

Análisis de falla recurrente en transformadores de distribución

Carlos Mario Peláez Hoyos – Empresa de Energía del Quindío EDEQ

Sebastián Herrera – Empresa de Energía del Quindío EDEQ

Resumen

Los activos base para un sistema de distribución en nivel de tensión uno y dos (NT1 -NT2), son los transformadores de distribución, la falla de un transformador impacta la continuidad en la prestación del servicio de energía eléctrica, directamente en los indicadores de calidad y el recurso financiero de la compañía por la baja anticipada de activos, costos de reposición y energía no servida.

Desde enero de 2014 hasta diciembre de 2016 en la empresa de energía del Quindío fallaron, por diferentes causas, 290 transformadores en el sistema de distribución local, por tal razón se realizó un análisis falla recurrente, con base en tres herramientas aplicadas. **TAXONOMÍA:** se aplicó a 2.319 km de red de NT2, hasta nivel cinco de taxonomía: Tramos y segmentos, **CRITICIDAD:** criticidad de los tramos y segmentos bajo cinco objetos de impacto: Seguridad de las personas, Impacto al medio ambiente, Calidad en la prestación del servicio de energía eléctrica, Finanzas de la compañía e imagen corporativa, y **SISTEMAS DE INFORMACIÓN:** los códigos de reparaciones suministrados por mantenimiento de redes de los transformadores.

Con el análisis se encuentran patrones de falla para los transformadores, lo que permite generar soluciones abarcando de manera amplia un gran número de estos, tanto para los nuevos que se han instalado, como para los que pertenecen al mismo tramo o ramal de los que ya han fallado. Las técnicas seleccionadas más relevantes para mitigar las fallas son la instalación de: DPS de línea, sistemas de puesta a tierra, conductor semiaislado y apantallamientos.

El análisis de falla de estos eventos repetitivos demuestra que se pueden encontrar patrones de falla, siempre y cuando se tenga una taxonomía clara que permita relacionar varios criterios, la criticidad para conocer su caracterización y una información clara y de calidad de los sistemas de información. Lo que permite al operador de red generar soluciones, en pro de una mejora continua en la operación y mantenimiento de su sistema.

Esta metodología tiene beneficios económicos por aproximadamente \$176.400.000 COP anuales al optimizar los análisis que se hubiesen hecho por cada transformador que fallo, adicionalmente con las acciones planteadas se esperan beneficios en continuidad del servicio, y menor quema de transformadores por aproximadamente \$ 283.659.954 COP anuales.

1. INTRODUCCIÓN

Los activos base para un sistema de distribución en nivel de tensión uno y dos (NT1 -NT2) por la funcionalidad que tienen de suministrar energía a los usuarios finales, son los transformadores de distribución, una falla en uno de estos elementos repercute en la continuidad de la prestación del servicio de energía eléctrica, ocasiona impactos financieros importantes en la compañía por la baja anticipada de activos, genera costos de reposición no previstos, energía no servida además de las consecuencias ambientales y la seguridad de las personas , que pudieron haberse presentado durante el evento de falla en el transformador.

Partiendo de esta premisa, se realizó un seguimiento, desde enero de 2014 hasta diciembre de 2016, a los transformadores que han fallado por diferentes motivos, encontrando que de un total de 8.000 transformadores, 290 fallaron, por tal motivo se realizó un análisis falla recurrente en transformadores de distribución, con base en tres herramientas aplicadas a los activos de la compañía: Taxonomía, Criticidad y análisis de causa raíz.

1.1. OBJETIVO DEL ANÁLISIS

Analizar las fallas ocurridas en los transformadores de distribución de la compañía con el fin de tener herramientas que permitan minimizar el impacto que genera la falla de este tipo de activos en la prestación del servicio de energía eléctrica, como la mejorara de los indicadores de calidad y los costos por la baja anticipada de activos, la reposición y la energía no servida.

1.2. CONTEXTO OPERACIONAL

Los transformadores analizados son activos conectados a la red de distribución de 13,2 kV y 33 kV, ubicados en zonas urbanas y rurales, debido a las condiciones de alta vegetación y alto nivel ceráunico presentes en el Quindío, se presenta un número significativo de falla de estos transformadores. Algunas de las inferencias sobre este tipo de activos es que son antiguos a la luz de la vida regulatoria.

La solución a este tipo de eventos, en primera medida, es la reposición inmediata del activo y algunas mejoras en los sistemas de puestas a tierra, cambio de red de baja tensión abierta por red trenzada, ubicación optima de los DPS . Lo anterior con el fin de prevenir una posible recurrencia del evento.

En los Anexos **Tabla 13** se muestran los 17 circuitos que más aportaron a la quema de transformadores en EDEQ

1.3. CLASIFICACIÓN DEL EVENTO – IMPACTO REAL

- **Impacto en Personas: Mínimo.** No se han generado accidentes de trabajo asociados a la quema de transformadores de distribución, ni ningún riesgo para la comunidad, cuando se presentaron las fallas.
- **Impacto en Ambiente: Moderado.** Debido a la falla, algunos transformadores presentaron derrame de aceite total en su ubicación.
- **Impacto en Costo: Máxima** El costo total para la reparación de los eventos de falla ocurridos fue de \$644.580.000,00 aproximadamente. La valoración se realizó conforme a la ecuación de “Costo Total Anualizado de la Falla” (**Ecuación 1**).
- **Impacto en Reputación: Moderado** se ha comprometido la imagen de la

empresa debido a que las fallas han afectado en su mayor proporción las zonas turísticas del departamento del Quindío en temporadas de ocupación hotelera media y alta.

1.4. ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL EVENTO ANUALIZADO (CTF)

$$\begin{aligned} \text{Costo Total Final } (\$/\text{Año}) = \\ ((Cmo + Cm + Cs + Ca) \times (Ea)) \\ + ((Ip \times Tfs) \times (Ea)) \end{aligned}$$

Ecuación 1. Costo Total Anualizado de la Falla.

Donde:

- (Tfs) Tiempo fuera de servicio de cada falla = 18 Hr
- (Ea) No. de eventos en el año = 97 evento/año

Costos en materiales utilizados para corregir la falla (Transformador + Herrajes)	\$ 1.806.000 COP
Costos de mano de obra necesaria para corregir la falla	\$ 294.000 COP
Costos asociados a seguridad de las personas por efectos que se hayan generado por la falla	\$ 0 COP
Costos por daños ambientales	\$ 0 COP

Valor Total del Transformador Aéreo Trifásico urbano de 15 kVA monofásico	\$ 2.100.000 COP
---	------------------

- (Cm) Costos en materiales utilizados para corregir la falla = 1.806.000 COP
- (Cmo) Costos de mano de obra necesaria para corregir la falla = 294.000 COP

- (Cs) Costos asociados a seguridad de las personas por efectos que se hayan generado por la falla = 0
- (Ca) Costos por daños ambientales = 0
- (Ip) Impacto en energía no servida = 940/Hr COP

$$\text{CTF} = \text{COP } 205.341.728/\text{año}$$

- Calculo del Impacto en energía no servida (Ip) = USD 0.075/Hr

Consumo promedio mensual por transformador	4.368	kW/h
Precio del KW/h por distribución	\$ 155,00	COP
Costo de la energía anual no servida por la quema de transformadores	\$ 1.550.516,41	COP
Impacto en energía no servida	\$ 129.209,70	COP/h

HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DEL EVENTO

Se aplicaron tres herramientas a los sistemas de información de los activos de la compañía con el fin de generar prevenir la ocurrencia de nuevos eventos.

