguno	PR	2.00	0.50	S/N	
0849	D	001/2022	I	PDG	04015	Ninguno	PR	2.00	0.50	S/N	
0705	D	015/2022	0	MEL	04050	Ninguno	PR	2.20	14.96	S/N	

Obra:

Créditos Totales: 15.96

Empleados
988P8 - JUAN RUBEN
9M1VB - SAID NATHANAEL

Vehículos y Activos

Figura 3.21 Pantalla principal de carga de productividad.

En esta ventana definimos el día que vamos a programar las actividades, el grupo de trabajo, la clasificación de la red. Las actividades se pueden programar a partir del programa anual o del plan de mantenimiento, la diferencia es que las actividades del plan anual están programadas, las del plan de mantenimiento no lo están.

Por ejemplo, en las imágenes se puede ver que se programó, una RIJ, una RIM y una inspección de circuito urbano la cual se va a realizar sobre el circuito MEL04050.

Estas actividades sumadas dan como resultado un total de créditos y cada crédito es igual a una hora hombre de labor.

Al término de cada día se debe hacer el registro de los horarios en que se realizaron las actividades programadas para que se registre una productividad, tal como se muestra en la figura 3.22.

4-1 Control de Labor y Productividad.

Buscar Eliminar Temas Relacionados Reportes Utilerías Salir

plandiap.exe 2022.10.04
v1.0.0.22 2020.03.03 11:08:40

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Programación del Plan Diario **Recepción del Plan Diario** Problemática Tiempo Extra

IDENTIFICACION DE PLAN DIARIO

Fecha: 2022.09.26 Plan Diario por Contingencia

Contingencia: 000 - SIN CONTINGENCIA

Fase Contin.: Emergencia Fortalecimiento

Grupo: MT-09 - MDA2-1 AREA MORELIA PEDREGAL Clasificación: D - RED AEREA

RECEPCIÓN DE ACTIVIDADES

Actividad	Cantidad	Créditos	Fecha 1	Hr. Ini.	Hr. Ter.	Fecha 2	Hr. Ini. 2	Hr. Ter. 2	Fecha 3	Hr. Ini. 3	Hr. Ter. 3
	0.00	0.00		00:00	00:00		00:00	00:00		00:00	00:00
0848	2.00	0.50	2022.09.26	08:00	08:15	2022.09.26	00:00	00:00	2022.09.26	00:00	00:00
0849	2.00	0.50	2022.09.26	08:15	08:30	2022.09.26	00:00	00:00	2022.09.26	00:00	00:00
0705	2.20	14.96	2022.09.26	09:00	14:50	2022.09.26	00:00	00:00	2022.09.26	00:00	00:00

Actividad:

Dirección:

INDICES

Productividad: 126.00

Eficiencia: 84.44

Tiempo Extra: 00:00 Personas: 2 Remanente: 02:20

Problemas: 00:00 Total disponible: 15:00 Cred. Programados: 15.96

Horas Laborables: 07:30 Tiempo Real: 12:40 Cred. Prog./Ejec.: 15.96

Figura 3.22 Módulo de registro del término de actividades.

En la imagen se puede observar que la RIJ, se realizó con un horario de 8:00 AM a 8:15 AM, la RIM se hizo con un horario de 8:15 AM a 8:30 AM, y la inspección se efectuó a partir de las 9:00 AM a las 14.30 PM, con base en estos horarios se puede observar que la pareja de linieros LV tiene una productividad del 126% y una eficiencia del 84.44% ese día.

Durante la programación de las actividades, si se va a realizar un trabajo a una maniobra en las líneas de media tensión (ya sea con las líneas vivas o las líneas muertas), se debe realizar un registro en el GIL Licencias en donde se otorga una licencia en vivo o en muerto según corresponda para los trabajos que se van a realizar durante las actividades del mantenimiento, como se muestra en la figura 3.23.

Dirección

CAPTURADOS
AUTORIZADOS
EN EJECUCIÓN
FINALIZADOS
CANCELADOS
BUSQUEDA GENERAL

BENJAMIN OCHOA ZONA MORELIA

Detalle del Registro: DF072022002528

VER ZONA AFECTADA

Datos Generales	Datos de Captura del Registro
División: DF-CENTRO OCCIDENTE	Capturado por: 9JKM9-OCHOA TORRES
Zona: 07-ZONA MORELIA	Capturado por: BENJAMIN
Área: J-AREA LA MAESTRANZA	Fecha de Captura: 2022-09-09 22:08
Reponsable: 988P8-JUAN RUBEN CELIO ESTRADA	Revisiones y Autorizaciones previas
Fecha y hora de inicio: 12-09-2022 11:00	Estatus VoBo: Vobo OK
Fecha y hora de término: 14-09-2022 15:00	VoBo. Por: 9JKM9-OCHOA TORRES
Tipo de licencia: VIVO	BENJAMIN
Afectación de Usuarios: NO	Fecha: 2022-09-09 22:09
Licencia diaria: SI	Observaciones:
Número Licencia: 2971	Estatus Autorización Autorizado
Inicio Licencia: 2022-09-12 11:04	Autorizado Por: B147R-GARCIA RODRIGUEZ
Término Licencia:	YESSICA
Estatus de la Licencia:	Fecha: 2022-09-09 22:47
Solicitud Sicoss:	Observaciones:
Supervisor Asignado:	Detalle Cancelación/Rechazo:
Supervisor Ejecuta:	Canceló:
Reprogramar Registro	Fecha Cancelación:
	Causa:

Instalación (SE-SUN-CTO..04020 - SECCIONAMIENTO/EQUIPO:C5703) MT-09

Proceso: REDES DE Instalación(es): DISTRIBUCION Banco: Grupo(s):

Trabajo: PODA DE ÁRBOL EN LÍNEA PRIMARIA RURAL EN LÍNEA ENERGIZADA
Ubicación: ADELANTE DE C5703

Trabajo: PODA EN LINEA VIVA Y CAMBIO DE AISLAMIENTO Y APARTARRAYOS

Nivel de Tension: Media Tension Baja Tension

Solicitud de SIAD: Año de la Solicitud de SIAD: 0

Figura 3.23 Módulo de carga de registros en GIL licencias 1.

En el ejemplo de la figura 3.23, el registro se hizo para una poda en línea energizada, un cambio de aislamiento y apartarrayos, y estas actividades se programaron en el SIAD, en este se debe de indicar la subestación del circuito en donde se van a realizar estas actividades, el circuito en cuestión, y el o los equipos de protección y seccionamiento que se va a requerir abrir para la realización de estas actividades, así como el intervalo de días que se va a requerir para efectuar el trabajo.

Se debe indicar el liniero LV que va a estar a cargo de todas las actividades que se realicen durante el mantenimiento, se indica el trabajo a efectuar (en este caso es una **podas de árbol en línea primaria rural en línea energizada**), se señala el lugar específico en donde se realizarán las actividades y esto se debe de hacer en el diagrama unifilar del circuito.

Se debe de cargar un archivo en donde se encuentre el área de trabajo indicándolo sobre el diagrama unifilar.

Posteriormente se indican las maniobras principales del trabajo. En este caso son el acordonamiento del área de trabajo, el bloqueo por telecontrol del equipo de

seccionamiento para evitar accidentes durante los trabajos del mantenimiento, y el otorgar la licencia de trabajo. Además, se deben agregar maniobras de restablecimiento, como se muestra en la figura 3.24.

Trabajo: PODA DE ÁRBOL EN LÍNEA PRIMARIA RURAL EN LÍNEA ENERGIZADA
Ubicación: ADELANTE DE C5703

Trabajo:

Nivel de Tension: Media Tension Baja Tension
Solicitud de SIAD: Año de la Solicitud de SIAD:

Observaciones:

Aviso al gobierno: NO

Selecciona el archivo a cargar: Ninguno archivo selec.

ArchivoAdjunto	Archivos Adjuntos	Fecha Carga	Eliminar
SUN04020 ADELANTE DE C5703.pptx	SUN04020 ADELANTE DE C5703.pptx	2022-09-09 22:08	

Maniobras Inicio Imprimir Maniobras ==>>

ORDEN	MANIOBRA	DESC MANIOBRA	EQUIPO	UBICACION	GRUPO	RESPONSABLE	
1	ACORDONAR	ACORDONAR AREA DE TRABAJO	AREA DE TRABAJO	ADELANTE DE C5703	MT-09	9B8P8-JUAN RUBEN CELIO ESTRADA	12/09/2022 10:45:00 a.m.
2	BLOQUEAR	BLOQUEAR 79 Y AUTOMATISMO	SUN04020	SE SANTIAGO UNDAMEO	CCD	CCD	12/09/2022 11:04:00 a.m.
3	OTORGAR LICENCIA	LICENCIA EN VIVO	LINEA DE MT	ADELANTE DE C5703	MT-09	9B8P8-JUAN RUBEN CELIO ESTRADA	12/09/2022 11:04:00 a.m.

Maniobras Restablecimiento

ORDEN	MANIOBRA	DESC MANIOBRA	EQUIPO	UBICACION	GRUPO	RESPONSABLE	
1	DEVOLVER LICENCIA	LICENCIA EN VIVO	LINEA DE MT	ADELANTE DE C5703	MT-09	9B8P8-JUAN RUBEN CELIO ESTRADA	12/09/2022 03:39:00 p.m.
2	HABILITAR	BLOQUEAR 79 Y AUTOMATISMO	SUN04020	SE SANTIAGO UNDAMEO	CCD	CCD	12/09/2022 03:39:00 p.m.
3	DESACORDONAR	ACORDONAR AREA DE TRABAJO	AREA DE TRABAJO	ADELANTE DE C5703	MT-09	9B8P8-JUAN RUBEN CELIO ESTRADA	12/09/2022 03:39:00 p.m.

Figura 3.24 Módulo de carga de registros en GIL licencias 2.

Después de que se carga el registro, el ingeniero a cargo tiene que revisarlo y darle el visto bueno, si se otorga el visto bueno el registro procede a ser revisado y aceptado por el CCD. De lo contrario, el registro se regresa o se rechaza y se indica el motivo del regreso o del rechazo.

El CCD tiene la responsabilidad de aceptar o de rechazar el registro. Cuando se rechaza se regresa el registro con observación para que sean atendidas y que pueda ser aceptado. De lo contrario el día de los trabajos se otorgará el número de licencia. En este caso, es el número de licencia es en vivo 2971.

Estas maniobras cambian dependiendo de las actividades que se tienen que realizar, dichas actividades se muestran en la figura 3.25.

DESCRIPCIÓN	CLAVE ACTIVIDAD SIAD
01 Cambio de aislamiento en M.T.	403, 404, 408, 0408A, 410, 0410A, 0410B, 0410C, 0410D, 0410E
02 Instalacion de Apartarrayos ALEA	0402
08 Reemplazo de Apartarrayos obsoletos	411, 0411A
09 Instalacion de Amarres polimericos en cable semi-aislado	0213
03 Blindaje de Derivaciones	CARGA MANUAL
16 Protector Aislante Profauna en puentes de Media tension	0208A, 0208B, 0208C
06 Revision termografica de inst. (Tr. Part., tr. de CFE e inst. sub.)	0701
12 Poda de Arboles	813, 0813A, 0813E
11 Poda de Arboles Gigantes	844
10 Medición y correccion de sistema de tierras en Equipo de Red	0806A
15 Instalacion de Detectores de Falla	0514
04 Instalacion de cuchillas seccionadoras	0307
07 Instalacion de Cortacircuitos de Triple Disparo	0307B
14 Instalacion de equipo de seccionamiento (EPROSEC)	308, 506, 0506A

Figura 3.25 Actividades de mantenimiento.

3.6 Actividades que se realizan en el mantenimiento predictivo

Las actividades que se realizan en este tipo de mantenimiento se derivan también a partir de las inspecciones ya que, durante éstas es posible identificar zonas o partes del circuito que puedan ser un riesgo en un futuro. Esto se decide a partir de la observación y de la experiencia de quien esté realizando la inspección, ya que durante la misma se puede observar que en algunos elementos de la RGD tienen algún cambio en su estructura física como el cambio de color de los materiales del que están hechos, que presenten un ruptura, o porque ya tienen bastantes años de uso y que en un futuro podrían representar un peligro tanto en la infraestructura de CFE como en la de terceros, pondría en riesgo la operatividad de las RGD, y ya no se cumplirían con los indicadores SAIDI, SAIFI o CAIFI.

Al momento de identificar estas zonas de riesgo se catalogan a partir de su gravedad. Una vez que se identifiquen zonas de alto riesgo, su atención es inmediata. De lo contrario se pueden corregir a partir de ciertos proyectos como los proyectos PAM, los cuales nos ayudan a darle mantenimiento a las RGD que tengan ciertas zonas o áreas de riesgo, mismas que se catalogan como una zona de oportunidad de mejora, y dependiendo de estas zonas de oportunidad y de las exigencias que requiera la RGD se propondrá y se cargará el proyecto. Éstos proyectos pueden ser:

- Equipos de red, (restauradores).
- Cuchillas seccionadoras.
- Corta circuitos fusibles.
- Postes.
- Aislamiento.
- Apartarrayos.
- Recalibración de circuitos.

Entre otros más.

Cada tipo de proyecto debe de cumplir con los requerimientos de la matriz de proyectos PAM y con las fichas de la guía de proyectos PAM, como se muestra en la figura 3.26.

AISLAMIENTO

	CONCEPTO	CODIGO	MATERIAL	CANT	UNIDAD
OPCIÓN 1	Aislador PD	741093	Aislador 13PD	3	Pieza
		741097	Aislador 22PD	3	Pieza
		813545	Alambre AS4	0,6	Kg.
OPCIÓN 2	Aislador PC	741105	Aislador 13PC	3	Pieza
		741109	Aislador 22PC	3	Pieza
		813545	Alambre AS4	0,6	Kg.



MANO DE OBRA (POR ESTRUCTURA)				
PAREJA LV	TERCEROS	SUPERVISOR	PICK UP	GRUAS
---	0,5 HRS	0,1 HR	0,1 HR	---

SE DEBE GENERAR ORDEN DE RETIRO DE MATERIALES

MATRIZ PAM	
Objetivo Estratégico {15,18, 22}:	Mejorar la confiabilidad de las RGD
Área de oportunidad{15}:	SAIFI [GRAL] > 0.94 y SAIFI [CONTAMINACION] > 0
Opción de Solución{15}:	Cambio de aislamiento
Área de oportunidad{18}:	SAIFI [GRAL] > 0.94 y SAIFI [DESCARGAS ATMOSFERICAS] > 0
Opción de Solución{18}:	Cambio de aislamiento
Área de oportunidad{22}:	SAIFI [GRAL] > 0.94 y SAIFI [DESCARGAS ATMOSFERICAS] > 0
Opción de Solución{22}:	Cambio de aislamiento en áreas con incidencia de vandalismo
Requiere Diagnóstico:	SI Tipo de Evaluación: Costo Mínimo CAE
Formato Nombre:	Instalación de "n" Aisladores PC o PD para "n" Kv

NOTA: Se debe cargar la mano de obra por terceros y de CFE únicamente 2 hrs para la libranza.

Figura 3.26 Ficha guía de aislamiento para proyectos PAM.

