

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL SUB PROCESO OPERATIVO DE  
MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA GERENCIA TÉCNICA DE COMPAÑÍA  
ENERGÉTICA DE OCCIDENTE**



**UNIVERSIDAD  
DEL CAUCA**

Yineth Natalia Mañunga Guaical

Trabajo de grado en Automática Industrial  
Modalidad Práctica profesional

Director: Msc. Juan Fernando Flórez Marulanda  
Asesora de la empresa: Mónica Isabel Beltrán Carmona

Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Programa de Ingeniería Automática Industrial  
Popayán, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL SUB PROCESO OPERATIVO DE  
MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA GERENCIA TÉCNICA DE COMPAÑÍA  
ENERGÉTICA DE OCCIDENTE**

Autora

Yineth Natalia Mañunga Guaical

Presentado para optar al título de Ingeniera en Automática Industrial

Director:

Msc. Juan Fernando Flórez Marulanda

Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Programa de Ingeniería Automática Industrial  
Popayán, 2021

---

Firma del director

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Popayán, diciembre 2021.

Nota de aceptación:

---

---

---

---

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecer a la Compañía Energética de Occidente por la oportunidad que me dieron para el desarrollo de mi práctica profesional y las herramientas y recursos necesarios para llevarla a cabo con éxito. Al ingeniero Jorge Millan y a Mónica Beltrán por la guía y apoyo constante.

También quiero agradecer al ingeniero Juan Fernando Florez mi director quien con sus conocimientos me oriento durante todas las etapas de este proyecto.

Y finalmente le agradezco a mi familia y amigos por su paciencia, comprensión y solidaridad en especial a mis padres por los valores inculcados que me llevaron a obtener este nuevo logro en mi vida.

## Tabla de contenido

1.	Introducción	10
1.1	Diagnóstico de CEO	10
1.2	Desing thinking	11
1.3	Sistema Geográfico de Distribución-SGD	12
1.4	Operador de red - OR	13
1.5	Indicadores de calidad del servicio en Colombia	13
2.	Análisis de centros de costo y cuentas de gasto Gerencia Técnica 2017-2019	14
2.1	Metodología	14
2.2	Resultados	15
2.2.1	Selección de Datos	15
2.2.2	Top 10 Centros de Costo	16
2.2.3	Top 3 de Cuentas de Gastos	18
3.	Análisis cuantitativo del Centro de Costo de Mantenimiento Correctivo Gerencia Técn 2017-2019.	25
3.1	Metodología	25
3.2	Resultados	26
3.2.1	Descripción de Mantenimiento Correctivo en CEO	26
3.2.2	Selección de información	30
3.2.3	Depuración de la información	31
3.2.4	Procesamiento de la información	34
4.	Análisis cualitativo del Centro de Costo de Mantenimiento Correctivo de la Gerencia Técnica 2017-2019	42
4.1	Metodología	42
4.2	Resultados	44
4.2.1	Factores cuantitativos priorizados	44
4.2.2	Entrevista con actores	44
4.2.3	Mapa de rutas Google Maps	66
4.2.4	Diseño de diagrama de actividades de Mantenimiento Correctivo	80
4.2.5	Análisis de factores críticos	85
5.	Análisis técnico y financiero para un servicio de Mantenimiento Correctivo	90
5.1	Metodología	90
5.2	Resultados	90
5.2.1	Diseño y ejecución de entrevistas de ideación	90
5.2.2	Análisis de resultados entrevistas de ideación	92
5.2.3	Análisis técnico y financiero para un servicio de Mantenimiento Correctivo	100

5.2.4	Propuesta	102
5.2.5	Conclusiones y recomendaciones	105
Referencias		109

## Lista de figuras

Figura 1 Resumen actividades proyecto (fuente propia)	12
Figura 2 Modelo del doble diamante	13
Figura 3 Distribución porcentual del gasto operativos Gerencia Técnica años 2017,2018 y 2019 (fuente propia)	16
Figura 4 Porcentaje promedio de participación de los primeros 5 centros de costo durante el período 2017-2019 (fuente propia)	19
Figura 5 Porcentaje promedio de participación de las primeras 3 cuentas de gastos de Mantenimiento Correctivo 2017-2019 (fuente propia)	20
Figura 6 Porcentaje promedio de participación de los primeros 3 cuentas de Mantenimiento Preventivo 2017-2019 (fuente propia)	21
Figura 7 Porcentaje promedio de participación de los primeros 3 cuentas de Control Mercado Regulado 2017-2019 (fuente propia)	22
Figura 8. Porcentaje promedio de participación de los primeros 3 cuentas de PQR Comercial 2017-2019 (fuente propia)	24
Figura 9 Porcentaje promedio de participación de los primeros 3 cuentas del Área de Operación 2017-2019 (fuente propia)	25
Figura 10 Comunicación actores principales Mantenimiento Correctivo (fuente propia)	28
Figura 11 Atención incidencias (fuente propia)	29
Figura 12 Esquema general de aprovisionamiento de materiales (fuente propia)	30
Figura 13 Esquema general de interventoría en Mantenimiento Correctivo. (fuente propia)	30
Figura 14 Pareto de Causas y TMR año 2017 (fuente propia)	37
Figura 15 Pareto de Causas y TMR año 2018 (fuente propia)	38
Figura 16 Pareto de Causas y TMR año 2019 (fuente propia)	40
Figura 17 Organigrama Operación de la red (fuente propia)	46
Figura 18 Organigrama Mantenimiento (fuente propia)	46
Figura 19 Organigrama Interventoría y HSE (fuente propia)	47
Figura 20. Daño recurrente (fuente propia)	57
Figura 21 Daño en el predio o sector (fuente propia)	57
Figura 22 Posible causa del daño (fuente propia)	57
Figura 23 Tiempo espera para hacer el reporte del daño (fuente propia)	58
Figura 24 Medio por el que reportó (fuente propia)	58
Figura 25 Recepción reporte (fuente propia)	59
Figura 26 Intentos para recepción de reporte (fuente propia)	59
Figura 27 Calificación reporte (fuente propia)	60
Figura 28 Llegada brigada (fuente propia)	60
Figura 29 Solución del daño (fuente propia)	61
Figura 30 Comunicación con brigada (fuente propia)	61
Figura 31 Clasificación atención recibida (fuente propia)	62
Figura 32. Simbología conformación de brigadas (fuente propia)	62
Figura 33. Ubicación de brigadas Mantenimiento Correctivo (fuente propia)	70
Figura 34 Ubicación Incidencias Ruta 1(fuente propia)	73
Figura 35 Desplazamiento Ruta 1(fuente propia).	73
Figura 36 Ubicación incidencias Ruta 2(fuente propia)	75
Figura 37 Desplazamiento Ruta 2(fuente propia).	76
Figura 38 Ubicación incidencias Ruta 3(fuente propia)	78
Figura 39 Desplazamiento Ruta 3 (fuente propia)	78
Figura 40 Acercamiento Ruta 3 (fuente propia)	79
Figura 41 Ubicación incidencias Ruta 4 (fuente propia)	80
Figura 42 Desplazamiento Ruta 4 (fuente propia)	80

Figura 43 Diagrama BPMN de Mantenimiento Correctivo (fuente propia)	83
Figura 44 BPMN podas (fuente propia)	84
Figura 45 Customer Journey Map de Mantenimiento Correctivo (fuente propia)	88
Figura 46 Customer Journey Map de servicio normal (fuente propia)	89
Figura 47 Actores involucrados con Mantenimiento Correctivo (fuente propia)	91
Figura 48 Comunicación modificada de actores principales Mantenimiento Correctivo (fuente propia)	105
Figura 49 Atención de un caso (fuente propia)	106

## Lista de tablas

Tabla 1 Total gastos operativos anuales Gerencia Técnica periodo 2017 a 2019	16
Tabla 2 Top 10 de Centros de costos Gerencia Técnica años 2017, 2018 y 2019	18
Tabla 3 Top 3 Cuentas de Cobro centro de costo de Mantenimiento Correctivo período 2017-2019.	19
Tabla 4 Tabla 4 Top 3 Cuentas de Gastos período 2017-2019 Mantenimiento Preventivo.	20
Tabla 5 TOP 3 cuentas de cobro 2017-2019 Control Mercado Regulado.	22
Tabla 6 TOP 3 cuentas de cobro 2017-2019 PQR Comercial.	23
Tabla 7 TOP 3 cuentas de cobro 2017-2019 Área Operación.	24
Tabla 8 Ítems de medición UTEN	31
Tabla 9 Registro de daños año 2017.2018 y 2019.	31
Tabla 10 Registros de incidencias años 2017,2018 y 2019	33
Tabla 11 Ejemplo de una Incidencia con diferentes servicios para los cuales el TMR es el mismo.	34
Tabla 12 Número total de servicios año 2017,2018 y 2019.	34
Tabla 13 Registro de Incidencias año 2017, 2018 y 2019.	35
Tabla 14 Pareto de causas año 2017.	36
Tabla 15 Pareto de causas año 2018	37
Tabla 16 Pareto de causas año 2019	39
Tabla 17 Pareto de servicios año 2017.	40
Tabla 18 Pareto de servicios año 2018.	41
Tabla 19 Pareto de servicios año 2019.	42
Tabla 20 Entrevistas fase de exploración Desplazamiento	50
Tabla 21 Entrevistas fase de exploración Poda en bajo y cercanía de redes	50
Tabla 22 Entrevistas fase de exploración Servicio normal	50
Tabla 23 Operativa de Mantenimiento Correctivo	67
Tabla 24 Operativa de Mantenimiento Correctivo zona sur	68
Tabla 25 Operativa de Mantenimiento Correctivo zona centro	69
Tabla 26 Operativa de Mantenimiento Correctivo zona norte	69
Tabla 27 Información Ruta 1	72
Tabla 28 Información Ruta 2	74
Tabla 29 Información Ruta 3	77
Tabla 30 Información Ruta 4	79
Tabla 31 Preguntas focos cuantitativos.	92
Tabla 32 Factores identificados en el reporte	95
Tabla 33 Factores de asignación y enrutamiento	97
Tabla 34 Factores Poda bajo y en cercanía de redes	98
Tabla 35 Factores se encontró servicio normal	100
Tabla 36 Factores logística mantenimiento preventivo	101
Tabla 37 Precio brigadas	101
Tabla 38 Incidencias reporte oficial	102
Tabla 39 Incidencias atendidas con Servicio normal	102

# 1. Introducción

## 1.1 Diagnóstico CEO

La Compañía Energética de Occidente - CEO es una empresa privada de servicio público domiciliario que tiene como actividad principal la distribución y comercialización de energía eléctrica, con el objeto social de ejecutar el Contrato de Gestión celebrado con Centrales Eléctricas del Cauca - Cedelca, el cual tiene alcance administrativo, operativo, técnico y comercial [1].

CEO está dirigida a través de cinco gerencias organizadas mediante procesos, encabezada por la Gerencia General; quien se encarga de dirigir y administrar las demás Gerencias. En la Gerencia Técnica se encuentra Distribución con los siguientes procesos: Provisión del servicio, Planeación de la red, Desarrollo de la red, Operación de la red y Mantenimiento de la red; los procesos de comercialización como Servicio al Cliente, Gestión de cobro, Facturación, Compras de energía, Gestión de pérdidas corresponden a la Gerencia Comercial; en la compañía se tienen dos actores principales más: la Gerencia de Asuntos Corporativos, a cargo de los procesos estratégicos y la Gerencia financiera responsable de los procesos de apoyo.

CEO presta su servicio en 38 de los 42 municipios del departamento del Cauca, el tendido eléctrico es construido bajo diferentes topologías para adaptarse a las condiciones geográficas y topográficas del departamento, esto produce que en los equipos y elementos se presenten deterioros y fallas debido a su interacción con el entorno; es por esta razón que se efectúan mantenimientos preventivos y correctivos en la red e inversión de recursos. En CEO buscan mejorar de manera continua sus procesos, productos y servicios con el fin de alcanzar la eficiencia y excelencia operacional [2], por lo que mediante un comité la Gerencia Técnica en el año 2018 decidió realizar 6 proyectos durante el año 2019 con la intención de generar progresos dentro de sus procesos.

Mediante la modalidad de práctica profesional se desarrolló uno de estos proyectos, inicialmente mediante los gastos operativos se evidencia que Mantenimiento Correctivo es quien se lleva el 42% de estos gastos, por esto se seleccionó para determinar los factores que generan ineficiencias dentro de sus procesos, realizando dos análisis uno cuantitativo por medio de una base de datos y uno cualitativo por medio de entrevistas realizadas con los actores involucrados, y de esta manera priorizar estos factores y presentar una propuesta para su mejora, ver figura 1.

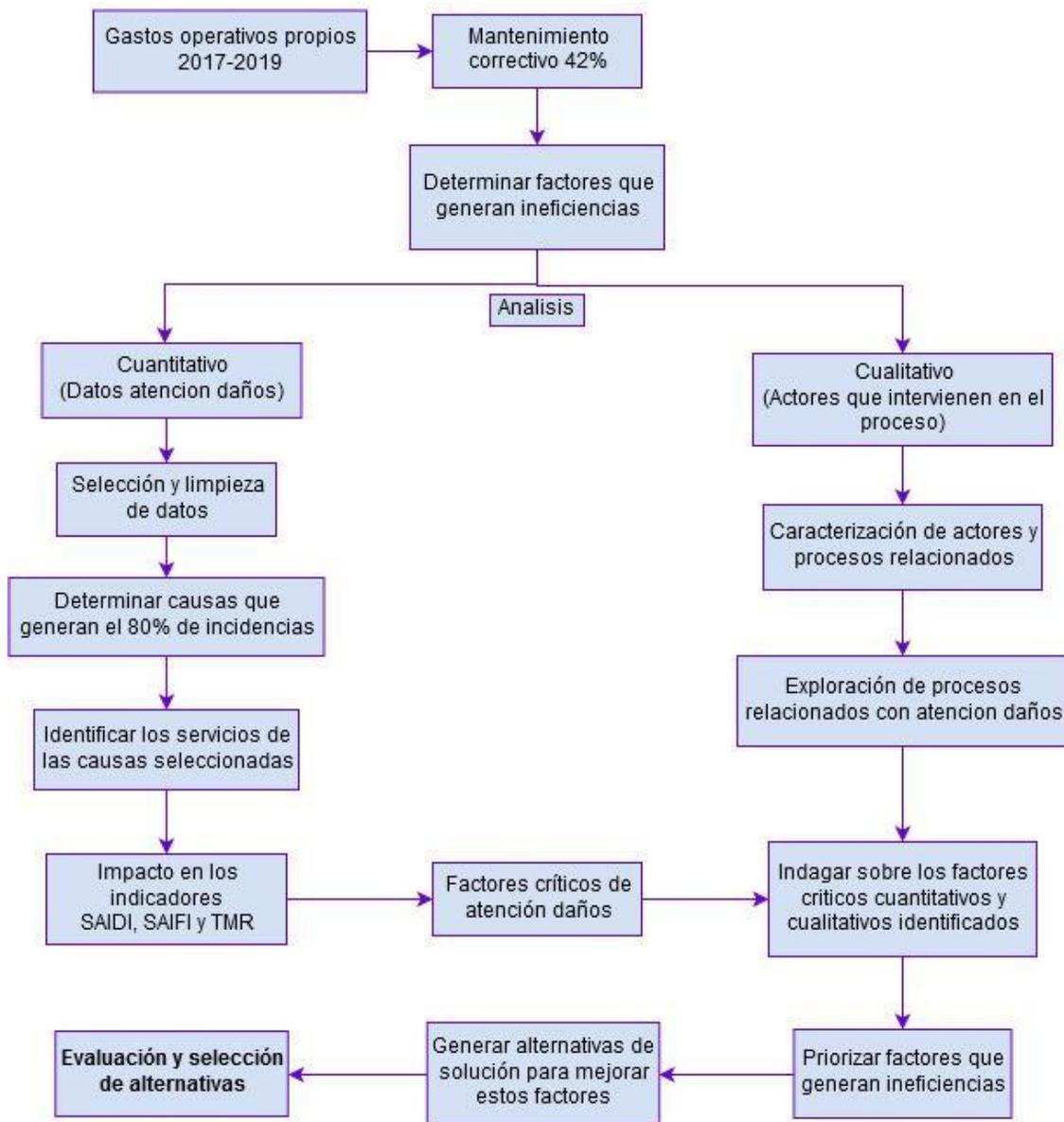


Figura 1 Resumen actividades proyecto (fuente propia)

## 1.2 Design thinking

Es una metodología de resolución de problemas que se puede aplicar a diversos ámbitos donde se requiera un enfoque creativo, empleado mucho actualmente en los métodos de innovación [3], para abordar problemas empresariales con un enfoque más cualitativo. Se centran en trabajo colaborativo, y ver los problemas como oportunidades de mejora.

Según Kolb [4] el aprendizaje desde la experiencia conduce a la creación de nuevos conocimientos, producto de la combinación de acciones percibidas y modificadas desde ella, por esto es necesario unir el pensamiento racional y lógico con la intuición; aquí vemos la importancia de la fase de ideación donde el punto de vista de los involucrados para posibles mejoras o soluciones son tenidos en cuenta para la fase de implementación. Es una metodología más flexible que empresas como IBM han empleado para la integración de automatización en sus proyectos, ayudando a diferentes empresas a mejorar su eficiencia operativa, inicialmente evaluando el panorama general de los procesos donde se identifican pasos lentos, con retrocesos o demasiado largos [5].

De la mano de esta metodología en el desarrollo de este proyecto se emplea el modelo del doble diamante compuesto por cuatro fases; en dos de ellas el diamante converge se exploran una serie de ideas o hipótesis y en las otras dos etapas se definen conceptos y se llega finalmente a una solución. En el primer diamante están la fase de descubrimiento de y definición, para realizar el planteamiento del problema, en el segundo diamante está la fase de desarrollo y entrega, donde se llega a una solución del problema es importante destacar que en este método las personas involucradas juegan un papel muy importante durante todo el proceso participando y dando su punto de vista desde la experiencia con la que cuentan, ver figura 2 [6].

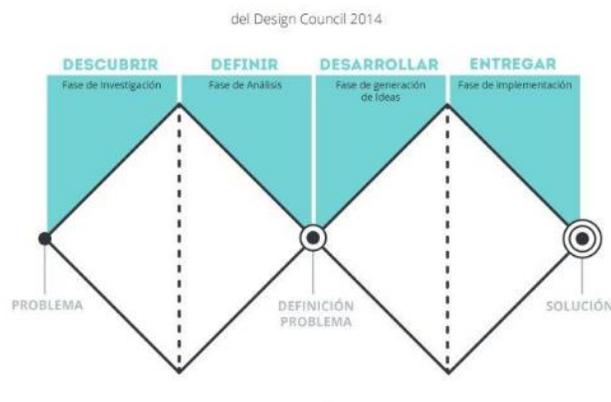


Figura 2 Modelo del doble diamante<sup>1</sup>

### 1.3 Sistema Geográfico de Distribución - SGD

Es un programa que tiene integrado un Geographic Information System (GIS) desde donde se puede seleccionar, detallar y visualizar la red de CEO con elementos como transformadores, reconectores, postes y clientes asociados; a través de búsquedas gráficas o alfanuméricas. Esto permite que desde aquí se realice un control y administración

<sup>1</sup> Figura 2. Modelo del doble diamante. Tomado de: <https://www.pinterest.es/pin/508836457882863970/>

de la red eléctrica de la Compañía, con tareas como la actualización de los elementos de la red [7].

#### **1.4 Operador de red - OR**

Persona encargada de la planeación de la expansión, las inversiones, la operación y el mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional (STR) o Sistema de Distribución Local (SDL), incluidas sus conexiones al Sistema de Transmisión Nacional (STN). Los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos son las empresas que tienen cargos por uso de los STR o SDL aprobados por la CREG. El OR siempre debe ser una Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios. La unidad mínima de un SDL para que un OR solicite cargos por uso corresponde a un municipio. En este caso de CEO mediante su contrato con cedelca cumple las funciones de OR del departamento del Cauca [8].

#### **1.5 Indicadores de Calidad del servicio en Colombia**

Son creados por la Comisión de Regulación de Energía y Gas- CREG y usados por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios con el propósito de vigilar y controlar la calidad del servicio eléctrico realizado por la OR [9]. Se manejan varios indicadores entre ellos se encuentran SAIDI Y SAIFI, que van a ser empleados en el desarrollo de este proyecto.

**SAIDI:** Indicador que mide la duración promedio de las interrupciones percibidas por un usuario conectado a un sistema de energía eléctrica, normalmente se mide en minutos o en horas [10].

**SAIFI:** Indicador que mide la cantidad de veces promedio que se presenta una interrupción para un usuario conectado a un sistema de energía eléctrica [10].

## 2. Análisis de centros de costo y cuentas de gasto Gerencia Técnica 2017-2019

Con el fin de dar cumplimiento a su propuesta de valor en el negocio de la distribución y comercialización de la energía eléctrica en el departamento del Cauca, CEO ha planteado unos objetivos estratégicos entre los que se destaca la optimización de la productividad y orientación hacia niveles de excelencia operacional; para lograrlo, CEO considera clave enfocar sus esfuerzos en asegurar la eficiencia y la eficacia de sus procesos. Por lo anterior, es relevante llevar a cabo el presente estudio, que permitirá identificar los centros de costo y cuentas que más gasto operativo generen en la Gerencia Técnica durante el período 2017-2019. Explorar y comprender cómo se comportan los gastos entre los centros y sus cuentas, permitirá un mejor conocimiento y dominio de la problemática, lo que permitirá realizar una propuesta de mejora que será sometida a un análisis técnico y financiero con el propósito de determinar su retorno e impacto en los procesos actuales de la Gerencia Técnica.

### 2.1 Metodología

Los pasos del método usados en el análisis de centros de costo y cuentas de gasto están dentro de una metodología macro utilizada en Compañía Energética de Occidente, a lo largo de la práctica profesional de la estudiante Yineth Natalia Mañunga, llamada Design Thinking. Este documento recoge los resultados de las primeras actividades de pensamiento divergente del primer diamante. Los pasos desarrollados para analizar el comportamiento de los gastos operativos de la Gerencia Técnica son:

**2.1.2 Selección de datos:** se obtuvo la información financiera de los gastos operativos de la Gerencia Técnica de los años 2017-2018-2019 consultando el archivo base de datos denominado Control Presupuestal.

**Familiarización con la información:** Conocer los términos financieros empleados dentro de la organización y el archivo base de datos Control Presupuestal.

**2.1.3 Top 10 Centros de Costo:** se clasifican los diez (10) centros de costo con mayor porcentaje de participación durante los años 2017-2018-2019 en los gastos operativos de la Gerencia Técnica.

**2.1.4 Top 3 de Cuentas de gasto:** del top 5 de los centros de costo se relaciona el top de 3 de sus respectivas cuentas de gasto durante los años 2017-2018-2019.

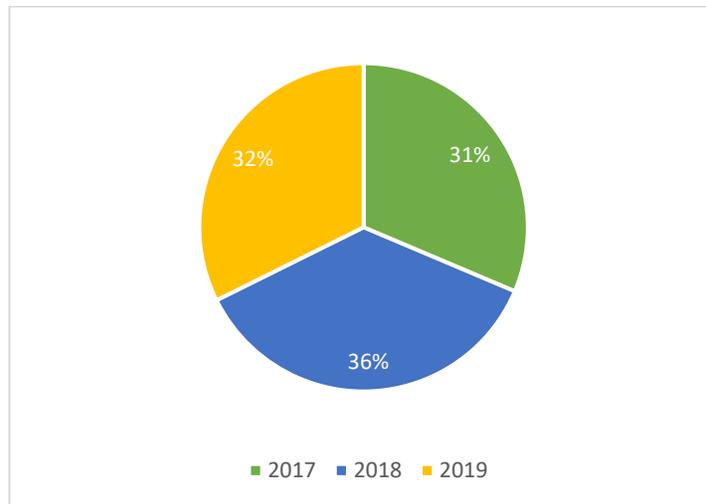
**2.2 Resultados**

**2.2.1 Selección de Datos**

El archivo Excel Control Presupuestal Gerencia Técnica, correspondiente al período 2017-2019, es la base para el análisis de los gastos operativos de la Gerencia Técnica de CEO en el citado periodo. Estos gastos operativos totalizados de los centros de costo se organizan por cada año del período considerado [11], ver tabla 1.

Año	Acumulado CeCo	Porcentaje del periodo	Porcentaje de crecimiento	Diferencia porcentual
2017	\$32.391.836.506	31%	100%	0%
2018	\$37.640.521.284	36%	116%	+16%
2019	\$33.381.093.342	32%	89%	-11%
Total	\$103.233.451.132	100%	---	---

*Tabla 1 Total gastos operativos anuales Gerencia Técnica periodo 2017 a 2019*



*Figura 3 Distribución porcentual del gasto operativos Gerencia Técnica años 2017, 2018 y 2019 (fuente propia)*

El porcentaje del periodo se calculó respecto al total del acumulado de los CeCo en los tres años. 2017 representó el 31%, el año 2018 el 36% y el año 2019 el 32%. En el año 2018 se incrementaron los gastos en un 16% respecto al año 2017, y en el año 2019 los gastos disminuyeron en 11% con respecto al año 2018. Esta situación puede ser asociada a que durante 2019 se llevó a cabo el cambio de remuneración en las actividades realizadas a

uno de los principales contratistas de CEO, UTEN, lo que pudo haber generado esta disminución en los gastos realizados por la Gerencia Técnica, ver figura 3.

## 2.2.2 Top 10 Centros de Costo

La Gerencia Técnica cada año maneja en promedio 32 centros de costos para organizar y controlar los gastos realizados por cada proceso. Se clasificaron los 10 centros de costos de más alto gasto de cada año con sus respectivos valores y porcentajes de participación en relación con el respectivo año, ver tabla 2.