TAXONOMÍA:

La taxonomía es un modelo basado en la ISO 14224 y sus nueve niveles de jerarquía, de manera resumida se muestra los niveles 3, 4 y 5 asumidos para los circuitos de EDEQ,

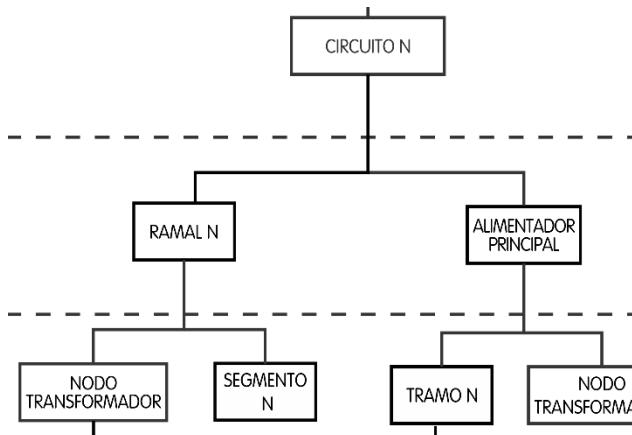


Figura 1. Taxonomía para circuitos [1]

Esta taxonomía se aplicó a 66 circuitos que en su totalidad son 2.319 km de red de NT2, hasta nivel cinco de taxonomía: Tramos, segmentos y transformadores, dando como un total de 2096 zonas (tramos y segmentos de red), la taxonomía facilita en gran medida muchos estudios que queramos hacer sobre la red, ya que cualquier circuito de una longitud muy grande, se pueden dividir en partes más pequeñas.

CRITICIDAD:

Se evalúa la criticidad de los 2096 tramos y segmentos que tiene EDEQ, bajo cinco objetos de impacto: Seguridad de las personas, Impacto al medio ambiente, Calidad en la prestación del servicio de energía eléctrica, Finanzas de la compañía E y imagen corporativa, la criticidad es una evaluación de riesgos, es decir la multiplicación de una frecuencia por una consecuencia.[1]

Es importante mencionar además los SISTEMAS DE INFORMACIÓN, ya que estos suministran los códigos de reparaciones para los transformadores que están en la red y fallan por alguna razón.

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

Es una metodología estructurada de análisis utilizada en la solución efectiva de problemas a través de la deducción, verificación e investigación de los incidentes que conducen a la identificación de las causas originales de la falla y la definición de soluciones que permiten prevenir la ocurrencia, la recurrencia del evento y/o mitigar o eliminar sus consecuencias, la herramienta utilizada en el análisis de causa raíz fue el árbol de falla [1]

En los anexos figura 2, se anexa el árbol de fallas.

VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Las hipótesis que se generaron del árbol de falla, se deben validar, por lo tanto el enfoque se centra en encontrar patrones que permitieran definir la causa raíz de la falla de los transformadores, todo esto se hace con el fin de facilitar el análisis dado que realizar 290 visitas a estos activos tiene una alta complejidad y exige una cantidad de recursos enorme, por lo tanto en primera medida se observó la relación de los circuitos que más aportaron en la quema de transformadores, ver **Tabla 2**, posteriormente se realizó el Pareto de las causas de diagnóstico, ver **Tabla 3**. Y en Anexos, en la **Tabla 13**, la correlación entre las dos.

CIRCUITOS	CANTIDAD
Pueblo Tapado	16
Génova	16
Rural Quimbaya	16
Pijao	15
Calarcá	11
Quebrada Negra	11
Paraíso	11
Córdoba	9
Filandia	9
La Tebaida	8
Baraya el Cuzco	8
La Siria	8
Padilla	7
La Primavera	7
Quimbaya 1	7
Salento	7
Circasia	7

Tabla 2. Pareto Circuitos

Para las causas de diagnóstico de la siguiente manera:

DIAGNÓSTICO DE LAS ORDENES DE TRABAJO	CANTIDAD
Conexiones flojas y/o líneas sulfatadas	2
Daño ocasionado por particulares	1
Descarga atmosférica	51
Empalme defectuoso	2
Falla del aislamiento	4
Fuga de aceite	1
Línea picada	1
Líneas destempladas	2
Material fatigado	78
Ramas o árboles en la línea	20
Sobrecarga	5
Vientos fuertes	6

Tabla 3. Pareto Diagnóstico



Figura 2. Causas de falla de transformadores quemados 2014-2016

El poder reunir el estudio de análisis de falla con el análisis de criticidad de redes nivel de taxonomía 5, adiciona criterios sobresalientes que permiten tener un mejor discernimiento en la búsqueda de la causa raíz.

El estudio de criticidad de redes nivel de taxonomía 5, entrega los siguientes resultados, mostrados en los anexos Tabla 4 y 5: Tabla 4. Característica de las zonas con transformadores quemados con diagnóstico “Descarga Atmosférica”

Tabla 5. Característica de las zonas con transformadores quemados con diagnóstico “Material Fatigado”

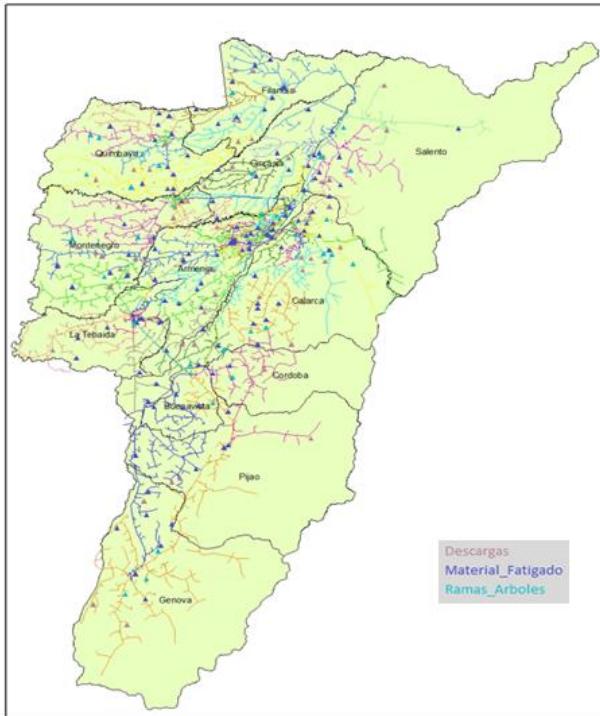


Figura 3. Mapa del SDL de EDEQ con los transformadores quemados por las causas de diagnóstico más sobresalientes

Tabla 6. Categorías de antigüedad CREG

En las tablas 4 y 5 de los anexos se relacionan las dos causas de reparación que más contribuyeron a las zonas donde se quemaron los transformadores, “Descarga Atmosférica” y “Material Fatigado”, con dos variables muy importantes el número de interrupciones por condiciones atmosféricas y fuerza mayor que presenta la zona, y para a los transformadores con causa con código de reparación: “diagnóstico Material fatigado”, la relación con los códigos de clasificación de edades según la CREG 019 en 1, 2, 3 y 4 (ver **Tabla 6**) con datos adicionales para las dos tablas, Nivel de Criticidad, la longitud de las zonas (ramaes o tramos), calibre promedio del conductor y la cantidad de transformadores quemados.