En esta ficha se muestran las dos opciones posibles de solución las cuales dentro del proyecto se van a comparar y analizar para saber cuál es la más rentable. Se muestra también las horas necesarias para la mano de obra y la matriz PAM, la cual nos muestran los requerimientos para poder realizar este proyecto. La ficha nos presenta que se debe generar una orden de retiro de materiales al momento de realizar el proyecto. También indica que el circuito no debe de cumplir con el indicador SAIFI, ya sea por contaminación o por descargas atmosféricas, y se muestran las opciones de solución, las cuales se deberán justificar en el proyecto.

A partir de esta ficha se cargará un proyecto de cambio de aislamiento siguiendo los siguientes pasos:

- Identificar el circuito que esté propenso a presentar o que ya ha presentado una falla y que comprometió el suministro eléctrico a los usuarios. Para saber si el circuito cumple con la información de la matriz de PAM, consultamos el portal de SIAD-PLUS, tal como se muestra en la figura 3.27.

Portal Ejecutivo del SIAD *plus* **Dirección General
Coordinación de Distribución**

Jueves, Octubre 20, 2022

Planeación ▾ Construcción ▾ Electrificación ▾ Operación ▾ Tablero de Confiabilidad de las RGD Inicio Utillerías ▾





OPERACION

Indicadores CFE DISTRIBUCION													
SAIDI	SAIFI	CAIDI	TIU	TPR	SFL	SB	PTA	LE	Lineas	SE's	Redes	Transf.	Usuarios
89.408 min c/a	0.005 int c/a	101.020 min c/a	90.899 min c/a	139.90 min	0.01 %	10.40 %	0.4 %	99.931 %	51.372.104 km	2.160	646.937.320 km-mt	1.812.793 pz	47.054.693
18.008 min s/a	0.333 int s/a	57.281 min s/a	20.093 min s/a	44.820 ni	7. sal	341. sal	0.074 ta	01. av inc		78.805.353 mA	340.842.706 km-bz	58.944.151 mVA	

Novedades | Boletines | Presentaciones

06/Dic/2021 - Tablero RGD / POA / Se integra la actividad de Protectores-Profaua
 26/Oct/2021 - Planeación / Aportaciones / Reporte Aportaciones vs Obras Liquidadas
 22/Oct/2021 - Planeación / Inversion / PAM / Proyectos Registradas / Detalle de Proyectos / Reporte de Materiales
 30/Sep/2021 - Planeación / Aportaciones / Reporte Recuperación Demanda / Validación Datos Recuperación Demanda
 13/Sep/2021 - Planeación / Aportaciones / Reporte Recuperación Demanda
 13/Ago/2021 - Electrificación / Solicitudes / Listado Solicitudes por Año
 02/Jul/2021 - Planeación / Inversiones / PAM / Proyectos Autorizados

Sistemas Relacionados

- [SIAD Divisiones](#)
- [CFE Intranet](#)
- [Cruzada contra el Hambre](#)
- [SISNAE](#)
- [SENASOL](#)
- [CIMA](#)

Figura 3.27 Página principal del SIAD PLUS.

Lo siguiente es entrar en la pestaña de **Planeación/Inversiones/Módulo de diagnóstico**, como se muestra en la figura 3.28.

Portal Ejecutivo del SIAD *plus* **Dirección General
Coordinación de Distribución**

Jueves, Octubre 20, 2022

Planeación ▾ Construcción ▾ Electrificación ▾ Operación ▾ Tablero de Confiabilidad de las RGD Inicio Utillerías ▾

Inversión / Diagnostico

Inicio Diagnóstico por Indicadores Diagnóstico por Capacidad Predictivo Revisión Utillerías Ayuda

Figura 3.28 Módulo de diagnóstico.

Dentro de la sección se elige la pestaña de **Diagnóstico por indicadores/Circuito formato D-1**, como se muestra en la figura 3.29.



Figura 3.29 Diagnóstico por indicadores.

Llenamos con la información de la División, zona, subestación al circuito que vamos a consultar, el año y el tipo de análisis que queremos que nos muestre, y él sistema nos arrojará la lista de los circuitos que pertenecen a la subestación indicada y los valores de los indicadores, como se muestra en la figura 3.30.

The screenshot shows the same interface as Figure 3.29, but with the 'Formato Diagnóstico D1 (Circuitos)' table displayed. The table has columns for 'División', 'Zona', 'Circuito', and a group of 'Confiabilidad' indicators (SAIDI, SAIFI, CAIDI, NI, TPR, UPA, RSEFS, ENS), a group of 'Calidad de la Energía' indicators (Variaciones de tensión en MT, Factor de potencia, Caída de tensión), and a group of 'Eficiencia' indicators (Pérdida Técnica LMT, Área de oportunidad LMT > 1.5%, Área de oportunidad LMT > 1.5%). The first row of data is highlighted in yellow, and a red box highlights the SAIFI and CAIDI values for the first circuit.

División	Zona	Circuito	Confiabilidad						Calidad de la Energía			Eficiencia				
			SAIDI (min.)	SAIFI	CAIDI (min.)	NI	TPR (min)	UPA	RSEFS (%)	ENS (MWh)	Variaciones de tensión en MT (%)	Factor de potencia	Caída de tensión (%)	Pérdida Técnica LMT(KWh)	Área de oportunidad LMT (KWh)> 1.5%	Área de oportunidad LMT (%) > 1.5%
CENTRO OCCIDENTE	MORELIA	PDG04055	91.36	0.88	103.83	5.00	188.60	884.00	100.00	1.49		0.99		176,610.41	39,412.89	0.43
CENTRO OCCIDENTE	MORELIA	PDG04065	57.8	1.08	3.36	4.00	63.50	958.00	100.00	0.93		0.99		116,792.41		
CENTRO OCCIDENTE	MORELIA	PDG04045	4.33	0.05	68.17	4.00	61.75	146.00	100.00	0.10		0.98		93,195.20		
CENTRO OCCIDENTE	MORELIA	PDG04015	4.05	0.13	31.00	1.00	31.00	1,180.00	100.00	0.05		0.97		15,140.46		
CENTRO OCCIDENTE	MORELIA	PDG04035										1.00		124,533.88		
CENTRO OCCIDENTE	MORELIA	PDG04025										0.98		7,755.02		

Figura 3.30 Módulo de valores del análisis por indicadores.

En este caso el circuito que no cumple con el indicador SAIFI, para proponer el proyecto de cambio de aislamiento es el circuito PDG0465, por lo que, conociendo el circuito y su valor, procedemos a cargar el proyecto en el sistema SIAD.

- Se inicia sesión el SIAD, tal como se mostró en la figura 3.20.
- El siguiente paso es hacer click la pestaña **Planeación/Inversion|Mantenimiento/Presupuesto de obra/Mantenimiento**, como se muestra en la figura 3.31.



Figura 3.31 Presupuesto de obra/ Mantenimiento.

- Acto seguido, entramos a **Complementos/Proyectos elementales**, como se muestra en la figura 3.32.

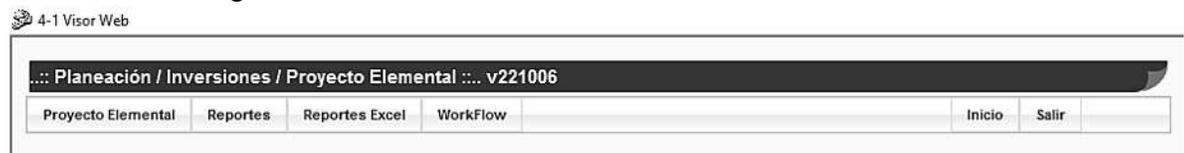


Figura 3.32 Proyectos elementales.

- Posteriormente, entramos a **Proyecto elemental/ registro de proyecto**, como se muestra en la figura 3.33.

... Planeación / Inversiones / Proyecto Elemental ... v221006

Proyecto Elemental | Reportes | Reportes Excel | WorkFlow | Inicio | Salir

Proyecto Elemental / Crear / Proyecto

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE | 07 - ZONA MORELIA

Datos Generales

Año Problemática: Seleccione...
 Diagnostico: [Botón]
 Objetivo Estratégico: Seleccione...
 Area de Oportunidad: Seleccione...
 Elemento: Seleccione...
 Justificación Técnica: [Área de texto]

Diagnostico operativo - condición de los indicadores sin proyecto

Indicador Principal (0-0 de 0)

Num.	Criterio	Indicador	Elemento	Valor	Unidad
[Botones de navegación]					

Listado de opciones de solución

Opciones de solución Incluidas (0-0 de 0)

Opción solución	Título	Costo	VAN miles \$	TIR	IR	C/E PT (\$/kWh)	C/E PNT (\$/kWh)	C/E ENS (\$/kWh)	CAE miles \$			
[Botones de navegación]												

Regresar | Guardar | Eliminar | WorkFlow | FTD

Figura 3.33 Registro de proyecto elemental.

Este registro indica toda la información elemental del proyecto, así como el año en que se va a programar el proyecto. Se debe de realizar un diagnóstico del circuito y él sistema nos arrojará los mismos valores de los indicadores que se consultaron en el SIAD-PLUS. Se tiene que justificar el proyecto, y se debe dar de alta ambas opciones comparando los dos tipos de aisladores PD y PC, como se muestra en la figura 3.34 Información elemental del proyecto.

Planeación / Inversiones / Proyecto Elemental ... v221006

Proyecto Elemental | Reportes | Reportes Excel | Workflow | Inicio | Salir

Registro de proyecto: **Proyecto Elemental / Visualizar / Proyecto**

Buscar... IDENTE | 07 - ZONA MORELIA

Datos Generales

PROYECTO-162/2022 Este Proyecto no puede ser editado debido a que fue incluido en un Workflow.

Año Problemática: 2027

Diagnostico

Objetivo Estratégico: Mejorar la confiabilidad de las RGD

Area de Oportunidad: SAIFI [GRAL] > 0.94 y SAIFI [DESCARGAS ATMOSFERICAS] > 0

Elemento: Circuito

Subestación: PDG - PEDREGAL

Circuito: 04065 - MINTZITA

Justificación Técnica: Cambio de aislamiento en el circuito PDG 04065 para mejorar la continuidad de energía eléctrica. El proyecto corresponde al programa de mantenimiento de 2027 en cuestión de la confiabilidad de la RGD, procurando mejorar los indicadores internacionales (SAIFI, SAIDI, CAIDI) a nivel zona.

Diagnostico operativo - condición de los indicadores sin proyecto

Indicador Principal (1-1 de 1)					
Num.	Criterio	Indicador	Elemento	Valor	Unidad
1	Confiabilidad	SAIFI	PDG - 04065 - MINTZITA	1.08	Interrupciones

Listado de opciones de solución

Opciones de solución Incluidas (1-2 de 2)										
Opción solución	Título	Costo	VAN miles \$	TIR	IR	C/E PT (\$/kWh)	C/E PNT (\$/kWh)	C/E ENS (\$/kWh)	CAE miles \$	
1	Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA	\$ 131,750.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.86	
2	Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA	\$ 170,241.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.07	

Regresar | Guardar | Eliminar | Workflow | FTD

Figura 3.34 Información elemental del proyecto.

Las dos opciones de solución del proyecto se justifican tal como se muestra en las figuras 3.35 y 3.36.

Opción 1.

...: Planeación / Inversiones / Proyecto Elemental ... v221006

Proyecto Elemental | Reportes | Reportes Excel | Workflow | Inicio | Salir

Proyecto Elemental / Editar / Opción de solución (PEM)

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE | 07 - ZONA MORELIA

Datos Generales | Indicadores | PO's | Metas por PO | Metas Ejecutivas | Evaluación

Datos Generales del proyecto

Número PEC: 162 | Año PEC: 2022

Nivel de red eléctrica de distribución: Circuito

Subestación: PDG - PEDREGAL

Circuito: 04065 - MINTZITA

Objetivo Estratégico: Mejorar la confiabilidad de las RGD

Area de Oportunidad: SAIFI [GRAL] > 0.94 y SAIFI [DESCARGAS ATMOSFERICAS] > 0

Datos de la opción de solución

Número: 1 | Año: 2022

Tipo de Solución: Cambio de aislamiento

Cartera: Programa de Mantenimiento y Reemplazo

Concepto de Inversión: Confiabilidad de las Redes Generales de Distribución

Objetivo PRODESEN: 3. Incrementar la calidad, confiabilidad y seguridad en las RGD y en el suministro

Línea de Acción: 3.1. Modernizar y ampliar la infraestructura de las RGD

Título: Cambio de aislamiento CTO. PDG-04065 - MINTZITA.

Descripción Corta: Cambio de aislamiento en el circuito PDG 04065 300 piezas tipo PD

Alcance: a) Cambiar el aislamiento por tipo PD o hule sílicón a nivel circuito

Características: a) sustitución de 300 aisladores 13.2 kV-PD

Costo Total: \$131,750.44

Fecha Inicio: 2027.01.10

Fecha Termina: 2027.12.15

Figura 3.35 Información general de la opción solución uno.

En esta ventana se debe indicar la información del tipo de solución, la cartera, concepto de inversión, objetivo, línea de acción, título de la opción, una descripción corta de la solución, el alcance de la opción, y características de la opción.

Opción 2.

Planeación / Inversiones / Proyecto Elemental ... v221006

Proyecto Elemental | Reportes | Reportes Excel | Workflow | Inicio | Salir

Proyecto Elemental / Editar / Opción de solución (PEM)

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE | 07 - ZONA MORELIA

Datos Generales | Indicadores | PO's | Metas por PO | Metas Ejecutivas | Evaluación

Datos Generales del proyecto

Número PEC: 162 | Año PEC: 2022

Nivel de red eléctrica de distribución: Circuito

Subestación: PDG - PEDREGAL

Circuito: 04065 - MINTZITA

Objetivo Estratégico: Mejorar la confiabilidad de las RGD

Area de Oportunidad: SAIFI [GRAL] > 0.94 y SAIFI [DESCARGAS ATMOSFERICAS] > 0

Datos de la opción de solución

Número: 2 | Año: 2022

Tipo de Solución: Cambio de aislamiento

Cartera: Programa de Mantenimiento y Reemplazo

Concepto de Inversión: Confiabilidad de las Redes Generales de Distribución

Objetivo PRODESEN: 3. Incrementar la calidad, confiabilidad y seguridad en las RGD y en el suministro

Línea de Acción: 3.1. Modernizar y ampliar la infraestructura de las RGD

Título: Cambio de aislamiento CTO - PDG-04065 - MINTZITA

Descripción Corta: Cambio de aislamiento dañado en circuito PDG4065 300 pzas tipo PC

Alcance: a) Cambiar el aislamiento por tipo PC o hule sílicón a nivel circuito

Características: a) sustitución de 300 aisladores 13.2kV - PC

Costo Total: \$ 170,241.29

Fecha Inicio: 2027.01.01

Fecha Termino: 2027.12.15

Figura 3.36 Información general de la opción solución dos.

Al igual que en la opción 1, se debe de indicar la información del tipo de solución, la cartera, concepto de inversión, objetivo, línea de acción, título de la opción, una descripción corta de la solución, el alcance de la opción, y características de la opción.

En el momento en que ya se registraron las dos posibles soluciones, se guarda el proyecto y el sistema nos arrojará un número de proyecto. En este caso nos arrojó el PEC: 162/2022.