2017				
No	Código CeCo	Nombre CeCo	Acumulado (Total) COP	Participación
1	71010120	Mantenimiento Correctivo	\$14.941.656.808,87	46%
2	71010127	Control Mercado Regulado	\$3.806.393.669,00	12%
3	71010119	Mantenimiento Preventivo	\$2.937.053.608,81	9%
4	71010133	PQR Comercial	\$2.567.169.054,69	8%
5	71010117	Área Operación	\$1.368.502.733,00	4%
6	71010109	Líneas 115 Kv	\$1.136.073.159,00	3%
7	71010106	G. Técnica	\$958.020.279,66	3%
8	71010108	Subestaciones	\$951.938.378,75	3%
9	71010110	Líneas 34,5 Kv	\$851.082.581,04	3%
10	71010132	SCR Comercial	\$598.448.557,87	2%
		Otros CeCo	\$2.275.497.675	7%
2018				
No	Código CeCo	Nombre CeCo	Acumulado (Total) COP	Participación
1	71010120	Mantenimiento Correctivo	\$15.044.105.673,00	40%
2	71010119	Mantenimiento Preventivo	\$4.199.162.977,00	11%
3	71010127	Control Mercado Regulado	\$4.110.427.288,00	11%
4	71010133	PQR Comercial	\$2.832.290.229,00	8%
5	71010117	Área Operación	\$2.023.668.409,00	5%
6	71010106	G. Técnica	\$1.632.630.498,00	4%
7	71010110	Líneas 34,5 Kv	\$1.305.069.759,00	3%
8	71010132	SCR Comercial	\$1.210.272.106,00	3%
9	71010109	Líneas 115 Kv	\$1.026.761.019,00	3%
10	71010108	Subestaciones	\$1.006.901.163,00	3%
		Otros CeCo	\$3.069.232.163	8%
2019				
No	Código CeCo	Nombre CeCo	Acumulado (Total) COP	Participación

1	71010120	Mantenimiento Correctivo	\$13.767.682.890,00	41%
2	71010119	Mantenimiento Preventivo	\$6.772.187.593,00	20%
3	71010127	Control Mercado Regulado	\$2.616.333.706,00	8%
4	71010133	PQR Comercial	\$2.607.572.075,00	8%
5	71010117	Área Operación	\$2.057.340.183,00	6%
6	71010109	Líneas 115 Kv	\$1.080.573.644,00	3%
7	71010110	Costo Mano de Obra Multiservicio	\$946.820.162,00	3%
8	71010135	Factibilidad Provisión De Servicio	\$610.704.329,00	2%
9	1010132	SCR Comercial	\$522.847.083,00	2%
10	71010121	Área De Mantenimiento	\$328.303.185,00	1%
		Otros CeCo	\$2.070.728.492	6%

Tabla 2 Top 10 de Centros de costos Gerencia Técnica años 2017, 2018 y 2019

Código CeCo hace referencia a un número que representa cada centro de costo, Nombre de CeCo es el centro de costo correspondiente, Acumulado (Total) es el valor anual correspondiente a cada centro de costo y Participación se obtuvo de acuerdo con la relación del acumulado respecto al gasto total de cada centro de costo con su respectivo año. En cada año se agregan o eliminan centros de costo según las necesidades que surjan en promedio cada año se tienen 32 de ellos.

Los 5 primeros centros de costo se mantienen en los años 2017, 2018 y 2019, aunque no necesariamente en el mismo orden, pero siempre están en los primeros 5 lugares. En particular, siempre ocupa el primer lugar en cada año el centro de costo Mantenimiento Correctivo. La información acumulada de los 5 centros de costos de los tres años analizados en el periodo se promedió obteniendo el siguiente orden de participación durante el periodo: Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Control Mercado Regulado, PQR Comercial y Área Operación, ver figura 4.

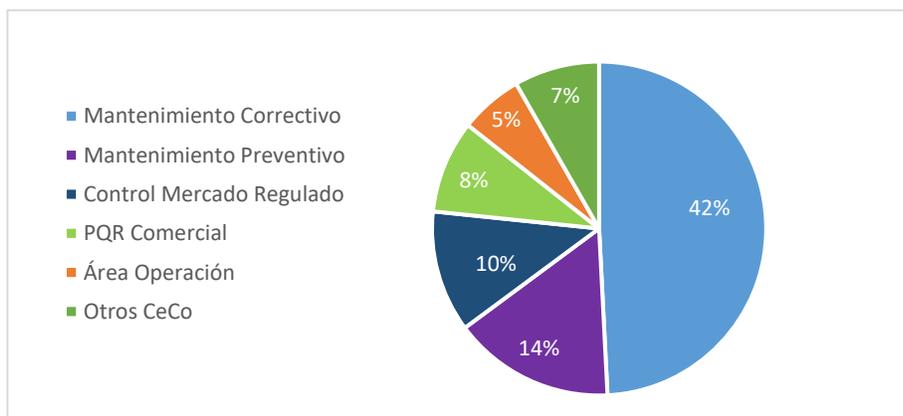


Figura 4 Porcentaje promedio de participación de los primeros 5 centros de costo durante el período 2017-2019 (fuente propia)

El centro de costo de Mantenimiento Correctivo durante el periodo analizado representa el 42% de los gastos operativos, el centro Mantenimiento Preventivo, que le sigue en segundo lugar, representa tan solo un tercio de los gastos del primero, esto es un 14%.

### 2.2.3 Top 3 de Cuentas de Gastos

Para los 5 centros de costo más representativos del periodo analizado se relaciona el top 3 de sus cuentas de gastos [1], ver tabla 3 a tabla 7.

CECO	2017			
Mantenimiento Correctivo	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado COP	Porcentaje
	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$12.603.000.688	84,3%
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$1.529.652.360	10,2%
	7550070000	Elementos Y Accesorios D	\$809.003.761	5,4%
		Otras Cuentas	0	0%
	2018			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado COP	Porcentaje
	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$7.685.161.860	51,1%
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$6.794.451.588	45,2%
	7550070000	Elementos Y Accesorios D	\$505.834.295	3,4%
		Otras Cuentas	\$58.657.930	0,4%
	2019			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado COP	Porcentaje
	7505900101	Contrato colectivo Sindi	\$7.792.910.529	56,6%
	7540070000	Mtto líneas, Redes y Ductos	\$5.251.387.948	38,1%
7550070000	Elementos y Accesorios D	\$700.899.503	5,1%	
	Otras Cuentas	\$22.484.910	0,2%	

Tabla 3 Top 3 Cuentas de Cobro centro de costo de Mantenimiento Correctivo periodo 2017-2019.

Durante el periodo analizado se mantiene el mismo orden de las cuentas de gastos de Mantenimiento Correctivo: Contrato Colectivo Sindical, Mantenimiento Líneas, Redes y Ductos y Elementos y Accesorios D. Durante este periodo la cuenta de gasto Contrato Colectivo Sindical ocupa siempre el primer lugar. La información acumulada de las 3 cuentas de gastos de los tres años analizados en el periodo se promedió obteniendo el siguiente orden de participación durante el periodo: Contrato Colectivo Sindical, Mantenimiento Líneas, Redes y Ductos y Elementos y Accesorios D, ver figura 5.

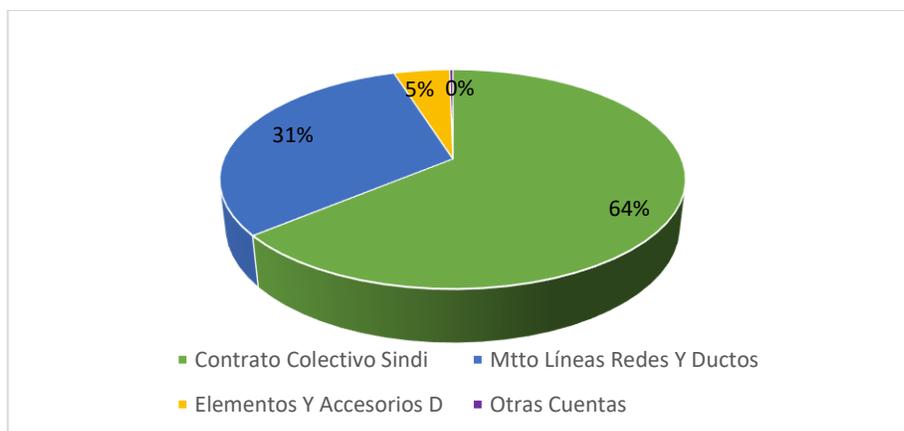


Figura 5 Porcentaje promedio de participación de las primeras 3 cuentas de gastos de Mantenimiento Correctivo 2017-2019 (fuente propia)

La cuenta de gasto de Contrato Colectivo Sindical representó un poco más de dos tercios de todos los gastos del centro de costo de Mantenimiento Correctivo en el periodo analizado. La siguiente cuenta de gastos Mantenimiento líneas, Redes Ductos que es un poco menos de la mitad de la primera cuenta de gastos en el mismo periodo

CECO	2017			
Mantenimiento Preventivo	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$1.513.513.646	51,5%
	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$971.719.342	33,1%
	7550070000	Elementos Y Accesorios D	\$372.666.157	12,7%
		Otras Cuentas	\$79.154.464	2,7%
	2018			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$2.560.868.130	61,0%
	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$858.083.202	20,4%
	7550070000	Elementos Y Accesorios D	\$412.685.012	9,8%
		Otras Cuentas	\$367.526.633	8,8%
	2019			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$3.759.889.968	55,5%
7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$2.936.277.519	43,4%	
7550070000	Elementos Y Accesorios D	\$47.799.589	0,7%	
	Otras Cuentas	\$28.220.517	0,4%	

Tabla 4 Tabla 4 Top 3 Cuentas de Gastos período 2017-2019 Mantenimiento Preventivo.

Durante el periodo analizado se mantiene el mismo orden de las cuentas de gastos de Mantenimiento Correctivo: Mantenimiento Líneas Redes y Ductos, Contrato Colectivo Sindical y finalmente Elementos y Accesorios D. Durante este periodo la cuenta de gasto Mantenimiento Líneas Redes y Ductos ocupa siempre el primer lugar. La información acumulada de las 3 cuentas de gastos de los tres años analizados en el periodo se promedió obteniendo el siguiente orden de participación durante el periodo: Mantenimiento Líneas Redes y Ductos, Contrato Colectivo Sindical y Elementos y Accesorios D, ver figura 6.

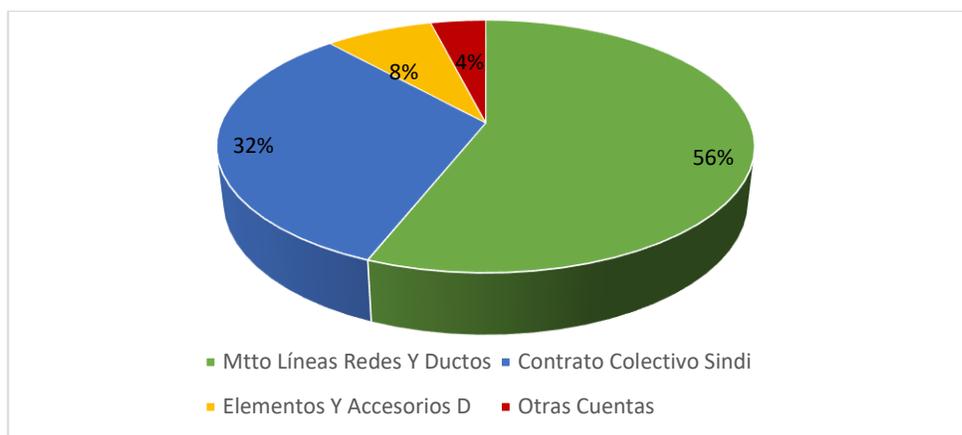


Figura 6 Porcentaje promedio de participación de los primeros 3 cuentas de Mantenimiento Preventivo 2017-2019 (fuente propia)

La cuenta de gasto de Mantenimiento Líneas Redes Y Ductos representó un poco más de la mitad de los gastos del centro de costo de Mantenimiento Preventivo en el periodo analizado. La siguiente cuenta de gastos es el Contrato Colectivo Sindical, que es un poco menos de la mitad de la primera cuenta de gastos en el mismo periodo de tiempo.

CECO	2017			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
Control Mercado Regulado	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$2.491.161.098	65,4%
	7505900201	Contrato De Personal Operativo	\$525.419.718	13,8%
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$755.800.072	19,9%
		Otras Cuentas	\$34.012.781	0,9%
	2018			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$2.867.615.573	69,8%
	7505900201	Contrato De Personal Operativo	\$632.113.394	15,4%

7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$601.280.428	14,6%
	Otras Cuentas	\$9.417.893	0,2%
2019			
Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$1.905.949.127	72,8%
7505900201	Contrato De Personal Operativo	\$205.798.582	7,9%
7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$492.335.482	18,8%
	Otras Cuentas	\$12.250.515	0,5%

Tabla 5 TOP 3 cuentas de cobro 2017-2019 Control Mercado Regulado.

Durante el periodo analizado no se mantiene el mismo orden de las cuentas de gastos de Control de Mercado Regulado: En este periodo la cuenta de gasto Mantenimiento de Líneas, Redes y Ductos ocupó en los dos últimos años el primer lugar. La información acumulada de las 3 cuentas de gastos de los tres años analizados en el periodo se promedió obteniendo el siguiente orden de participación durante el periodo: Mantenimiento Líneas, Redes y Ductos, Contrato Colectivo Sindical y Elementos y Accesorios D, ver figura 7.

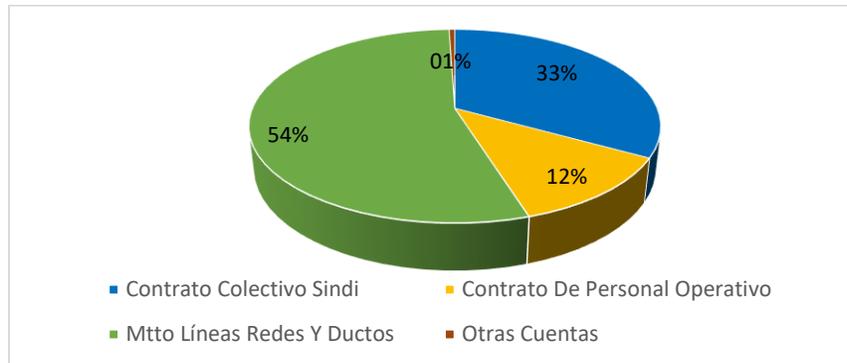


Figura 7 Porcentaje promedio de participación de los primeros 3 cuentas de Control Mercado Regulado 2017-2019 (fuente propia)

La cuenta de gasto de Contrato Colectivo Sindical representó un poco más de la mitad de todos los gastos del centro de costo de Control Mercado Regulado en el periodo analizado. La siguiente cuenta Contrato De Personal Operativo es un poco más de la cuarta de la primera cuenta de gastos en el mismo periodo.

CECO	2017			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje

PQR Comercial	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$2.232.486.798	87,0%
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$426.571.845	16,6%
	7510460100	Elementos De Aseo y Cafetería	\$375.049	0,0%
		Otras Cuentas	-\$92.264.637	-3,6%
	2018			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$1.742.591.688	61,5%
	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$1.027.408.475	36,3%
	7550070000	Elementos Y Accesorios D	\$60.874.632	2,1%
		Otras Cuentas	\$1.415.434	0,0%
	2019			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$1.280.979.132	49,1%
	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$1.013.135.891	38,9%
	7550070000	Elementos Y Accesorios D	\$190.310.066	7,3%
	Otras Cuentas	\$123.146.986	4,7%	

Tabla 6 TOP 3 cuentas de cobro 2017-2019 PQR Comercial.

Durante el periodo analizado no se mantiene el mismo orden de las cuentas de gastos de PQR Comercial: En este periodo la cuenta de gasto Mantenimiento de Líneas, Redes y Ductos ocupó en los dos últimos años el primer lugar. La información acumulada de las 3 cuentas de gastos de los tres años analizados en el periodo se promedió obteniendo el siguiente orden de participación durante el periodo: Mantenimiento Líneas, Redes y Ductos, Contrato Colectivo Sindical y Elementos y Accesorios D, ver figura 8.

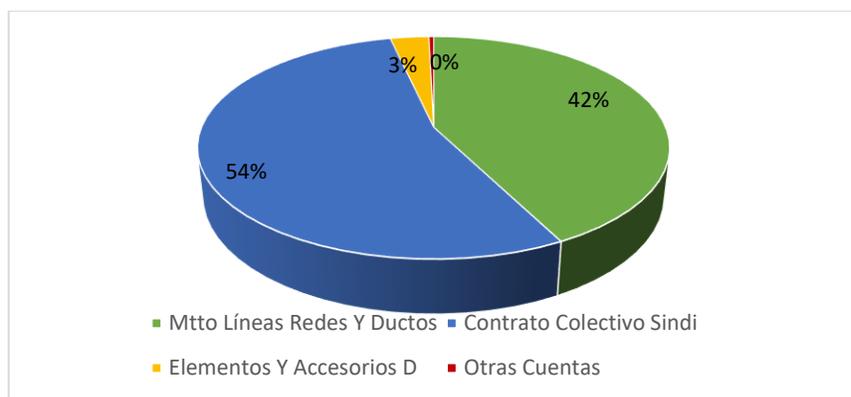


Figura 8. Porcentaje promedio de participación de los primeros 3 cuentas de PQR Comercial 2017-2019 (fuente propia)

La cuenta de gasto de Contrato Colectivo Sindical representó un poco más de la mitad de todos los gastos del centro de costo de PQR Comercial en el periodo analizado. La siguiente cuenta Mantenimiento de Líneas, Redes y Ductos también representa un porcentaje alto de

gastos en el mismo periodo. Las dos cuentas de gastos representan el 96% en el periodo analizado.

CECO	2017			
Área operación	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$932.632.657	68,1%
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$364.583.643	26,6%
	7550070000	Elementos Y Accesorios D	\$31.685.120	2,3%
		Otras Cuentas	\$39.601.313	2,9%
	2018			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$819.586.982	40,5%
	7505900101	Contrato Colectivo Sindi	\$601.409.949	29,7%
	7550070000	Honorarios	\$226.892.268	11,2%
		Otras Cuentas	\$375.779.210	18,6%
	2019			
	Cuenta	Nombre Cuenta	Acumulado	Porcentaje
	7540070000	Mtto Líneas Redes Y Ductos	\$1.020.924.167	49,6%
7505900201	Contrato De Personal Operativo	\$517.424.281	25,2%	
7542900300	Honorarios	\$205.086.649	10,0%	
	Otras Cuentas	\$313.905.086	15,3%	

Tabla 7 TOP 3 cuentas de cobro 2017-2019 Área Operación.

Las cuentas no se mantienen en el centro de costo del Área de Operación este movimiento obedece a las situaciones que se presentaron dentro de los procesos internos realizados. Durante el año 2017 la cuenta más representativa es la del Contrato Colectivo Sindical, en el año 2018 y 2019 fue la de Mantenimiento de Líneas, Redes y Ductos, ver figura 9.

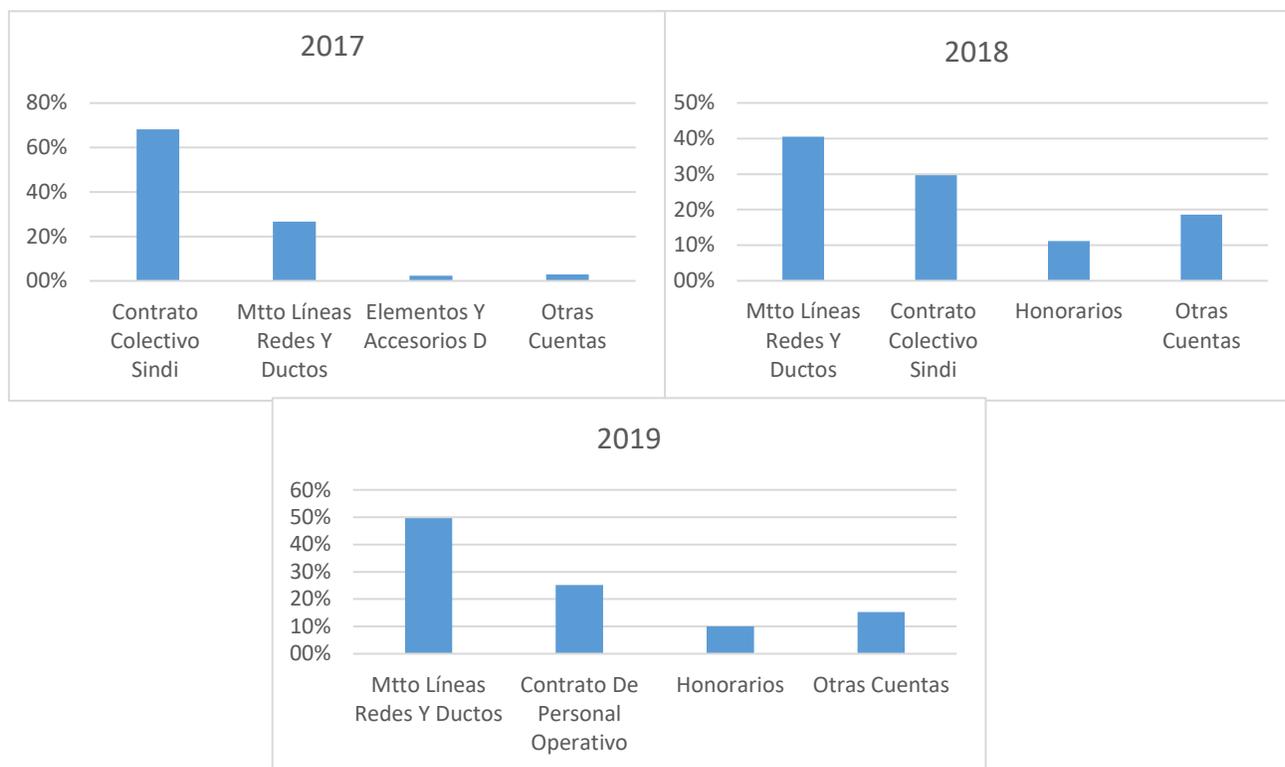


Figura 9 Porcentaje promedio de participación de los primeros 3 cuentas del Área de Operación 2017-2019 (fuente propia)

Durante el año 2017 la cuenta de gasto del Contrato Colectivo Sindical representó dos tercios del centro de costo del Área de Operación en el periodo analizado. La siguiente cuenta Mantenimiento de Líneas, Redes y Ductos representó menos de la tercera parte de la primera cuenta en el mismo periodo. Durante el año 2018 la cuenta de gasto de Mantenimiento de Líneas, Redes y Ductos representó dos quintos de del centro de costo del Área de Operación el periodo analizado. La siguiente cuenta Contrato Colectivo Sindical representó menos de dos tercios de la primera cuenta en el mismo periodo y ocupó un poco más de la séptima parte de la primera cuenta en el mismo periodo. Durante el año 2019 la cuenta de gasto de Mantenimiento de Líneas, Redes y Ductos representó la mitad del centro de costo del Área de Operación el periodo analizado. La siguiente cuenta Contrato Personal Operativo representó la cuarta parte de la primera cuenta en el mismo periodo y ocupó un poco más de la mitad de la primera cuenta en el mismo periodo.

### 3. Análisis cuantitativo del Centro de Costo de Mantenimiento Correctivo Gerencia Técnica 2017-2019.

#### 3.1 Metodología

La metodología utilizada es parte del método Design Thinking al igual que en el anterior capítulo recogiendo 4 actividades principales descritas asociadas al pensamiento convergente pertenecientes al primer diamante.

**3.1.1 Descripción de Mantenimiento Correctivo en CEO:** se obtiene información general de Mantenimiento Correctivo y la relación que tiene con otros actores involucrados y se organizó de acuerdo con términos, actores y procesos de la siguiente manera:

- **Términos:** debido a los cambios que se realizan en los procedimientos de CEO los términos empleados son ajustados periódicamente. En particular por la transición de sistema de SGD la OMS y cambios organizacionales o de contratación realizados es necesario estandarizar términos, **ver anexo 1**.
- **Actores y procesos:** por medio de entrevistas se organiza la información obtenida para describir cómo se realiza el Mantenimiento Correctivo e identificar los actores involucrados con él y organizarlos gráficamente mediante diagramas de flujo.

**3.1.2 Selección de información:** se obtuvo la información de las actividades realizadas en Mantenimiento Correctivo de la Gerencia Técnica de los años 2017-2018-2019 consultando con Centro de Operaciones y Planificación de la red.

**3.1.3 Depuración de la información:** se organiza la información seleccionada de Mantenimiento Correctivo con el fin de obtener un mejor análisis de los datos.

- **Validación inicial:** se seleccionó la información más detallada y adecuada de las actividades realizadas en Mantenimiento Correctivo.
- **Integración de datos:** se unieron los datos de las incidencias de algunos meses de los años 2017, 2018 y 2019.
- **Eliminación datos duplicados:** se encontraron datos repetidos en la información por esto se procedió a realizar la eliminación de duplicados.
- **Distribución de incidencias y servicios:** se realizó un filtro anual para determinar el número de incidencias y servicios por año.

- **Filtros:** datos con TMR mayores a 1000 horas no fueron tenidos en cuenta, al igual que las cuadrillas que realizan procesos diferentes a Mantenimiento Correctivo.
- **Validación final:** se socializó y aprobó el manejo que se le daría a la base de datos con Innovación y Operación de la red.

**3.1.4 Procesamiento de la información:** se calculó el Pareto de causas y servicios con sus respectivos gráficos.

- **Pareto de causas:** se organizaron las causas que generan el 80% de las incidencias.
- **Pareto de servicios:** se organizan los servicios que generan el 80% de las causas.