Se concluye que: para el código de reparación descarga atmosférica, son las zonas (tramos o segmentos) donde se presentan la mayor cantidad de aperturas por condiciones atmosféricas y fuerza mayor desde el centro de control y además para la código de reparación material fatigado la relación con la antigüedad de la red es clara, haciendo un análisis más detallado se evidenció que en 21,15 km de NT2 se quemaron 17 transformadores por descarga atmosférica y para 28.15 km se quemaron

29 transformadores por material fatigado encontrando una relación entre el síntoma de la zona y la causa de diagnóstico de falla de los transformadores.

Confirmando lo anterior, se muestran en los anexos las figuras 4, 5 y 6, que enseñan los códigos de apertura de cada zona e información general de ellas: la categoría de edad según la CREG 019, si la zona es ramal o troncal, longitud, elemento padre de la zona, nombre del circuito, calibre promedio de la zona, numero de transformadores totales de la zona y la causa de diagnóstico por la cual se quemó el transformador.

Categoría según la CREG 019			
IV	III	II	I
Entrada en operación mayor a 19 años	Entrada en operación entre 19 y 15 años	Entrada en operación entre 15 y 9 años	Entrada en operación menor a 8 años

Causas Raíces

Encontrado el patrón de falla de los transformadores, pasamos a darle solución a las hipótesis, a través de las causas latentes de la causa raíz.

HIPÓTESIS VERIFICADA: Material Fatigado	
(A) Causa Raíz Física	Envejecimiento del Aislamiento
(B) Causa Raíz Humana	Ausencia de rutina de inspección de Transformadores
(C) Causa Raíz Latente	Carencia de manuales de inspección y fortalecimiento del plan de reposición

HIPÓTESIS VERIFICADA: Descarga Atmosférica	
(A) Causa Raíz Física	Conexión a tierra inadecuada ("Daños y errores en uniones en el sistema de puesta a tierra y falta de diseño (Medición de la resistividad"
(B) Causa Raíz Humana	Inadecuados procedimientos de montaje y cálculo del sistema de puesta a tierra (SPT)
(C) Causa Raíz Latente	Carencia de manuales de instalación, medición del sistema de puesta a tierra de los transformadores

HIPÓTESIS VERIFICADA: Descarga Atmosférica	
(A) Causa Raíz Física	DPS inadecuados y mal ubicados
(B) Causa Raíz Humana	Inadecuados procedimientos de montaje de los DPS
(C) Causa Raíz Latente	Carencia de procedimientos para montajes de DPS, estudios de medición del nivel ceráunico del Quindío, ausencia de DPS de línea, conductor semiasislado y apantallamiento.

SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro del resumen de las técnicas seleccionadas más relevantes para mitigar las fallas son la instalación de: DPS de línea, sistemas de puesta a tierra, conductor semiasislado y apantallamientos.

Las siguientes recomendaciones fueron premisas para el plan de inversión EDEQ 2018 -2021, y el plan de mantenimiento para el año 2018, y se propusieron viabilizar las soluciones planteadas de la siguiente manera:

NOTA: En Anexos **Tabla 14** y **Tabla 15**, se presenta más en detalle las características constructivas de los proyectos, con las siguientes características más importantes, Nombre del proyecto, Observaciones, objetivo y Problemáticas.

Reposición en Media Tensión

Zonas	Media Tensión- Códigos de los Proyectos
938	017-938-RR
1213	135-1213-RR
1773	111-1773-RR

Tabla 7. Reposición de media tensión NT2– Plan de Inversiones 2018-2021

Reposición en baja Tensión

Zonas	Baja Tensión - Códigos del Proyectos por Zona	
938	228-CARQ0182-RR	228-CARQ0182-RR
929	255-CARQ0155-RR	255-CARQ0155-RR
1213	199-GERQ0158-RR	199-GERQ0158-RR
1678	204-QURQ0054-RR	204-QURQ0054-RR
1773	213-FIRN0394-RR	213-FIRN0394-RR
1218	194-BURP0071-RR	194-BURP0071-RR
1764	218-FIRQ0080-RR	218-FIRQ0080-RR
1813	224-QURQ0089-RR	224-QURQ0089-RR
1835	220-QURQ0327-RR	220-QURQ0327-RR
1953	189-SARQ0120-RR	189-SARQ0120-RR
496	184-ARUQ1583-RR	184-ARUQ1583-RR

**Tabla 8.1. Reposición de baja tensión
NT1– Plan de Inversiones 2018-2021**

Plan de Mantenimiento

Plan de Mantenimiento	
Zonas	Nivel de Tensión
577	NT1
534	
577	
1678	
929	
534	
1218	
1764	
1813	
1835	
1953	NT2
496	

**Tabla 9. Mantenimiento de baja Tensión
NT1 y Media Tensión NT2 – Plan de
Inversión**

Zonas	Baja Tensión - Códigos del Proyectos por Zona	
938	230-CARQ0184-RR	230-CARQ0184-RR
1213	201-GERQ0157-RR	201-GERQ0157-RR
1678	205-QURQ0049-RR	205-QURQ0049-RR
1773	214-FIRQ0078-RR	214-FIRQ0078-RR
1218	195-BURQ0060-RR	195-BURQ0060-RR
1764	218-FIRQ0080-RR	
1813	224-QURQ0089-RR	232-QURQ0092-RR
496	184-ARUQ1583-RR	185-ARUQ1586-RR

**Tabla 8.2. Reposición de baja tensión
NT1– Plan de Inversiones 2018-2021**

- Reposición de redes de baja tensión, red abierta por red trenzada, asociadas a los transformadores que han presentado quema repetitiva: Plan de Inversiones (36 km)
- Reposición y cambio de tecnología de redes de media tensión, aislamiento y sistema de puesta a tierra de zonas con diagnóstico de transformador quemado (Cod 024), árbol o rama sobre la línea (Cod 008) y material fatigado (Cod 014), que han sido diagnosticados con quema: Plan de Inversiones (100 km)
- Inclusión de rutina de revisión de sistemas de puesta a tierra y condición de DPS dentro del plan de mantenimiento preventivo, supuesto a hacerse en el segundo semestre del año (50 km – Correspondientes a la totalidad de red de

NT2 asociados a los transformadores diagnosticados por quema debido a vegetación y defecto en materiales)

#	HIPÓTESIS	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN / RECOMENDACIÓN
1	MATERIAL FATIGADO	Implementar rutinas de diagnóstico de mantenimiento para las zonas recurrentes en quema de transformadores, con el fin de observar si la quema de transformadores es por el deterioro de las acometidas, de los conductores de media tensión, de los apoyos, del aislamiento y demás activos asociados al transformador que puedan asociarse a material fatigado, y con esto generar un plan de reposición que solucione el problema.
2	DESCARGA ATMOSFÉRICA	Generar planes de revisión de sistemas de puesta a tierra, de ubicación óptima de DPS y de poda, en zonas con características de Código de Diagnóstico Descarga Atmosférica

Tabla 10. Soluciones/Recomendaciones

En la siguiente tabla se muestran los transformadores, que se presupuestan no van a fallar por la eliminación de las causas raíces, por la ejecución de los planes de inversión, con un beneficio económico para la empresa.