- Ahora procedemos a registrar una AT'S o registros contables, los cuales englobarán todos los gastos del proyecto.

Pero tenemos que tomar en cuenta para este tipo de proyectos el año de programación o el año de problemática. Si el año es par, los registros de darán de alta como GM-NNN Y RM-NNN, y si el año es impar, el registro se dará de alta como G1-NNN Y R1-NNN, seguido del número consecutivo en estos registros.

- Por lo que ahora entramos a **Utilerías/Registro contable**.

Aquí se encuentran todos los registros contables registrados, tal como se muestra en la figura 3.37.

4-3 Visor Web

Planeación / Inversiones / Presupuestos ... v220822

Presupuesto Integración Complementos Ejecución Reportes Utilerías Inicio Salir

Utilerías / Catalogo :: Dev 220705

Generales Tecnicos Recursos Administrativos Inicio

Administrativos / Catálogo de Registros Contables / Listado

DF - CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Año 2022

Listado de Registros Contables: 1379 Registros

Tipo	Año	Control AT	Programático	Fondo	Descripción			
ATS CONSECUTIVAS	2022	MM000	7316	026	Adquisición e instalación de repetidor VHF La Tumbisca 2024			
ESPECIFICA O GLOBAL	2022	EM170	7214	018	REPLAZO DE 3 INTERRUPTORES DE POTENCIA EN SE. CUITZEO			
ESPECIFICA O GLOBAL	2022	GM346	7314	019	CTO. SUNI 4020 REEMPLAZO DE AISLAMIENTO			
ESPECIFICA O GLOBAL	2022	HM012	9116	027	MODERNIZACION DE EQUIPO DE MEDICION			
ATS CONSECUTIVAS	2022	RK001	7322	071	RETIRO DE NEUTRO CORRIDO RELACIONADO CON LA SOLICITUD 00002764/2021 Y LA OBRA E0477/SJ256 DEL 2021.			
ATS CONSECUTIVAS	2022	AK---	7322	071	OBRAS MENORES POR S.S.E. (CON APORTACION).			
ATS CONSECUTIVAS	2022	SK---	7322	071	OBRAS MENORES POR S.S.E (SIN APORTACIONES)			
ESPECIFICA O GLOBAL	2022	PK---	7322	071	INSTALACIONES PELIGROSAS (CON UPI) SOLO AUTORIZADAS CON OFICIO			
ATS CONSECUTIVAS	2022	DK---	73A2	A04	OBRAS DE DAÑOS Y MODIFICACIONES (SIN UPI)			
ATS CONSECUTIVAS	2022	RK---	7314	019	RETROS MENORES POR S.S.E			
ATS CONSECUTIVAS	2022	EK---	8120	072	AMPLIACIONES A REDES ELECTRIFICACION RURAL			
ESPECIFICA O GLOBAL	2022	EK001	8120	072	PROGRAMA FSUE BLOQUE 11 SOL. 00000242/2021			
ESPECIFICA O GLOBAL	2022	EK002	8120	072	PROGRAMA FSUE BLOQUE 11 SOL. 00000232/2021			
ESPECIFICA O GLOBAL	2022	EK003	8120	072	PROGRAMA FSUE BLOQUE 11 SOL. 00000241/2021			

Figura 3.37 Registros contables cargados al SIAD.

- Posteriormente, buscamos el último registro capturado para tomar el consecutivo. Para este caso el año de problemática es el 2027 por lo que los registros serán los G1-120 y R1-120, los cuales se llenarán con la información y que se muestra en la figura 3.38 y 3.39.

4-3 Visor Web

Planeación / Inversiones / Presupuestos ... v220822

Presupuesto Integración Complementos Ejecución Reportes Utilerias Inicio Salir

Utilerias / Catalogo :: Dev 220705

Generales Tecnicos Recursos Administrativos Inicio

Catalogo de Registros Contables / Visualizar Registro

Division	DF - CENTRO OCCIDENTE
Zona	07 - ZONA MORELIA
Tipo de Registro	ESPECIFICA O GLOBAL
Control A.T.	G1120
Año	2022
Descripcion	REEMPLAZO DE AISLAMIENTO DEL CIRCUITO PDG4065
Codigo de Control	7 - AUTORIZACION DE INVERSIONES (PIO,100,PIDIREGAS)
Cuenta	11B29 - Obras en proceso Redes
Clave Transaccion	*0A - INVERSION
Programatico	7314 - Ampliaciones normales a redes
Fondo	019 - AMPL.REDES DISTRIBUC

Regresar

Figura 3.38 Registro contable G1-120.

4-3 Visor Web

Planeación / Inversiones / Presupuestos ... v220822

Presupuesto Integración Complementos Ejecución Reportes Utilerias Inicio Salir

Utilerias / Catalogo :: Dev 220705

Generales Tecnicos Recursos Administrativos Inicio

Catalogo de Registros Contables / Visualizar Registro

Division	DF - CENTRO OCCIDENTE
Zona	07 - ZONA MORELIA
Tipo de Registro	ESPECIFICA O GLOBAL
Control A.T.	R1120
Año	2022
Descripcion	RETIRO DE LA OBRA G1120
Codigo de Control	R - RETIRO DE PROPIEDADES
Cuenta	11B49 - RETIRO DE MATERIALES - redes de distribucion
Clave Transaccion	*RE - RECLASIFICACION
Programatico	7314 - Ampliaciones normales a redes
Fondo	019 - AMPL.REDES DISTRIBUC

Regresar

Figura 3.39 Registro contable R1-120.

- Cuando se terminen de cargar los registros contables, se procede a cargar los presupuestos de las dos posibles opciones soluciones al proyecto.

- Procedemos a cargar los dos presupuestos, en la pestaña de **Presupuesto/Crear presupuesto de obra**.
- Finalmente, procedemos a indicar toda la información del proyecto.

GENERALES

En datos generales se indica el título de la opción, el proceso al que pertenece, la subclasificación, la tensión a la que opera el circuito, el grupo al que pertenece, el estado, poblado, subestación, el circuito, y en qué zona se realizará el proyecto.

Se indican las características del proyecto, la justificación del proyecto, y si se tienen observaciones también se señalan.

Se indica quién formuló el proyecto, quién va a revisar y quién lo va autorizar, como se observa en la figura 3.40.

The screenshot displays a web application interface for project management. The main title is "Presupuesto de Obra / Visualizar / Datos Generales". The interface is divided into several sections:

- Navigation:** Includes tabs for "Presupuesto", "Integración", "Complementos", "Ejecución", and "Reportes". There are also buttons for "Utilerias", "Inicio", and "Salir".
- Filters:** Shows "DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE" and "07 - ZONA MORELIA".
- Search:** Fields for "Número" (370) and "Año" (2022).
- Warning:** A yellow box states: "Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un Workflow".
- Title:** "Cambio de aislamiento por problemas operativos, CTO, POG-04085".
- Generales Section:**
 - Proceso:** IDIS - INGENIERIA DE DISTRIBUCION
 - Clasificación:** 00 - RED AEREA
 - Subclasificación:** MT - LINEAS MEDIA TENSION
 - Tensión:** T - 13 KV
 - Grupo:** REDES
 - Estado:** MICHOACAN
 - Municipio:** Morelia
 - Poblado:** MORELIA NORTE
 - Subestación:** POG - PEDREGAL
 - Circuito:** 04085 - MINTZITA
 - Instalación SAP:** 0010 - MORELIA, MICH.
- Justificación Section:**
 - Características:** 300 Aisladores-13.2 KV-PO
 - Justificación Técnica de la Obra:** Cambio de aislamiento en el circuito POG 04085 para mejorar la continuidad de energía eléctrica. El proyecto corresponde al programa de mantenimiento de 2022 en cuestión de la confiabilidad de la RGD, procurando mejorar los indicadores internacionales (SAIFI, SAIDI, CAIDI) a nivel zona.
 - Observaciones y/o Información de Interés:** (Empty field)
- Firmas Section:**
 - Formuló:** 97049 BENJAMIN OCHOA TORRES
 - Revisó:** 98RWL ABEL ZARAGOZA FRANCO
 - Autorizó:** 968X2 PEDRO CERVANTES SEGURA

Figura 3.40 Aspectos generales del proyecto.

TÉCNICOS

En los aspectos técnicos se indica el tipo de presupuesto, el tipo de programa, y el tipo de asignación. Se integran los dos registros contables que previamente se registraron, se indica el tipo de trabajo, y las fechas en que se va a programar el proyecto y su prioridad, tal como se observa en la figura 3.41.

4-3 Visor Web

Planeación / Inversiones / Presupuestos ::... v220822

Presupuesto Integración Complementos Ejecución Reportes Utilerias Inicio Salir

Presupuesto de Obra / Visualizar / Datos Técnicos

Generales Técnicos Metas PEC y PEM Material Mano de Obra Resultados Adicionales Anexos

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Número 370 Año 2022

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un Workflow

Título * Cambio de aislamiento por problemas operativos, CTO. PDG-04065

Registro Contable

Presupuesto 1 - PID Fondos Permitted
Programa 1 - NORMAL \$A 17,019,050
Tipo de Asignación C - CONTRATO

	Control	Fondo	C Control	Descripción	Obra	Status
<input checked="" type="checkbox"/>	G1120/2022	019	7	REEMPLAZO DE AISLAMIENTO DEL CIRCUITO PDG4065	---	--
<input type="checkbox"/>	R1120/2022	019	R	RETIRO DE LA OBRA G1120	---	--

Programas de Inversión

NOTA: Al cambiar el Número de Control A.I. las metas serán eliminadas y deberá volver a capturarlas ya que dependen de este número.

Número de Control A.I. G - CAMBIO DE AISLAMIENTO * ?

Fechas

Inicio 2027.01.10
Terminación 2027.12.15
Entrada en Operación 2027.12.26

Actualizar Fechas

Integración al Presupuesto

Prioridad 2
Incluir al presupuesto

Figura 3.41 Aspectos técnicos del proyecto.

METAS

En las metas se indican la cantidad de piezas, en este caso de aisladores que se van a cambiar y la tensión a la que trabaja el circuito en donde se van a instalar, como se observa en la figura 3.42.

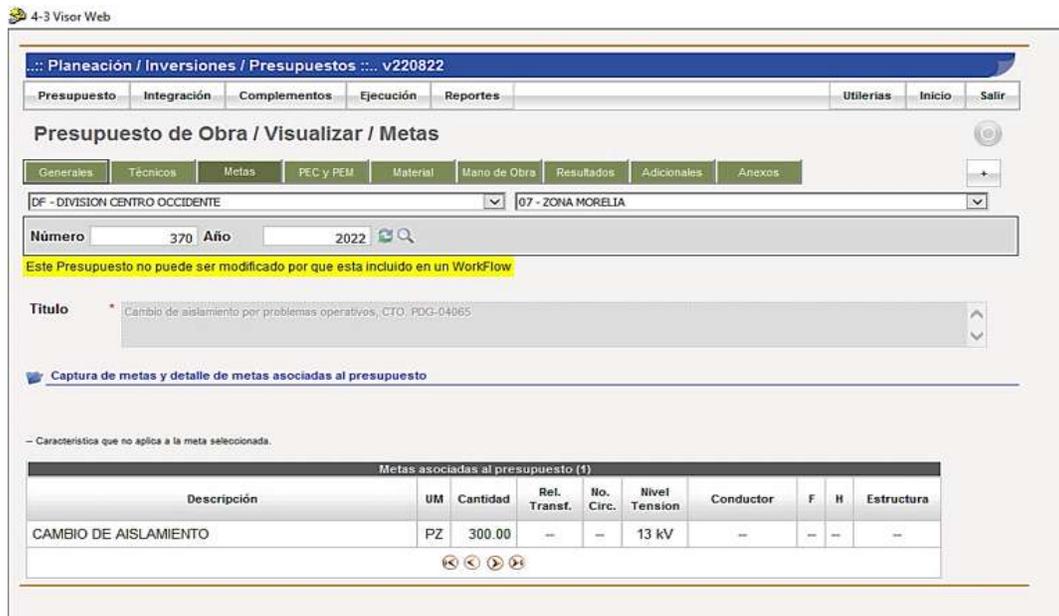


Figura 3.42 Metas del proyecto.

PEC Y PEM

En PEC y PEM, se indica el número del proyecto y el número de la opción, como se muestra en la figura 3.43.

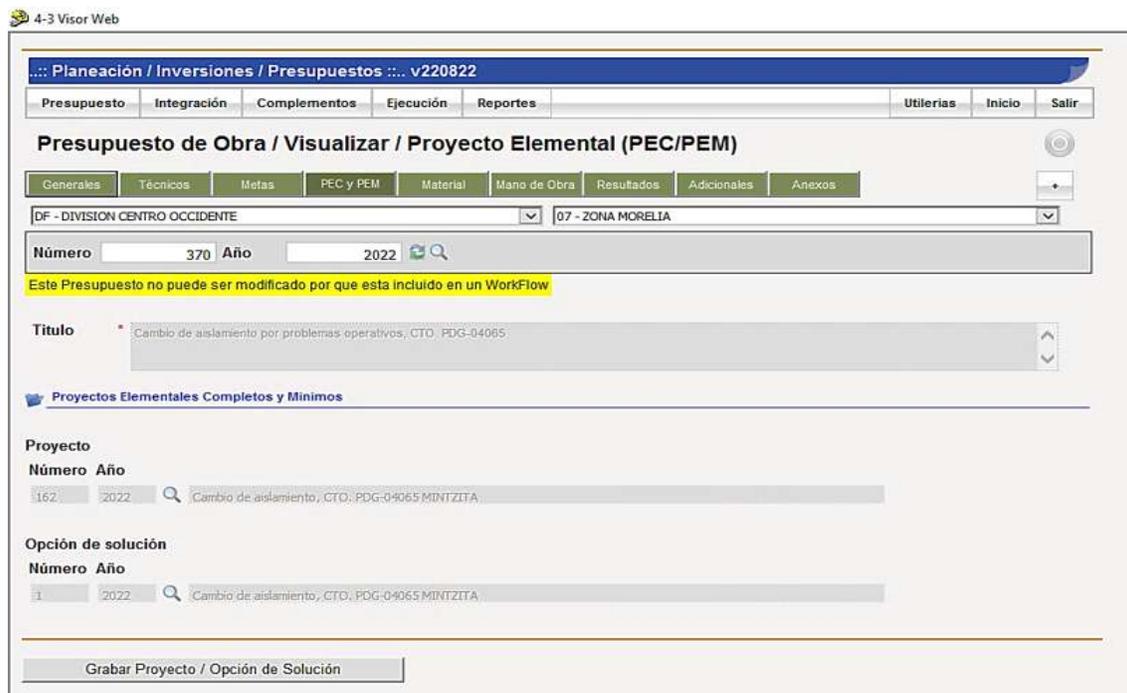


Figura 3.43 PEC y PEM del proyecto.

MATERIAL

En este apartado indicamos todo el material que se va ocupar en el proyecto. Para dar de alta el material nos vamos a guiar en la ficha de apoyo de los proyectos PAM, como se muestra en la figura 3.44.