## 3.2 Resultados

### 3.2.1 Descripción de Mantenimiento Correctivo en CEO

#### Términos

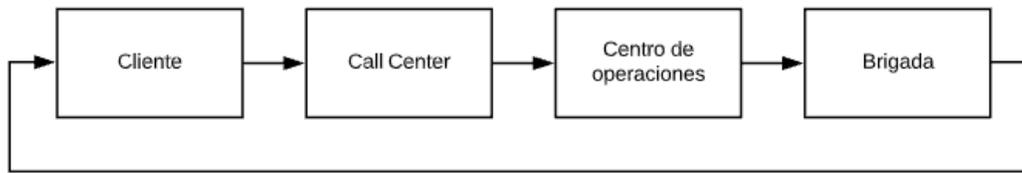
Los términos y conceptos usados a lo largo del presente informe son internos de CEO y otros se emplean de manera general en el mundo de la electricidad. Los términos y conceptos usados se han organizado de acuerdo con tres categorías definiciones, actores y procesos, ver anexo 1.

#### Actores y procesos

Se identificó que los principales actores involucrados con Mantenimiento Correctivo son:

- Usuarios
- Mantenimiento de la red
- Operación de la red (Centro de operaciones)
- Interventoría y HSE (Aprovisionamiento e interventoría)
- UTEN, Contrato Colectivo Sindical
- Call Center

Los principales actores cuando se presenta en falla eléctrica son el cliente o usuario que realiza la llamada para realizar el reporte del daño a través del Call Center los cuales direccionan la información a través del sistema hasta el centro de operaciones desde donde son enrutadas las brigadas, ver figura 10.



*Figura 10 Comunicación actores principales Mantenimiento Correctivo (fuente propia)*

## **Atención de una incidencia**

La atención de una incidencia los usuarios reportan los daños o la ausencia del servicio eléctrico, a través de una llamada al Call Center, que se encarga de enviar un reporte escrito al centro de Operaciones donde se asignan las incidencias a las brigadas, a menos de que se considere una emergencia se envía una brigada liviana, o la que se encuentre más cerca del punto donde sucedió el caso, las brigadas de atención daños son de dos tipos livianas y semipesadas, cuentan con herramientas, medios de transporte y materiales diferentes. La mayoría de las soluciones que dan estas brigadas son provisionales para el restablecimiento del servicio en el menor tiempo posible.

En los puntos naranja que se muestran en la gráfica se identifican asignaciones que en algunos casos son intuitivas, ya que no se cuenta con la información suficiente sobre la posible causa del daño o los impactos que este produjo. Las posibles esperas se representan con puntos rosados porque en ocasiones las brigadas no tienen las herramientas o materiales necesarios para resolver determinados daños.

Los actores de este proceso son representados con color morado, los medios necesarios para realizar las reparaciones de los daños se representan con color azul claro y el proceso se muestra con color azul oscuro, ver figura 11.

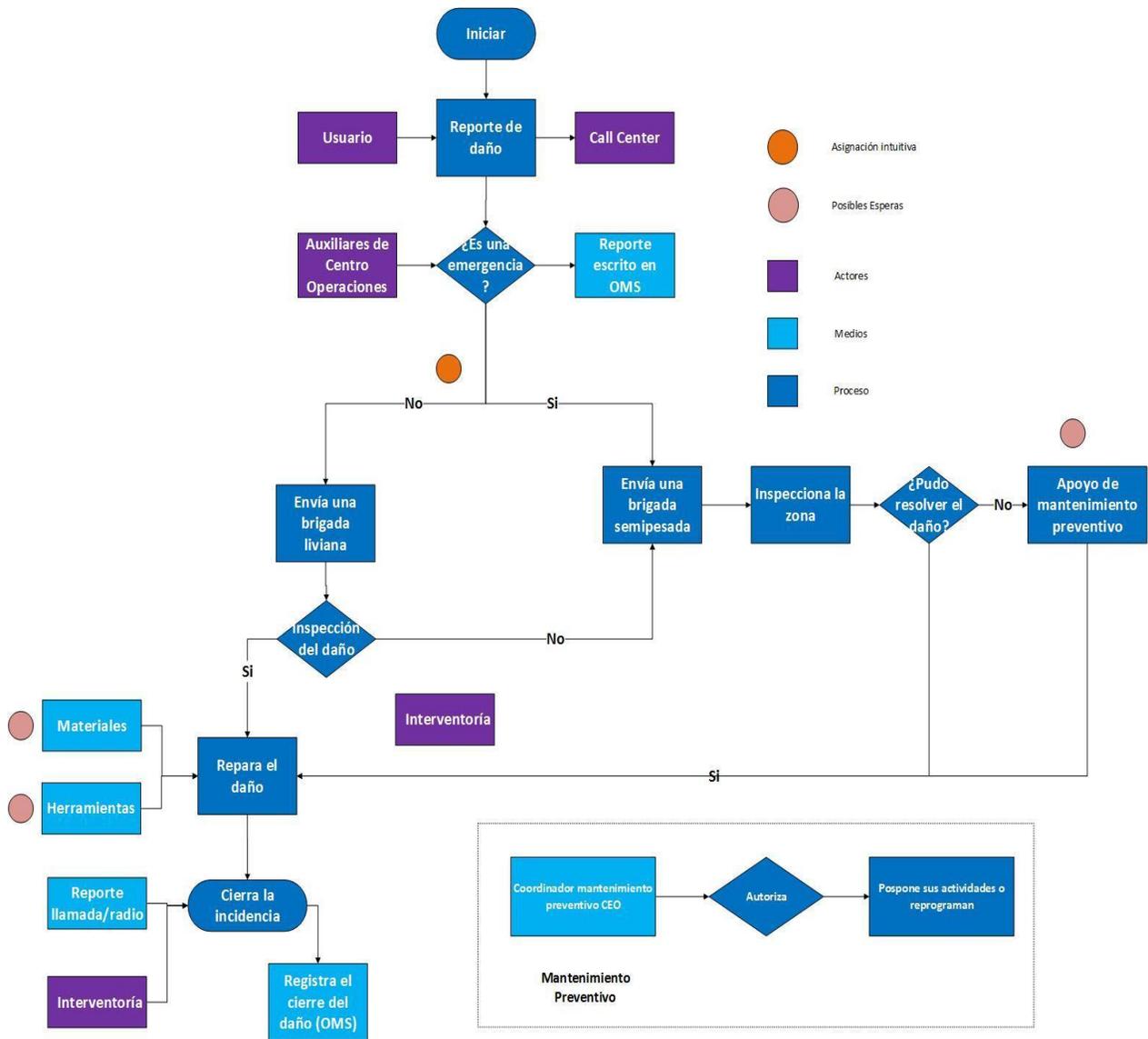


Figura 11 Atención incidencias (fuente propia)

## Aprovisionamiento:

Cada dirección realiza el plan de los materiales que va a emplear de acuerdo con el histórico de lo que se requirió en los años anteriores, estos valores se aprueban por medio de una reunión, y se pasa la lista de los que se requiere al área de aprovisionamiento, donde se genera las órdenes de compra para solicitar los materiales y se los suministran a las diferentes direcciones. CEO entregan tope de los materiales que son pedidos por los contratistas y ellos deben reportar a medida que se les van agotando para que se les hagan nuevas entregas, pero en ocasiones se reporta hasta 32 días después, esto genera desabastecimiento de algunos materiales. Además, en ocasiones algunos materiales presupuestados por un área son gastados en imprevistos, o en algunos procesos quedan por fuera materiales

Algunos materiales toman tiempo de mínimo de 3 meses para que el proveedor los pueda entregar, o tienen condiciones especiales, ver figura 12.

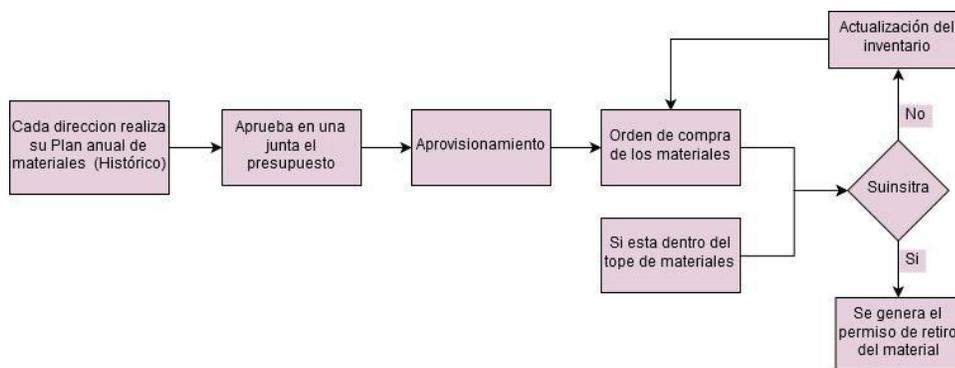


Figura 12 Esquema general de aprovisionamiento de materiales (fuente propia)

## Interventoría

Se encargan de realizar acompañamiento a algunas brigadas dentro del desempeño de sus diferentes actividades, se realizan revisiones de materiales, herramientas y procedimientos realizados, que vayan de acuerdo con las normativas actuales de los entes de control y las políticas internas de CEO, ver figura 13.

En el contrato firmado con el contratista se tienen estipulados los siguientes ítems para la medición de los procesos ejecutados por el contratista UTEN, ver tabla 8.

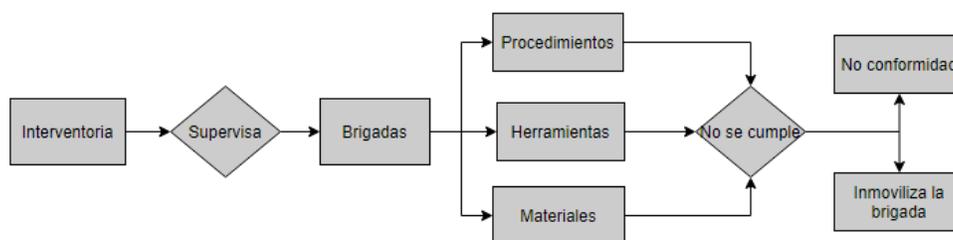


Figura 13 Esquema general de interventoría en Mantenimiento Correctivo. (fuente propia)

Proceso	Tipo medida	Indicador	Unidad	Naturaleza	Peso	Calculo	Meta
Mantenimiento Correctivo	Oportunidad	Oportunidad Atención Urbana	porcentaje	Descendente	15%	Incidentes urbanos atendidas en menos de 5 horas	95%
	Oportunidad	Oportunidad Atención Rural	porcentaje	Descendente	15%	Incidentes rurales atendidas en menos de 5 horas	95%
	Calidad	Calidad Proceso	porcentaje	Descendente	35%	Calidad de ejecución (peso 50%); calidad documentación (30%); calidad actuación (20%)	98%
	Seguridad	Accidentalidad	porcentaje	Descendente	35%	(# Accidentes / # Personas) *100	1.00%
	Indicador global de cumplimiento						Ponderación de acuerdo al peso establecido por cada indicador

Tabla 8 Ítems de medición UTEN<sup>2</sup>

### 3.2.2 Selección de información

El Centro de Operaciones suministró la información que tenía sobre los daños presentados en la red en tres archivos Excel Data\_2017, Data\_2018 y Data 2019, cada archivo cuenta con 97 campos, pero al realizar la comparación con el número de incidencias del archivo detalle\_TMR las cantidades de registros no coincidían, ver tabla 9 (información extraída de Excel Data\_2017, Data\_2018 y Data 2019).

Año	Registros
2017	190108
2018	181067
2019	119358

Tabla 9 Registro de daños año 2017.2018 y 2019.

Se ha decidido realizar filtros a la información con el propósito de depurar los datos, por medio de la columna ANO\_OCURENCIA y los servicios realizados para atender los daños. Se llegó a la conclusión que la información era muy amplia y se tenían muchos campos vacíos. Se filtraron los servicios que solo pertenecen a Mantenimiento Correctivo para el año 2017, y los registros que quedaron fueron 58900. Pero se llegó a la conclusión de que esta información estaba muy amplia y no se tenía el código de las incidencias, por este

<sup>2</sup> Tabla 8. Ítems de medición UTEN. Tomada de: Contrato Colectivo Sindical suscrito entre la Compañía Energética de Occidente S.A.S, E.S.P y Unión de Trabajadores de la Industria Energética Nacional.

motivo se decidió realizar una nueva extracción de la base de datos con lo que se obtuvieron tres archivos Excel Data C.O\* 2017, Data C.O\* 2018 y Data C.O\*2019. Esta información no ha sido filtrada ni depurada, cada uno de los archivos Excel de datos tiene 44 campos.

### 3.2.3 Depuración de la información

Se analizan los 44 campos de cada uno de los tres archivos Excel suministrado por Centro de Operaciones, y se decide que se van a emplear aproximadamente 16 campos entre los que están:

INCIDENCIA, DURACION, DURACION\_MIN\_ASIGNA, DURACION\_MIN\_ASIGNA\_DESPLAZA, X\_DEFEITO\_FALHA, Y\_DEFEITO\_FALHA, DESCRICAO, ZONA, LOCALIZACION, NOME\_CTO, CAUSA, NOM\_CAUSA, NOME\_MUNI1, OBSERVACION, SERVICIO, CUADRILLA.

- INCIDENCIA: Es un código generado automáticamente por el SGD para las intervenciones que se realizan a la red eléctrica.
- DURACION TMR, equivale al tiempo que tarda en ser atendida una incidencia.
- DURACION\_MIN\_ASIGNA: TMR Asignación, tiempo que tarda en ser asignada una brigada para atender una incidencia.
- DURACION\_MIN\_ASIGNA\_DESPLAZA: TMR Desplazamiento, tiempo que tarda en desplazarse la brigada hasta el punto donde se presentó la incidencia.
- DURACION\_DESPLAZA\_FINAL: TMR Resolución, tiempo que tarda la brigada en realizar las acciones necesarias sobre la red para resolver una incidencia.
- X\_DEFEITO\_FALHA: coordenadas X del SGD.
- Y\_DEFEITO\_FALHA: coordenadas Y del SGD.
- DESCRICAO: nombres de los municipios del departamento del Cauca.
- ZONA: Norte, Centro y Sur.
- LOCALIZACION: R (Rural) y U(Urbano).
- NOME\_CTO: nombres de Líneas y Circuitos de CEO.
- CAUSA: El estándar ISO 14224 define causas de falla como las circunstancias durante el diseño, la fabricación o el uso, las cuales han conducido a una falla [12] están agrupadas y codificadas en el SGD.
- NOM\_CAUSA: nombre de la causa de la falla eléctrica
- NOME\_MUNI1: código de los municipios del departamento del Cauca.
- OBSERVACION: anotación referente a las actividades realizadas para resolver las incidencias.
- SERVICIO: actividades realizadas dentro de Mantenimiento Correctivo y Preventivo a las redes eléctricas de CEO.
- CUADRILLA: hace referencia a la codificación que recibe una brigada de acuerdo con el proceso que pertenece.

## Validación inicial

Al realizar la revisión de los archivos Excel Data C.O\* 2017, Data C.O\* 2018 y Data C.O\* 2019 se identificó que los registros por año se encuentran mezclados, ya que las incidencias en ocasiones no se cierran en el mismo año que son creadas. También puede ser por el código de condicionales empleados para realizar los filtros y extracción de la información de la base de datos.

## Integración de la información

En el archivo Excel llamado Data C.O 2017- 2019 se integran los datos de las incidencias extraídas de los tres archivos Data C.O 2017, Data C.O 2018 y Data C.O 2019 [13], ya que anteriormente se identificó que los datos estaban mezclados en total se tienen 428286 registros de incidencias, ver tabla 3 (información extraída de Excel Data C.O 2017-2019 hoja: D\_Union).

Para 2017 se tienen los registros de oct-dic, de 2019 de ener-ago y en 2018 se tiene el registro completo, ver tabla 10.

Año	2017*	2018	2019*	Total
Fecha_inicio	28558	158791	240936	428286
Fecha_fin	28142	157947	242196	428286
Diferencia	416	844	-1260	---

*Tabla 10 Registros de incidencias años 2017,2018 y 2019*

Para oct-dic de 2017 no se cerraron 416 incidencias o se cerraron en el año siguiente, en el año 2018 quedan pendientes 844 incidencias y en 2019 se cierran 1260 incidencias que provenían de años anteriores por esto el número aparece negativo.

## Eliminación de duplicados

Al realizar revisión de la información del archivo Data C.O 2017-2019 se confirmó que 60,9% de los registros estaban repetidos varias veces en sus 44 campos, y se llegó a la conclusión que eran registros duplicados por lo que se procedió a su eliminación. De los 428286 se encontraron 260845 duplicados que al ser eliminados dieron como resultado 167441 registros (información extraída de Excel Data C.O 2017-2019- hoja: Datos). Lo que dio origen a la duplicación de este gran porcentaje de registros de los datos es desconocido. La autorización para la eliminación de los registros duplicados fue realizada por Jorge Millan y Juan David Castaño.

## Distribución de incidencias y servicios

De los 167441 registros de daños los campos de mayor interés son: TMR, Incidencia, Servicio y Causa. Los daños se registraban en el sistema SGD a través de un código llamado incidencia que para ser resuelta requiere de una o más actividades denominadas servicios. El TMR se registra para cada incidencia, pero en el caso que se requiera el TMR de cada uno de los servicios en específico el registro del daño no lo tiene. Un ejemplo de esto es la incidencia 2018-24932, ver tabla 11 (Excel Data C.O 2017-2019- hoja: Sin duplicados).

INCIDENCIA	TMR	SERVICIO
2018-24392	6,96	RETENSION O CAMBIO DE CONDUCTORES
2018-24392	6,96	RETENSION O CAMBIO DE TEMPLETES
2018-24392	6,96	CAMBIO DE CRUCETAS
2018-24392	6,96	CAMBIO O INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION
2018-24392	6,96	REPOSICION DE FUSIBLE
2018-24392	6,96	PLOMADA O CAMBIO DE APOYOS
2018-24392	6,96	CAMBIO DE AISLAMIENTO
2018-24392	6,96	CAMBIO DE ELEMENTOS DE FIJACION
2018-24392	6,96	CAMBIO O RETIRO DE NUEVAS ESTRUCTURAS
2018-24392	6,96	PUENTE DE CORTACIRCUITO

*Tabla 11 Ejemplo de una Incidencia con diferentes servicios para los cuales el TMR es el mismo.*

La incidencia 2018-24392 tardó en ser resuelta 6,96 horas y se logró atender con 10 servicios, por esta razón la misma incidencia está registrada 10 veces; esto no es adecuado para realizar un análisis detallado, ya que no se tiene el tiempo que tarda en realizar cada uno de los servicios.

Para conocer el número de servicios realizados durante el periodo analizado se implementó una tabla dinámica de donde se obtuvo número de servicios de los años 2017, 2018 y 2019, ver tabla 12 (información extraída de Excel Data C.O 2017-2019- hoja: Filtro\_servicios).

Año	Servicios
2017	21497
2018	89756
2019	56188
Total	167441

*Tabla 12 Número total de servicios año 2017,2018 y 2019.*

Para los meses de octubre-diciembre del año 2017 se tienen 21497 servicios, de los meses de enero-agosto del año 2019 se tiene de 56188 servicios y del año 2018 se tiene de 89756 servicios de todos los meses.

Para obtener el número total de incidencias se tomaron los datos del archivo Excel Data C.O 2017-2019-hoja sin\_duplicados. Donde sólo se tiene un servicio por cada incidencia, y por medio de una tabla dinámica se contabilizó un total 140303 incidencias de los años 2017,2018 y 2019, ver tabla 13 (Excel Data C.O 2017-2019-hoja: Filtro\_incidencias).

Año	Incidencias
2017	18785
2018	75482
2019	46036
Total	140303

*Tabla 13 Registro de Incidencias año 2017, 2018 y 2019.*

Para los meses de octubre-diciembre del año 2017 se tiene registro de 18785, de los meses de enero-agosto del año 2019 se tiene registro de 46036 servicios y del año 2018 se tiene registro de 75482 servicios de todos los meses.

A continuación, con el fin de analizar más detalladamente la información de cada servicio e incidencia se identificó que en las celdas de TMR y Cuadrilla debían realizarse algunas exclusiones porque presentan datos de procesos que no pertenecen a Mantenimiento Correctivo para ello se propusieron los siguientes 2 filtros:

TMR TOTAL: no se tienen en cuenta los registros con TMR mayores a 1000 horas (un mes tiene 730 horas, el reporte puede demorarse hasta cinco días más para ser calculado; es decir 120 horas más, dando como resultado 830 horas, se decidió aproximar este valor a 1000 horas).

CUADRILLA: solo se tienen en cuenta las brigadas codificadas de la siguiente manera: ZN, ZC, ZS hacen referencia a Zona Norte, Zona Centro y Zona Sur, seguido de tres dígitos que corresponden a la codificación de su radio, ejemplo ZN200.

### **Validación final**

Se realizó una socialización del manejo dado a la información en los pasos 1 y 2 la cual fue aprobada por los directores de Innovación y Operación de la red, los cuales dieron su consentimiento para que se procese la base de datos validada y se obtenga la información de análisis.

#### **3.2.4 Procesamiento de la información**

Se realiza una tabla dinámica de la hoja sin duplicados y se aplican los dos filtros anteriormente aprobados en el paso 2.5. Con el fin de manejar una misma terminología para el análisis de los datos en el archivo Excel Data C.O 2017-2019 se van a cambiar los nombres de las siguientes cuatro celdas:

DURACION: TMR TOTAL (TMR T)

DURACION\_MIN\_ASIGNA: TMR ASIGNACION (TMR A)

DURACION\_MIN\_ASIGNA\_DESPLAZA: TMR DESPLAZAMIENTO (TMR D)

DURACION\_DESPLAZA\_FINAL: TMR RESOLUCION (TMR R)

Inicialmente se van a revisar las causas que generan el 80% de las incidencias con sus respectivos TMR promedio. Después se calcula el Pareto de servicios de las causas identificadas.

### Pareto de causas:

En los meses de oct-dic del año 2017 con los filtros aplicados se tienen 18169 incidencias con las que se calcula el Pareto de causas, es decir las causas que generan el 80% de las incidencias, este valor corresponde a 14927. Ya que no se tiene este número exacto en la agrupación por causas, se realiza una aproximación de 7 causas que suman 15315 incidencias. La causa que más se presenta son las *Descargas atmosféricas* con 3747 incidencias, *Falla o defecto de aislamiento o cable* presentó 2848 incidencias y *Servicio normal* 2435, ver tabla 14 (Excel Data C.O 2017-2019- hoja: Causas\_2017).

CAUSA	TMR A	TMR D	TMR R	TMR T <sup>3</sup>	INCIDENCIAS	PORCENTAJE
DESCARGAS ATMOSFERICAS	1,101	4,645	0,855	6,610	3747	24,466%
FALLA O DEFECTO DE AISLAMIENTO CABLE	0,832	2,951	0,709	4,508	2848	18,596%
SERVICIO NORMAL	0,002	0,259	0,195	0,457	2435	15,899%
ARBOL O RAMA SOBRE LA LINEA	0,756	4,235	2,705	7,701	2337	15,260%
FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	0,813	3,324	1,779	5,922	1846	12,054%
CAUSA DESCONOCIDA	0,404	0,768	0,200	1,374	1227	8,012%
(En blanco) <sup>4</sup>	0,794	6,673	6,588	11,610	875	5,713%
TOTAL	0,672	3,265	1,862	5,454	15315	100%

Tabla 14 Pareto de causas año 2017.

En los meses de oct-dic del año 2017 las *Descargas atmosféricas* representan aproximadamente la cuarta parte de las causas que más incidencias generan, el segundo lugar lo ocupa *Falla o defecto de aislamiento o cable* que representa un poco más de la octava parte de estas incidencias. El TMR Total de estas 7 causas es en promedio 5,45 horas, la causa con TMR Total promedio aproximado más alto de 11,61 horas son las que están *En blanco*, pero son las que menos incidencias representa dentro del Pareto. El TMR Desplazamiento de estas causas es el más alto y representa en promedio 3,32 horas siendo

<sup>3</sup> El TMR T al ser la suma de TMR A, TMR D, TMR R no da el número exacto porque se realizan aproximaciones y el archivo Excel (Data C.O\* 2017-2019) se encuentran sin formulas debido a la densidad de los datos.

<sup>4</sup> En blanco quiere decir que cuando se estaba realizando el registro de la incidencia no se llenó nada en el campo, en este caso no se seleccionó ninguna causa.

más representativo en *Descargas atmosféricas* con 4,65 horas. El TMR Resolución ocupa el segundo lugar y representa en promedio 1,86 horas siendo más alto en *Árbol o rama sobre la línea* con un promedio de 2.75 horas. El TMR Asignación es el más bajo, su promedio es de 0,67 horas, siendo más alto en *Descargas atmosféricas* con un promedio de 1,10 horas, ver figura 14.

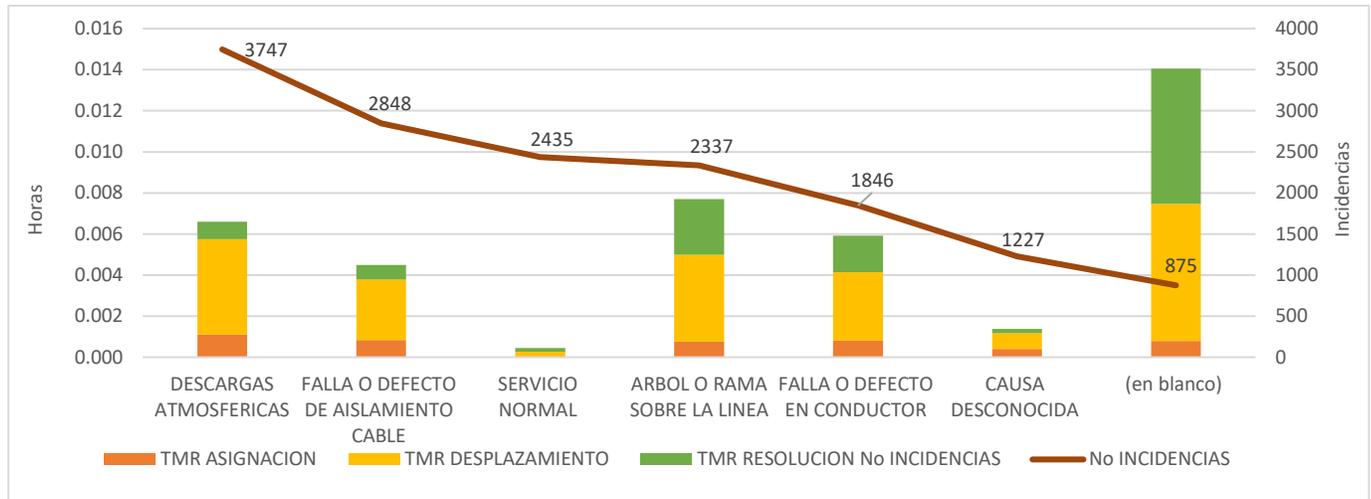


Figura 14 Pareto de Causas y TMR año 2017 (fuente propia)

En el año 2018 con los filtros aplicados se tienen 74738 incidencias con las que se calcula el Pareto de causas, este valor corresponde a 59790. Ya que no se tiene este número exacto en la agrupación por causas se realiza una aproximación con 9 causas que suman 60386 incidencias, ocupando el primer lugar *Árbol o rama sobre la línea* con 10911 incidencias, el segundo lugar *Descargas atmosféricas* con 10775 incidencias y el tercer lugar *Servicio normal* con 9922 incidencias, ver tabla 15 (Excel Data C.O 2017-2019- hoja: Causas\_2018).