Zona Plan de Inversiones	Cantidad de Transformadores
938	10
1213	10
1773	14
929	5
1678	17
1218	10
1764	13
1813	9
1835	10
1953	12
496	14
Total, Transformadores	124
Beneficio Económico	\$ 262.498.704,05

Tabla 11. Beneficios análisis plan de inversiones 2018-2021

Nota: Calculo de costo evitado, haciendo uso de la **Ecuación 1**.

Y de igual manera los transformadores por el plan de mantenimiento.

Zona Plan de Mantenimiento	Cantidad de Transformadores
577	6
534	4
Total, Transformadores	10
Beneficio Económico	\$ 21.161.250

Tabla 12. Beneficios análisis plan de mantenimiento 2018-2021

Agradecimientos

Agradecimientos a la Dirección Gestión de Activos del grupo empresarial EPM, por la transferencia de conocimiento que han

realizado a las diferentes filiales del grupo empresarial, sin ellos no hubiera sido posible estos resultados.

Bibliografía

[1] Metodología de Análisis de falla, grupo empresarial EPM

Autores

Carlos Mario Peláez Hoyos: Ingeniero Electricista, Universidad Tecnológica de Pereira, Empresa de energía del Quindío EDEQ, Profesional en Formación Planeación de Infraestructura (2016 – 2017), Profesional

en Gestión de Activos (2017 - 2018) , carlos.pelaez@edeq.com.co, teléfono: 3147320108, Armenia Quindío Colombia.

Sebastián Herrera Aristizábal: Carlos Mario Peláez Hoyos: Ingeniero Electricista, Universidad Tecnológica de Pereira, Empresa de energía del Quindío EDEQ, Profesional en Formación Planeación de Infraestructura (2016 – 2017), Profesional en Gestión de Activos (2017-2018) , sebastian.herrera@edeq.com.co, teléfono: 3147320108, Armenia Quindío Colombia.

ANEXOS

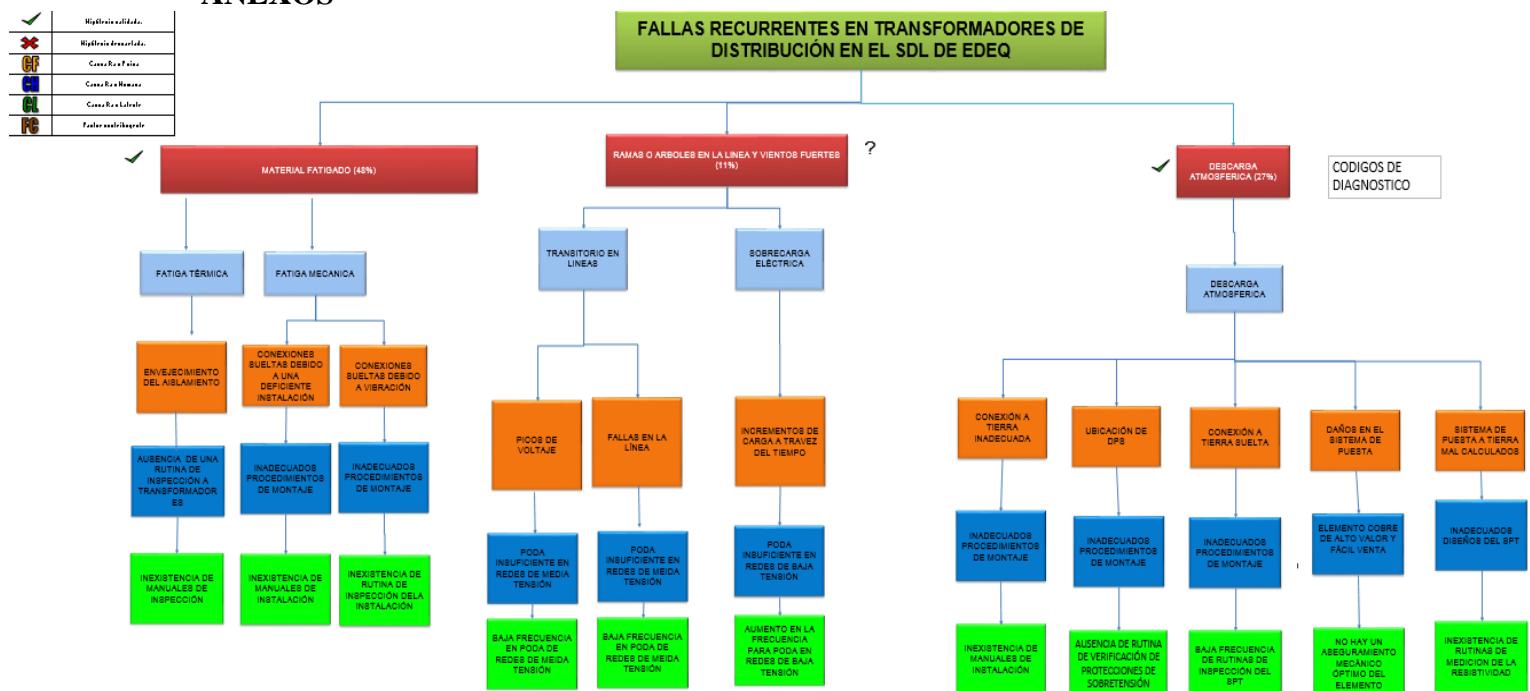


Figura 1. Árbol de Falla

ZONAS	NOMBRE DEL CIRCUITO	CRITICIDAD	CAUSA DIAGNÓSTICO	INTERRUPCIONES POR CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y FUERZA MAYOR [#]	LONGITUD DEL RAMAL [KM]	CALIBRE PROMEDIO DE ZONAS	TRANSFORMADORES QUEMADOS [#]
938	Calarcá	MUY ALTO	DESCARGA ATMOSFÉRICA	32	4,1248	ACSR 2	4
929	Calarcá	MUY ALTO	DESCARGA ATMOSFÉRICA	31	2,0994	ACSR 4	4
121 3	Pijao	MUY ALTO	DESCARGA ATMOSFÉRICA	29	5,7584	ACSR 4	3
577	Pueblo Tapao	ALTO	DESCARGA ATMOSFÉRICA	20	4,0813	ACSR 1/0	3
167 8	Rural Quimbaya	ALTO	DESCARGA ATMOSFÉRICA	9	5,0885	ACSR 2	3
TOTAL				121	21,1524		17