4-3 Visor Web

Control AT	TR	Código	Descripción	UM	Cant	Precio	Mod	Posf	CG	Cant Mod	Costo
G1120/2022	LP	0000741093	AISLADOR 13PDPG4	PZ	300.00	275.40	(S)	2116	3H	0.00	82,620.00
G1120/2022	LP	0000813545	ALAMBRE AS4	KG	80.00	100.28	(S)	2117	3G	0.00	8,016.80

Figura 3.44 Material del proyecto.

MANO DE OBRA

En la mano de obra se indicará el tiempo en horas y por jornada de los trabajos que se tiene que realizar, como se ve en la figura 3.45.

Planeación / Inversiones / Presupuestos ... v220822

Presupuesto Integración Complementos Ejecución Reportes Utilerias Inicio Salir

Presupuesto de Obra / Visualizar / Mano de Obra y Equipo

Generales Técnicos Metas PEC y REM Material Mano de Obra Resultados Adicionales Anexos

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Número 370 Año 2022

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un Workflow

Título * Cambio de aislamiento por problemas operativos, CTO: PDG-04055

Mano de Obra CFE

Mano de Obra de CFE Incluida (1)							
Control	Tipo	Clase	Grupo	Horas	Costo/Hora	Importe	
G1120/2022	BASE	PERMANENTE	INGENIERO SUPERVISOR	10.00	40.00	400.00	

Equipo de Trabajo

Equipo de Trabajo Incluido (1)						
Control	Tipo	Grupo	Horas	Costo/Hora	Importe	
G1120/2022	TRANSPORTE	CAMIONETA PICK-UP	10.00	150.00	1,500.00	

Mano de Obra por Terceros

Mano de Obra de Terceros Incluida (1)							
Control	Tipo	Trabajo	UM	Posición Financiera	Cantidad	Precio	Costo
G1120/2022	C	1	PZ	3828	300.00	100.00	30,000.00

Figura 3.45 Mano de obra del proyecto.

RESULTADOS

En los resultados se indicará el valor del proyecto en pesos.

Al momento de guardar el presupuesto el sistema nos arrojará un número de presupuesto, en este caso es el **PO1: 370/2022**, tal como se observa en la figura 3.46.

Presupuesto de Obra / Visualizar / Resultados (Costos)

Generales Técnicos Metas FEC y FEM Material Mano de Obra Resultados Adicionales Anexos

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE ▼ 07 - ZONA MORELIA ▼

Número Año

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un WorkFlow

Título * Cambio de asfaltamiento por problemas operativos , CTO. FDG-04066 ▲▼

Costo Fletes

C.O.F	Descripción de concepto	Importe
10	MANO DE OBRA DE CAMPO	\$ 400.00
10	MANO DE OBRA DIRECTA PROYECTOS Y SUPERVISION	\$ 600.00
10	TOTAL SALARIOS	\$ 1,000.00
20	PRESTACIONES	\$ 724.00
90	SEGURIDAD SOCIAL	\$ 152.00
30	ADQUISICION DE MATERIALES NACIONALES	\$ 88,636.80
30	ADQUISICION DE MATERIALES IMPORTACION	\$ 0.00
A0	EQUIPO SERVICIO NACIONAL	\$ 0.00
B0	EQUIPO SERVICIO IMPORTACION	\$ 0.00
C0	EQUIPO INSTALACION NACIONAL	\$ 0.00
D0	EQUIPO INSTALACION IMPORTACION	\$ 0.00
30	MATERIALES EN ALMACEN	\$ 0.00
60 Y 70	GASTOS DE VEHICULOS Y GRUAS	\$ 1,500.00
E0	EDIFICIOS,TERRENOS Y SERVIDUMBRE	\$ 0.00
70	SERVICIOS DE TERCEROS	\$ 0.00
77	ESTIMACIONES ELECTROMECANICAS	\$ 30,000.00
76	ESTIMACIONES CIVILES	\$ 0.00
6X	FLETES Y MANIOBRAS	\$ 0.00
70	OTROS GASTOS DIRECTOS	\$ 0.00
TOT	TOTAL AUTORIZADO	\$ 122,012.80
TOT	TOTAL MATERIALES EN ALMACEN	\$ 0.00
TOT	GASTOS DE EXPLOTACION	\$ 1,276.00
TOT	TOTAL EROGACION PRESUPUESTAL (CAJA)	\$ 120,736.80
8G	INDIRECTOS NACIONALES	\$ 4,880.51
8K	INDIRECTOS DIVISIONALES	\$ 3,660.38
8J	INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION	\$ 1,196.74
TOT	COSTO TOTAL DE LA OBRA	\$ 131,750.44
30	VALOR DE SALVAMENTO	\$ 0.00
TOT	TOTAL	\$ 131,750.44

Figura 3.46 Resultados de costos de la primera opción.

- Ahora se registrará el segundo presupuesto.

GENERALES

En datos generales se indica el título de la opción, el proceso al que pertenece, la subclasificación, la tensión a la que opera el circuito, el grupo al que pertenece, el estado, poblado, subestación, el circuito y zona en que se realizará el proyecto.

Se indican las características del proyecto, la justificación del proyecto, y si se tiene observaciones se agregan.

Se indica quién formuló el proyecto, quién lo va a revisar y quien va a autorizar, como se ve en la figura 3.47.

4-3 Visor Web

Planeación / Inversiones / Presupuestos ... v220822

Presupuesto | Integración | Complementos | Ejecución | Reportes | Utilerias | Inicio | Salir

Presupuesto de Obra / Visualizar / Datos Generales

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE
07 - ZONA MORELIA

Número Año 🔍

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un WorkFlow

Título *

Generales

Proceso	IDIS - INGENIERIA DE DISTRIBUCION	*
Clasificación	D0 - RED AEREA	*
Subclasificación	MT - LINEAS MEDIA TENSION	*
Tensión	1 - 13 KV	*
Grupo	REDES	*
Estado	MICHUACAN	*
Municipio	Morelia	*
Poblado	MORELIA NORTE	*
Subestación	PDG - PEDREGAL	*
Circuito	04065 - MINTZITA	*
Instalación SAP	0810 - MORELIA, MICH	*

Fondos Permitidos
 A 17,019,050

Justificación

Características *

Justificación Técnica de la Obra *

Observaciones y/o Información de Interés

Firmas

Formuló *

Revisó *

Autorizó *

Figura 3.47 Aspectos generales del proyecto.

TÉCNICOS

En los aspectos técnicos de la segunda opción de solución se indica el tipo de presupuesto, el tipo de programa, y el tipo de asignación, se integran los dos registros contables que previamente se registraron, se señala el tipo de trabajo, y las fechas en que se va a programar el proyecto y su prioridad, como se observa en la figura 3.48.

4-3 Visor Web

...: Planeación / Inversiones / Presupuestos ... v220822

Presupuesto | Integración | Complementos | Ejecución | Reportes | Utilerias | Inicio | Salir

Presupuesto de Obra / Visualizar / Datos Técnicos

Generales | Técnicos | Metas | PEC y FEM | Material | Mano de Obra | Res ultados | Adicionales | Anexos

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE | 07 - ZONA MORELIA

Número Año

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un Workflow

Título *

Registro Contable

Presupuesto * Fondos Permitidos
A17,019,050
 Programa *
 Tipo de Asignación *

	Control	Fondo	C Control	Descripción	Obra	Status
<input checked="" type="checkbox"/>	G1120/2022	019	7	REEMPLAZO DE AISLAMIENTO DEL CIRCUITO FDG4065	---	--
<input type="checkbox"/>	R1120/2022	019	R	RETIRO DE LA OBRA G1120	---	--

Programas de Inversión

NOTA: Al cambiar el Número de Control A.I. las metas serán eliminadas y deberá volver a capturarlas ya que dependen de este número.

Número de Control A.I. * ?

Fechas

Inicio *
 Terminación *
 Entrada en Operación *

Integración al Presupuesto

Prioridad
 Incluir al presupuesto

Figura 3.48 Aspectos Técnicos del proyecto.

METAS

En las metas se indican la cantidad de aisladores que se van a cambiar y la tensión a la que trabaja el circuito en donde se van a instalar, como se observa en la figura 3.49.

4-3 Visor Web

...: Planeación / Inversiones / Presupuestos ...: v220822

Presupuesto Integración Complementos Ejecución Reportes Utilerias Inicio Salir

Presupuesto de Obra / Visualizar / Metas

Generales Técnicos **Metas** PEC y PEM Material Mano de Obra Resultados Adicionales Anexos

DF- DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Número 373 Año 2022

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un WorkFlow

Título * Cambio de aislamiento por problemas operativos, CTO, FDG-04065

Captura de metas y detalle de metas asociadas al presupuesto

- Característica que no aplica a la meta seleccionada.

Metas asociadas al presupuesto (1)									
Descripción	UM	Cantidad	Rel. Transf.	No. Circ.	Nivel Tension	Conductor	F	H	Estructura
CAMBIO DE AISLAMIENTO	PZ	300.00	--	--	13 kV	--	--	--	--

Figura 3.49 Metas del proyecto.

PEC y PEM

En PEC y PEM, se indica el número del proyecto y el número de la opción como se observa en la figura 3.50.

...: Planeación / Inversiones / Presupuestos ... v220822

Presupuesto Integración Complementos Ejecución Reportes Utilerias Inicio Salir

Presupuesto de Obra / Visualizar / Proyecto Elemental (PEC/PEM)

Generales Técnicos Metas PEC y FEM Material Mano de Obra Resultados Adicionales Anexos +

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Número 373 Año 2022 🔍

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un Workflow

Título * Cambio de aislamiento por problemas operativos, CTO. PDG-04065

📁 Proyectos Elementales Completos y Minimos

Proyecto

Número Año

162	2022	🔍 Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA
-----	------	--

Opción de solución

Número Año

2	2022	🔍 Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA
---	------	--

Grabar Proyecto / Opción de Solución

Figura 3.50 PEC y PEM del proyecto.

MATERIAL

En apartado indicamos todo el material que se va ocupar en el proyecto y para dar de alta el material se toma en consideración la ficha de apoyo de los proyectos PAM, tal como se observa en la figura 3.51.

... Planeación / Inversiones / Presupuestos ... v220822

Presupuesto Integración Complementos Ejecución Reportes Utilerias Inicio Salir

Presupuesto de Obra / Visualizar / Material

Generales Técnicos Metas PEC y FEM Material Mano de Obra Resultados Adicionales Anexos

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Número 373 Año 2022

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un Workflow

Título * Cambio de aislamiento por problemas operativos, CTO, FDG-04085

Material Incluido (2)

Control AT	TR	Código	Descripción	UM	Cant	Precio	Mod	Posí	CG	Cant Mod	Costo
G11202022	LP	0000741105	AISLADOR 13PCPG4	PZ	300.00	394.22	(S)	2116	3H	0.00	118,266.00
G11202022	LP	0000813545	ALAMBRE AS4	KG	60.00	100.28	(S)	2117	3G	0.00	6,016.80

Figura 3.51 Material del proyecto.

MANO DE OBRA

En la mano de obra se indicará el tiempo en horas y por jornada de los trabajos que se tiene que realizar, como se observa en la figura 3.52.

Planeación / Inversiones / Presupuestos ... v220822

Presupuesto Integración Complementos Ejecución Reportes Utilerias Inicio Salir

Presupuesto de Obra / Visualizar / Mano de Obra y Equipo

Generales Técnicos Metas PEC y PEM Material Mano de Obra Resultados Adicionales Anexos

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORBLIA

Número 370 Año 2022

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un Workflow

Título * Cambio de aislamiento por problemas operativos, CTO, PDG-04065

Mano de Obra CFE

Mano de Obra de CFE Incluida (1)							
Control	Tipo	Clase	Grupo	Horas	Costo/Hora	Importe	
G1120/2022	BASE	PERMANENTE	INGENIERO SUPERVISOR	10.00	40.00	400.00	

Equipo de Trabajo

Equipo de Trabajo Incluido (1)						
Control	Tipo	Grupo	Horas	Costo/Hora	Importe	
G1120/2022	TRANSPORTE	CAMIONETA PICK-UP	10.00	150.00	1,500.00	

Mano de Obra por Terceros

Mano de Obra de Terceros Incluida (1)							
Control	Tipo	Trabajo	UM	Posición Financiera	Cantidad	Precio	Costo
G1120/2022	C	1	PZ	3628	300.00	100.00	30,000.00

Figura 3.52 Mano de obra del proyecto.

RESULTADOS

En los resultados se indicará el valor del proyecto en pesos.

Y al momento de guardar el presupuesto el sistema nos arrojará un número de presupuesto en este caso es el **PO2: 373/2022**, como se muestra en la figura 3.53.

Presupuesto de Obra / Visualizar / Resultados (Costos)

Generales Técnicos Metas PEC y FEM Material Mano de Obra Resultados Adicionales Anexos

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Número 373 Año 2022

Este Presupuesto no puede ser modificado por que esta incluido en un WorkFlow

Título * Cambio de aislamiento por problemas operativos, CTO: PDG-04085

Costo Fletes 0,0

C.O.F	Descripción de concepto	Importe
10	MANO DE OBRA DE CAMPO	\$ 400.00
10	MANO DE OBRA DIRECTA PROYECTOS Y SUPERVISON	\$ 600.00
10	TOTAL SALARIOS	\$ 1,000.00
20	PRESTACIONES	\$ 724.00
90	SEGURIDAD SOCIAL	\$ 152.00
30	ADQUISICION DE MATERIALES NACIONALES	\$ 124,282.80
30	ADQUISICION DE MATERIALES IMPORTACION	\$ 0.00
A0	EQUIPO SERVICIO NACIONAL	\$ 0.00
B0	EQUIPO SERVICIO IMPORTACION	\$ 0.00
C0	EQUIPO INSTALACION NACIONAL	\$ 0.00
D0	EQUIPO INSTALACION IMPORTACION	\$ 0.00
30	MATERIALES EN ALMACEN	\$ 0.00
60 Y 70	GASTOS DE VEHICULOS Y GRUAS	\$ 1,600.00
E0	EDIFICIOS, TERRENOS Y SERVIDUMBRE	\$ 0.00
70	SERVICIOS DE TERCEROS	\$ 0.00
77	ESTIMACIONES ELECTROMECAICAS	\$ 30,000.00
78	ESTIMACIONES CIVILES	\$ 0.00
8X	FLETES Y MANOBRAS	\$ 0.00
70	OTROS GASTOS DIRECTOS	\$ 0.00
TOT	TOTAL AUTORIZADO	\$ 157,668.80
TOT	TOTAL MATERIALES EN ALMACEN	\$ 0.00
TOT	GASTOS DE EXPLOTACION	\$ 1,276.00
TOT	TOTAL EROGACION PRESUPUESTAL (CAJA)	\$ 156,382.80
8G	INDIRECTOS NACIONALES	\$ 6,306.35
8K	INDIRECTOS DIVISIONALES	\$ 4,729.78
8J	INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION	\$ 1,546.37
TOT	COSTO TOTAL DE LA OBRA	\$ 170,241.29
30	VALOR DE SALVAMENTO	\$ 0.00
TOT	TOTAL	\$ 170,241.29

Figura 3.53 Resultados de costos de la segunda opción.

Cuando se terminen de cargar los dos presupuestos, lo que se tiene que hacer es consultar el proyecto para eso entramos a **Proyecto elemental/ buscar**, como se muestra en la figura 3.54.