CAUSA	TMR A	TMR D	TMR R	TMR T	INCIDENCIAS	PORCENTAJE
ARBOL O RAMA SOBRE LA LINEA	0,919	6,300	2,218	5,856	10.911	18,188%
DESCARGAS ATMOSFERICAS	1,125	5,134	0,869	0,761	10.775	17,961%
SERVICIO NORMAL	0,050	0,155	0,168	13,398	9.922	16,539%
FALLA O DEFECTO DE AISLAMIENTO CABLE	0,850	2,891	0,721	1,203	9.109	15,184%
FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	0,737	5,541	1,999	8,291	6.408	10,682%
CAUSA DESCONOCIDA	0,259	0,655	0,285	4,475	4.955	8,260%
(En blanco)	0,991	8,273	13,631	0,374	4.400	7,334%
FALLA EN LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE	0,107	0,562	0,089	7,139	2.046	3,411%
VIENTOS	0,930	4,086	0,821	9,448	1.465	2,442%
TOTAL	0,663	3,733	2,311	5,661	59.991	100%

Tabla 15 Pareto de causas año 2018

En el año 2018 *Árbol o rama sobre la línea* son los mayores causantes de incidencias representa aproximadamente menos de la cuarta parte del total de las incidencias del cálculo del Pareto, el segundo lugar con una diferencia de 0,2 % lo ocupa *Descargas atmosféricas*. El TMR Total de estas 9 causas es en promedio 5,66 horas, la causa con TMR Total promedio más alto en promedio de 13,39 horas es *Servicio normal* y *Vientos* con un TMR Total en promedio de 9,45 horas, además es la que menos incidencias representa dentro del Pareto. El TMR Desplazamiento de estas causas es el más alto y representa en promedio 3,73 horas siendo *En blanco* el más alto de aproximadamente 8,27 horas y *Árbol o rama sobre la línea* con 6,30 horas. El TMR Resolución ocupa el segundo lugar y representa en promedio 2,31 horas siendo más representativo *En blanco* con un promedio de 13,63 horas. El TMR Asignación ocupa el tercer lugar con un promedio 0,66 horas siendo más representativo en *Descargas atmosféricas* con un promedio de 1,13 horas, ver figura 15.

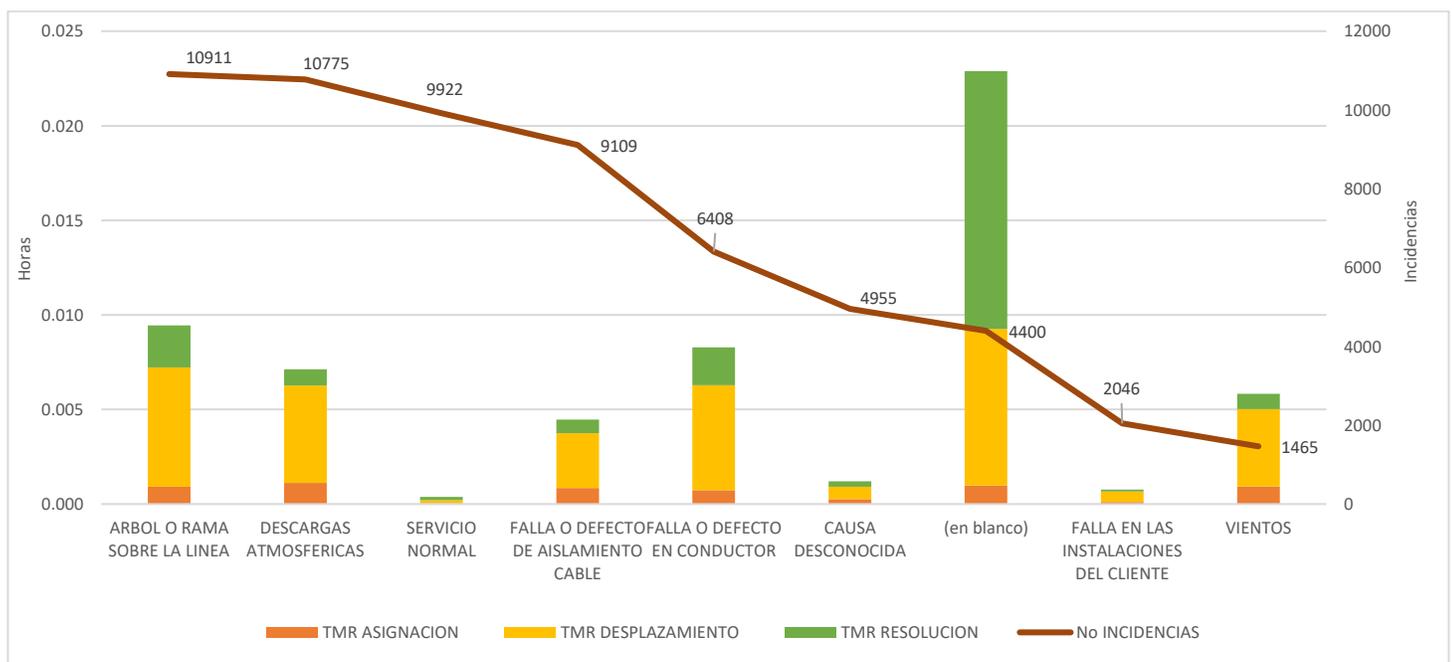


Figura 15 Pareto de Causas y TMR año 2018 (fuente propia)

En los meses de enero-agosto del año 2019 con los filtros aplicados se tienen 45371 incidencias con las que se calcula el Pareto de causas, este valor corresponde a 36297, ya que no se tiene este número exacto se realiza una aproximación con 9 causas que suman 36717 incidencias, ocupando el primer lugar *Árbol o rama sobre la línea* con 11105 incidencias, esta causa también ocupó el primer lugar en el año 2018. El segundo lugar lo ocupó *Servicio normal* con 6644 incidencias y el tercer lugar lo obtuvo *Falla o defecto en conductor* con 5699 incidencias, ver tabla 16 (Excel Data C.O 2017-2019- hoja: Causas\_2019).

CAUSA	TMR A	TMR D	TMR R	TMR T	INCIDENCIAS	PORCENTAJE
ARBOL O RAMA SOBRE LA LINEA	1,577	21,947	2,154	25,687	6863	18,692%
SERVICIO NORMAL	0,007	0,046	0,095	0,149	6644	18,095%
FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	1,268	8,007	1,362	10,647	5699	15,521%
DESCARGAS ATMOSFERICAS	1,662	6,759	0,914	9,345	4926	13,416%
FALLA O DEFECTO DE AISLAMIENTO CABLE	1,214	5,874	0,750	7,849	4236	11,537%
(En blanco)	1,233	7,796	11,950	15,408	3013	8,206%
VIENTOS	1,695	5,430	0,854	7,990	2217	6,038%
CAUSA DESCONOCIDA	0,179	0,736	0,189	1,106	1724	4,695%
FALLA EN LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE	0,018	0,365	0,422	0,806	1395	3,799%
TOTAL	0,984	6,329	2,077	8,776	36717	100%

Tabla 16 Pareto de causas año 2019

En los meses de enero-agosto del año 2019 *Árbol o rama sobre la línea* son los mayores causantes de incidencias representa aproximadamente menos de la cuarta parte del total de las incidencias del cálculo del Pareto, el segundo lugar con una diferencia de 0,6 % lo ocupó *Servicio normal*. El TMR Total de estas 9 causas es en promedio 8,77 horas, la causa con TMR Total promedio más alto de 25,69 horas es *Árbol o rama sobre la línea*. El TMR Total de las causas *En blanco* tiene un tiempo promedio de 15,41 horas y son las que menos incidencias representan dentro del Pareto. El TMR Desplazamiento de estas causas es el más alto y representa en promedio 6,3 horas, siendo más alto en *Árbol o rama sobre la línea* con aproximadamente 21,9 horas. El TMR Resolución ocupó el segundo lugar y representa en promedio 2,08 horas siendo más representativo en las causas que están *En blanco* con un promedio de 11,95 horas. El TMR Asignación ocupa el tercer lugar y representa en promedio 0,98 horas siendo la causa más representativa *Vientos* con 0,69 horas, ver figura 16.

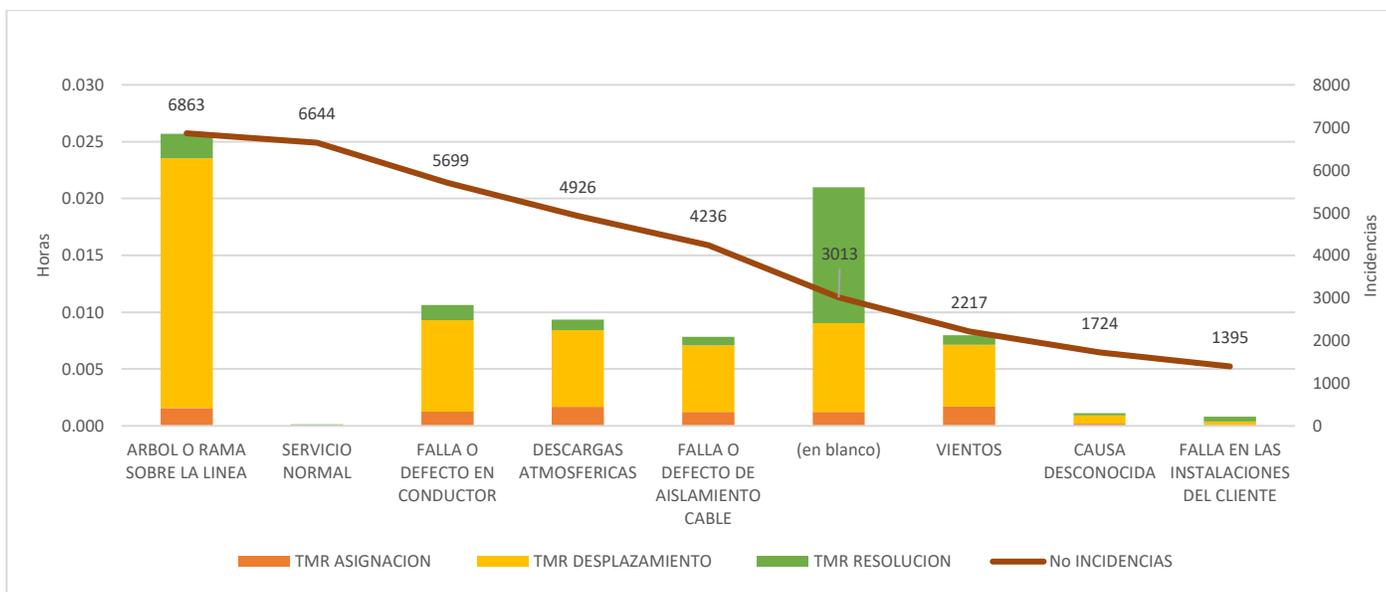


Figura 16 Pareto de Causas y TMR año 2019 (fuente propia)

### Pareto de servicios:

Con el propósito de identificar los servicios realizados en las causas que generan más incidencias con la hoja Datos se realizó una tabla dinámica con los dos filtros propuestos en el paso 2.5 (Excel Data C.O 2017-2019- hoja: S\_80%).

En los meses de octubre-diciembre del año 2017 se realizaron 17331 servicios, su Pareto serían 13846 ya que no se cuenta con este número exacto se aproxima a 13365, ver tabla 17.

CAUSAS	REPOSICION DE FUSIBLE	LIMPIEZA DE NEUTRO O FASE (ACOMETIDA)	SIN ESPECIFICAR	SIN EJECUCION DE SERVICIO	SE ENCONTRO SERVICIO NORMAL	TOTAL
ARBOL O RAMA SOBRE LA LINEA	1236	29	300	17	23	1605
CAUSA DESCONOCIDA	56	122	33	868	141	1220
DESCARGAS ATMOSFERICAS	3191	31	533	10	4	3769
FALLA O DEFECTO DE AISLAMIENTO CABLE	12	2547	153	80	30	2822
FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	331	115	152	35	6	639
SERVICIO NORMAL	---	9	7	909	1510	2435
(En blanco)	---	---	875	---	---	875
Porcentaje	36%	21%	15%	14%	13%	100%
Total general	4826	2853	2053	1919	1714	13365

Tabla 17 Pareto de servicios año 2017.

En el año 2018 el 80% de los servicios realizados para resolver las 9 causas son 69143, su Pareto sería 43304 ya que no se cuenta con este número exacto se aproxima a 54131, ver tabla 18.

CAUSAS	REPOSICION DE FUSIBLE	LIMPIEZA DE NEUTRO O FASE (ACOMETIDA)	SE ENCONTRO SERVICIO NORMAL	PODA BAJO Y EN CERCANIA DE REDES	SIN ESPECIFICAR	SIN EJECUCION DE SERVICIO	TOTAL
DESCARGAS ATMOSFERICAS	7577	175	79	150	993	71	9045
ARBOL O RAMA SOBRE LA LINEA	3712	312	130	6843	633	96	11726
VIENTOS	748	61	17	48	82	9	965
FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	642	1471	63	202	291	108	2777
CAUSA DESCONOCIDA	164	554	946	19	117	3004	4804
FALLA O DEFECTO DE AISLAMIENTO CABLE	64	7986	108	133	203	264	8758
FALLA EN LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE	29	593	293	6	287	583	1791
SERVICIO NORMAL	18	86	7295	5	81	2387	9872
(En blanco)	4	4	13	1	4370	1	4393
Porcentaje	24%	21%	17%	14%	13%	12%	100%
Total general	12958	11242	8944	7407	7057	6523	54131

Tabla 18 Pareto de servicios año 2018.

En el año 2019 el 80% de los servicios realizados para resolver las 9 causas son 17.331 su Pareto sería 26304 ya que no se cuenta con este número exacto se aproxima a 32880, ver tabla 19.

CAUSA	REPOSICION DE FUSIBLE	LIMPIEZA DE NEUTRO O FASE (ACOMETIDA)	PODA BAJO Y EN CERCANIA DE REDES	SE ENCONTRO SERVICIO NORMAL	RETENCION O CAMBIO DE CONDUCTORES	REPOSICIÓN FUSIBLE BT	TOTAL
ARBOL O RAMA SOBRE LA LINEA	2620	127	4947	43	809	1830	10376
FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	477	1842	269	64	2812	450	5914
SERVICIO NORMAL	5	44	2	3499	15	---	3565
DESCARGAS ATMOSFERICAS	3531	99	57	13	81	1121	4902
FALLA O DEFECTO DE AISLAMIENTO CABLE	65	3782	59	21	211	22	4160
(en blanco)	---	2	---	7	---	---	9
VIENTOS	1334	17	88	2	133	644	2218
CAUSA DESCONOCIDA	118	58	6	420	24	28	654
FALLA EN LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE	5	280	3	418	373	3	1082
Porcentaje	25%	19%	17%	14%	14%	12%	100%
Total general	8155	6251	5431	4487	4458	4098	32880

Tabla 19 Pareto de servicios año 2019.

De acuerdo con el Pareto de causas y servicios realizados se van a priorizar tres factores:

1. TMR desplazamiento
2. Servicio: Se encontró servicio normal
3. Servicio: Poda bajo y en cercanía de redes

Del TMR Total el TMR Desplazamiento es el más alto en el cálculo del Pareto de causas y servicios, en el año 2018 representó aproximadamente el 65,9% y en el año 2019 representó aproximadamente el 72% del tiempo total, por esta razón se seleccionó como uno de los factores a analizar, ver tabla 14,15 y 16

En el año 2019 la segunda causa que más generó incidencias está clasificada como *Servicio normal* y el servicio se clasifica como *se encontró servicio normal como se puede verificar en la tabla 16*. Se ve como un factor donde se pueden ahorrar varios costos ya que son traslados innecesarios que realiza la brigada.

En el Pareto de causas del año 2018 y 2019 la principal causante de incidencias es *Árbol o rama sobre la línea* por esto fue seleccionado el servicio *Poda bajo y en cercanía de red*, ver figura 14 y 15.

## 4. Análisis cualitativo del Centro de Costo de Mantenimiento Correctivo de la Gerencia Técnica 2017-2019

### 4.1 Metodología

La metodología utilizada es parte del método Desing Thinking al igual que en los anteriores capítulos recogiendo 4 actividades principales descritas asociadas al pensamiento divergente pertenecientes al segundo diamante.

**4.1.1 Factores cuantitativos priorizados:** por medio del anterior capítulo donde se analizó la base de datos cuantitativo de Mantenimiento Correctivo se priorizaron los factores que se van a profundizar por medio del análisis cualitativo.

**4.1.2 Entrevistas con actores:** se identificó a los actores con sus respectivos organigramas y se realizaron entrevistas generales e informales a: Técnicos de UTEN, Interventoría, Aprovisionamiento, Centro de Operaciones y Mantenimiento; con el propósito de identificar falencias.

- **Diseño de entrevistas de exploración:** para el diseño de las entrevistas se realizaron preguntas generales a los cinco actores, y se les permitía de manera más franca dar su punto de vista de acuerdo con las falencias que desde sus actividades identificaban. No se realiza el mismo esquema de preguntas con cada entrevistado ya que se trata de obtener información específica y complementaria.
- **Realización de entrevistas de exploración:** el esquema y metodología de las preguntas diseñadas se presentó a la Interventoría de CEO para su aprobación. Las entrevistas a técnicos de las brigadas se realizaron en febrero del año 2020 de carácter informal en la cafetería del edificio Negret, con el resto de los actores se realizaron en sus oficinas.
- **Análisis de resultados de entrevistas de exploración:** en este paso se analizaron las entrevistas de los cinco actores y se seleccionaron factores críticos comunes identificados en las mismas.

**4.1.3 Mapas de rutas con Google Maps:** se seleccionaron al azar algunas rutas de los técnicos de las brigadas para ser analizadas

- **Ubicación y distribución de núcleos:** las brigadas con el fin de optimizar el TMR de la organización se ubican en núcleos operativos ubicados en diferentes municipios: 19 núcleos operativos con 33 brigadas livianas y 32 semipesadas.

- **Selección de incidencias al azar:** de acuerdo con sus actividades y zonas donde se encuentran ubicadas tienen actividades, herramientas, materiales y alcance diferentes: brigadas livianas, semipesadas y pesadas. Se empleó la función aleatoria de Excel para graficar rutas seguidas por brigadas en un día cotidiano de trabajo.

**4.1.4 Diseño de diagrama de actividades de Mantenimiento Correctivo:** se realizó un diagrama de flujo general del proceso de Mantenimiento Correctivo empleando la herramienta BPMN.

- **Diagnóstico del proceso de Mantenimiento en CEO:** se realizó una visión general de las actividades realizadas en el proceso de Mantenimiento Correctivo como están organizadas como es su relación con otros procesos con el propósito de complementar la documentación actual. De poda bajo y en cercanía de redes se va a graficar con BPMN y se encontró servicio normal se va a representar con un Customer Journey Map.
- **Modelado BPMN de Mantenimiento Correctivo:** con la recopilación de las actividades en el paso anterior se procedió a unirlas empleando las reglas que tiene el modelado de BPMN para la construcción del diagrama de flujo de Mantenimiento Correctivo y poda bajo y en cercanía de redes.
- **Factores críticos de Mantenimiento Correctivo:** con las actividades relacionadas se procedió a identificar los puntos donde se están generando retrocesos, retados o factores que son considerados como críticos dentro del proceso de Mantenimiento Correctivo.
- **Customer Journey Map de Mantenimiento Correctivo:** por medio de entrevistas se realizó un gráfico empleando la filosofía del Customer Journey Map de Mantenimiento Correctivo y se encontró servicio normal.
- **Interrelación de los actores de Mantenimiento Correctivo:** se creó un diagrama con el flujo de actividades que realizan los diferentes actores involucrados en el proceso de Mantenimiento Correctivo, se emplearon diferentes tipos de líneas para su relación.

## 4.2 Resultados

#### 4.2.1 Factores cuantitativos priorizados

Del análisis cuantitativo se realizó una socialización con el equipo de innovación y con aprobación del ingeniero Jorge Millan se decidió se priorizaron los siguientes factores:

- **TMR Desplazamiento:** ya que representa el mayor porcentaje del TMR Total que para el año 2018 fue de aproximadamente 5,66 horas de los cuales 3,73 en corresponden a desplazamientos, de enero-agosto del año 2019 el TMR Total fue de aproximadamente 8,78 horas de las cuales 6,33 horas son de desplazamientos por esta razón el TMR de desplazamiento fue uno de los factores priorizados.
- **Poda en bajo y cercanía de redes:** en el año 2018 la causa Árbol o rama sobre la línea representa aproximadamente el 18% del Pareto calculado siendo el mayor causante de incidencias; aunque ocupa menos de la cuarta parte del Pareto, de enero-agosto del año 2019 también representó aproximadamente el 18.69% del Pareto de incidencias. El Servicio de Poda bajo y en cercanía de redes en el año 2018 ocupó el cuarto lugar dentro del Pareto y representó el 14%, en los meses de enero-agosto del año 2019 ocupó el tercer lugar con un 17%, asociado a que la causa de Árbol o rama sobre la línea en este mismo periodo de tiempo ha sido de las más representativas este servicio fue seleccionado para realizarle un análisis en búsqueda de factores que puedan ser mejorados.
- **Se encontró servicio normal:** al realizar el Pareto de servicios se seleccionó Se encontró servicio normal, que en el año 2018 representó aproximadamente el 17% y el 14 % en el año 2019, se identificó que es un factor susceptible de mejora que puede ahorrar varios costos generados en los traslados innecesarios.

#### 4.2.2 Entrevista con actores

Con el propósito de identificar a los involucrados con Mantenimiento Correctivo se obtuvo el organigrama de Operación de la red, ver figura 17, Mantenimiento, ver figura 18 Interventoría y HSE, ver figura 19 y UTEN. Los directores son los que apoyan y dirigen en CEO a sus colaboradores a cargo [14].

Aunque se intentó realizar una visita al Call Hander no fue posible debido a los permisos que se debían obtener y el tiempo ya que se inició la pandemia por esto, aunque este es un actor importante en el proceso no se logró obtener una entrevista directamente con ellos.

#### Operación de la red



Figura 17 Organigrama Operación de la red <sup>5</sup>

## Mantenimiento

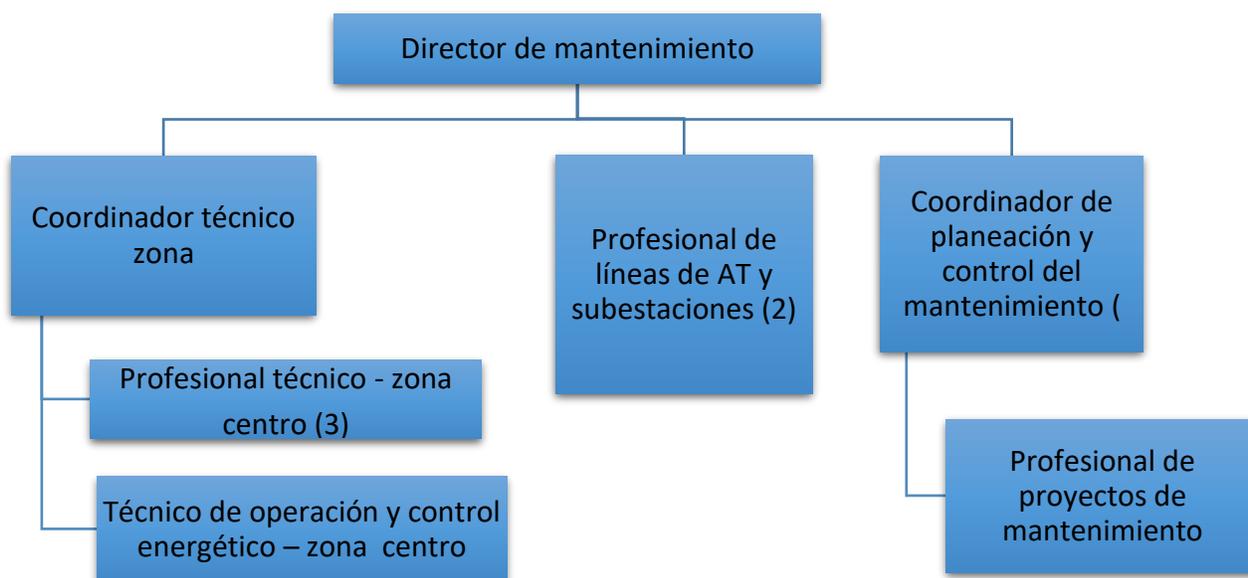


Figura 18 Organigrama Mantenimiento <sup>6</sup>

## Interventoría y HSE

<sup>5</sup> Figura 16. Organigrama Operación de la red tomado de: Organigrama actualizado 17-10-2019.Gestión humana CEO.

<sup>6</sup> Figura 17. Organigrama Mantenimiento tomado de: Organigrama actualizado 17-10-2019.Gestión humana CEO.