**Tabla 4. Característica de las zonas con transformadores quemados con diagnóstico
“Descarga Atmosférica”**

ZONAS	NOMBRE DEL CIRCUITO	CRITICIDAD	CAUSA DIAGNÓSTICO	CATEGORÍA DE EDAD CREG 019	LONGITUD DEL RAMAL [KM]	CALIBRE PROMEDIO DE ZONAS	TRANSFORMADORES QUEMADOS [#]
1773	Paraíso	MUY ALTO	MATERIAL FATIGADO	IV	7,1313	ACSR 2	5
534	Pueblo Tapao	MEDIO	MATERIAL FATIGADO	IV	1,4048	ACSR 4	3
1218	Génova	BAJO	MATERIAL FATIGADO	IV	3,7326	ACSR 4	3
1764	Paraíso	ALTO	MATERIAL FATIGADO	IV	4,5601	ACSR 2	3
1813	Quimbaya 1	BAJO	MATERIAL FATIGADO	IV	2,7121	ACSR 2	4
1835	La Mesa	MUY ALTO	MATERIAL FATIGADO	IV	4,3264	ACSR 2/0	3
1953	Circasia	MEDIO	MATERIAL FATIGADO	IV	3,2733	ACSR 2	4
496	Ciudad Dorada	ALTO	MATERIAL FATIGADO	III	1,0127	ACSR 1/0	4
TOTAL				28,1533			29

**Tabla 5. Característica de las zonas con transformadores quemados con diagnóstico
“Material Fatigado”**

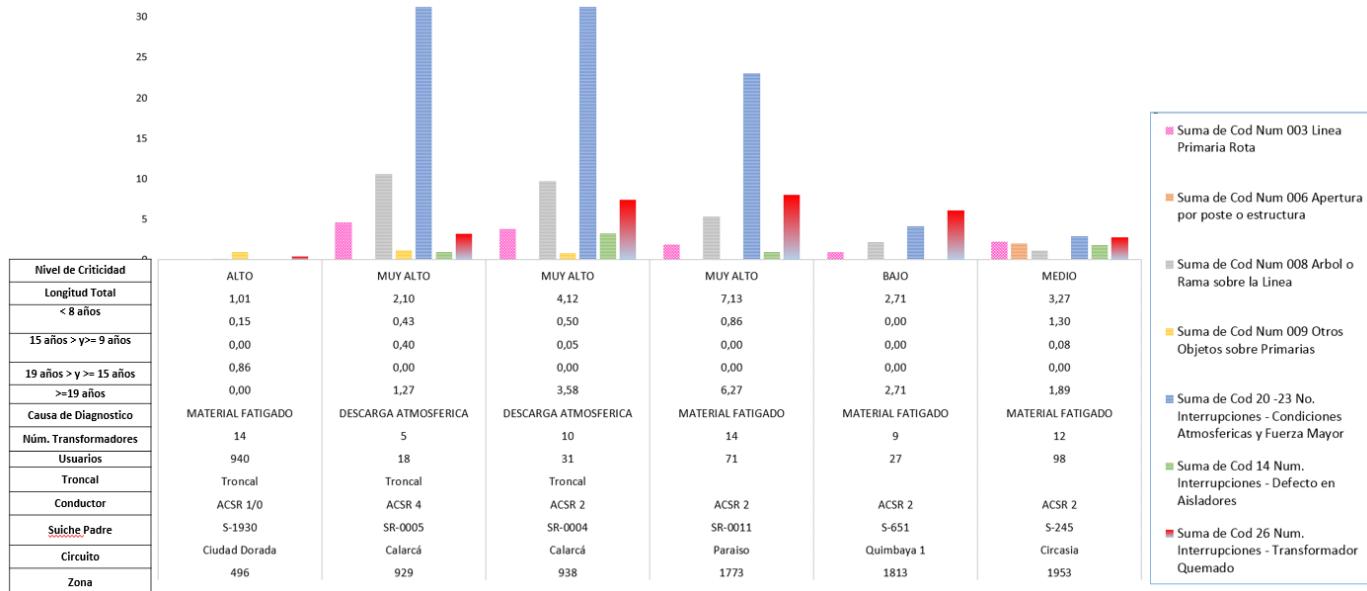


Figura 4. Transformadores Quemados y Criticidad de redes- Zonas con 4 y 5 transformadores quemados

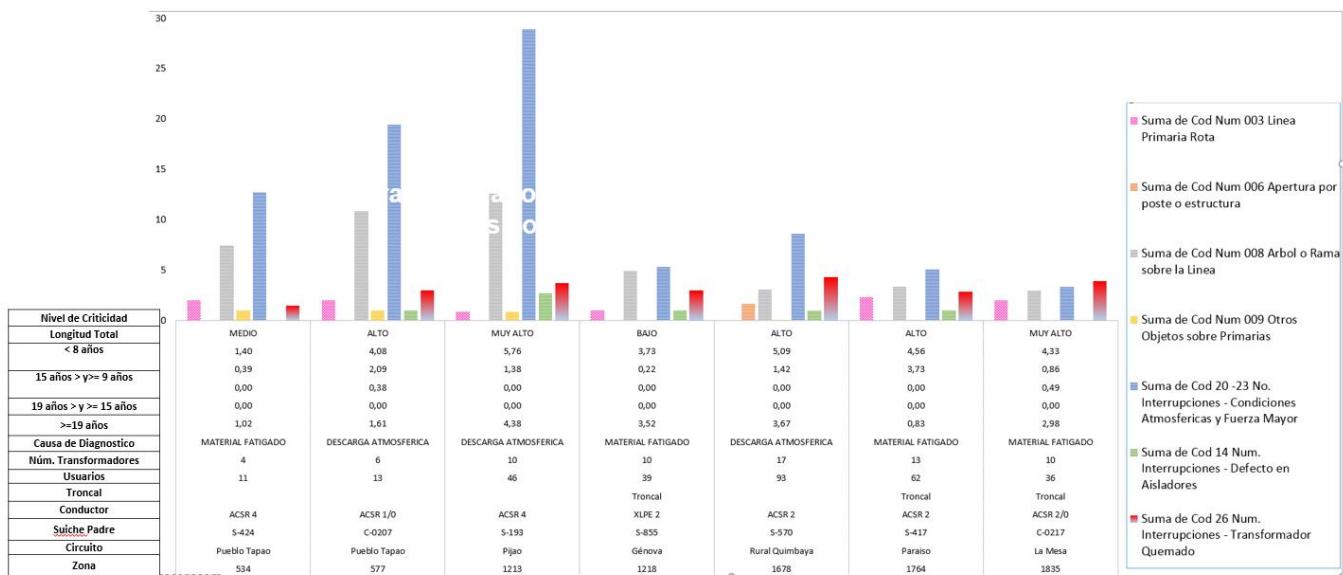


Figura 5. Transformadores Quemados y Criticidad de redes- Zonas con 3 transformadores quemados