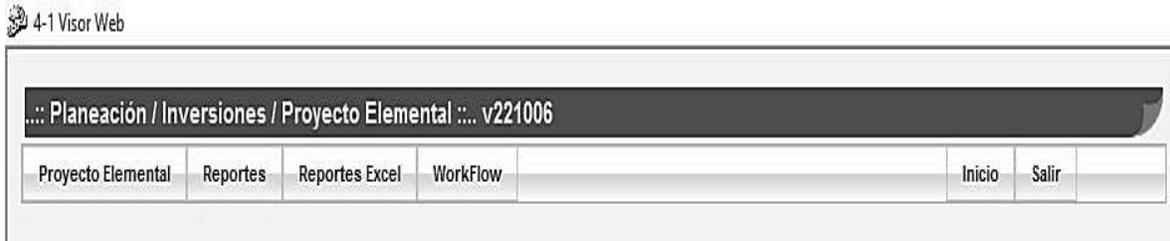


Figura 3.54 Buscar proyecto elemental.

Al ingresar, se aprecia el número del proyecto y el título que le dimos, ahora damos click en **Editar**, como se muestra en la figura 3.55.

The screenshot shows a table titled "Proyectos Filtrados (1-1 de 1)". The table has the following columns: "Numero Pec", "Titulo", "Costo PEC", and "Costo Presupuesto". There is also a small icon column on the right. Below the table, there are navigation arrows and an "Editar" button.

Numero Pec	Titulo	Costo PEC	Costo Presupuesto	
162/2022	Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA	\$ 131,750.44	\$ 120,736.80	

Figura 3.55 Número del proyecto y título del proyecto.

Ya dentro nos mostrará el proyecto, pero inicialmente nos mostrará el costo del presupuesto de las dos opciones solución, como se muestra en la figura 3.56.

Planeación / Inversiones / Proyecto Elemental ... v221012

Proyecto Elemental | Reportes | Reportes Excel | Workflow | Inicio | Salir

Proyecto Elemental / Visualizar / Proyecto

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE | 07 - ZONA MORELIA

Datos Generales

PROYECTO-162/2022 Este Proyecto no puede ser editado debido a que fue incluido en un Workflow.

Año Problemática: 2027

Diagnostico

Objetivo Estratégico: Mejorar la confiabilidad de las RGD

Area de Oportunidad: SAIFI [GRAL] > 0.94 y SAIFI [DESCARGAS ATMOSFERICAS] > 0

Elemento: Circuito

Subestación: PDG - PEDREGAL

Círculo: 04065 - MINTZITA

Justificación Técnica: Cambio de aislamiento en el circuito PDG 04065 para mejorar la continuidad de energía eléctrica. El proyecto corresponde al programa de mantenimiento de 2027 en cuestión de la confiabilidad de la RGD, procurando mejorar los indicadores internacionales (SAIFI, SAIDI, CAIDI) a nivel zona.

Diagnostico operativo - condición de los indicadores sin proyecto

Indicador Principal (1-1 de 1)					
Num.	Criterio	Indicador	Elemento	Valor	Unidad
1	Confiabilidad	SAFI	PDG - 04065 - MINTZITA	1.00	Interrupciones

Listado de opciones de solución

Opciones de solución incluidas (1-2 de 2)

Opción solución	Título	Costo	VAN miles \$	TIR	IR	C/E PT (\$/kWh)	C/E PNT (\$/kWh)	C/E ENS (\$/kWh)	CAE miles \$
1	Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA	\$ 131,750.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.86
2	Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA	\$ 170,241.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.07

Regresar | Guardar | Eliminar | Workflow | FTD

Figura 3.56 Resumen de costos del proyecto.

Ahora entramos a editar las dos opciones e ingresamos a la pestaña de evaluación. Evaluamos y aceptamos guardar la evaluación en cada una de las dos opciones, como se muestra en las figuras 3.57 y 3.58.

Opción 1



Figura 3.57 Evaluación de la primera opción.

Opción 2



Figura 3.58 Evaluación de la segunda opción.

Guardamos **PEM**, en las dos opciones, volvemos a guardar el proyecto, y el sistema nos arrojará la opción más rentable para este proyecto. En este proyecto la opción más rentable es la opción solución 1.

Como se muestra en la figura 3.59 Solución más rentable para el proyecto.

Proyecto Elemental / Visualizar / Proyecto

DF - DIVISION CENTRO OCCIDENTE 07 - ZONA MORELIA

Datos Generales

PROYECTO-162/2022 Este Proyecto no puede ser editado debido a que fue incluido en un Workflow.

Año Problemática 2027

Diagnostico

Objetivo Estratégico Mejorar la confiabilidad de las RGD

Area de Oportunidad SAIFI [GRAL] > 0.94 y SAIFI [DESCARGAS ATMOSFERICAS] > 0

Elemento Circuito

Subestación PDG - PEDREGAL

Circuito 04065 - MBNTZITA

Justificación Técnica Cambio de aislamiento en el circuito PDG 04065 para mejorar la continuidad de energía eléctrica. El proyecto corresponde al programa de mantenimiento de 2027 en cuestión de la confiabilidad de la RGD, procurando mejorar los indicadores internacionales (SAIFI, SAIDI, CAIDI) a nivel zona.

Diagnostico operativo - condición de los indicadores sin proyecto

Indicador Principal (1-1 de 1)					
Num.	Criterio	Indicador	Elemento	Valor	Unidad
1	Confiabilidad	SAIFI	PDG - 04065 - MBNTZITA	1.06	Interrupciones

Listado de opciones de solución

Opciones de solución Incluidas (1-2 de 2)

Opción solución	Título	Costo	VAN miles \$	TIR	IR	C/E PT (\$/kWh)	C/E PNT (\$/kWh)	C/E ENS (\$/kWh)	CAE miles \$
1	Cambio de aislamiento, CTD. PDG-04065 MBNTZITA	\$ 131,750.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.86

Regresar Guardar Eliminar Workflow FTD

Figura 3.59 Solución más rentable para el proyecto.

- Cuando ya se realizó lo anterior procedemos a descargar la FTD, del proyecto, dando click en la pestaña **FTD/Generar FTD**, y descargamos la FTD, para posteriormente a completarla con la información que nos sea requerida.

La información que requerimos indicar en la FTD es:

- El diagnóstico del circuito en formato D-1.
- El diagrama unifilar del estado actual del circuito.
- El diagrama geográfico del estado actual del circuito.
- El diagrama unifilar del circuito donde se indique en dónde se realizará el proyecto.

- El diagrama geográfico del circuito donde se indique en donde se realizará el proyecto.
- Fotos de evidencia.
- Indicar quién elaboró, revisó y autorizó.

Como se muestra en las figuras 3.60, 3.61, 3. 62 y 3.63.

No. Proyecto: 162 / 2022

HOMBRE DEL PROYECTO
Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA

Año de entrada en operación del proyecto: 2027

Característica del proyecto
 a) sustitución de 300 aisladores 13.2 kV-PD

Objetivo del proyecto:
 Mejorar la confiabilidad de las RGD

Área de Oportunidad
 SAIFI [ORAL] > 0.94 y SAIFI [DESCARGAS ATMOSFERICAS] > 0

Elemento	Indicador	Unidad	Valor sin proyecto	Área de oportunidad
PDG - 04065 - MINTZITA	SAIFI	Interrupciones	1.39	0

Justificación técnica:
 Cambio de aislamiento en el circuito PDG 04065 para mejorar la continuidad de energía eléctrica. El proyecto corresponde al programa de mantenimiento de 2027 en cuestión de la confiabilidad de la RGD, procurando mejorar los indicadores internacionales (SAIFI, SADI, CADI) a nivel zona.

Formato Diagnóstico D1 PDG04065

No. Proyecto: 162 / 2022

PDG-4065

Diagrama Unifilar de la Condición Actual

Diagrama Geográfico de la Condición Actual

Opciones de solución evaluadas

Opción	Solución	Descripción Corta
1	Cambio de 285m kVib, CTO. PDG-04065 MINTZITA	Cambio de 285m kVib en el circuito PDG 04065 300 piezas tipo PD
2	Cambio de 285m kVib, CTO. PDG-04065 MINTZITA	Cambio de 285m kVib 285m en el circuito PDG 04065 300 piezas tipo PD

OPCIÓN DE SOLUCIÓN 1
 Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA

Descripción corta
 Cambio de aislamiento en el circuito PDG-04065 300 piezas tipo PD

Características:
 a) sustitución de 300 aisladores 13.2kV-PD

Alcance de la opción de solución:
 a) Cambiar el aislamiento por tipo PD o hule silicona a nivel circuito

Metas físicas:

Descripción	Cantidad	Unidad
CAMBIO DE AISLAMIENTO	300	PZ

Diagrama eléctrico o esquemático.

PDG-4065

Diagrama unifilar de la condición con proyecto

Diagrama geográfico.

Diagrama geográfico de la condición con proyecto

Figura 3.60 Ficha técnica descriptiva-1.

No. Proyecto: 162 / 2022



Aisladores dañados u obsoletos

Impacto en el indicador con proyecto

Elemento	Indicador	Unidad	Valor sin proyecto	Valor con proyecto	Beneficio
PDG-04065 - MINTZITA	SAFI	Interrupciones	1.08	0.86	0.22

Dashboard operativo - condición de los indicadores con proyecto

Num.	Criterio	Indicador	Elemento	Sin proyecto	Con proyecto	Beneficio	Unidad
1	Confiable	SAFI	PDG-04065 - MINTZITA	1.08	0.86	0.22	Interrupciones

Costo de la inversión.

PO	Título	Actividad / Equipo	Monto de Obra	Indicador	Salvamento	Total
370/2022	Cambio de aislamiento por problema de operador.	85 636.00	34 622.76	8 540.89	0.00	131 760.44
TOTAL						131 760.44

Listado de Materiales

No.	Código	Descripción	UM	Cant	P.U.	Costo Total
-----	--------	-------------	----	------	------	-------------

No.	Código	Descripción	UM	Cant	P.U.	Costo Total
6	0.0	1.32	1.32	0.86	137.14	
7	0.0	1.32	1.32	0.59	137.73	
8	0.0	1.32	1.32	0.53	138.26	
9	0.0	1.32	1.32	0.47	138.73	
10	0.0	1.32	1.32	0.42	139.15	
11	0.0	1.32	1.32	0.37	139.52	
12	0.0	1.32	1.32	0.33	139.88	
13	0.0	1.32	1.32	0.3	140.15	
14	0.0	1.32	1.32	0.26	140.42	
15	0.0	1.32	1.32	0.24	140.65	
16	0.0	1.32	1.32	0.21	140.88	
17	0.0	1.32	1.32	0.19	141.05	
18	0.0	1.32	1.32	0.17	141.22	
19	0.0	1.32	1.32	0.15	141.37	
20	0.0	1.32	1.32	0.13	141.5	
21	0.0	1.32	1.32	0.12	141.62	
22	0.0	1.32	1.32	0.11	141.72	
23	0.0	1.32	1.32	0.09	141.82	
24	0.0	1.32	1.32	0.08	141.9	
25	0.0	1.32	1.32	0.07	141.98	
26	0.0	1.32	1.32	0.07	142.04	
27	0.0	1.32	1.32	0.06	142.1	
28	0.0	1.32	1.32	0.05	142.16	
29	0.0	1.32	1.32	0.05	142.2	
30	0.0	1.32	1.32	0.04	142.25	

No. Proyecto: 162 / 2022

1	00001003	ABSLADOR 13KV PDG4	PZ	300	275.4	82 630.00
2	00003645	ALAMBRE #64	KG	60	100.26	6 016.80

Dictamen de viabilidad constructiva

Se cuenta con viabilidad para la ejecución del proyecto

Resultados de la evaluación económica de la opción de solución:

Evaluación económica de proyectos de inversión

Tipo de Evaluación	Costo Mínimo CAE
Año de las variables	2022
División de Distribución	DIVISION CENTRO OCCIDENTE
Número de proyecto	162/2022
Número de opción de solución	1
Inversión (miles de \$)	131.75

Resultados de costos y beneficios al primer año

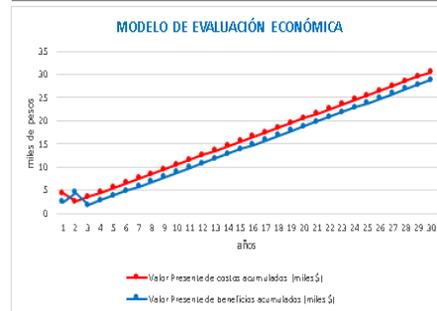
	KWh/año	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)
Operación y mantenimiento		0	
Total		0	

Indicadores económicos de la evaluación económica de CFE al año 30

CAE	miles de \$	17.86
-----	-------------	-------

PERIODO	Costo de la inversión inicial (miles \$)	Costos de Operación y Mantenimiento (miles \$)	Costos totales (miles \$)	Valor presente de Costos (miles \$)	Valor presente de Costos acumulados (miles \$)
0	131.75	0.0	131.75	131.75	131.75
1	0.0	1.32	1.32	1.17	132.93
2	0.0	1.32	1.32	1.05	133.97
3	0.0	1.32	1.32	0.93	134.91
4	0.0	1.32	1.32	0.83	135.74
5	0.0	1.32	1.32	0.74	136.48

No. Proyecto: 162 / 2022



OPCIÓN DE SOLUCIÓN 2

Cambio de aislamiento, CTO. PDG-04065 MINTZITA

Descripción corta

Cambio de aislamiento dañado en circuito PDG-04065 300 pzas tipo PC

Características:

a) sustitución de 300 aisladores 13.2KV - PC

Alcance de la opción de solución:

a) Cambiar el aislamiento por tipo PC o hule silicon a nivel circuito

Metas físicas:

Descripción	Cantidad	Unidad
CAMBIO DE AISLAMIENTO	300	PZ

Figura 3.61 Ficha técnica descriptiva-2.