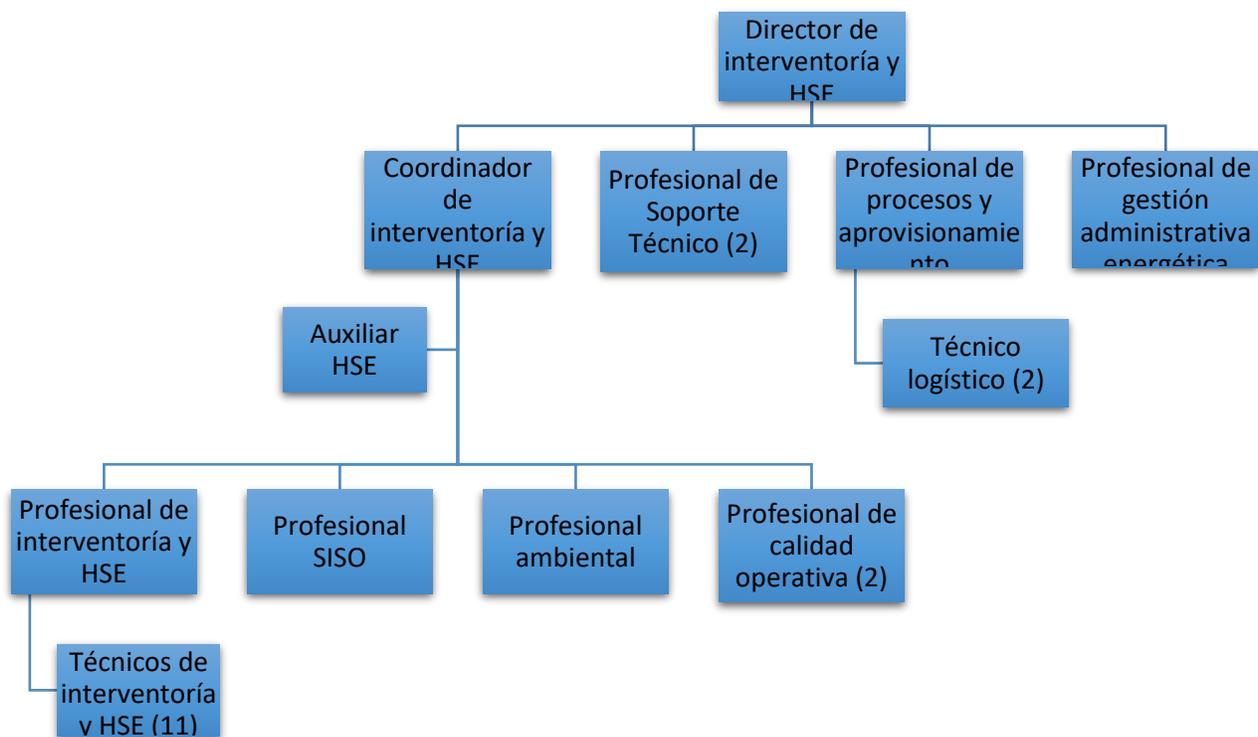


Figura 19 Organigrama Interventoría y HSE <sup>7</sup>

## UTEN<sup>8</sup>

Atención Daños  
 Coordinador  
 Auxiliar de Ingeniería  
 Analista  
 Actualizador  
 Supervisor de Daños  
 Supervisor Logístico  
 Brigadista Atención de daños Liviana  
 Brigadista Atención de daños Pesada

### Diseño entrevistas de exploración

A continuación, se muestra la estructura y las preguntas que se realizaron a los clientes/ usuarios en la encuesta de satisfacción al cliente en la atención de daños:

<sup>7</sup> Figura 18. Organigrama interventoría y HSE. Tomado de: Organigrama actualizado 17-10-2019. Gestión humana CEO.

<sup>8</sup> UTEN. Tomado de: Organigrama actualizado 17-10-2019. Recursos humanos



13. ¿Qué información recibió por parte de la brigada?

---

---

14. ¿Cómo se sintió con la atención recibida?

A. Muy bien    B. Bien                    C. Regular                    D. Mal

15. Si pudiera cambiar o mejorar algún aspecto sobre el reporte y la atención de los daños, ¿qué haría?

---

---

Sr/ Sra

Eso ha sido todo por el momento, le agradezco mucho su tiempo y disposición para participar de este ejercicio de innovación.

Que tenga feliz tarde

La idea al realizar las entrevistas es crear un ambiente cómodo con los entrevistados para que expongan sus puntos de vista sin sentirse limitados, por esto se estableció el perfil del entrevistador como una persona cercana que genere confianza con los entrevistados.

Para el diseño de las entrevistas se realizaron preguntas generales a los involucrados con Mantenimiento Correctivo y se le permitía de manera más abierta dar su punto de vista y las falencias que desde sus actividades identificaban, no se realiza el mismo esquema de preguntas ya que con cada entrevistado se trataba de obtener información específica. Se realizó un plan para las entrevistas de acuerdo con los siguientes tres factores: *Desplazamientos, Poda en bajo y cercanía de redes y Servicio Normal*. En cada uno de los factores seleccionados de acuerdo con su problema identificado se proponen las fases de información base. A continuación de acuerdo con cada factor se creó una tabla donde está contenida, ver tabla 20,21 y 22. Las preguntas se van a realizar de acuerdo con dos enfoques uno es obtener la información general del proceso donde se identifiquen detalles de Mantenimiento Correctivo; es decir la información base del proceso

**Factor: Desplazamiento.**

Problema: Altos tiempos de desplazamiento de una brigada para atender una falla, generado afectaciones en TMR, SAIDI, insatisfacción del usuario, ver tabla 20.

	¿Qué hacer?	¿Cómo hacer?
Información base	Observación de cómo son los desplazamientos.	- Shadowing

(entrevistas exploración)	Entrevistar a las brigadas, para conocer detalles del proceso de Mantenimiento Correctivo, la estructura de trabajo, rutas, reportes, herramientas, dificultades, etc.	- Entrevistas - Customer Journey map (nivel de dificultad, nivel de esfuerzo físico/mental, riesgo de vida)
---------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 20 Entrevistas fase de exploración Desplazamiento

### Factor: Se encontró servicio normal

Problema: Desplazamientos innecesarios de las brigadas para atender una presunta falla cuando en realidad el servicio es normal, ver tabla 21.

	¿Qué hacer?	¿Cómo hacer?
Información base (entrevistas exploración)	Observación de los servicios clasificados como normales	- Shadowing
	Entrevistar a las brigadas, para conocer detalles del proceso de los servicios normales.	- Entrevistas. - Customer Journey map (nivel de dificultad, nivel de esfuerzo físico/mental, riesgo de vida)

Tabla 21 Entrevistas fase de exploración Poda en bajo y cercanía de redes

### Factor: Poda en bajo y cercanía de redes

Problema: Altos tiempos de desplazamiento y servicio de una brigada por la atención de una falla generada por árbol o rama sobre la red que implica el servicio de podas en bajo y cercanía de redes, ver tabla 22.

	¿Qué hacer?	¿Cómo hacer?
Información base (entrevistas exploración)	Observación del cómo son las atenciones de daños generadas por árboles sobre la red.	-Shadowing
	Conocer el proceso ejecutado en el plan de podas.	- Entrevista con los que realizan el plan de podas
	Entrevistar a las brigadas, para conocer detalles del proceso llevado a cabo por en las podas en bajo y cercanía de redes.	- Entrevistas. - Customer Journey map (nivel de dificultad, nivel de esfuerzo físico/mental, riesgo de vida)

Tabla 22 Entrevistas fase de exploración Servicio normal

A continuación, se muestran tres listas de acuerdo con los factores definidos con las preguntas que se les pueden realizar a los diferentes actores involucrados con Mantenimiento Correctivo para recopilar la información base necesaria.

### Desplazamiento

- ¿Cómo es un día de trabajo cotidiano para ti?

- ¿Cómo es tu jornada laboral?
- ¿Cómo se organizan los equipos de trabajo?
- ¿Cómo funcionan los núcleos operativos?
- ¿Quién asigna las órdenes de trabajo?
- ¿Cómo te asignan las órdenes de trabajo?
- ¿Cómo te preparas para tu jornada (kit, materiales, herramientas)?
- ¿Cuántas órdenes de trabajo te asignan en un día?
- ¿Quién supervisa tus actividades?
- ¿Qué limita o retrasa su salida del núcleo o punto de partida?
- ¿Cómo logras llegar al punto del daño?
- ¿Qué hacen cuando no pueden encontrar una dirección?
- ¿Cuántas personas atienden un daño?
- ¿Cómo es el proceso del reporte ante CEO y ante UTEN?
- ¿Cómo priorizan las fallas a atender?
- ¿Quién traza tu ruta de trabajo?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de esa ruta?
- ¿Qué medios se emplean para organizar la ruta?
- ¿Cómo se rotan los turnos de trabajo?
- ¿Cuál es su medio de transporte?
- ¿Cómo preparas tu salida?
- ¿Qué sucede sino logras terminar de atender un daño dentro de tu turno?
- ¿Qué daños son los que más se presentan?
- ¿Cuáles son las principales dificultades de su trabajo?
- ¿Qué podrían hacer para resolver el daño que más se presenta?
- ¿En qué casos requieren apoyo de otra brigada? De ejemplos
- ¿Qué propones para desplazarte más rápido?
- ¿Con quién mantienen contacto para el desplazamiento y la atención del daño?
- ¿Cada cuánto tiempo te reportas con centro de control?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de reportarte continuamente?
- ¿Cada cuánto te ocurre que no cuentas con las herramientas o materiales necesarios?
- ¿Qué acciones toman cuando se presenta una lluvia?
- ¿Cuáles son los factores que más afectan su desplazamiento?
- ¿Por qué afectan los medios su desplazamiento, (vías en mal estado, trancones, condiciones climáticas)? y ¿Cómo resuelves esta situación?
- ¿Cómo calificaría su medio de transporte?
- ¿Cómo es el abastecimiento y mantenimiento de los vehículos, quien lo hace y con qué frecuencia?
- ¿Cómo afectan el abastecimiento y mantenimiento al vehículo?
- ¿Cuánto tiempo le toma realizar el abastecimiento del vehículo?
- ¿Qué lineamientos establecidos tienen para realizar los desplazamientos? (límites de velocidad, autorización del conductor)
- ¿Con qué tipo de fallas se tienen más desplazamientos? y ¿Por qué?

### **Se encontró servicio normal**

- ¿Cómo identifican la causa de un daño?

- ¿Tienen alguna clasificación para las actividades que realizan para resolver un daño
- ¿Cuáles son los casos de daños que más se presentan?
- ¿Cuál es la causa que más número de daños genera?
- ¿Qué actividad es la que más realiza?
- ¿Cuál es el material que más emplean?
- Sí realizan una visita y el usuario tiene servicio, ¿Qué procedimiento siguen?
- ¿Qué causa un servicio normal?
- ¿Qué es considerado un servicio normal?
- ¿Cuándo no se identifica la causa que hacen?
- ¿Quién llena todos los campos del reporte?
- ¿Quién se encarga de llenar la información en el sistema?
- ¿Hay clientes recurrentes con servicios normales?
- ¿Cómo se podrían disminuir las visitas generadas por servicios normales?

### **Poda bajo y en cercanía de redes**

- ¿Cómo se atiende un daño generado por árboles?
- ¿En qué consiste una jornada de podas?
- ¿En qué zonas se presentan más este tipo de daños?
- ¿Necesitan autorizaciones especiales para podar árboles que estén cerca de las redes?
- ¿Quién realiza el plan de podas?
- ¿Tienen clasificados los trabajos de podas?
- ¿Quién supervisa las podas?
- ¿Qué variables se tienen en cuenta para realizar las podas?
- ¿Qué herramientas necesitan para realizar las podas?
- ¿Cuáles herramientas de las que emplean son manuales y cuáles no? y ¿Qué fuentes de energía emplean?
- ¿Qué factores intervienen para realizar la poda (ambientales, lluvias, sol, permisos)?
- ¿Qué tramo de poda realizan en un día?
- ¿Qué factores pueden retrasar un servicio de podas?
- ¿Cree que hay una manera más rápida de realizar las podas?
- ¿Siempre realizan podas las mismas brigadas?
- ¿Qué características tienen las podas en bajo y cercanía de redes?
- ¿En qué época del año se presentan más este tipo de daño?
- ¿Qué factores como la lluvia, sol hacen que se presenten con más recurrencia este tipo de daño?

Para el personal de **UTEN** se establecieron las siguientes preguntas:

1. ¿Qué información te proporcionan para atender un daño?
2. Menciona los 5 tipos de daños que se presentan con mayor frecuencia e indica la forma en la que logras identificar el daño, la causa más común que lo genera y la acción que debes realizar para atenderlo:

Tipo de daño	Forma de identificar el daño	Acción para atender el daño	Causa que genera el daño
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

3. Si pudieras presentar por etapas las actividades que realizas en tu día a día, ¿cómo lo harías? Presenta a continuación cada una de esas etapas:
4. ¿Cómo verificas que se restableció el servicio del cliente que pidió el servicio?
5. ¿En qué casos se requieren de equipos o herramientas con las que no cuentan para atenderlos?
6. ¿Qué factores son los que más generan inconvenientes con tu trabajo (clima, transporte, herramientas y otros)?
7. Nombre los 5 casos, donde los daños que se presentan son transferidos a otras brigadas especiales o diferentes y llena la tabla con la información requerida

Caso/incidencia	¿Por qué no lo puedes atender?	A quien le transferies la información	¿Quién lo soluciona?
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

## Interventoría

1. Descríbanos un poco sus funciones laborales
2. ¿Las brigadas que supervisa quien se las asigna?
3. ¿Cuáles son los inconvenientes que más se presentan?
4. ¿Qué tipo de supervisión realizan?
5. ¿Qué situaciones son las más comunes?
6. ¿Cómo reportan las visitas que realizan?
7. ¿Cómo se corrigen los errores que ellos cometen?
8. ¿Que podría mejorar del proceso de atención de daños?
9. ¿Cómo es la supervisión en el entorno rural?
10. ¿Con cuántos interventores cuenta actualmente su área?
11. ¿Cómo es la estructura organizacional de UTEN?

12. ¿Sabe cómo funciona el proceso de atención daños, nos podría contar un poco sobre él?
13. ¿Qué verifican en sus inspecciones?
14. ¿Qué sabe acerca de los núcleos de ubicación de las brigadas

### **Auxiliar de centro de operaciones**

1. ¿Cuáles son los pasos que se siguen cuando se presenta un daño?
2. ¿Ustedes emplean la herramienta Google Earth para enrutar las brigadas?
3. ¿Cómo se selecciona una brigada?
4. ¿Cuáles son los turnos de las brigadas?
5. ¿Cómo es la comunicación con las brigadas?
6. ¿Cómo organiza las causas el sistema?
7. ¿Cómo se realiza el registro del tiempo en que ocurren los daños?
8. ¿Cómo se sabe qué casos ya están resueltos?
9. ¿Cuál es el procedimiento cuando un daño del día anterior quedó pendiente?
10. ¿Por qué varios casos de reconexión no se atienden (reportados como daños)?
11. ¿Ustedes tienen a cargo más actividades como conexiones y reconexiones? ¿las realizan las mismas brigadas? ¿Con qué información llenan el campo de observación?
12. ¿Con el nuevo sistema se tiene una brigada de escritorio, cuál es su funcionamiento?}
13. ¿Cómo es la interacción y comunicación por correo electrónico?
14. ¿Con quién se comunican cuando la brigada no contesta, o que solución dan cuando esto ocurre?
15. ¿Qué ocurre cuando la brigada no cuenta con los materiales para reponer elementos como por ejemplo un medidor?
16. ¿Quién asigna los trabajos en la noche?

### **Oscar Ortiz (Podas)**

1. ¿Cómo se organizan y planifican las podas?
2. ¿Qué instructivos o normativa deben seguir?
3. ¿Cómo se realiza una poda?
4. ¿Qué equipos emplean para realizar una poda?

### **Auxiliar centro de operaciones (Jhon Gurrute)**

1. ¿Cuáles son las actividades que realiza un auxiliar de centro de operaciones? y
2. ¿Cómo las distribuyen?
3. ¿Cómo se clasifican las podas?
4. ¿Qué procedimiento se debe seguir y cómo se resuelve una emergencia causada por un árbol?
5. ¿Cuáles son las causas de un servicio normal?
6. ¿Quién realiza las maniobras de apertura y cierre de los circuitos?

7. ¿De ejemplos de porqué se presentan los daños reasignados?
8. ¿Qué tiene de nuevo la OMS?
9. ¿Qué aplicaciones usan para hacer el registro de los daños presentados por los clientes?
10. ¿Qué tiempo tienen para dar respuesta a la queja presentada por el cliente/usuario?
11. ¿Qué soluciones cree usted que se le pueden dar al proceso de mantenimiento correctivo para que sea mejor?

### **Profesional de centro de control**

1. ¿Cuál es su principal actividad durante su jornada de trabajo?
2. ¿Cómo funcionan los Mantenimiento programados en la red?
3. ¿Quién solicita las consignas?

### **Director de innovación (Jorge Millan)**

1. ¿Qué se le pregunta a un cliente para identificar factores de mejora en mantenimiento correctivo?
2. ¿Qué aportes o cambios cree usted que se pueden realizar en Mantenimiento Correctivo?

### **Supervisor (Jhon Jairo)**

1. ¿Cómo se realiza la asignación de las brigadas?
2. ¿Qué falencias ha identificado dentro de Mantenimiento correctivo?
3. ¿Cuál es el daño que más tiempo toma y cuántas personas requieren para su atención?
4. ¿Cómo cree usted que se pueda mejorar el mantenimiento correctivo?
5. ¿Cómo se realiza una poda liviana?
6. ¿Cuál es el daño que más se presenta?
7. ¿Qué problemas presentan en cuanto a herramientas y materiales?
8. ¿Cuáles son las ventajas de la organización por núcleos?

### **Profesional Operación de la red (Jair Molano)**

1. ¿Cómo definen el tiempo cero en servicio normal?
2. ¿Alguna incidencia/caso puede quedar pendiente en el sistema?

### **Jorge Eliecer (coordinador de UTEN)**

1. ¿Cómo funciona el plan de podas?
2. ¿Cuántas personas se necesitan para podar un árbol y cuál es el proceso que deben seguir?

3. ¿Quién evalúa el trabajo que se realiza en podas?
4. ¿Las emergencias presentadas por árboles como se solucionan (paso a paso)?
5. ¿Qué normas rigen las actividades que realizan las brigadas de podas?

### **Coordinador zona centro (Alexander Velasco)**

1. ¿Cuál es su principal actividad?
2. ¿Cuál es el daño que más se presenta?
3. ¿Qué cree usted que podría ayudar a mejorar Mantenimiento correctivo?
4. ¿Cuál es el proceso que se debe seguir cuando no se cuenta con un material para realizar un servicio?

### **Realización de entrevistas de exploración**

Las entrevistas se realizaban de manera informal para que los involucrados no se sintieran presionados, se destacó que esta información se va a presentar con el objetivo de plantear mejoras no de acusar a nadie por las falencias que se presentan. A medida que se realizaban las entrevistas se agregan u omitían preguntas de acuerdo con la información entregada por cada persona.

A algunos se les entrevistó en sus puestos de trabajo de manera individual en otras ocasiones se realizaron sesiones grupales de aproximadamente una hora.

### **Análisis de resultados de entrevistas de exploración**

La información de las encuestas realizadas a los clientes/usuarios se obtuvo del archivo OMSCALLS\_Feb\_20 [15], que contiene 10030 referencias de daños del mes de febrero del año 2020, empleando la función aleatoria de Excel se seleccionaron 100 de ellas ya que varios usuarios no contestaban o no habían dejado un número de contacto; se realizaron 45 encuestas de satisfacción al cliente en la atención de daños a través de una llamada. Este archivo tiene 17 columnas de las cuales se van a emplear 3:

1. Ref llamada: contiene la referencia de la llamada.
2. Teléfono: el número de contacto del cliente/usuario.
3. Comentarios: escrito por quien recibe el reporte.

Se creó una hoja en archivo OMSCALLS\_Feb\_20 con el nombre llamadas donde se encuentran organizadas y graficadas las respuestas de la encuesta de satisfacción al cliente en la atención de daños. En frente de cada opción de respuesta se encuentra el número de respuestas a favor.

1. Cuénteme por favor ¿Cuál fue la situación presentada? ¿El daño es recurrente?  
Ver figura 20  
A. Si: 26

B. No: 19

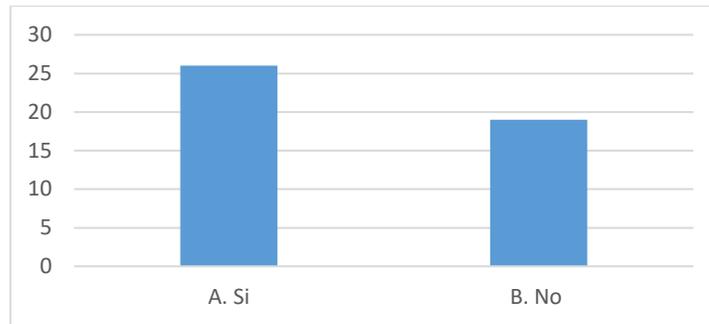


Figura 20. Daño recurrente (fuente propia)

2. El daño se presentó, ver figura 21

A. Predio: 14

B. Sector: 19

C. No sabe: 1

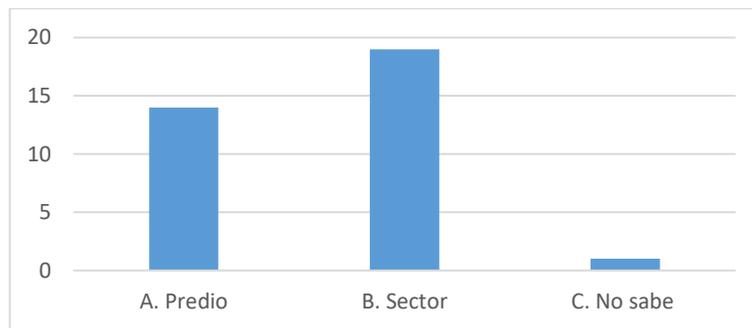


Figura 21 Daño en el predio o sector (fuente propia)

3. ¿Conocía usted la causa probable por la que se presentó el daño? ver figura 22

A. No: 14

B. Si: 31

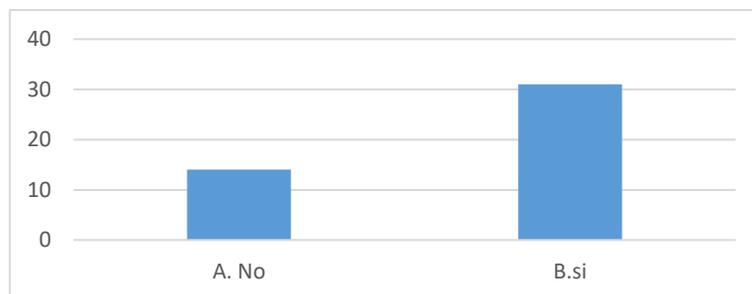


Figura 22 Posible causa del daño (fuente propia)

4. ¿Qué tiempo sin servicio espero para presentar el reporte? Ver figura 23

A. (1-5) min:15

- B. (5-10) min: 4
- C. (10- 30) min: 4
- D. Más tiempo: 22

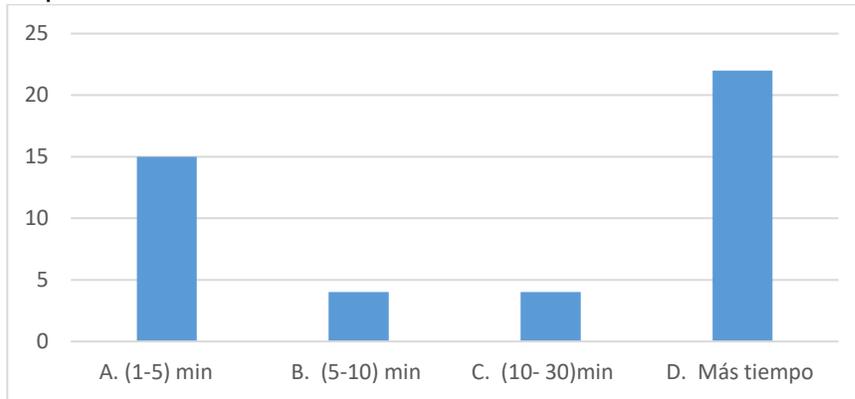


Figura 23 Tiempo espera para hacer el reporte del daño (fuente propia)

5. ¿A través de qué medio realizó el reporte? ver figura 24
- A. Línea gratuita 018000511234: 41
  - B. Punto de Atención al Cliente:3
  - C. C. A y B:1
  - D. #115:0
  - E. Canales virtuales:0

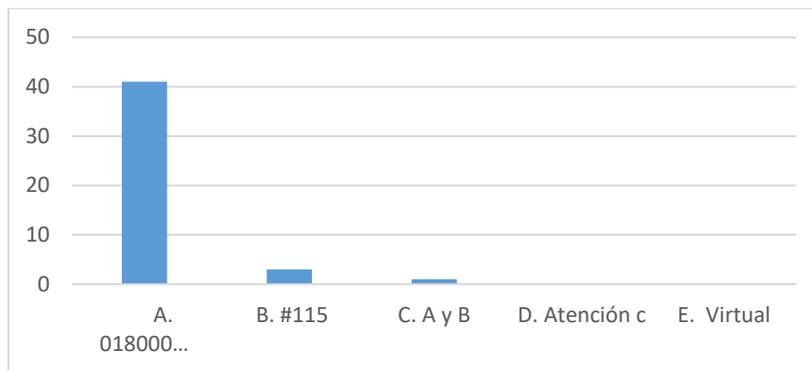


Figura 24 Medio usado para reportar (fuente propia)

6. ¿Cuánto tiempo pasó (en el teléfono/punto de atención/canales virtuales) para que recibiera su reporte? ver figura 25
- A. (1-5) min:18
  - B. (5-10) min: 12
  - C. (10- 30) min:7
  - D. Más tiempo:8