Figura 6. Zonas con 2 transformadores quemados y Criticidad Muy Alta

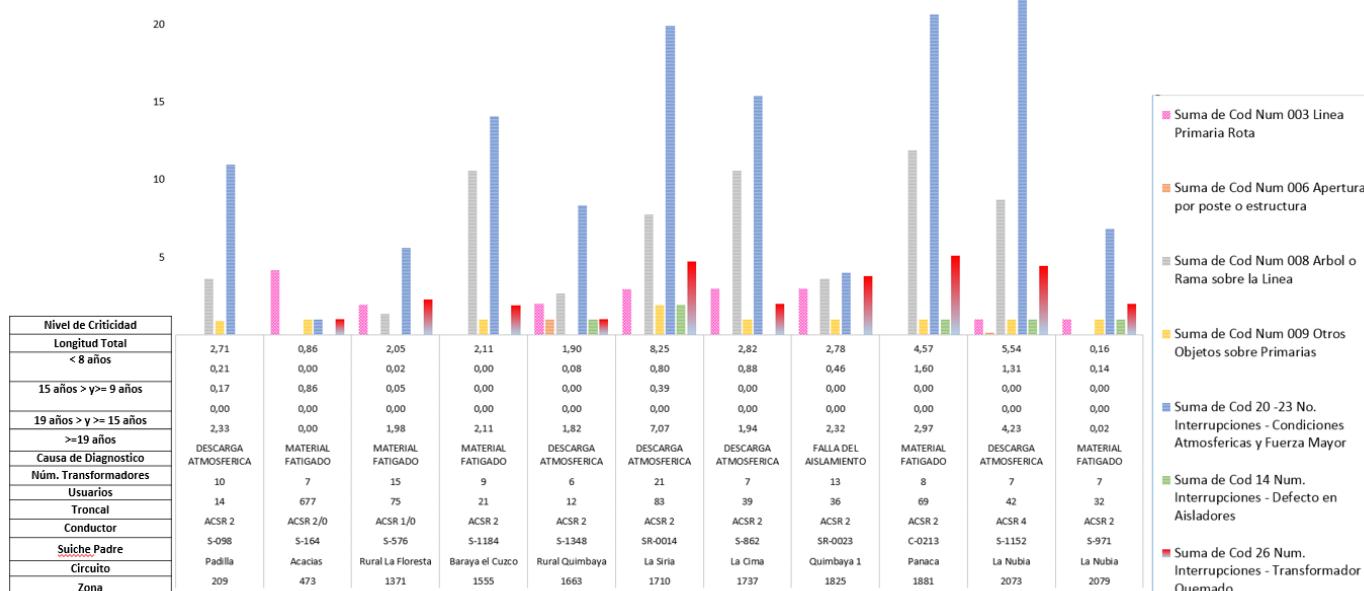


Figura 7. Zonas con 2 transformadores quemados y Criticidad Alta



DIAGNÓSTICO ÓRDENES DE TRABAJO	Pueblo Tanado	Génova	Rural Quimbaya	Pijao	Calarcá	Quebrada Negra	Paraíso	Córdoba	Filandia	La Tebaida	Baraya el Cuzco	La Siria	Padilla	La Primavera	Quimbaya 1	307- 22	307- 23	Total
Conexiones flojas y/o líneas sulfatadas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
daño ocasionado por particulares	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Descarga atmosférica	5	4	6	2	6	3	3	2	3	2	3	4	3	2	1	2	0	51
Empalme defectuoso	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Falla del aislamiento	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	4
Falla en el chopo (portafusibles)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fuga de aceite	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Línea picada	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Líneas destempladas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Material fatigado	9	10	5	7	3	5	5	3	6	5	4	1	3	4	3	1	4	78
Ramas o árboles en la línea	1	1	2	3	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	2	1	1	20
Sobrecarga	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	5
Vientos fuertes	0	0	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6
TOTAL	16	16	16	15	11	11	11	9	9	8	8	8	7	7	7	7	173	

Tabla 13. Contribución para cada circuito en las causas de diagnóstico de la quema de transformadores.

#	ID proyecto	Observaciones	Objetivo	Problemáticas	Círcuito	Círculo	Nivel de	Descripción	Descripción UC	Total	Prioridad	Fecha
1	228-CARQ0182-RR	Reposición de postes y 0,8106 km de red de baja tensión, desde el transformador CARQ0182	Cambio de tecnología	Alta incidencia de vegetación	205-23-	Calarcá	N.T.1	Red aérea	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,8106	Media	2020
1	255-CARQ0155-RR	Reposición de postes y 1,3697 km de red de baja tensión, desde el transformador CARQ0155	Cambio de tecnología	Alta incidencia de vegetación	205-23-	Calarcá	N.T.1	Red aérea	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	1,3697	Baja	2021
1	199-GERQ0158-RR	Reposición de postes y 0,3944 km de red de baja tensión, desde el transformador GERQ0158.	Cambio de tecnología		206-23-	Pijao	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	3	Alta	2018
1	204-QURQ0054-RR	Reposición de postes y 0,226 km de red de baja tensión, desde el transformador QURQ0054.	Cambio de tecnología		303-26-	Rural Quimbaya	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	5	Alta	2018
1	213-FIRN0394-RR	Reposición de postes y 0,5121 km de red de baja tensión, desde el transformador FIRN0394.	Cambio de tecnología		304-23-	Paraiso	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	4,03	Media	2019
1	194-BURP0071-RR	Reposición de postes y 0,019 km de red de baja tensión, desde el transformador BURP0071.	Cambio de tecnología		206-24-	Génova	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	1	Alta	2018
1	218-FIRQ0080-RR	Reposición de postes y 0,4165 km de red de baja tensión, desde el transformador FIRQ0080.	Cambio de tecnología		304-23-	Paraiso	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	5	Media	2019
1	224-QURQ0089-RR	Reposición de postes y 1,1547 km de red de baja tensión, desde el transformador QURQ0089	Cambio de tecnología	Alta incidencia de vegetación	304-25-	Quimbaya 1	N.T.1	Red aérea	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	1,1547	Media	2020
1	220-QURQ0327-RR	Reposición de postes y 0,4581 km de red de baja tensión, desde el transformador QURQ0327.	Cambio de tecnología		304-26-	La Mesa	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	6	Media	2019
1	189-SARQ0120-RR	Reposición de postes y 0,8691 km de red de baja tensión, desde el transformador SARQ0120.	Cambio de tecnología		307-23-	Circasia	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	6	Alta	2018
1	184-ARUQ1583-RR	Reposición de postes y 0,4095 km de red de baja tensión, desde el transformador ARUQ1583.	Cambio de tecnología		111-22-	Ciudad Dorada	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - urbano - retención - red trenzada	18	Alta	2018
2	228-CARQ0182-RR	Reposición de postes y 0,8106 km de red de baja tensión, desde el transformador CARQ0182	Cambio de tecnología	Alta incidencia de vegetación	205-23-	Calarcá	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	8	Media	2020
2	255-CARQ0155-RR	Reposición de postes y 1,3697 km de red de baja tensión, desde el transformador CARQ0155	Cambio de tecnología	Alta incidencia de vegetación	205-23-	Calarcá	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	15	Baja	2021