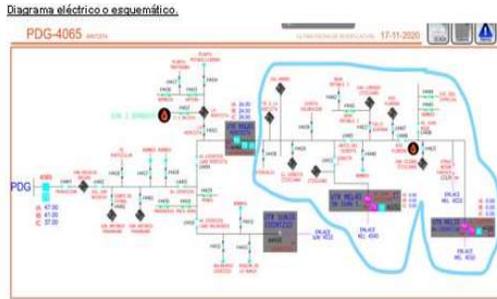


Diagrama unifilar de la condición con proyecto

Diagrama geográfico



Diagrama geográfico de la condición con proyecto



Aisladores dañados u obsoletos

Impacto en el indicador con proyecto

Beneficio	Indicador	Unidad	Valor sin proyecto	Valor con proyecto	Beneficio
PDG-DA05 - MINTZITA	SAFI	litros/por hora	1.00	0.01	0.27

Diagnostico operativo - condición de los indicadores con proyecto

Num.	Criterio	Indicador	Elemento	Sin proyecto	Con proyecto	Beneficio	Unidad
1	Continuidad	SAFI	PDG-DA05 - MINTZITA	1.00	0.01	0.27	litros/hora

Costo de la inversión

PO	Título	Material 7 Estable	Mano de Oera	Indicador	Salvamento	Total
3732022	Cambio de aislador por problemas operativos, CTO, PDG-DA05	124,262.00	34,922.36	11,006.11	0.00	170,241.29
TOTAL						170,241.29

Listado de Materiales

No.	Código	Descripción	UM	Cant.	P.U.	Costo Total
1	00004105	ASLADOR 13PCPS4	PZ	300	364.22	109,266.00
2	000013645	ALAMBRE #54	KG	66	500.36	3,302.36

No. Proyecto: 162 / 2022

--	--	--	--	--	--

Dictamen de viabilidad constructiva

Se cuenta con viabilidad para la ejecución del proyecto

Resultados de la evaluación económica de la opción de solución:

Evaluación económica de proyectos de inversión

Tipo de Evaluación: Costo Mínimo CAE
 Año de las variables: 2022
 División de Distribución: DIVISION CENTRO OCCIDENTE
 Número de proyecto: 162/2022
 Número de opción de solución: 2
 Inversión (miles de \$): 170.24

Resultados de costos y beneficios al primer año

	kWh/año	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)
Operación y mantenimiento	0	0	0
Total	0	0	0

Indicadores económicos de la evaluación económica de CFE al año 30

CAE	miles de \$
	23.07

PERIODO	Costo de la inversión inicial (miles \$)	Costos de Operación y Mantenimiento (miles \$)	Costos totales (miles \$)	Valor presente de Costos (miles \$)	Valor presente de Costos acumulados (miles \$)
0	170.24	0.0	170.24	170.24	170.24
1	0.0	1.7	1.7	1.52	171.76
2	0.0	1.7	1.7	1.35	173.11
3	0.0	1.7	1.7	1.21	174.32
4	0.0	1.7	1.7	1.08	175.4
5	0.0	1.7	1.7	0.96	176.36
6	0.0	1.7	1.7	0.86	177.21

No. Proyecto: 162 / 2022

--	--	--	--	--	--

7	0.0	1.7	1.7	0.76	177.97
8	0.0	1.7	1.7	0.68	178.65
9	0.0	1.7	1.7	0.61	179.28
10	0.0	1.7	1.7	0.54	179.8
11	0.0	1.7	1.7	0.48	180.28
12	0.0	1.7	1.7	0.43	180.71
13	0.0	1.7	1.7	0.38	181.1
14	0.0	1.7	1.7	0.34	181.44
15	0.0	1.7	1.7	0.3	181.74
16	0.0	1.7	1.7	0.27	182.02
17	0.0	1.7	1.7	0.24	182.26
18	0.0	1.7	1.7	0.22	182.47
19	0.0	1.7	1.7	0.19	182.67
20	0.0	1.7	1.7	0.17	182.84
21	0.0	1.7	1.7	0.15	182.99
22	0.0	1.7	1.7	0.14	183.13
23	0.0	1.7	1.7	0.12	183.25
24	0.0	1.7	1.7	0.11	183.36
25	0.0	1.7	1.7	0.1	183.46
26	0.0	1.7	1.7	0.09	183.54
27	0.0	1.7	1.7	0.08	183.62
28	0.0	1.7	1.7	0.07	183.69
29	0.0	1.7	1.7	0.06	183.75
30	0.0	1.7	1.7	0.05	183.8

CONCLUSIONES DE LA EVALUACION ECONOMICA:

NOM. Opción	Solución	Descripción Corta	IR	TIR (%)	VAN (Miles \$/año)	Costo / Eficacia PT (\$/kWh)	Costo / Eficacia PNT (\$/kWh)	Costo / Eficacia EN1 (\$/kWh)	CAE
1	Cb. PDG-DA05 MINTZITA, Cambio de aislador	Cambio de aislador en el circuito PDG-DA05 300 piezas tipo PD	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	17.86
2	Cb. PDG-DA05 MINTZITA, Cambio de aislador	Cambio de aislador en el circuito PDG-DA05 300 piezas tipo PC	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	23.07

Del análisis económico realizada a las opciones de solución, se determina que la opción número 1 presenta los mayores beneficios económicos, obteniéndose un valor actual neto (VAN) positivo a partir del año 1.5 y continuando así hasta el total de la vida útil del proyecto al año 30 de 0.0 miles \$, el valor de Índice de Rentabilidad (IR) en el año 30 es de 0.0, la TIR es 0.0 % y CAE 17.86 miles \$ por lo tanto se considera al proyecto viable económicamente.

Figura 3.62 Ficha técnica descriptva-3.

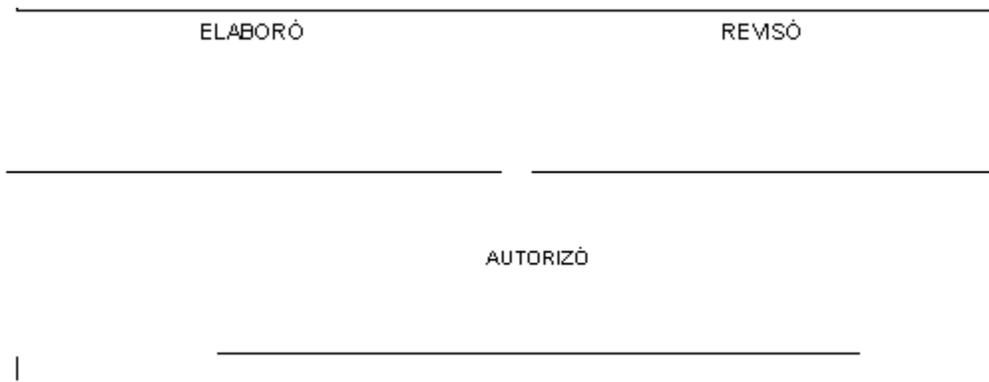


Figura 3.63 Ficha técnica descriptiva-4.

Al terminar de llenar la FTD, se procede a subirla al sistema SIAD, en la misma pestaña en donde la descargamos.

Ya cuando se terminó de subir la FTD, procedemos a darle **Workflow** al proyecto, en este paso se indica qué ingenieros van a revisar el proyecto, y lo autorizarán, en caso de que algún ingeniero no autorice el proyecto se le notificará a quien realizó el proyecto especificando las observaciones que se deben de corregir, para posteriormente se vuelva a subir al sistema y sea autorizado.

Capítulo 4 Operación de sistemas de distribución de energía eléctrica de media tensión

4.1 Introducción

El Jefe en Área de Distribución, supervisor de campo y/o persona que realice la función de líder de área es el responsable de coordinar, hacer la implantación y ejecución de los planes de emergencia para restaurar los servicios de energía eléctrica en el menor tiempo posible a los usuarios afectados, atendiendo las siguientes actividades: [10].

- Generación y atención de programa de mantenimiento de las RGD.
- Coordinación y atención de emergencias en las RGD.
- Modernización y actualización de las RGD.
- Acciones de calidad de la energía.
- Aplicación de programas correctivos para troncales repetitivas, ramales y sectores repetitivos.
- Desarrollo e implementación de mejores prácticas.
- Recepción de la infraestructura.
- Inspección de la RGD
- Gestión de Mantenimiento.
- Análisis del comportamiento operativo de las RGD.
- Normalizar el estado operativo de alerta y/o emergencia.

La operación de las RGD debe de cumplir con **Continuidad, Confiabilidad, y Calidad** [8].

- Continuidad: es la satisfacción de la demanda eléctrica de los usuarios finales con una frecuencia y duración de interrupciones menor a lo establecido en los criterios respectivos que emita la **CRE**.
- Continuidad: es la habilidad del **SEP** para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales bajo condiciones de suficiencia y seguridad de despacho conforme los criterios respectivos que emita la **CRE**.
- Calidad: es el grado en el que las características y condiciones del suministro eléctrico cumplen con los requerimientos técnicos determinados por la **CRE** con el fin de asegurar el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales.

Estas características se cumplen con ciertas actividades las cuales se dividen en criterios como se muestra en las tablas 4.1 y 4.2.

CONTINUIDAD.

Tabla 4.1 Actividades de continuidad.

Estratégicos		Tácticos	Operativos
SAIDI	SAIFI	Número de interrupciones. (NI)	Reemplazo de aislamiento.
			Reemplazo de apartarrayos.
			Poda de arboles
		Usuarios Promedio Afectados. (UPA)	Construcción de nuevos alimentadores.
			Instalación de EPROSEC con operación remota o automatismo.
			Verificar y actualizar la coordinación de protecciones.
	CAIDI	Tiempo Promedio de Restablecimiento. (TPR)	Guardias Operativas.
			Instalación y reubicación de EPROSEC.
			Asignación y atención oportuna de ordenes registradas en SICOSS.
			Planes de restablecimiento.

CALIDAD.

Tabla 4.2 Actividades de calidad.

Estratégico	Táctico	Operativos
Porcentaje de Cumplimiento al Factor de Potencia. (PCFP)	Disminuir la potencia reactiva de las RGD. (DPR)	Mantener en operación los bancos de capacitores cuando se requieran.
		Adquisición, instalación y operación de los bancos de capacitores para las RGD, fijos y automáticos.
Porcentaje de Cumplimiento de Variaciones de Tensión. (PCVT)	Posicionar óptimamente el cambiador de derivación. (POC)	Regular la tensión de operación en los nodos de alimentación.
		Instalar reguladores de voltaje en las RGD.
		Regular la tensión de operación en los transformadores de distribución,
Porcentaje de Desbalance de Corrientes entre fases.	Disminuir las Corrientes de las fases en las RGD.	Realizar balanceo de cargas en circuitos de distribución.

	(DCF)	Realizar estudio y análisis para la conexión de nuevos servicios en media tensión.
		Seguimiento del comportamiento del desbalance de corriente por circuito.

4.2 Equipos de operación y protección

La forma más simple de proteger a los sistemas contra las fallas de cortocircuito es mediante la utilización de elementos fusibles, los cuales tienen una función muy importante dentro del desarrollo de los sistemas de protección, pero a voltajes más elevados, los fusibles ya no cumplen adecuadamente todos los requerimientos para una adecuada protección. Debido a esto se procede a utilizar los transformadores de instrumento, los cuales desempeñan funciones muy importantes como el reducir las magnitudes tanto de corriente como de voltaje a valores manejables, y así poder usar equipos de medición y protección [11].

Los dispositivos de protección tienen la finalidad de mantener tanto la seguridad de los equipos e instalaciones, como de las personas que se encuentran en su entorno, garantizando la continuidad en el suministro de la energía eléctrica.

Un sistema de protección se establece bajo la premisa de la existencia de fallas o disturbios originados por agentes internos o externos al sistema, y su objetivo no es evitar tales fenómenos, sino minimizar sus efectos sobre el sistema.

La filosofía de las protecciones se define con la seguridad del equipo, continuidad del servicio, y la premisa de mantener una máxima seguridad del equipo con una máxima continuidad del servicio.

Por otro lado, las protecciones deben de tener características funcionales las cuales son:

- **Rapidez:** debe de ser lo suficientemente rápidas para evitar daños al equipo o disturbios al sistema.
El tiempo es un excelente criterio para descartar entre un problema real y uno falso, aplicando esta característica un dispositivo de protección de alta

velocidad indica que el tiempo usual de operación no excede los 50 milisegundos o 3 ciclos [11].

Las ventajas de la rapidez son: el reducir daños y evitar riesgos en personal o equipo, reducir el esfuerzo y fatiga en el equipo, reducir la ionización del ambiente, evitar la pérdida de la estabilidad del sistema.

- **Sensibilidad:** deben de ser capaces de detectar fallas de baja aportación de corriente.

Aspectos que afectan la sensibilidad: la carga, transitorios de alta frecuencia, corrientes de magnetización, fuentes de alimentación débil.

- **Selectividad:** deben ser capaces de detectar y desconectar solo la parte del sistema con falla. La selectividad se logra al establecer o definir las zonas de operación.

- **Confiabilidad:** implica dos aspectos: seguridad + dependabilidad.

La dependabilidad es el grado de certeza de que un relevador o sistema de relevadores opere correctamente cuando se requiera.

La seguridad es el grado de certeza de que un relevador o sistema de relevadores no opere incorrectamente o tenga la capacidad para evitar operaciones incorrectas en condiciones normales o para fallas fuera de su zona de operación designada (fallas externas).

- **Simplicidad:** un relevador debe ser tan simple y sencillo como sea posible para cumplir con su función. Esto quiere decir que el relevador no debe contener elementos innecesarios, ya que cada elemento adicional representa una fuente potencial de problemas, además de incrementar el tiempo de mantenimiento.

- **Economía:** tener máxima protección a un mínimo costo. Es muy deseable que el costo de los equipos de protección sea bajo, para obtener máxima protección con mínimo costo.

Sin embargo, un bajo costo inicial puede representar un mayor costo a largo plazo. Los costos por equipo de protección pueden parecer altos si se consideran aislados, pero si se comparan con los costos de los equipos primarios protegidos se puede ver la justificación.

Las zonas de protección establecen la cobertura de una protección. Se recomienda que al establecerlos se incluyan traslapes entre las mismas, a efecto de que ninguna porción del sistema quede sin proteger.

La definición de estas zonas es en su inicio por la ubicación física de la protección y su equipo de desconexión asociado, y en su final por el ajuste de la protección.

Protección Primaria

Son las primeras líneas de defensa de un elemento contra fallas y deben cumplir estrictamente con lo establecido en las características funcionales [11].

Protección de Respaldo

Es aquella que actúa cuando la protección primaria no lo hace por cualquier motivo (fallas, mantenimiento, maniobras, etc.). Frecuentemente adquiere las funciones de la protección primaria, cuando la sustituye por razones premeditadas, la operación original disminuye las características de selectividad y rapidez afectando los aspectos de seguridad del equipo y continuidad en el servicio.

Fallas Transitorias

Son aquellas donde la pérdida de aislamiento de los elementos del sistema sometidos a tensión eléctrica es momentánea; es decir, que se trata de aislamientos del tipo recuperable.

Algunos tipos de fallas transitorias incluyen contactos momentáneos con ramas de árboles, flameo por contaminación o arqueo del aislamiento por descargas atmosféricas, mezclándose. En este último caso, las ondas de la sobretensión de forma no sostenida con la corriente de frecuencia nominal.

Fallas Permanentes

Son aquellas donde la pérdida de aislamiento del elemento con fallo es permanente. Al tratarse tanto de aislamientos del tipo "no recuperable", como de aislamientos recuperables, en donde su capacidad dieléctrica es drásticamente reducida.

Las fallas permanentes son aquellas que requieren reparación, mantenimiento o reposición del equipo antes de que la tensión eléctrica pueda ser restablecida en el punto de falla. Su ocurrencia generalmente origina una pérdida irreversible del aislamiento cuando éste es del tipo no recuperable.

- **Fusible:** es un elemento de aleación metálica que por defecto térmico se funde al paso de una corriente eléctrica superior a un valor determinado. Un fusible debe de especificarse con base en la frecuencia de operación, la capacidad nominal de corriente y el voltaje nominal de operación. Además, se normalizan las capacidades de corriente más comunes de fabricación, que

actualmente son de 1, 2, 3, 5, 8, 15, 25, 40, 65, 100, 140 y 200 A, la figura 4.1 muestra el ejemplo de un fusible [11].



Figura 4.1 Fusible.