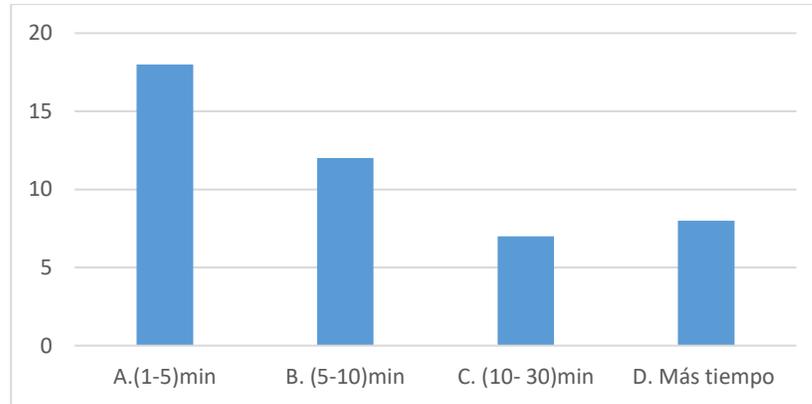


Figura 25 Recepción reporte (fuente propia)

7. ¿Cuántos veces debió llamar (¿escribir o ir al punto de atención para que su reporte fuera recibido?), ver figura 26
- A. 1: 25
  - B. 2: 8
  - C. 3: 6
  - D. 4-5: 3
  - E. más intentos: 3

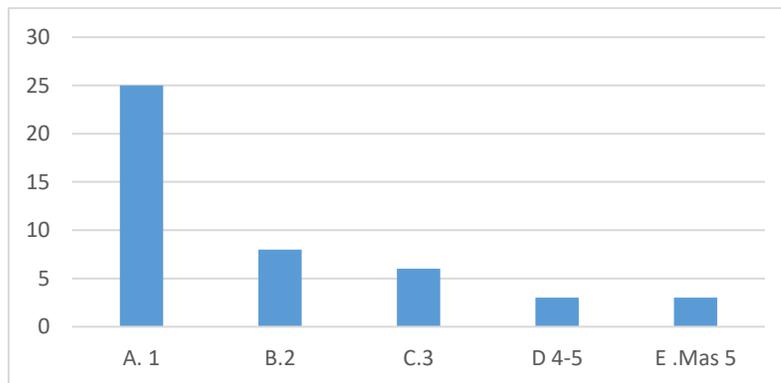


Figura 26 Intentos para recepción de reporte (fuente propia)

8. ¿Qué información le dieron cuando reportó el daño?  
 15 personas manifiestan que no se les dio ninguna información cuando reportaron el daño, las demás personas recibieron según el caso precauciones o se les informó que la brigada iría a atender el daño.
9. ¿Cómo fue su experiencia durante el reporte? ver figura 27
- A. Muy buena: 3
  - B. Buena: 26
  - C. Regular: 11
  - D. Mala: 5

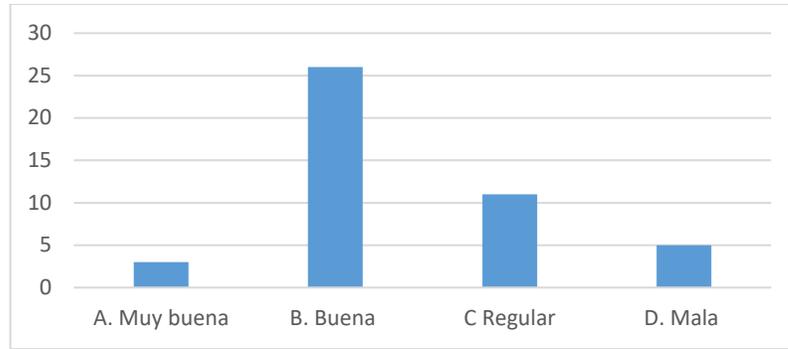


Figura 27 Calificación reporte (fuente propia)

10. ¿Cuánto tiempo tardó la brigada en llegar desde que realizó el reporte? ver figura 28

- A. (1-2) Horas: 10
- B. (2-3) Horas: 6
- C. (3- 8) Horas: 9
- D. Más tiempo: 20

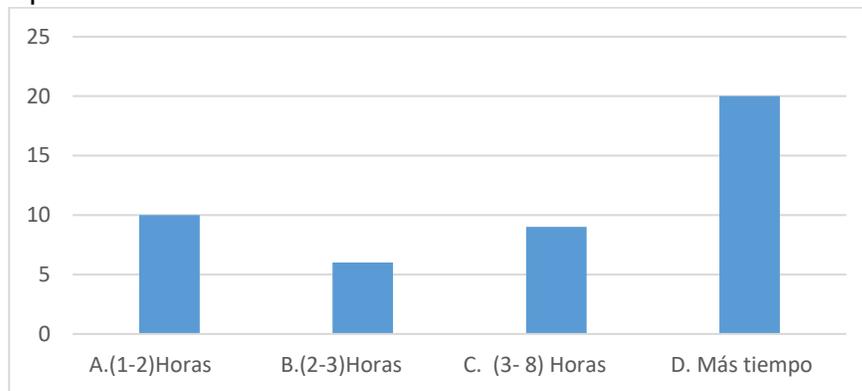


Figura 28 Llegada brigada (fuente propia)

11. ¿Cuánto tiempo tardó la brigada en solucionar el daño? ver figura 29

- A. (1-2) Horas: 24
- B. (2-3) Horas: 10
- C. (3- 8) Horas: 4
- D. Más tiempo: 5
- E. No lo solucionaron: 2

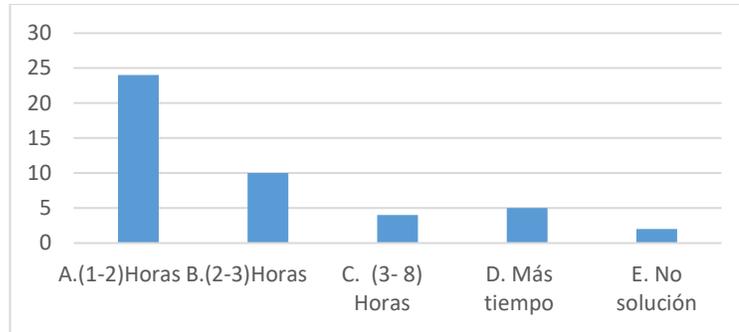


Figura 29 Solución del daño (fuente propia)

12. ¿Cómo fue su comunicación con la brigada? ver figura 30

- A. Muy buena: 3
- B. Buena: 12
- C. Regular: 3
- D. Mala: 0
- E. N/A (No se comunicaron): 27

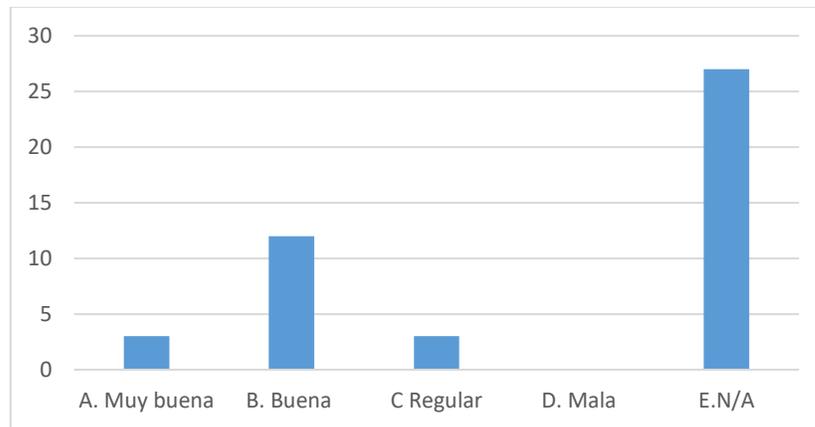


Figura 30 Comunicación con brigada (fuente propia)

13. ¿Qué información recibió por parte de la brigada?

32 personas no recibieron ninguna información por parte de la brigada y las restantes recibieron información de que había causado el daño, que les hicieron una reparación provisional y después vendría otra brigada entre otros.

14. ¿Cómo se sintió con la atención recibida? ver figura 31

- A. Muy bien: 2
- B. Bien: 28
- C. Regular: 11
- D. Mal: 4

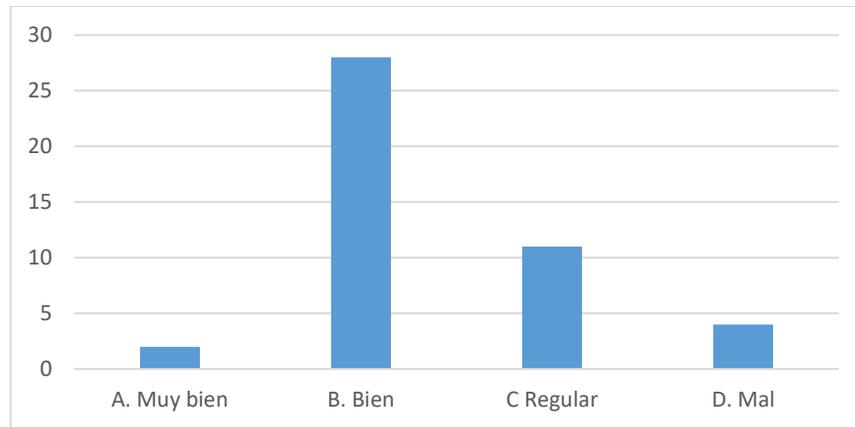


Figura 31 Calificación atención recibida (fuente propia)

15. Si pudiera cambiar o mejorar algún aspecto sobre el reporte y la atención de los daños, ¿qué haría? Las respuestas se muestran a continuación.

- 7 usuarios no respondieron esta pregunta.
- 1 usuario pago a una persona particular para resolver el daño su sugerencia es que la brigada sea enviada más rápido.
- La brigada fue recibida por una señora mayor que no pudo recibir bien la información, deberían enviar otro tipo de notificación de la atención recibida para estar informados de los que sucedió.
- Se presenta la misma falla le gustaría que dieran una solución definitiva o más duradera.
- Mejorar la atención cuando reciben las llamadas porque a veces son groseros y no explican que está sucediendo con el daño.
- La culpa no es de las brigadas, pero siempre se presenta el mismo daño y afecta siempre a 20 familias del sector.
- Solo se realizó una revisión no se siente satisfecha con el servicio prestado ya que no atendieron la emergencia.
- Cuatro usuarios se sienten satisfechos con el servicio y no tienen recomendaciones.
- Que verifiquen que todos los usuarios queden con servicio porque cuando atienden del daño sólo se restablece en algunas viviendas.
- No se siente satisfecha porque el riesgo continúa, ella puso una queja, pero no ha sucedido nada.
- Se siente muy insatisfecho con el servicio porque la falta de electricidad no permite que la población rural avance y se pierde de incursionar nuevos proyectos, deberían de apoyarse con fuentes de energía no convencionales o renovables.
- Cinco usuarios quieren que se dé solución más rápida a los daños.
- Tres usuarios quieren que reparen el daño en el transformador de manera definitiva ya que esto es muy recurrente.

- Que les avisen a las personas cuando van a realizar mantenimientos preventivos.
- Tomarán los datos de quien envía el reporte para que la cuadrilla llegue más rápido y fácil, un número de celular, mejorar la respuesta del reporte, otras líneas de atención.
- Realicen más mantenimientos preventivos.
- Que le informen cuánto tiempo tomará en ser atendido el daño.
- siempre que hay lluvias o vientos fuertes se va el servicio de energía le gustaría que por favor le dieran solución a esto.
- Las emergencias sean atendidas más rápido.

A los demás actores durante las entrevistas se les pedía dar posibles soluciones frente a los factores ya identificados anteriormente y en otros casos se realizaron varias dos o más entrevistas. Se organizó la información de manera más amplia y con posibles soluciones; es decir la fase de ideación con los involucrados.

Inicialmente se identificaron los siguientes puntos para la caracterización de los factores susceptibles de mejora:

1. *Reporte*
2. *Asignación*
3. *Desplazamiento*
4. *Servicio*
5. *Cierre*
6. *Poda bajo y en cercanía de redes*
7. *Se encontró servicio normal*
8. *Logística de Mantenimiento preventivo*
9. *Materiales y herramientas*

A continuación, se recopila la información obtenida por medio de las entrevistas para la información base.

**Reporte:** El reporte se puede realizar por diversos medios las llamadas realizadas a través de la línea 01800051234 en Popayán a la línea 115, por medio de las oficinas de servicio al cliente y la aplicación de CEO, pero aproximadamente el 90% son reportados por medio de llamadas. A continuación, se listan de manera general los factores susceptibles de mejora:

- No se tiene información detallada del daño, ej. Si solo es daño en predio o en el sector, para poder identificar la posible causa del daño. El Call Center entrega la información suministrada por el cliente/usuario en algunos casos es información

escasa o incompleta para conocer los detalles de la incidencia o caso<sup>9</sup> (números donde no contestan, daños asociados al sector más cercano, entre otros).

- Se tienen pocas licencias de Smart view(OMS), para realizar el reporte de los daños por medio de atención al cliente, por esto transfieren estos reportes al municipio más cercano con licencia.
- La clasificación entre llamada de emergencia y de desconexión que hace el call center no siempre es la adecuada.
- No es fácil comprobar que el número de producto corresponda a un predio con ausencia del servicio (usuarios mienten en ocasiones es porque no han pagado su factura).

**Asignación:** los auxiliares de Centro de Operaciones son los encargados de asignar y enrutar a las brigadas hasta el punto donde se encuentran los daños. A continuación, se listan de manera general los factores susceptibles de mejora:

- Al igual que en el reporte para realizar la asignación del tipo de brigada (liviana-semipesada) no se cuenta con información detallada para conocer qué herramientas y materiales deben tener.
- La correcta asignación depende de la experiencia del auxiliar de Centro de Operaciones.
- Los auxiliares de Centro de Operaciones en ocasiones están sobre cargados por la cantidad de llamadas que deben atender (Brigadas, Centro de monitoreo, usuarios).
- Aún emplean SGD para realizar visualizaciones ya que requieren de más capacitación sobre OMS.
- El caso se crea de acuerdo con el tipo y número de llamadas, en algún momento se puede asociar un daño específico a uno general, por lo que no se soluciona el caso específico.
- Cuando no se realizan maniobras desde el Centro de Control el sistema no realiza la asociación de llamadas de forma automática por lo que debe hacerse de forma manual, cerrando casos con tiempo cero.
- Los radios de los brigadistas tienen GPS, pero en algunas ocasiones no los encienden, por lo tanto, no es fácil ubicarlos por este medio en Google Earth, o para comunicarse.
- Hay casos en los que así se conozca que el usuario es Smart grid<sup>10</sup>, se debe asignar una brigada de atención daños para que realice una revisión del daño, sin embargo, no pueden atenderlo. Esto genera reprocesos y malestar en el usuario.
- A pesar de que se sabe que una brigada liviana no tiene la capacidad de realizar trabajo en alturas, se envía para que realice inspección y genere unos requerimientos para la atención del daño. Esto sucede cuando las brigadas pesadas

---

<sup>9</sup> Con el SGD el daño se crea en el sistema como incidencia y con el OMS se le llama caso.

<sup>10</sup> Smart grid quiere decir que tienen medición inteligente (AMI).

están ocupadas y la liviana esté libre y en ocasiones estos reportes requieren ser más específicos.

**Desplazamiento:** las brigadas son enviadas a atender daños en zonas rurales y urbanas del departamento del Cauca. A continuación, se listan de manera general los factores susceptibles de mejora:

- En los desplazamientos realizados se tienen inconvenientes ya que la red continuamente está cambiando y no es actualizada de manera instantánea pasa por ciertos pasos y aprobaciones realizadas por planificación de la red.
- En los desplazamientos rurales muchas de las vías están en mal estado o la camioneta no tiene por donde ingresar por esto la brigada debe realizar recorridos largos caminando.
- En la zona urbana en ocasiones hay mucho tráfico lo que dificulta los tiempos de respuesta de las brigadas.

**Servicio:** es la actividad realizada por las brigadas para atender una incidencia o caso. A continuación, se listan de manera general los factores susceptibles de mejora:

- Reincidencias en los daños; las brigadas de Mantenimiento Correctivo se encargan de dar solución al daño en ocasiones realizando reparaciones temporales ya que no cuentan con los materiales y herramientas necesarios para resolverlos, como es el caso de las acometidas sulfatadas realizan una reparación provisional y pasan el reporte a las brigadas de Comercial.
- La brigada llega a realizar el servicio y se encuentra con que es una reposición del servicio y no un daño.

**Cierre:** la brigada reporta el momento en el que terminó de resolver la incidencia o caso. A continuación, se listan de manera general los factores susceptibles de mejora:

- La brigada llama al Centro de Operaciones a reportar el cierre de la Orden de Trabajo. Centro de Operaciones transcribe lo que los brigadistas dicen respecto al daño en el sistema.
- La brigada reporta por teléfono detalles del daño atendido e informa la causa identificada. El auxiliar debe asociar esa causa con las 45 que considera el sistema de acuerdo. Para el OMS la clasificación de causas cambia por la nueva regulación.
- Las brigadas llevan sus tiempos de asignación, desplazamiento y servicio, e informa al Centro de Operaciones para que realice el registro en el sistema y cierre el caso en el sistema.
- Sistema SGD permite registro de horas incoherentes.
- Una vez cerrado el caso en el sistema no se puede editar la información, por lo tanto, pueden quedar mal registrados los tiempos, los cuales deben ajustarse sobre el Excel que se extrae del sistema al hacer los cálculos de la TMR.

- El sistema no genera reportes hasta el momento, por lo tanto, todo debe hacerse manual (OMS).

**Poda bajo y en cercanía de redes:** se realiza un plan de podas anual para mitigar los daños causados por árboles en la red, pero a pesar de esto por la diversidad de especies arbóreas del departamento y sus diferentes características de crecimiento se siguen presentando daños causados por árboles o ramas sobre la red. Se listan de manera general los factores susceptibles de mejora:

- Aproximadamente el 80% de la red de CEO es abierta por esto queda expuesta ante factores ambientales y vegetación. Por restricciones normativas se establecen distancias específicas de lo contrario se pueden tener sanciones ambientales.
- No se identifica fácilmente que el daño fue causado por un árbol o rama sobre la red.
- Se quitan ramas con ayuda de la pértiga o cortan las ramas empleando un machete o si tienen emplean la desgarradora.

**Se encontró servicio normal:** desplazamientos innecesarios de las brigadas para atender una presunta falla cuando en realidad el servicio es normal. Se listan de manera general los factores susceptibles de mejora:

- Ausencia del servicio por falta de pago o el usuario reporta como un daño para que le realicen la reconexión. Los que reciben el reporte de los usuarios/clientes verifican que el usuario no esté en mora. En otros casos las personas reportan con el producto.
- Ausencia del servicio por falta de notificación a los clientes/usuarios sobre jornadas de mantenimiento preventivo
- Ausencia del servicio por daño interno.
- Por eventos transitorios en el sistema se realizan reportes como si trataran de daños y no se vuelven a reportar los clientes/usuarios que ya regresó el servicio.
- Cuando la brigada llega hasta donde se reportó el daño no encuentra nadie en el predio, la acción que realiza es verificar que le esté llegando tensión al medidor lo que quiere decir que el daño puede ser interno y el usuario vuelve a reportar como si la brigada no hubiera ido.
- La atención del daño se demora mucho y el usuario contrata una persona particular para que intervenga la red.

**Logística de Mantenimiento preventivo:** los daños en algunos puntos de la red son reiterativos. Se listan de manera general los factores susceptibles de mejora:

- Poca capacidad operativa, no se encuentra personal calificado y con la experiencia requerida por CEO para el desempeño de las actividades que se deben realizar sobre la red.
- Incremento de daño por condiciones ambientales especialmente en temporadas de lluvias fuertes y vientos.

- Las brigadas de Mantenimiento preventivo prestan apoyo en la solución de algunos daños grandes cuando se requiere.
- Daños reiterativos sobre un mismo punto de la red y en zonas rurales muchos usuarios conectados a la red de manera ilegal lo que genera que se sobre carguen los transformadores. También en algunos casos se realizan reparaciones provisionales ya que no cuentan con las herramientas y materiales necesarios como es el caso del cambio de acometidas, se hace la reparación provisional y se envía un reporte a las brigadas de comercial para que realicen el cambio de acometida.

**Materiales y herramientas:** en las entrevistas realizadas a las brigadas de UTEN encargadas de atender las incidencias/casos se identificó que ellos necesitan recibir capacitación porque no se sienten incluidos con los nuevos equipos/elementos de la red como por ejemplo el tema de Smart Grid, reconectores entre otros. También recomiendan que se agreguen herramientas y materiales para actividades como el cambio de acometida ya que ellos solo realizan una reparación provisional y esta actividad no es muy complicada pero no cuentan con los elementos dentro de su kit de materiales y herramientas para realizarlo.

### 4.2.3 Mapa de rutas Google Maps

#### Selección por ubicación y distribución de núcleos

La operativa de Mantenimiento Correctivo se ajusta según las necesidades que se presentan en la red. Para el mes de febrero del año 2020 se cuenta con 65 brigadas de UTEN para Mantenimiento Correctivo, ver tabla 23:

Zona	Livianas	Semipesadas
Sur	10	9
Centro	11	15
Norte	12	8

*Tabla 23 Operativa de Mantenimiento Correctivo*

En zona sur se tienen con 6 núcleos operativos conformado por 10 brigadas livianas y 9 semipesadas, ver tabla 24.

	Núcleo	Municipio	Tipo B.
Zona Sur	1	Rosas	Liviana
		Rosas	Liviana
		La Sierra	Semipesada
	2	La Vega	Liviana
		La Vega	Semipesada
		Almaguer	Liviana

		Almaguer	Liviana
	3	San Sebastián	Liviana
		Santa Rosa	Liviana
		Bolívar	Liviana
		Bolívar	Semipesada
	4	Patía	Semipesada
		Patía	Semipesada
		Sucre	Semipesada
	5	Mercaderes	Liviana
		Mercaderes	Semipesada
		Florencia	Liviana
	6	Balboa	Semipesada
		Argelia	Semipesada

Tabla 24 Operativa de Mantenimiento Correctivo zona sur

En zona centro se tienen con 6 núcleos operativos conformado por 11 brigadas livianas y 15 semipesadas, ver tabla 25.

Zona Centro	Núcleo	Municipio	Tipo B.
	1	Cajibío	Liviana
		Cajibío	Semipesada
		Piendamó	Semipesada
		Morales	Liviana
		Morales	Semipesada
	2	Silvia	Semipesada
		Totoró	Liviana
		Jambaló	Liviana
	3	Inzá	Liviana
		Inzá	Semipesada
		Páez	Liviana
	4	Timbío	Liviana
		Timbío	Semipesada
		Sotará	Liviana
		Tambo	Semipesada
		Tambo	Liviana
	6	Puracé	Liviana
		Popayán	Semipesada
		Popayán	Semipesada
Popayán		Semipesada	

		Popayán	Semipesada
		Popayán	Semipesada
		Popayán	Semipesada
	7	Villalobos	Semipesada
		Villalobos	Liviana

Tabla 25 Operativa de Mantenimiento Correctivo zona centro

En zona centro se tienen con 6 núcleos operativos conformado por 12 brigadas livianas y 8 semipesadas, ver tabla 26.

	Núcleo	Municipio	Tipo B.
	Zona Norte	1	Santander
Santander			Semipesada
Santander			Semipesada
Mondomo			Liviana
Mondomo			Semipesada
2		Caldono	Semipesada
		Siberia	Liviana
3		Timba	Liviana
		Buenos Aires	Liviana
		Suárez	Liviana
		Suárez	Semipesada
4		Caloto	Semipesada
		Guachené	Liviana
		Puerto Tejada - Padilla	Liviana
		Villa Rica	Liviana
5		Corinto	Liviana
		Corinto	Liviana
		Miranda	Semipesada
6		Toribío	Semipesada
		Tacueyó	Liviana

Tabla 26 Operativa de Mantenimiento Correctivo zona norte

La operativa de Mantenimiento Correctivo ha sido organizada de acuerdo con las necesidades que se presentan en cada municipio, cada tipo de brigada se representa con un icono diferente, ver figura 32. En el mapa de la figura 33 se puede observar la distribución de las brigadas en el municipio del Cauca.



Figura 32. Simbología conformación de brigadas (fuente propia)

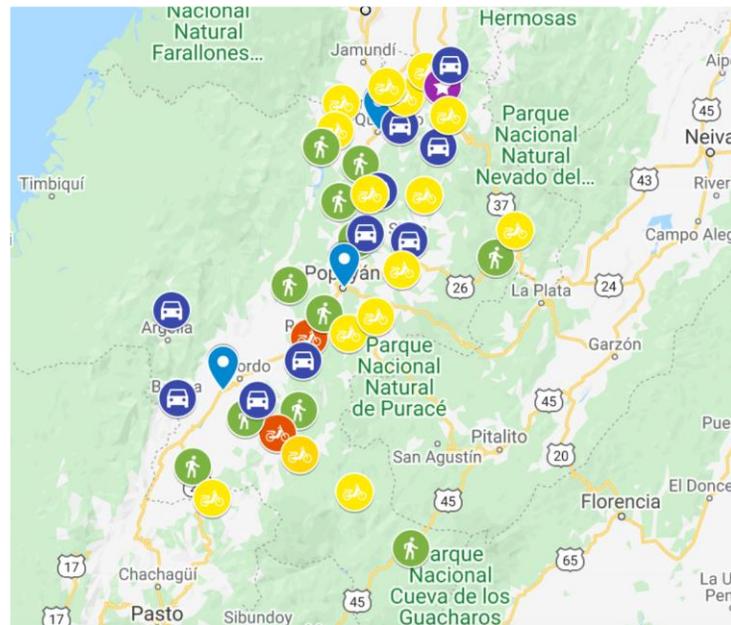


Figura 33. Ubicación de brigadas Mantenimiento Correctivo (fuente propia)

En el archivo Excel Data C.O 2017-2019, en la hoja Núcleos se encuentran discriminadas las brigadas mediante un número de móvil, pero ya que se realizan cambios continuamente se tratará de ver mediante esta numeración si es una brigada liviana o semipesada. El Excel llamado Rutas se copió la hoja-sin duplicados del Excel Data C.O 2017-2019, con el propósito de graficar algunas rutas seguidas por las brigadas en la atención de incidencias durante un día de jornada laboral; a través de la herramienta My Maps de Google. En esta hoja en la columna O denominada X\_DEFEITO\_FALHA y la columna P denominada Y\_DEFEITO\_FALHA se contienen los datos de las coordenadas

en formato UTM de la ubicación de las incidencias, para mayor facilidad en el manejo de los datos estos se convierten a tipo geográficos; es decir en latitud y longitud, empleando un archivo Excel descargado del web llamado Convertir UTM-GEO [14].