9, 10 y 11 de mayo de 2018. Bogotá - Colombia	199- GERQ0158-RR	Reposición de postes y 0,3944 km de red de baja tensión, desde el transformador GERQ0158.	Cambio de tecnología	206-25- Pijao	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,3944	Alta	2018
	2 204- QURQ0054-RR	Reposición de postes y 0,226 km de red de baja tensión, desde el transformador QURQ0054.	Cambio de tecnología	303-26- Rural Quimbaya	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,226	Alta	2018
	2 213- FIRN0394-RR	Reposición de postes y 0,5121 km de red de baja tensión, desde el transformador FIRN0394.	Cambio de tecnología	304-23- Paraiso	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,5121	Media	2019
	2 194- BURP0071-RR	Reposición de postes y 0,019 km de red de baja tensión, desde el transformador BURP0071.	Cambio de tecnología	206-24- Génova	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,019	Alta	2018
	2 218- FIRQ0080-RR	Reposición de postes y 0,4165 km de red de baja tensión, desde el transformador FIRQ0080.	Cambio de tecnología	304-23- Paraiso	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 2	0,1172	Media	2019
	2 224- QURQ0089-RR	Reposición de postes y 0,0959 km de red de baja tensión, desde el transformador QURQ0089	Cambio de tecnología	304-25- Quimbaya 1	N.T.1	Red aérea	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 2	0,0959	Media	2020
	2 220- QURQ0327-RR	Reposición de postes y 0,4581 km de red de baja tensión, desde el transformador QURQ0327.	Cambio de tecnología	304-26- La Mesa	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,4581	Media	2019
	2 189- SARQ0120-RR	Reposición de postes y 0,8691 km de red de baja tensión, desde el transformador SARQ0120.	Cambio de tecnología	307-23- Circasia	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,8691	Alta	2018
	2 184- ARUQ1583-RR	Reposición de postes y 0,4095 km de red de baja tensión, desde el transformador ARUQ1583.	Cambio de tecnología	111-22- Ciudad Dorada	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo urbano - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,3543	Alta	2018
	1 230- CARQ0184-RR	Reposición de postes y 1,1436 km de red de baja tensión, desde el transformador CARQ0184	Cambio de tecnología	205-23- Calarcá	N.T.1	Red aérea	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 2	1,1436	Media	2020
	3 184- ARUQ1583-RR	Reposición de postes y 0,4095 km de red de baja tensión, desde el transformador ARUQ1583.	Cambio de tecnología	111-22- Ciudad Dorada	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo urbano - Trenzado - Aluminio - calibre 1/0	0,0552	Alta	2018
	1 201- GERQ0157-RR	Reposición de postes y 0,7324 km de red de baja tensión, desde el transformador GERQ0157.	Cambio de tecnología	206-23- Pijao	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	8	Alta	2018
	1 205- QURQ0049-RR	Reposición de postes y 0,6519 km de red de baja tensión, desde el transformador QURQ0049.	Cambio de tecnología	303-26- Rural Quimbaya	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	9	Alta	2018
	1 214- FIRQ0078-RR	Reposición de postes y 0,6831 km de red de baja tensión, desde el transformador FIRQ0078.	Cambio de tecnología	304-23- Paraiso	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	8	Media	2019
	1 195- BURQ0060-RR	Reposición de postes y 0,7954 km de red de baja tensión, desde el transformador BURQ0060.	Cambio de tecnología	206-24- Génova	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	9	Alta	2018

9, 10 3	218- FIRQ0088- RR	Reposición de postes y 0,4165 km de red de baja tensión, desde el transformador FIRQ0080.	Cambio de tecnología	304-25-	Paraiso	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,2993	Media	2019	
3	224- QRQ0089- RR	Reposición de postes y 0,0959 km de red de baja tensión, desde el transformador QRQ0089	Cambio de tecnología	Alta incidencia de vegetación	304-25-	Quimbaya 1	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	12	Media	2020
2	230- CARQ0184- RR	Reposición de postes y 1,1436 km de red de baja tensión, desde el transformador CARQ0184	Cambio de tecnología	Alta incidencia de vegetación	205-23-	Calarcá	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - rural-retención - red trenzada	12	Media	2020
1	185- ARUQ1586- RR	Reposición de postes y 0,383 km de red de baja tensión, desde el transformador ARUQ1586.	Cambio de tecnología		111-22-	Ciudad Dorada	N.T.1	Apoyos	Poste de concreto - 8 m - urbano - retención - red trenzada	18	Alta	2018
2	201- GERQ0157- RR	Reposición de postes y 0,7324 km de red de baja tensión, desde el transformador GERQ0157.	Cambio de tecnología		206-23-	Pijao	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 2	0,73	Alta	2018
2	205- QRQ0049- RR	Reposición de postes y 0,6519 km de red de baja tensión, desde el transformador QRQ0049.	Cambio de tecnología		303-26-	Rural Quimbaya	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,6519	Alta	2018
2	214- FIRQ0078-RR	Reposición de postes y 0,6831 km de red de baja tensión, desde el transformador FIRQ0078.	Cambio de tecnología		304-23-	Paraiso	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 2	0,68	Media	2019
2	195- BURQ0060- RR	Reposición de postes y 0,7954 km de red de baja tensión, desde el transformador BURQ0060.	Cambio de tecnología		206-24-	Génova	N.T.1	Redes aéreas	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,7954	Alta	2018
1	232- QRQ0092- RR	Reposición de postes y 0,7873 km de red de baja tensión, desde el transformador QRQ0092	Cambio de tecnología	Alta incidencia de vegetación	304-25-	Quimbaya 1	N.T.1	Red aérea	km de conductor/fase aéreo rural - Trenzado - Aluminio - calibre 4	0,7873	Media	2020

Tabla 14. Proyectos de Baja Tensión de las zonas con transformadores Quemados

#	Nombre proyecto	Observaciones	Objetivo	Problemáticas	Circuito	Nombre del Circuito	Nivel de tensión	Descripción categoría	Descripción UC	Total de UC	Prioridad	Fecha inicio
1	017-938- RR	Reposición de postes y 3,58 km, calibre semiaislado 2 AWG, de la troncal del circuito Calarcá, desde el seccionador de repetición SR-0004 hasta el seccionador repetición SR-0019.	Obsolescencia, Alta Incidencia de Vegetación y Descargas Atmosférica	F: CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	205-23-	Calarcá	N.T.2	Líneas aéreas	km de conductor (3 fases) semiaislado 2 AWG	3,58	Alta	2018

2	017-938-RR	Obsolescencia, Alta Incidencia de Vegetación y Descargas Atmosférica	F: CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	205-23-	Calarcá	N.T.2	Líneas aéreas	Poste de concreto de 12 m 510 kg - suspensión	9	Alta	2018
3	017-938-RR	Obsolescencia, Alta Incidencia de Vegetación y Descargas Atmosférica	F: CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	205-23-	Calarcá	N.T.2	Líneas aéreas	Poste de concreto de 12 m 1050 kg - retención	37	Alta	2018
4	017-938-RR	Obsolescencia, Alta Incidencia de Vegetación y Descargas Atmosférica	F: CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	205-23-	Calarcá	N.T.2	Líneas aéreas	Poste de PRFV de 12 m 1050 kg - retención	13	Alta	2018
5	017-938-RR	Obsolescencia, Alta Incidencia de Vegetación y Descargas Atmosférica	F: CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	205-23-	Calarcá	N.T.2	Líneas aéreas	Poste de PRFV de 12 m 510 kg - suspensión	1	Alta	2018
6	017-938-RR	Obsolescencia, Alta Incidencia de Vegetación y Descargas Atmosférica	F: CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	205-23-	Calarcá	N.T.2	Equipos de línea	Juego pararrayos - N2	4	Alta	2018
7	017-938-RR	Obsolescencia, Alta Incidencia de Vegetación y Descargas Atmosférica	F: CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	205-23-	Calarcá	N.T.2	Líneas aéreas	Sistema de puesta a tierra diseño típico	14	Alta	2018