- **Restaurador:** Un restaurador es un dispositivo electromagnético, electrónico o microprocesado, habilitado para sensibilizar e interrumpir en determinado tiempo, sobrecorrientes en un circuito debido a la eventualidad de una falla, así como para hacer recierres automáticamente y reenergizar el circuito, en caso de seguir la falla vuelve abrir, y vuelve hacer recierre nuevamente. Esta secuencia de operación se puede llevar a cabo hasta cuatro veces ya que después se bloqueará. La secuencia realiza dos funciones importantes las cuales son:
 - Realiza una prueba en la línea para determinar si la condición de falla ya desapareció.
 - Discrimina las fallas temporales de las permanentes.

Independientemente de que efectúen las mismas funciones existen diferentes características de los restauradores, la cuales son:

1. Número de fases: en México en su mayoría el sistema de distribución es trifásico, por lo que solamente en los casos de distribución monofásica se usan restauradores monofásicos.
2. Medio interruptivo: que puede ser en aceite o en vacío.
3. Tipo de control: puede ser hidráulico o electrónico. El de tipo electrónico utiliza señales de TC provenientes de relevadores electrónicos, y en el caso de los hidráulicos existen varios tipos de disparo como el disparo en serie, el cual utiliza la energía electromecánica generada por la acción de la Sobrecorriente a través de una bobina (A), abriendo así los contactos del restaurador y cargando un resorte (S) al mismo tiempo, después de un tiempo predeterminado que usualmente es de 90 a 120 ciclos, liberando

posteriormente el resorte para cerrar el circuito, como se muestra en las figuras 4.2 y 4.3.

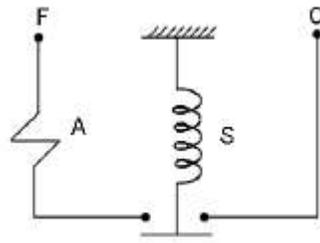


Figura 4.2 Control hidráulico.



Figura 4.3 Restaurador y su control.

Seccionalizador: es un dispositivo de características similares a las de un restaurador, ya que también a través de un control hidráulico o electrónico y TC, sensa la corriente de cortocircuito superior a la mínima preestablecida para actuar y contra el número de veces que se está interrumpiendo por un dispositivo de respaldo que por lo general es un restaurador. Después de una cantidad específica de recuentos el seccionador abre sus contactos.

Su principio de operación se basa en la activación de un pistón interno que levanta una varilla la cual acciona la barra de apertura de contactos previamente cargada al momento de un recierre. Si la falla es temporal, el pistón se repone lentamente a su posición original olvidando los recuentos, el tiempo de reposición para un seccionalizador hidráulico es aproximadamente un minuto por recuento. Después de que un seccionalizador queda abierto, cumpliendo la cantidad de recuentos seleccionada, se debe cerrar manualmente.

Los seccionalizadores con control electrónico efectúan el mismo trabajo sólo que a través de señales de TC. En la figura 4.4 se muestra un seccionalizador.



Figura 4.4 Seccionalizador.

- **Apartarrayos:** son aparatos que disminuyen las sobretensiones creadas en el sistema eléctrico por agentes exteriores e interiores como descargas atmosféricas y operación de interruptores. Los apartarrayos se encuentran conectados permanentemente en cada fase y cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud, descarga la corriente a tierra, por lo que la función del apartarrayo no es el eliminar las ondas de sobretensión, sino que limita su magnitud a valores que no sean perjudiciales para los demás sistemas conectados. En la figura 4.5 se muestra los apartarrayos.



Figura 4.5 Apartarrayos.

- **Relevador:** Los relevadores de protección son dispositivos que identifican condiciones anormales de operación del sistema. Estos son ajustados para operar bajo condiciones de falla, abriendo o cerrando contactos propios o de sus auxiliares, para desconectar automáticamente los interruptores asociados al equipo fallado. Los relevadores proporcionan una indicación de

su operación mediante banderas o señales, como se muestra en la figura 4.6.

Existen diferentes tipos de relevadores de protección y cada uno de ellos tiene el mismo objetivo, que es, proteger el sistema eléctrico de potencia contra daños por corto-circuito o cualquier otro transitorio que se presente minimizando los daños y logrando un restablecimiento inmediato [12].

- **Clasificación de relevadores:**
 - Por función.
 - Por señales de entrada.
 - Por principios de operación.
 - Por características de funcionamiento.

- **Clasificación por función:**
 - Relevadores de protección.
 - Relevadores de regulación.
 - De recierre y sincronización.
 - De monitoreo.

- **Clasificación por señales de entrada:**
 - De corriente. (50, 51, 87).
 - De voltaje. (27, 25, 59).
 - De potencia o impedancia (67W, 32P, 21).
 - De presión. (63P).
 - De frecuencia. (81).
 - De flujo. (63H).
 - De temperatura (49).

- **Clasificación por características de funcionamiento:**
 - Sobrecorriente instantánea.
 - Sobrecorriente de tiempo inverso.
 - Sobrecorriente direccional.
 - Distancia.
 - Diferencial.
 - Voltaje.
 - Potencia.
 - Onda viajera.
 - Comparación direccional.

- Comparación de fase.
- Alta o baja velocidad.
- Fase o tierra.

- **Relevadores de protección más utilizados**

- **50.-** Relevadores de sobrecorriente de operación instantánea: detecta un cambio súbito de la magnitud de corriente y produce una salida instantánea.
- **51.-** Relevadores de sobrecorriente de tiempo inverso: detecta cambios moderados en la magnitud de corriente, y su respuesta en tiempo es inversa a la magnitud de la corriente.
- **21/21N.-** Relevador de distancia: mediante la supervisión de la impedancia de una parte del sistema, detecta la presencia de fallas en determinada zona del mismo.
- **32.-** Relevador direccional de potencia: mediante la comparación de los ángulos entre dos magnitudes diferentes de la falla.
- **87.-** Relevador diferencial: comparando las magnitudes y dirección de las corrientes entre dos puntos del sistema, detecta fallas entre estos dos puntos.
- **67.-** Relevador direccional de sobrecorriente: es una combinación del 32 con el 50 o el 51 para detectar la dirección de las fallas.
- **32W.-** Relevador direccional de potencia: supervisa la dirección y la magnitud del flujo de potencia activa.
- **40.-** Relevador de pérdida de campo: supervisa y detecta la pérdida de excitación en los generadores.
- **79.-** Relevador de recierre: realiza el proceso de normalización de la parte del sistema que se ha desenergizado para librar una falla.
- **27.-** Relevador de bajo voltaje: supervisa y detecta cuando el voltaje ha rebasado el valor prefijado.
- **59.-** Relevador de sobre-voltaje: supervisa y detecta cuando el voltaje ha rebasado el valor prefijado.
- **81.-** Relevador de frecuencia: supervisa y detecta cuando la frecuencia del sistema ha cambiado de un valor predeterminado.
- **25.-** Relevador de verificación de sincronismo: supervisa y permite la sincronización de dos sistemas diferentes.

- **49.-** Relevador de temperatura: supervisa la temperatura de determinados equipos del sistema.
- **63.-** Relevador detector de gases: detecta la presencia de gases por descomposición del aceite en transformadores o reactores.
- **86.-** Relevador auxiliar de disparo sostenido: auxiliar de mayor capacidad de contactos que al operar queda sosteniendo disparos y bloqueos.
- **94.-** Relevador auxiliar de disparo: proporciona mayor capacidad de contactos, y a veces se usa como relevador de sello y con bandera.



Figura 4.6 Relevador de protección de la marca SEL.

Ejemplo de relevadores:

- SEL-411L, sistema de protección diferencial, automatización y control de línea avanzado: protección diferencial de corriente de línea. El SEL-411L ofrece protección diferencial de corriente de línea de subciclo monopolar y tripolar junto con protección de distancia de respaldo confiable para sus líneas de transmisión críticas. La tecnología patentada y generalizada de Alpha Plane combinada con la supervisión de sobrecorriente, la detección de fallas externas, la compensación de corriente de carga opcional y la lógica de detección de perturbaciones le permite al 87L funcionar con seguridad y sensibilidad excepcionales. El SEL-411L admite el intercambio de datos en una red serial o Ethernet dedicada para proporcionar protección diferencial de corriente de línea para las líneas de transmisión con hasta cuatro terminales, incluso con dos interruptores por terminal [13].

Protección de distancia confiable. El SEL-411L ofrece protección de distancia confiable con cinco zonas de elementos de distancia de fase y tierra. La lógica de sobrealcance transitorio del transformador de voltaje capacitivo de acoplamiento optimiza el rendimiento y mejora la seguridad del elemento de distancia de la Zona 1, como se muestra en la figura 4.7.

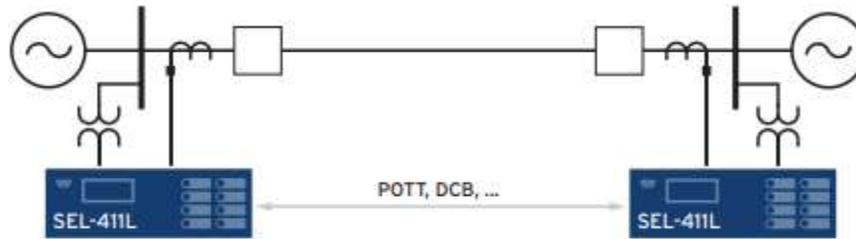


Figura 4.7 Protección de distancia confiable.

Localización de fallas por onda viajera: la localización de fallas por onda viajera opcional proporciona una mayor precisión y le permite enviar al personal de línea a la torre o tramo más cercano para abordar rápidamente el problema. Con los relojes GPS y el canal de comunicaciones incluidos en su sistema, el relevador calculará automáticamente la localización de la falla. Sin un canal de comunicaciones, de todas maneras, el relé mide y registra el evento de onda viajera. Con los datos de eventos de onda viajera, puede calcular una ubicación precisa de la falla de forma manual o con el software SEL-5601-2, como se muestra en la figura 4.8.

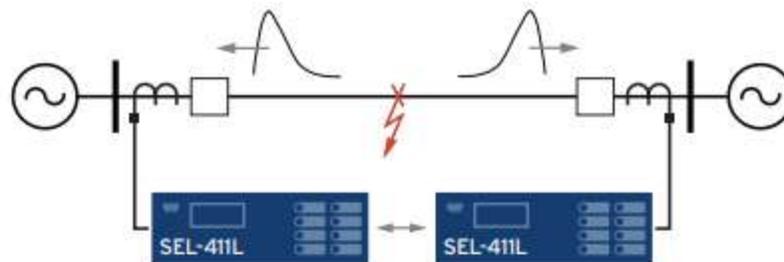


Figura 4.8 Localización de falla por onda viajera.

Comunicaciones basadas en Ethernet. Los puertos Ethernet le permiten comunicarse usando una variedad de protocolos, entre ellos, FTP, DNP3, MMS, PTPv2 e IEC 61850 edición 2. Mediante el uso de la conmutación por falla, el modo conmutado, se puede mejorar la fiabilidad de su sistema. Para la implementación de PTPv2, se deben usar los puertos 5A y 5B para el acceso de ingeniería y SCADA.

Comunicaciones Mirrored Bits. Esta tecnología comprobada en el campo brinda comunicaciones digitales bidireccionales simples y potentes entre los dispositivos. Las comunicaciones de Mirrored Bits pueden transmitir/recibir información entre relés aguas arriba y controles de restaurador aguas abajo para mejorar la coordinación y generar disparos más rápidos para fallas más abajo en el sistema, como se muestra en la figura 4.9.

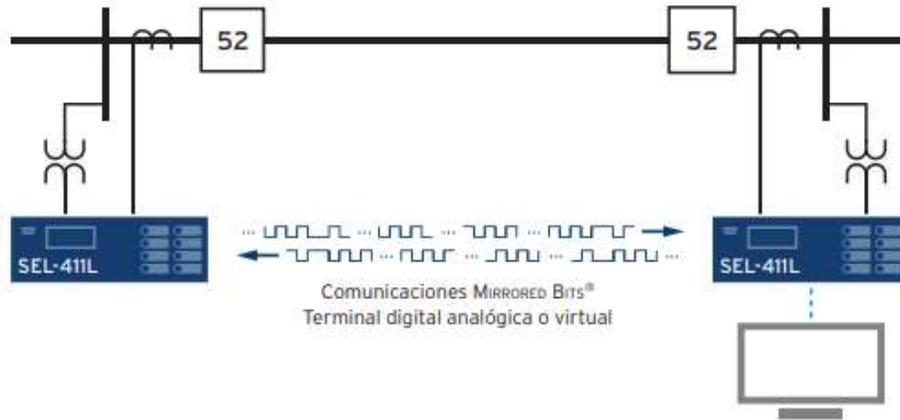


Figura 4.9 Comunicación Mirrored.

En las figuras 4.10 y 4.11, se muestra el relevador SEL-411L y sus puertos de conexión.



Figura 4.10 Relevador SEL-411L.

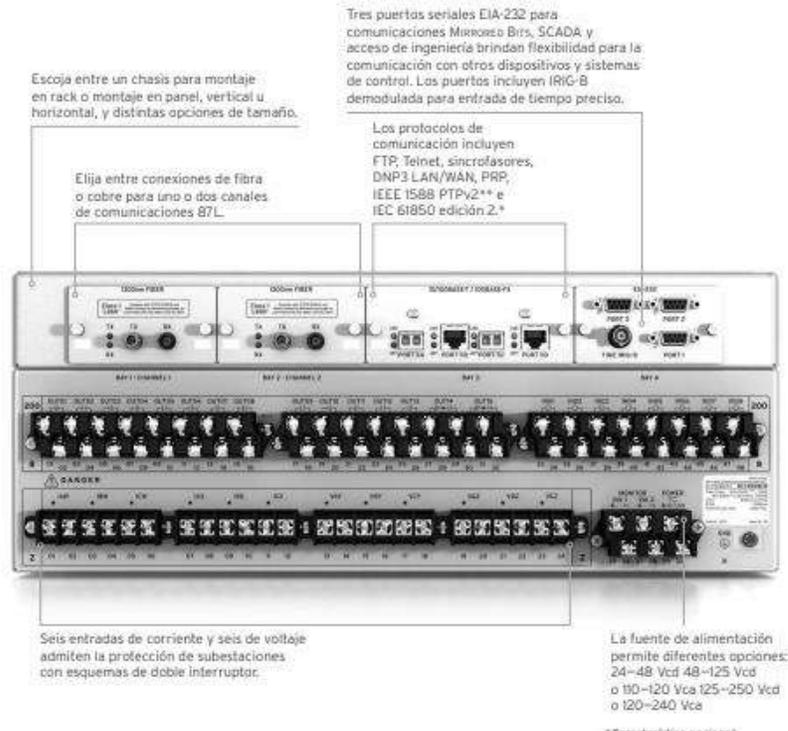


Figura 4.11 Puertos de conexión SEL-411L.

- SEL-487B Relé de protección diferencial para barras y falla de interruptor para protección diferencial. El SEL-487B incluye seis elementos diferenciales de corriente independientes y cada uno brinda lo siguiente: [14].
 - Tiempos de operación rápidos para todas las fallas de la barra colectora.
 - Seguridad para fallas externas con saturación severa de TCs.
 - Seguridad con la presencia de una corriente en descenso.
 - Alta sensibilidad frente a las fallas de las barras colectoras.
 - Retraso mínimo ante la evolución de las fallas de externas a internas.