A continuación, se listan las columnas del archivo Excel que se van a emplear para construir las tablas de las rutas:

- INCIDENCIA
- TMR T
- TMR A
- TMR D
- TMR R
- NOME\_CAUSA
- SERVICIO
- LONGITUD
- LATITUD
- 

Para realizar los mapas se emplean la función =ENTERO(ALEATORIO()\*140303) la cual entrega números enteros entre 1 y 140303 que es el número de incidencias, se parte de aquí para la realización de los mapas.

El primer mapa llamó Ruta 1 y se construyó de la siguiente manera

1. La función aleatoria dio como resultado la fila 10771, que contiene la incidencia 2017-4713498, con fecha 02/12/2017 y brigada ZC266.
2. Para encontrar las demás incidencias atendidas ese día se realizó un filtro con la fecha 02/12/2017 y la brigada ZC266(semipesada).
3. Se construye la tabla de la Ruta 1, ver tabla 27.
4. Se creó en My Maps de Google la capa ubicación incidencias, donde se ingresan las coordenadas de latitud y longitud (cambiando la coma por punto), ver figura 34.
5. Después se crea la capa con la ruta que siguió la brigada para la atención de las incidencias en la capa denominada desplazamiento enumerado con letras de A-H, ver figura 35.

No	INCIDENCIA	TMR T	TMR A	TMR D	TMR R	NOME_CAUSA	SERVICIO	LATITUD	LONGITUD
1	2017-4713086	0	0	0,00	0,00	CAUSA DESCONOCIDA	SIN EJECUCION DE SERVICIO	2,4530986	-76,635979
2	2017-4713251	1,92	0,24	1,20	0,48	FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	RETENSION O CAMBIO DE CONDUCTORES	2,4525976	-76,639215
3	2017-4713195	1,92	0,96	0,72	0,24	DESCARGAS ATMOSFERICAS	REPOSICION DE FUSIBLE	2,4633101	-76,678206
4	2017-4713498	0	0	0,00	0,00	SERVICIO NORMAL	SE ENCONTRO SERVICIO NORMAL	2,4902945	-76,564315
5	2017-4713117	5,04	0,96	3,60	0,24	FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	RETENSION O CAMBIO DE CONDUCTORES	2,4881473	-76,577722
6	2017-4713524	2,4	0,48	1,68	0,24	FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	RETENSION O CAMBIO DE CONDUCTORES	2,4836204	-76,563616
7	2017-4713569	1,92	1,2	0,24	0,72	ACCIDENTE DE TRANSITO	REPOSICION DE FUSIBLE	2,4904739	-76,58432

Tabla 27 Información Ruta 1

En la Ruta 1 se atendieron 7 incidencias, de las cuales la 1 tiene una observación; ya que cuando se va a realizar la visita no se encuentra nadie en el predio, ni tampoco contestan en el número que se dejó registrado y se encuentra servicio normal en el sector y se clasifica con causa desconocida y sin ejecución de servicio, por lo que la brigada procede a retirarse y en el sistema se le asigna tiempo cero. La incidencia 4 también tiene tiempo cero, pero en este caso al llegar a atender la incidencia se encuentra que el servicio está normal en la vivienda se clasifica en la causa como servicio normal y en el servicio como se encontró servicio normal.

La incidencia con TMR Total más alto de 5,04 horas fue la 5 causada por una falla o defecto en conductor a la que se le realizó el servicio de retención o cambio de conductores también obtuvo el TMR Desplazamiento más alto con 3,6 horas. La incidencia 7 fue la que tuvo el mayor TMR Asignación con 1,2 horas causada por un accidente de tránsito y se le realizó el servicio de reposición de fusible.



1. La función aleatoria dio como resultado la fila 43893 que contiene la incidencia 2018-73962, con fecha 01/06/2018 y brigada ZN151.
2. Para encontrar las demás incidencias realizadas ese día se realiza un filtro con la fecha 01/06/2018 y la brigada ZN151(liviana).
3. Se construye la tabla de la Ruta 2, ver tabla 28.
4. Se creó en My Maps de Google la capa ubicación incidencias, donde se ingresan las coordenadas de latitud y longitud (cambiando la coma por punto), ver figura 36.
5. Después se crea la capa denominada desplazamiento con la ruta que siguió la brigada para la atención de las incidencias organizadas de la A-H, ver figura 37.

No	INCIDENCIA	TMR T	TMR A	TMR D	TMR R	NOME_CAUSA	SERVICIO	LONGITUD	LATITUD
1	2018-74054	24	20,88	0,96	1,92	CONEXIÓN DE NUEVOS ACTIVOS CEO	RETENSIÓN O CAMBIO DE CONDUCTORES	-76,6870272	2,986303634
2	2018-73925	8,4	5,76	1,68	0,72	FALLA O DEFECTO DE AISLAMIENTO CABLE	LIMPIEZA DE NEUTRO O FASE (ACOMETIDA)	-76,6883006	2,957069611
3	2018-74304	2,64	0,96	1,44	0,24	DESCARGAS ATMOSFERICAS	REPOSICIÓN FUSIBLE BT	-76,7201342	2,970159082
4	2018-73800	5,76	1,2	4,08	0,48	DESCARGAS ATMOSFERICAS	REPOSICIÓN FUSIBLE BT	-76,7528	2,946694695
5	2018-73962	7,2	0,24	6,72	0,24	FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	LIMPIEZA DE NEUTRO O FASE (ACOMETIDA)	-76,6930681	2,957772704
6	2018-73802	12,48	10,08	0,00	2,40	CAUSA DESCONOCIDA	Sin especificar	-76,6222241	3,122118141
7	2018-73798	3,12	0	2,64	0,48	DESCARGAS ATMOSFERICAS	REPOSICIÓN FUSIBLE BT	-76,728714	2,931731845
8	2018-74155	5,52	0,24	4,80	0,48	DESCARGAS ATMOSFERICAS	REPOSICION DE FUSIBLE	-76,7453468	2,948515574

Tabla 28 Información Ruta 2

En la Ruta 2 se atendieron 8 incidencias. La incidencia con TMR Total más alto de 24 horas fue la 1 causada por conexión de nuevos activos CEO a la que se le realizó el servicio de retención o cambio de conductores también obtuvo el TMR Asignación más alto con 20,88 horas. La incidencia 8 fue la que tuvo el mayor TMR Asignación con 4,8 horas causada por descargas atmosféricas y se le realizó el servicio de reposición de fusible.

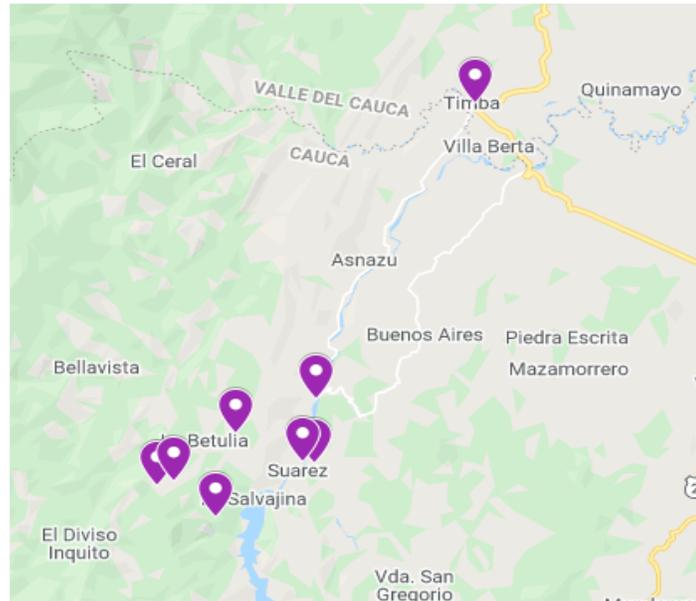


Figura 36 Ubicación incidencias Ruta 2(fuente propia)

La ruta seguida está organizada de la A-H, las incidencias 4, 7 y 8(D, G y H) no generan un desplazamiento en automóvil lo que quiere decir que para llegar hasta estos puntos deben desplazarse caminando y llevar consigo los materiales y herramientas necesarios en estos tres casos se realizó reposición de fusibles para resolver las incidencias.

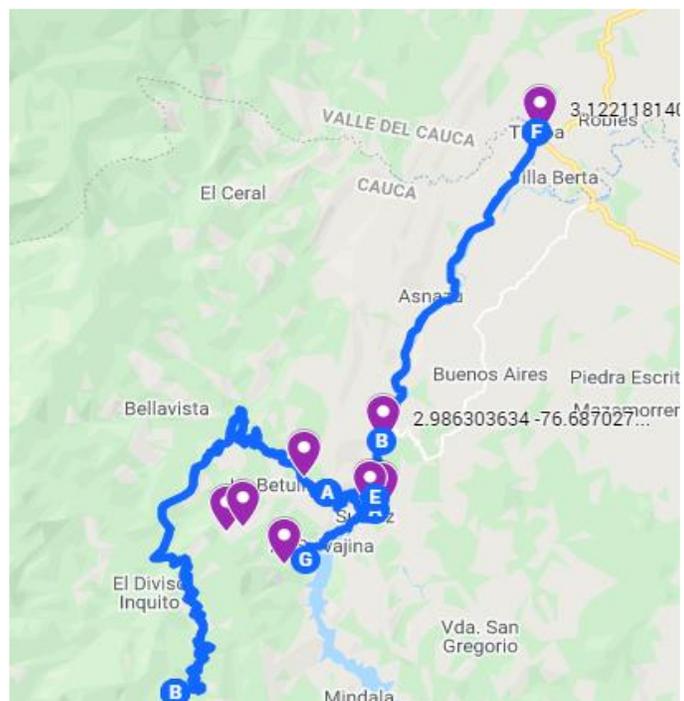


Figura 37 Desplazamiento Ruta 2(fuente propia).

El tercer mapa se llamó Ruta 3 y se construyó de la siguiente manera:

1. La función aleatoria dio como resultado la fila 68160, que contiene incidencia 2018-124412, con fecha 23/09/2018 y ZC256
2. Después se filtraron las incidencias atendidas el día 23/09/2018 y por la brigada ZC 256 (no especifica el tipo de brigada).
3. Se organizó la tabla con la información de la Ruta 3, ver tabla 29.
4. Se crea en My maps la capa ubicación incidencias donde se ingresan las coordenadas de latitud y longitud (cambiando la coma por punto), ver tabla 29.
5. Después se crea la capa desplazamiento con la ruta que siguió la brigada para la atención de las incidencias, ver figura 38.
6. En el mismo mapa se crea la capa desplazamiento con la ruta que siguió la brigada durante ese día organizadas de la A-H, ver figura 39.

No	INCIDENCIA	TMR T	TMR A	TMR D	TMR R	NOME_CAUSA	SERVICIO	LONGITUD	LATITUD
1	2018-124403	2,88	0	2,40	0,24	CAUSA DESCONOCIDA	MANTENIMIENTO DE REDES	-76,7331776	2,341439332
2	2018-124225	3,84	0,24	3,12	0,48	FALLA O DEFECTO DE AISLAMIENTO CABLE	LIMPIEZA DE NEUTRO O FASE (ACOMETIDA)	-76,6839729	2,415877933
3	2018-124268	3,84	0,48	3,36	0,24	ARBOL O RAMA SOBRE LA LINEA	MANTENIMIENTO DE REDES	-76,5697805	2,319245754
4	2018-124212	3,36	0,72	2,16	0,72	FALLA O DEFECTO DE AISLAMIENTO CABLE	LIMPIEZA DE NEUTRO O FASE (ACOMETIDA)	-76,7168905	2,379394009
5	2018-124279	0	0	0,00	0,00	FALLA EN LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE	LIMPIEZA DE NEUTRO O FASE (ACOMETIDA)	-76,6840744	2,415005306
6	2018-124341	0,96	0	0,24	0,48	ARBOL O RAMA SOBRE LA LINEA	REPOSICION DE FUSIBLE	-76,6509458	2,394971547
7	2018-124412	0,96	0	0,48	0,24	VIENTOS	REPOSICION DE FUSIBLE	-76,6839729	2,415877933
8	2018-124390	0	0	0,00	0,00	SERVICIO NORMAL	SE ENCONTRO SERVICIO NORMAL	-76,1967042	3,017912492

Tabla 29 Información Ruta 3

La brigada atendió ese día 8 incidencias de las cuales la 5 esta con tiempo de cero y fue causada por falla en las instalaciones del cliente y resulta el servicio de limpieza de neutro o fase(acometida), y la incidencia 8 causada por servicio normal con el servicio clasificado como se encontró servicio normal.

Las incidencias 2 y 3 tiene el TMR Total más alto de 3,84 horas la primera causada por falla o defecto de aislamiento clave con servicio limpieza de neutro o fase (acometida) y la segunda causada por árbol o rama sobre la línea con servicio mantenimiento de redes. La incidencia 4 fue la que obtuvo el TMR Asignación más alto con 0,72 horas con la misma causa y servicio de la incidencia 2. La incidencia 3 tiene el TMR Desplazamiento más alto con 3,36 horas causado por árbol o rama sobre la línea y servicio mantenimiento de redes.

La incidencia 2 y 7 están ubicadas en la vereda Siloé del municipio de Timbío, pero son diferentes transformadores esto se corroboró en las observaciones. Al realizar un acercamiento en la ubicación de las incidencias se puede ver que pueden llegar en carro hasta cierto punto y deben llegar caminando hasta el lugar exacto del daño, ver figura 40.

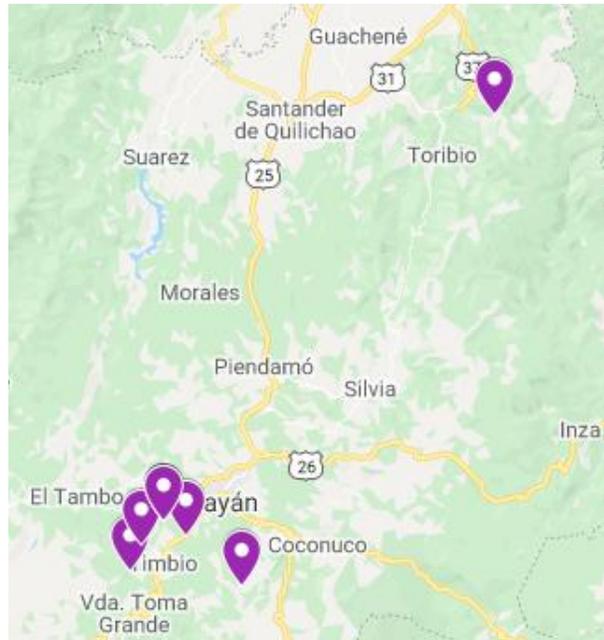


Figura 38 Ubicación incidencias Ruta 3(fuente propia)

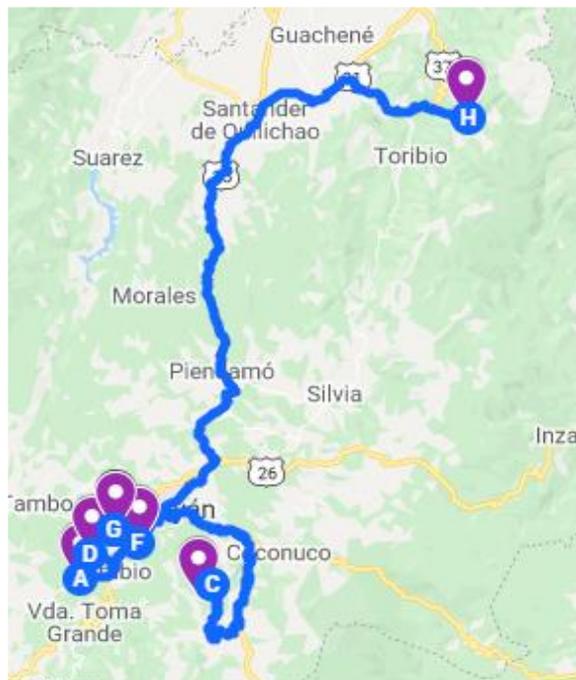


Figura 39 Desplazamiento Ruta 3 (fuente propia)

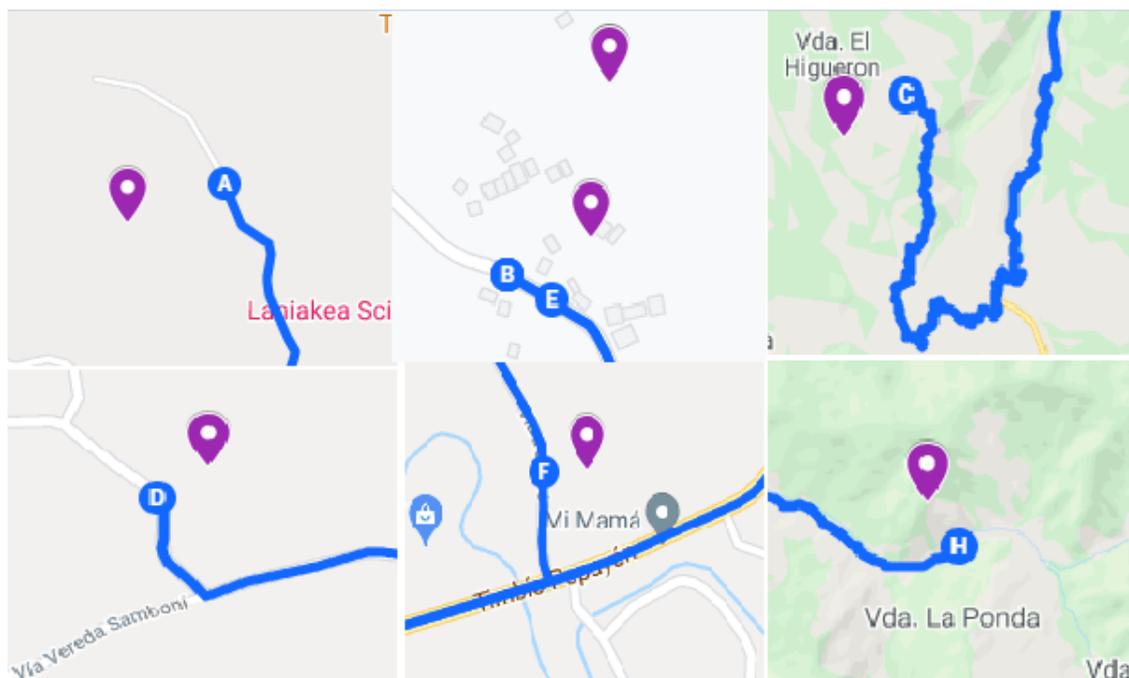


Figura 40 Acercamiento Ruta 3 (fuente propia)

El cuarto mapa se llamó Ruta 4 se seleccionó la fila 117412

1. La función aleatoria dio como resultado la fila 117412 asociada a la incidencia 2019-79029, con fecha 27/06/2019 y brigada ZC241.
2. Después se filtraron las incidencias atendidas el día 27/06/2019 por la brigada ZC241(Liviana).
3. Se crea la tabla con la información de la Ruta 4, ver tabla 30.
4. Se crea en My maps la capa ubicación incidencias donde se ingresan las coordenadas de latitud y longitud (cambiando la coma por punto), ver figura 41.
5. Después se crea la capa desplazamiento con la ruta que siguió la brigada para la atención de las incidencias ese día organizado de la A-D, ver figura 42.

No	INCIDENCIA	TMR T	TMR A	TMR D	TMR R	NOME_CAUSA	SERVICIO	LONGITUD	LATITUD
1	2019-79185	18	0	16,80	1,20	VIENTOS	RETENSION O CAMBIO DE CONDUCTORES	-76,3304799	2,759919324
2	2019-79233	41,28	12,96	26,64	1,92	FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	REASIGNADA	-79,4887439	0
3	2019-78970	8,4	0,96	6,48	1,20	FALLA O REPARACION FUSIBLE	REPOSICION DE FUSIBLE	-76,4623643	2,649397179
4	2019-79029	8,64	0,72	7,44	0,48	FALLA O DEFECTO EN CONDUCTOR	RETENSION O CAMBIO DE CONDUCTORES	-76,2898779	2,621491315

Tabla 30 Información Ruta 4

La incidencia 2 no tiene digitados varios campos del archivo Excel entre ellos tampoco está la latitud, pero si se verificó que está ubicado es en la vereda Jebalá del municipio de Totoró y así se graficó en la figura 28. Esta incidencia también tiene el TMR Total más alto con 41.28 horas y el TMR desplazamiento con 12,96 horas, el servicio lo clasificaron como reasignada lo que quiere decir que ese caso se cierra porque el transformador presenta una falla ya que realizan las mediciones en el medidor y no encuentran fallas, pero el breaker de protecciones se dispara de manera continua y para su revisión se requiere de una brigada pesada.

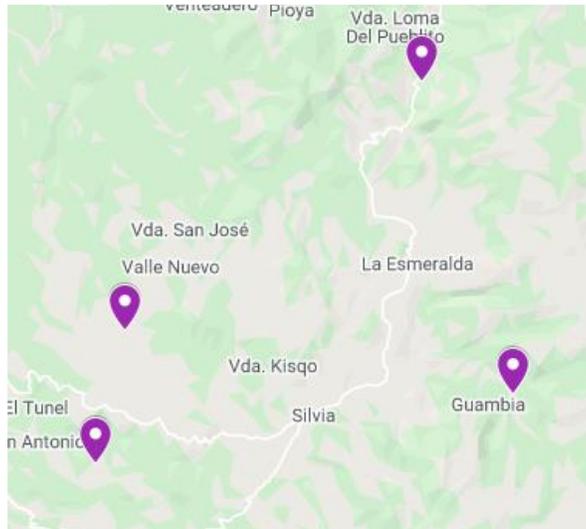


Figura 41 Ubicación incidencias Ruta 4 (fuente propia)

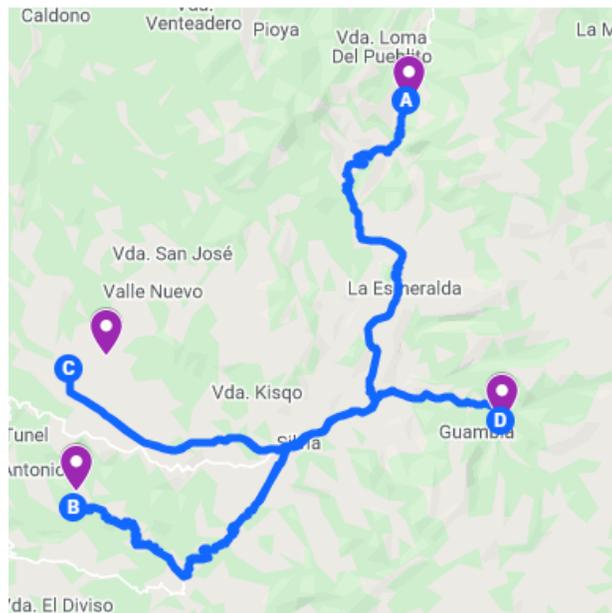


Figura 42 Desplazamiento Ruta 4 (fuente propia)

#### 4.2.4 Diseño de diagrama de actividades de Mantenimiento Correctivo

##### Diagnóstico del proceso de Mantenimiento en CEO

Las actividades de Mantenimiento Correctivo se organizaron y depuraron con ayuda de los actores involucrados.

**Modelado BPMN de Mantenimiento Correctivo:** con la recopilación de las actividades en el paso anterior se procedió a unir las empleando las reglas que tiene el modelado de BPMN. Se crearon cuatro carriles principales para diferenciar a los actores más importantes involucrados con Mantenimiento Correctivo dos de ellos con carriles internos más específicos: Cliente, Call Hander, CEO (director/coordinador, auxiliares centro de operaciones), UTEN (Técnico, coordinador, supervisor).

En el diagrama se tienen cuatro tipos de eventos: iniciales, intermedios, finales, de mensaje. El evento inicial es el usuario se queda sin servicio, los intermedios son se crea la referencia, desplazando, ejecuta servicios y espera entre otros y el evento final es el cierre del caso. Los eventos de mensajes como su nombre lo indica son para representar información que se envía de un actor a otro.

Las actividades son recuadros de color azul: recibir la llamada del cliente, clasificar las llamadas, se crea el caso, se asigna y enruta brigada entre otras.

Se emplearon rombos verdes para definir caminos de decisión para definir si la brigada podía resolver el daño y cuando hay un riesgo de vida contaban con todo lo necesario para proceder con la ejecución de los servicios. El rombo con una luz negra indica que las actividades relacionadas con el deben ser paralelas es decir se deben tener todos los materiales y brigadas necesarias para proceder con la realización de los servicios.

Las flechas discontinuas representan comunicación indirecta y las líneas continuas secuencia directa.