9, 10 y 11 de mayo de 2018. Bogotá y Colombia
1 135-1213-RR



Obsolescencia, Alta
Incidencia de
Vegetación, Vientos
y Descargas
Atmosférica



CONDICIONES
ATMOSFÉRICAS Y
C: (Consecuencia) en
Ui: Numerador del
SAIFI

206-23-

Pijao

N.T.2

Poste de
concreto de
12 m 1050
kg -
retención

7

Alta

2018

2 135-1213-RR

Obsolescencia, Alta
Incidencia de
Vegetación, Vientos
y Descargas
Atmosférica

F: CONDICIONES
ATMOSFÉRICAS Y
C: (Consecuencia) en
Ui: Numerador del
SAIFI

206-23-

Pijao

N.T.2

Poste de
PRFV de 12
m 510 kg -
suspensión

2

Alta

2018

3 135-1213-RR

Obsolescencia, Alta
Incidencia de
Vegetación, Vientos
y Descargas
Atmosférica

F: CONDICIONES
ATMOSFÉRICAS Y
C: (Consecuencia) en
Ui: Numerador del
SAIFI

206-23-

Pijao

N.T.2

Poste de
PRFV de 12
m 1050 kg -
retención

11

Alta

2018

4 135-1213-RR

Obsolescencia, Alta
Incidencia de
Vegetación, Vientos
y Descargas
Atmosférica

F: CONDICIONES
ATMOSFÉRICAS Y
C: (Consecuencia) en
Ui: Numerador del
SAIFI

206-23-

Pijao

N.T.2

Sistema de
puesta a
tierra diseño
típico

19

Alta

2018

5 135-1213-RR

Obsolescencia, Alta
Incidencia de
Vegetación, Vientos
y Descargas
Atmosférica

F: CONDICIONES
ATMOSFÉRICAS Y
C: (Consecuencia) en
Ui: Numerador del
SAIFI

206-23-

Pijao

N.T.2

Juego
pararrayos -
N2

9

Alta

2018

6 135-1213-RR

Obsolescencia, Alta
Incidencia de
Vegetación, Vientos
y Descargas
Atmosférica

F: CONDICIONES
ATMOSFÉRICAS Y
C: (Consecuencia) en
Ui: Numerador del
SAIFI

206-23-

Pijao

N.T.2

km de
conductor (3
fases)
ACSR 2
AWG

4,38

Alta

2018

Gestión de Activos											
9, 10 y 11 de mayo de 2018. Bogotá - Colombia		EXPO MANTENER	ACIEM	Capítulo Cundinamarca							
1	111-1773-RR	Reposición de postes y 6,271 km de línea, calibre semiaislado 2 AWG, del Circuito Paraíso: desde el elemento de maniobra SR-0011 hasta elS-2003 - FIRQ0069 - FIRN0394 - FIRQ0311 por Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI.	Reducir número de incidencia de fallas. Disminuir costos asociados a mantenimiento. Mantener el nivel de ingresos de acuerdo a la remuneración.	Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI	304-23-	Paraiso	N.T.2	Líneas aéreas	Poste de concreto de 12 m 510 kg - suspensión	22	Media
2	111-1773-RR	Reposición de postes y 6,271 km de línea, calibre semiaislado 2 AWG, del Circuito Paraíso: desde el elemento de maniobra SR-0011 hasta elS-2003 - FIRQ0069 - FIRN0394 - FIRQ0311 por Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI.	Reducir número de incidencia de fallas. Disminuir costos asociados a mantenimiento. Mantener el nivel de ingresos de acuerdo a la remuneración.	Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI	304-23-	Paraiso	N.T.2	Líneas aéreas	Poste de concreto de 12 m 1050 kg - retención	64	Media
3	111-1773-RR	Reposición de postes y 6,271 km de línea, calibre semiaislado 2 AWG, del Circuito Paraíso: desde el elemento de maniobra SR-0011 hasta elS-2003 - FIRQ0069 - FIRN0394 - FIRQ0311 por Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI.	Reducir número de incidencia de fallas. Disminuir costos asociados a mantenimiento. Mantener el nivel de ingresos de acuerdo a la remuneración.	Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI	304-23-	Paraiso	N.T.2	Líneas aéreas	Poste de PRFV de 12 m 510 kg - suspensión	3	Media

9		Reposición de postes y 6,271 km de línea, calibre semiaislado 2 AWG, del Circuito Paraiso: desde el elemento de maniobra SR-0011 hasta elS-2003 - FIRQ0069 - FIRN0394 - FIRQ0311 por Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI.	Reducir número de incidencia de fallas. Disminuir costos asociados a mantenimiento. Mantener el nivel de ingresos de acuerdo a la remuneración.	Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI	304-23-	Paraiso	N.T.2	Equipos de línea	Juego pararrayos - N2	20	Media	2020
4	111-1773-RR	Reposición de postes y 6,271 km de línea, calibre semiaislado 2 AWG, del Circuito Paraiso: desde el elemento de maniobra SR-0011 hasta elS-2003 - FIRQ0069 - FIRN0394 - FIRQ0311 por Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI.	Reducir número de incidencia de fallas. Disminuir costos asociados a mantenimiento. Mantener el nivel de ingresos de acuerdo a la remuneración.	Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI	304-23-	Paraiso	N.T.2	Líneas aéreas	Sistema de puesta a tierra diseño típico	34	Media	2020
5	111-1773-RR	Reposición de postes y 6,271 km de línea, calibre semiaislado 2 AWG, del Circuito Paraiso: desde el elemento de maniobra SR-0011 hasta elS-2003 - FIRQ0069 - FIRN0394 - FIRQ0311 por Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI.	Reducir número de incidencia de fallas. Disminuir costos asociados a mantenimiento. Mantener el nivel de ingresos de acuerdo a la remuneración.	Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI	304-23-	Paraiso	N.T.2	Líneas aéreas	Poste de PRFV de 12 m 1050 kg - retención	16	Media	2020
6	111-1773-RR	Reposición de postes y 6,271 km de línea, calibre semiaislado 2 AWG, del Circuito Paraiso: desde el elemento de maniobra SR-0011 hasta elS-2003 - FIRQ0069 - FIRN0394 - FIRQ0311 por Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI.	Reducir número de incidencia de fallas. Disminuir costos asociados a mantenimiento. Mantener el nivel de ingresos de acuerdo a la remuneración.	Descargas + vegetación + Obsolescencia en F: (Frecuencia) por CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y C: (Consecuencia) en Ui: Numerador del SAIFI	304-23-	Paraiso	N.T.2	Líneas aéreas	Poste de PRFV de 12 m 1050 kg - retención	16	Media	2020

Reducir número de
incidencia de fallas.
Disminuir costos
asociados a
mantenimiento.
Mantener el nivel de
ingresos de acuerdo
a la remuneración.

Descargas +
vegetación +
Obsolescencia en F:
(Frecuencia) por
CONDICIONES
ATMOSFÉRICAS Y
C: (Consecuencia) en
Ui: Numerador del
SAIFI

304-23-

Paraíso

N.T.2

Líneas
aéreas

km de
conductor (3
fases)
semiaislado
2 AWG

6,271 Media

2020

Tabla 15. Proyectos de Baja Tensión de las zonas con transformadores Quemados