Falla de Interruptor. El SEL-487B incluye una protección completa contra fallas de interruptor, incluidos redisparos para cada terminal. La falla de interruptor interna se determina mediante esquemas de protección previamente definidos que permiten diferentes tipos de señales de disparo y condiciones de flujo de corriente. Puede configurar cualquier terminal a la protección de falla de interruptor interno o externo; las entradas pueden proporcionar respuestas individuales o idénticas a cada condición de falla del interruptor.

Integración SEL-487B con redes de Ethernet. Se puede aplicar relés SEL-487B con Ethernet directamente a una red local a través de un procesador de comunicaciones SEL.

- Usa redes LAN/WAN DNP3 para enviar información de manera rápida a través de sus redes.
- Combina la tecnología IEC 61850 Edición 2, una red de Ethernet y el sistema de protección SEL-487B para un desempeño general más rápido de los relés de IEC 61850, para la automatización y control de la subestación.
- Simplifica el cableado y la instalación mediante la recepción de una señal de tiempo a través de redes Ethernet existentes. El protocolo de tiempo de red simple (SNTP) representa un buen respaldo para la sincronización de tiempo IRIG-B más precisa o se utiliza el protocolo de tiempo de precisión versión 2 (PTPv2) de alta precisión en lugar del IRIG-B.
- Admite la tolerancia a fallos de forma impecable para las comunicaciones Ethernet, lo que permite la redundancia de redes de comunicaciones mediante dos redes de área local (LANs) independientes pero idénticas.

En las figuras 4.12 y 4.13, se muestra el relevador SEL-487B y sus puertos de conexión.



Figura 4.12 Relevador SEL-487B.

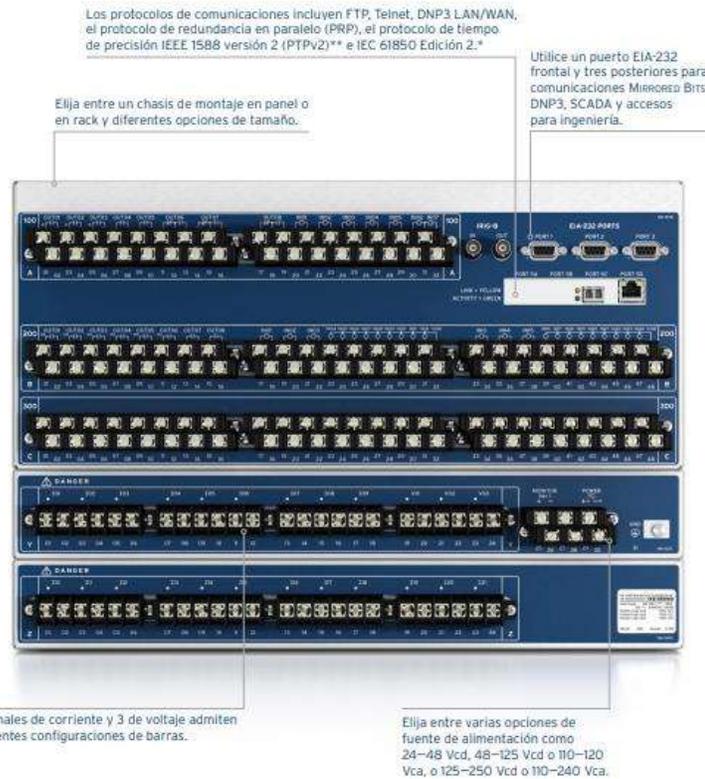


Figura 4.13 Puertos de conexión SEL-487B.

Cabe destacar que, así como se usan dispositivos de la marca SEL también son utilizados dispositivos de otras marcas reconocidas como SIEMENS, AREVA, ABB, entre otras más marcas.

4.3 Protocolos de comunicación de equipos de protección

El protocolo se define como las reglas para la transmisión de la información entre dos puntos. Un protocolo de red de comunicación de datos es un conjunto de reglas que gobierna el intercambio ordenado de datos dentro de la red [15].

Los elementos básicos de un protocolo de comunicaciones son: un conjunto de símbolos llamados conjunto de caracteres, un conjunto de reglas para la secuencia y sincronización de los mensajes construidos a partir del conjunto de caracteres y los procedimientos para determinar cuándo ha ocurrido un error en la transmisión y como corregir el error. El conjunto de caracteres se formará de un subconjunto con significado para las personas usualmente denominado como caracteres imprimibles y otro subconjunto que transmite información de control usualmente denominado caracteres de control.

- Norma IEC-61850: es el estándar internacional para la automatización de sistemas en una subestación. En él se define la comunicación entre los dispositivos dentro de la subestación, así como todo lo relacionado a requerimientos del sistema [16].

El estándar IEC 61850 define una nueva arquitectura para el diseño, integración y mantenimiento de equipo de protección, control y comunicación en subestaciones eléctricas.

De acuerdo con autor, el total de la norma se divide en 10 partes en las que se abordan aspectos relacionados con requerimientos generales del sistema, gestión de los proyectos de ingeniería y requerimientos de comunicaciones. A partir de ello, propone un Modelo de Datos sobre el cual describe las capacidades de los IEDS. Dicho modelo es descrito a través del Lenguaje para Descripción de Subestaciones (SCL). La funcionalidad estándar de una subestación es modelada a partir de los denominados Nodos Lógicos (LN) que a su vez se forman a partir de Common Data Classes y Common Data Attributes, siguiendo una abstracción a objetos. Junto con estos objetos, la norma define un conjunto de servicios en lo que se denomina Abstract Communication Service Interface (ACSI). Los apartados 8 y 9 de la norma explican cómo se mapean estos objetos y servicios en términos de protocolos

concretos, particularmente MMS, GOOSE y Sampled Value. El último apartado de la norma trata sobre las pruebas de conformidad que debe superar un equipo o una arquitectura para ser homologado según el estándar.

SCL

Describe un Lenguaje de Configuración de Subestación. Su objetivo es establecer un formato normalizado para el intercambio de configuraciones de cada componente del sistema, con el fin de lograr la interoperabilidad.

MMS

El estándar MMS (Manufacturing Message Specification), en español, Especificación de Mensajes de Fabricación, fue desarrollado específicamente para aplicaciones. Está especificado y sirve para el intercambio de datos en ambientes de producción.

Las redes de control utilizan el protocolo MMS y una pila reducida del modelo OSI con el protocolo TCP/IP en la capa de transporte/red, y Ethernet o RS-232C como medio físico. Esto significa que todo el manejo de la comunicación será el mismo, independientemente del tipo de red o dispositivos conectados. El protocolo define mensajes de comunicación transferidos entre controladores, así como entre la estación de ingeniería y el controlador.

GOOSE

La información crítica en tiempo, como los comandos de disparo de protección, es de máxima prioridad y, por lo tanto, requiere un medio rápido de comunicación. En entornos IEC 61850, los mensajes GOOSE (Generic Object-Oriented Substation Events o eventos de subestación genéricos orientados a objetos) son el mecanismo utilizado para distribuir información de estado. Se publican como mensajes de multidifusión sin estar dirigidos a ningún receptor en particular.

Esta información se distribuye en la red permitiendo que cualquier IED o unidad de prueba la utilice.

Este fue desarrollado con el objetivo de cumplir con todos los requerimientos de las diferentes funciones y aplicaciones presentes dentro de una subestación eléctrica como son:

- Protección.
- Control.
- Automatización.
- Medición.

- Monitoreo.

DNP3: es un protocolo diseñado específicamente para su uso en aplicaciones SCADA. Permite a las Unidades Centrales o MTU (Master Terminal Unit) obtener datos de las terminales remotas, RTU (Remote Terminal Unit) a través de comandos de control predefinidos. El protocolo no fue diseñado teniendo en cuenta mecanismos de seguridad, por tanto, carece de cualquier forma de autenticación o cifrado. Puede ir encapsulado sobre TCP/IP.

Una nueva versión del protocolo llamada DNP3Sec ha sido diseñada para incluir confidencialidad, integridad y autenticación sin mucho impacto en las implementaciones DNP3 ya existentes. Para su implementación sería necesario establecer, a semejanza de IPSec, directivas de seguridad que identifiquen algoritmos criptográficos y de autenticación, así como parámetros comunes para la comunicación entre aplicaciones [15].

4.4 Estándares de operación que cumple CFE

La confiabilidad de las RGD se encuentra definida en el artículo 3 de la LIE, y a partir de aquí tanto a nivel zona como a nivel área se debe analizar todas las problemáticas que se presentan dentro de las RGD, y emplear o implementar estrategias, acciones y mejores prácticas, que permitirán controlar o reducir los valores de los indicadores de continuidad operativas que son el **SAIDI**, **SAIFI** y **CAIDI**. Dichas acciones o estrategias se muestran en la Tabla 4.3 Indicadores de operación a cumplir [8].

Tabla 4.3 Indicadores de operación a cumplir.

Indicadores	Metas	Acciones y mejores practicas
SAIFI. SAIFI sin eventos: 0.94 interrupciones. SAIFI con eventos: 1.52 interrupciones.	Reducción del número de interrupciones. Reducción de usuarios afectados en las interrupciones.	ACCIONES. Reemplazo de aislamiento. Reemplazo de apartarrayos. Poda de árboles.
SAIDI.		

<p>SAIDI sin eventos: 50 minutos. SAIDI con eventos: 108 minutos.</p> <p>CAIDI.</p> <p>CAIDI sin eventos: 53 minutos. CAIDI con eventos: 70.93 minutos.</p>	<p>Reducción de la duración de las interrupciones.</p>	<p>Construcción de nuevos alimentadores.</p> <p>Instalación de EPROSEC con operación remota o automatismo.</p> <p>MEJORES PRACTICAS.</p> <p>Ordenamiento de ramales repetitivos: disminuir la probabilidad de falla y evitar que las fallas transitorias se conviertan en permanentes.</p> <p>Automatismo en la UCM: aprovechar la UCM y el EPROSEC para agilizar el restablecimiento de tramos con falla.</p>
--	--	--

Capítulo 5 Conclusiones

El objetivo principal de esta tesis es el dar una visión de las actividades que realiza un jefe de área de distribución o un ingeniero de distribución en el proceso de operación y mantenimiento dentro de la empresa Comisión Federal de Electricidad en la zona Morelia, así como también los programas que utiliza, y así aportar un documento de consulta y/o apoyo para todo aquel que deseen conocer este proceso.

Así pues, la aportación principal es la implementación de un manual, el cual describe dichas actividades. Su elaboración se basó en los conocimientos y experiencias transmitidas por un ingeniero de distribución de Comisión Federal de Electricidad, y posteriormente la experiencia obtenida de la práctica profesional.

En el tercer capítulo de esta tesis se desarrollan los diferentes tipos de mantenimiento que se pueden realizar en un sistema de distribución eléctrica, en los cuales se enlistan todos los pasos para su implementación, incluyendo los pasos para atender una alerta de emergencia o falla grave en el sistema, y a su vez se detallan los pasos para la construcción de un reporte de falla relevante, el cual tiene como objetivo la justificación de la interrupción del suministro eléctrico y la afectación de los usuarios provocado por una falla presentada.

Se incluyen los pasos para la realización de una inspección a un circuito de distribución en media tensión. De igual manera se detallan los pasos para su programación y su carga al Sistema Integral de Administración y Distribución, las cuales tienen como objetivo el identificar posibles anomalías dentro de las estructuras, dispositivos, equipos y elementos que conforman el circuito de distribución.

Igualmente se describen los pasos para la carga de proyectos de ampliación y modernización, en los cuales se indican los posibles cambios, reemplazos o implementación de equipos, dispositivos y/o elementos en el sistema que puedan poner en riesgo tanto la integridad de la estructura del sistema, como la seguridad tanto de transeúntes como del personal de Comisión Federal de Electricidad, así como la operatividad del sistema, pero también se puede agilizar la atención de fallas o alertas y así reducir el tiempo de las interrupciones.

Finalmente se indican y describen, los indicadores en mantenimiento que se deben de cumplir, así como las actividades para su cumplimiento.

La operatividad de un sistema eléctrico de distribución se presenta en el cuarto capítulo, en el cual se describen las actividades para mantener una operación sin fallas ni interrupciones, y así poder cumplir con ciertas características del suministro eléctrico como son la continuidad, confiabilidad y la calidad.

De igual manera se indican los equipos de operación y protección que están presentes dentro de un sistema de distribución, en los cuales se indican las características y requerimientos para la implementación de los sistemas de protecciones.

Se describen las funciones de los dispositivos y equipos de operación y protección como son los equipos de protección y los relevadores. De estos últimos se enlistan algunos que son usados y su descripción de funcionamiento, así como sus protocolos de comunicación.

Por último, se describen los protocolos de comunicación entre las protecciones, así como los indicadores de operación que se deben de cumplir con las actividades a realizar para su cumplimiento.

Bibliografía

- [1] J. D. J. Cervantes, Sistemas de distribución de energía eléctrica, México DF: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco., 1995.
- [2] Totalenergies, «Totalenergies,» [En línea]. Available: <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/pasado-y-presente-de-la-transmision-y-transporte-de-electricidad>.
- [3] G. Sites, «Red de distribución de la energía eléctrica,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/distribucionenergiaelectrica/red-de-distribucion-de-la-energia-electrica>.
- [4] S. D. ENERGIA, «PRODESEN 2019 - 2033,» [En línea]. Available: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475497/PRODESEN_V.pdf.
- [5] PREZI, «Clasificación de las redes de distribución de energía,» [En línea]. Available: <https://prezi.com/p/ttylkzcebaj-/clasificacion-de-las-redes-de-distribucion-de-energia/>.
- [6] Comisión Federal de Electricidad., «Construcción de sistemas subterráneos.,» [En línea]. Available: <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCSSUBT.pdf>.
- [7] Comisión Federal de Electricidad, Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo Capítulo 100 Distribución.
- [8] Comisión Federal de Electricidad, «Operación y Mantenimiento de las Redes Generales de Distribución».
- [9] «Ficha de proceso para las funciones de jefe de área de distribución».
- [10] Comisión Federal de Electricidad, «Instructivo de trabajo para la atención de las actividades en área de distribución».
- [11] Comisión Federal de Electricidad, «Manual de protecciones eléctricas».
- [12] Comisión Federal de Electricidad, «Principios de relevadores de protección».
- [13] SEL INC., «SEL-411L Sistema de protección automatización y control de diferencial de línea avanzado.,» [En línea]. Available: <https://selinc.com/api/download/8725/?lang=es>.
- [14] SEL INC., «SEL-487B Relé de protección diferencial para barra y falla en interruptor.,» [En línea]. Available: <https://selinc.com/api/download/2883/?lang=es>.
- [15] Comisión Federal de electricidad, «Protocolos de comunicaciones».
- [16] Comisión Federal de Electricidad, «Norma IEC - 61850».

[17] P. electrico, «Distribución de energía eléctrica,» [En línea]. Available:
<https://potenciaelectrico.es.tl/Distribuci%F3n-de-energ%EDa-el-e2-ctrica.htm>.