El funcionamiento del diagrama BPMN general de Mantenimiento Correctivo sería el siguiente:

El usuario se queda sin servicio realiza el reporte del daño a través del Call Hander principalmente, ellos crean la referencia que es leída en centro de operaciones por los auxiliares que se encargan de agrupar las llamadas que pueden pertenecer a un mismo caso, el caso es creado en el sistema y se comunican con las brigadas para asignarlos y enrutarlos con los casos. La brigada se prepara y se desplaza hasta donde está ubicado el caso, busca la causa del daño si lo puede resolver ejecuta los servicios necesarios y sino puede verificar si se trata de un riesgo de vida o emergencia le comunica esto a los auxiliares y ellos se comunican con él/los directores y coordinadores de CEO ellos a su vez pasan este reporte los supervisores y coordinadores de UTEN para que gestionen material brigadas y logística para atender el caso si se cuenta con todo lo necesario se procede a

realizar los servicios y se cierra el caso sino se tienen todo esto entonces el usuario se queda sin servicio en un estado de espera, ver figura 43.

El BPMN de poda en bajo y cercanía de redes es igual al anterior hasta que la brigada busca la causa del daño e identifica que se requiere de podas. Es una poda ligera por ejemplo si una rama toca de manera intermitente la red cuando hay vientos puede realizarse el servicio poda y bajo en cercanía de redes, quitando o cortando la rama pero si se requiere de una poda de una rama muy grande o de varias ramas de un o más árboles o cuando hay que talar desde CEO se comunican con AENCO,<sup>11</sup> ver figura 44.

---

<sup>11</sup> AENCO es un contratista de CEO que está encargado de realizar las podas y talas de árboles cercanos a la red.

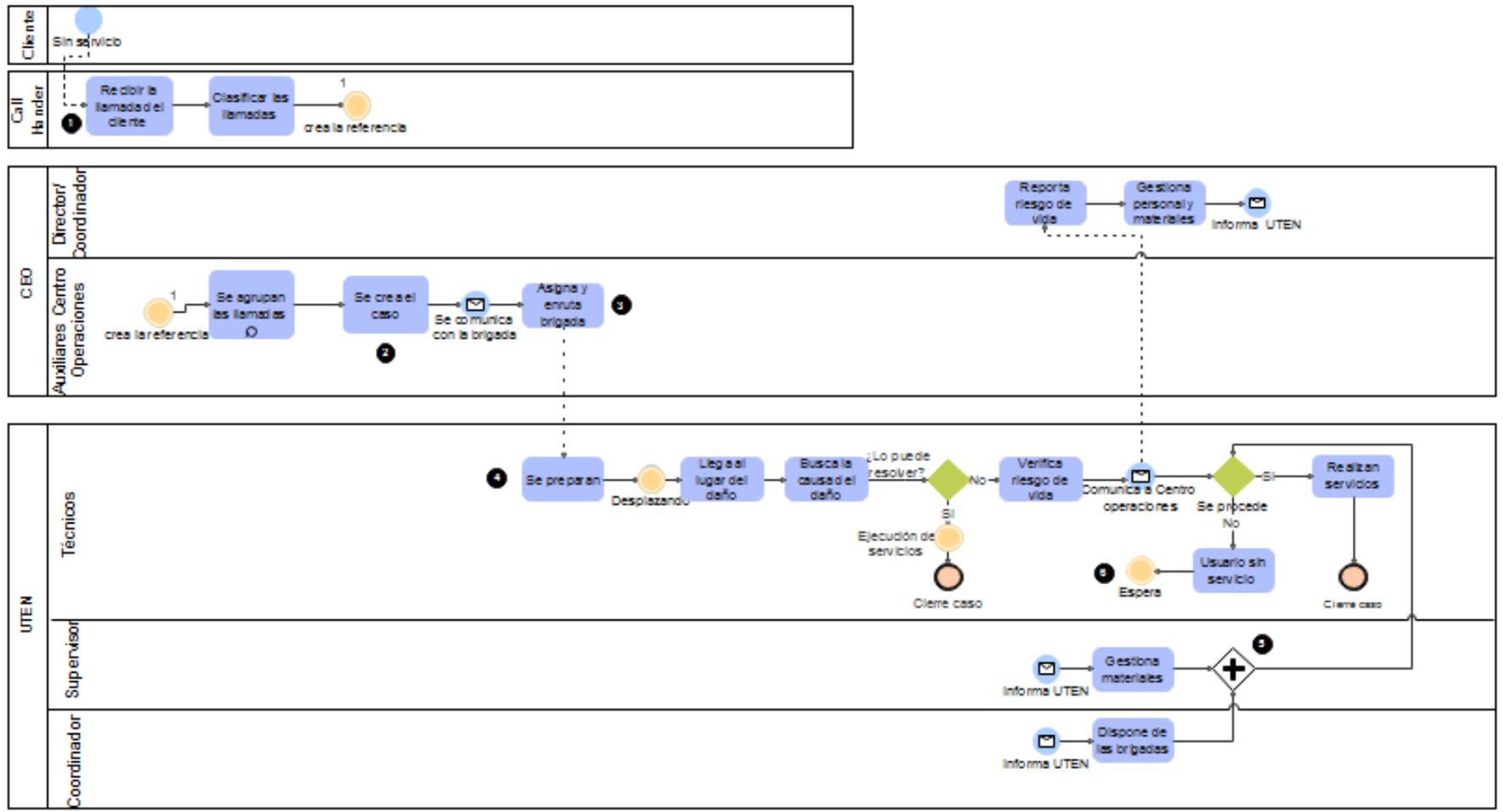


Figura 43 Diagrama BPMN de Mantenimiento Correctivo (fuente propia)

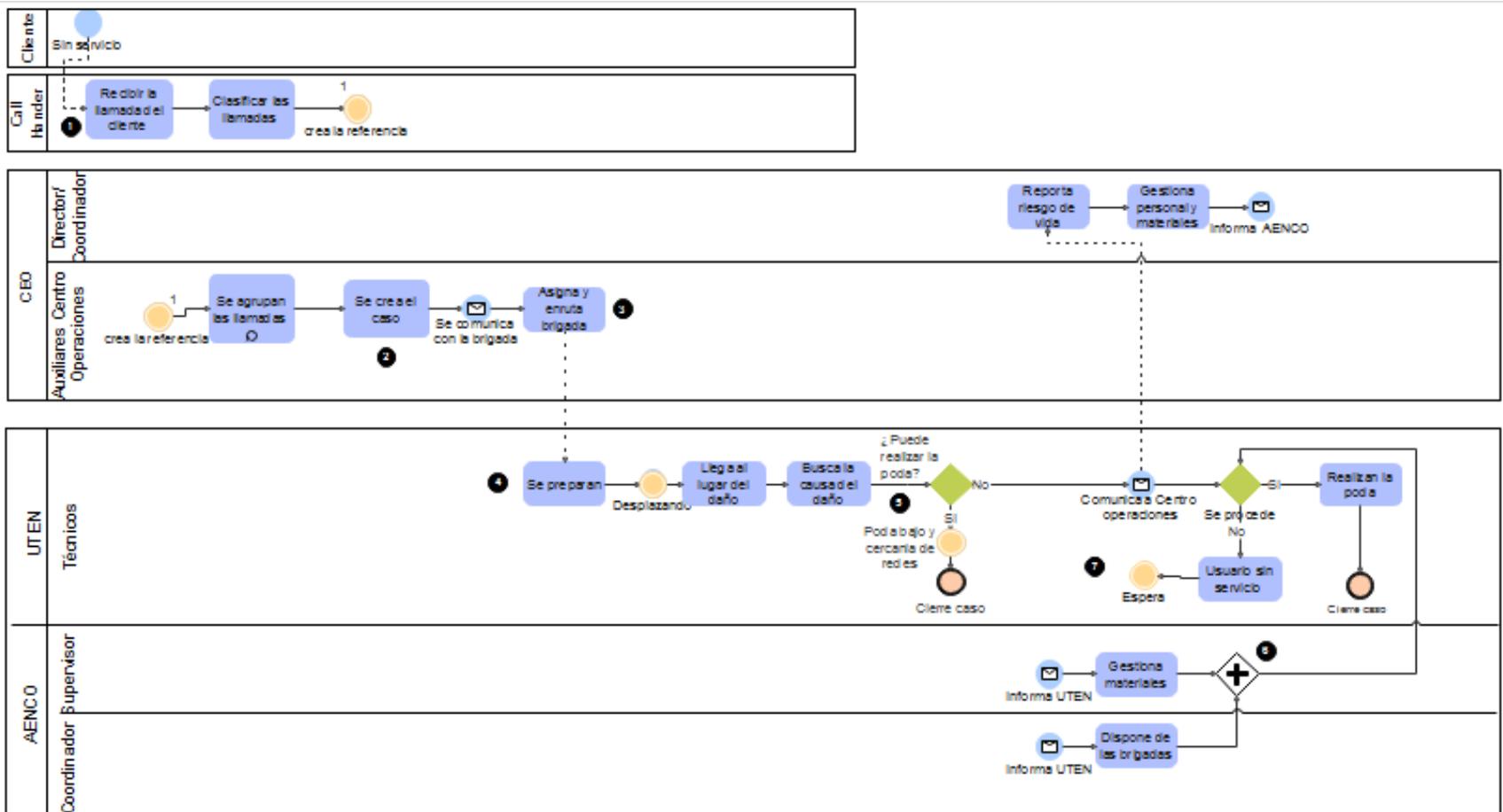


Figura 44 BPMN podas (fuente propia)

## Factores críticos de Mantenimiento Correctivo

En la figura 43 se tienen 6 factores identificados con círculos negros

1. Recibir la llamada del cliente: porque no se piden todos los datos necesarios como la dirección exacta y el nombre y número de teléfono de quien está en el predio cuando vaya a ir la brigada.
2. Crea el caso: no se verifica en cada caso que el servicio de energía regrese y algunos se quedan con el daño sin resolver y deben volver a reportar.
3. Asigna y enruta brigada: se realiza de manera intuitiva y debe ser una decisión rápida por lo que no siempre se enrutan de manera óptima.
4. Se preparan: no cuentan con todas las herramientas y materiales para resolver algunos daños sencillos como el cambio de acometida.
5. Gestiona materiales y dispone de las brigadas: en ocasiones no se tienen los materiales necesarios y no llegan en tiempos cortos por todo el procedimiento que requiere ya que los proveedores tienen tiempos de respuesta entre dos y seis meses. Las brigadas en tiempos de lluvias y vientos deben atener más daños y no dan abasto para tantas actividades.
6. Espera: si no se tienen los materiales y herramientas necesarias para atender un caso como por ejemplo una grúa se debe esperar a que esta esté disponible y todo este tiempo el usuario se queda sin servicio si el circuito no cuenta con suplencia en la red.

En la figura 44 se tienen 7 factores identificados círculos negros son los mismos factores de la figura 43 se agregó uno más:

7. ¿Puede realizar la poda?: las brigadas de Mantenimiento Correctivo no tienen la certificación requerida para realizar talas y podas como lo requiere la normatividad actual, porque deben tener conocimientos para no afectar la flora y fauna como por ejemplo en la aplicación de cicatrizantes cuando se realizan cortes. Cuando se puede los técnicos con la pértiga, desgarradora o machete quitan o cortan si es una rama pequeña que toca la red de BT.

#### **4.2.5 Análisis de factores críticos**

Por medio de entrevistas se realizó un mapa de los servicios seleccionados por medio de Customer Journey Map donde se presenta desagregada las actividades de Mantenimiento Correctivo por medio de pasos, actores y herramientas, ver figura 45.

Se identifica que el cliente/usuario solo tiene contacto indirecto con al Call Hander y en algunos casos muy particulares con las brigadas ya que ellos no tienen la capacitación suficiente para saber cómo responder ante las inquietudes del cliente.

Cuando la brigada llega hasta el lugar donde se reportó el caso y se encuentra con que el servicio normal puede ser por varias causas: el usuario contrató a un particular, es un daño interno, se produjo una interrupción transitoria del servicio o se están realizando mantenimientos preventivos en la red. Cuando las brigadas llegan hasta la ubicación del caso identifican la causa del daño después realiza el análisis de riesgo y verifica la entrada y salida de voltaje en el medidor si esto ocurre y sigue sin servicio se trata de un daño interno por eso se clasifica como servicio normal, ver figura 46.

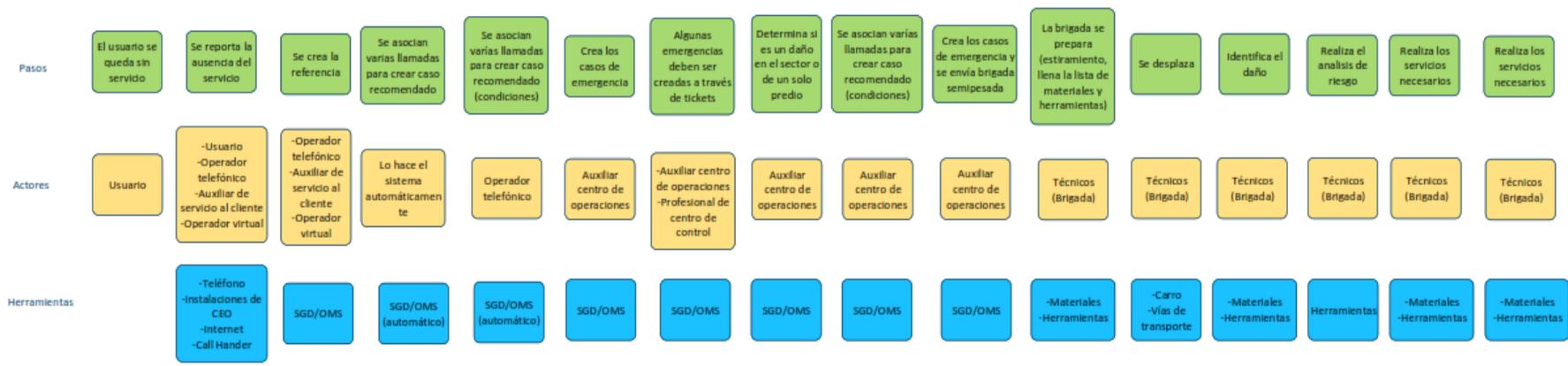


Figura 45 Customer Journey Map de Mantenimiento Correctivo (fuente propia)

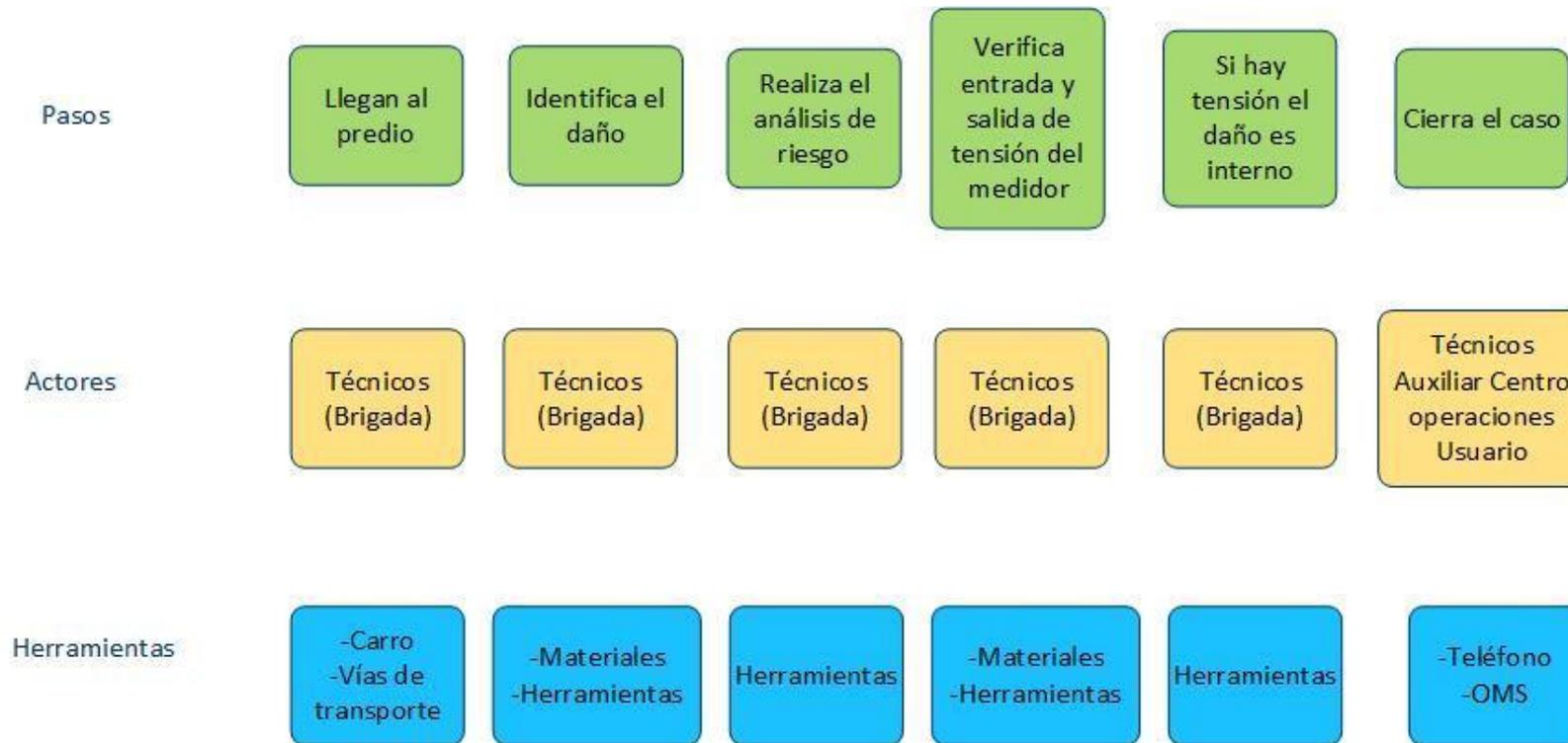


Figura 46 Customer Journey Map de servicio normal (fuente propia)

## **Interrelación de los actores de Mantenimiento Correctivo**

Se creó un diagrama con el flujo de actividades que realizan los diferentes actores involucrados en el proceso de Mantenimiento Correctivo, ver figura 47. Los actores están en cuadros azules y sus actividades en cuadros de color verde, además se emplearon diferentes tipos de líneas para su relación, las líneas punteadas quieren decir que no tienen contacto directo y las líneas continuas indican relación directa, las líneas con comunicación bidireccional tienen así mismo las flechas. A continuación, se describen algunos actores con sus respectivas funciones:

El usuario crea el reporte a través del chat en línea, servicio al cliente o llamada telefónica y ellos son los encargados de verificar la información y crear la referencia ingresada en el sistema para que la puedan visualizar en centro de operaciones a través del SGD/OMS. En centro de operaciones recibe la referencia, prioriza los casos, asigna las brigadas, interactúa con los usuarios, generan el reporte de los daños.

Centro de control registran tiempos de maniobra en el sistema, notifica al profesional / coordinador los eventos que ocurren en la zona, durante las noches asignan algunos casos de emergencia, identifican por medio del SCADA algunas fallas, realiza maniobras en el SCADA para restablecer el servicio, autorizan a las brigadas de mantenimiento correctivo para la intervención en la red, notifica la gestión de los daños de elementos tele controlados. Centro de control se comunica con centro de operaciones, brigadas de mantenimiento preventivo, coordinador de centro de control, profesional de líneas y subestaciones, automatización de la red, operadores de subestaciones.

El coordinador de centro de control planea, direcciona, controla y optimiza la operación del SDL Y STR, gestiona las brigadas de actividades comerciales y técnicas. Las brigadas de mantenimiento preventivo son de tipo pesadas y se encargan de realizar las actividades que no están al alcance de las brigadas de mantenimiento correctivo o les prestan apoyo para el cierre de estas incidencias/casos.

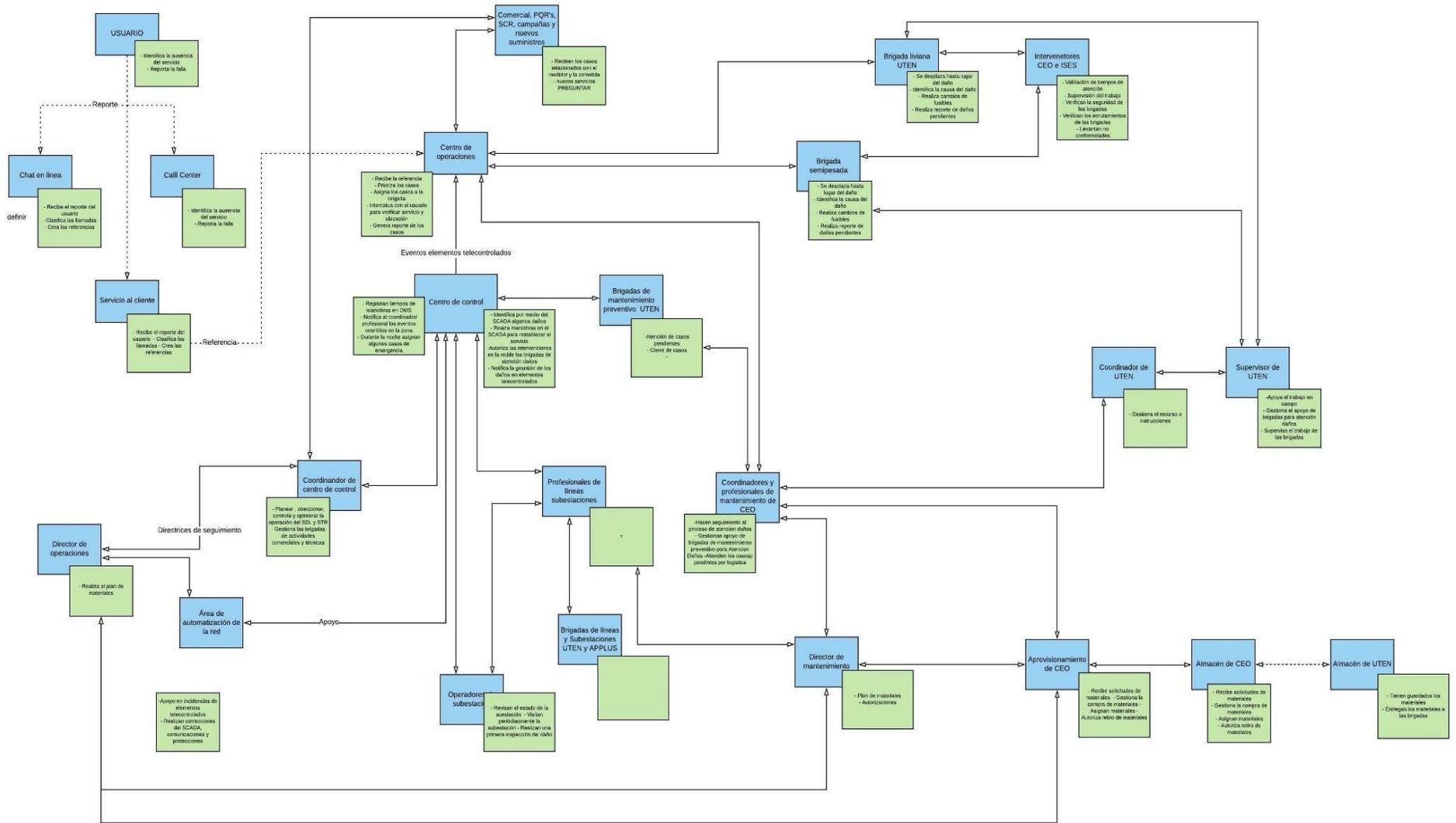


Figura 47 Actores involucrados con Mantenimiento Correctivo(fuente propia)

## **5. Análisis técnico y financiero para un servicio de Mantenimiento Correctivo**

### **5.1 Metodología**

La metodología utilizada es parte del método Design Thinking al igual que en los anteriores capítulos recogiendo 5 actividades principales descritas asociadas al pensamiento divergente pertenecientes al segundo diamante:

- 5.1.1 Diseño y ejecución de entrevista ideación:** se crearon preguntas con el propósito de generar ideas para los factores críticos identificados en las entrevistas de exploración.
- 5.1.2 Análisis de resultados de entrevistas de ideación:** se realizó un archivo Excel resumen de las entrevistas y las posibles soluciones frente a los factores críticos seleccionados. Se seleccionó para las siguientes actividades se encontró servicio normal
- 5.1.3 Análisis técnico y financiero de se encontró servicio normal:** se realiza el cálculo aproximado de un servicio con el costo total generado por las brigadas de Mantenimiento Correctivo con la información del año 2017, 2018 y 2019.
- 5.1.4 Propuesta:** disminuir se encontró servicio normal con un cambio en los procedimientos que se realizan en Mantenimiento Correctivo, ahorrando costos.
- 5.1.5 Conclusiones y recomendaciones:** se realizan por cada capítulo

### **5.2 Resultados**

#### **5.2.1 Diseño y ejecución de entrevistas de ideación**

se tienen tres factores priorizados del análisis cuantitativo, y los resultados de las entrevistas de exploración, para encontrar soluciones frente a ellos se tiene preguntas que lleven a la creación de ideas, ver tabla 31.

<b>Foco: Desplazamiento Ideación / Preguntas reto:</b>	- ¿Cómo podría reducir el tiempo de desplazamiento de una brigada al lugar de atención de la falla?
	- ¿Cuáles son todas las formas de atender una falla sin necesidad de desplazarse al lugar del daño?
	- ¿Cómo podría organizar el trabajo o las brigadas para que el tiempo de desplazamiento sea menor?
	- Otras preguntas producto de la interacción con ellos
<b>Foco: Se encontró servicio normal Ideación / Preguntas reto:</b>	- ¿Cómo podría identificar un servicio normal sin necesidad de desplazarse?
	- ¿Cómo podrían identificar la causa de la llamada del usuario?
	- ¿De qué manera podría aprovechar la visita realizada al lugar reportado?
	- ¿De qué manera podría aprovechar la visita realizada al lugar reportado para hacer o adelantar otras tareas o atender fallas?
	- Otras preguntas producto de la interacción con ellos
<b>Foco: Poda bajo y en cercanía Ideación / Preguntas reto:</b>	¿Cómo podría reducir los altos tiempos de desplazamiento para atender un daño generado por árboles o ramas?
	- ¿Cómo podrían realizarse las podas de manera más eficiente? (otros equipos, otras maneras de hacer las cosas)
	- ¿De qué manera podría reducir la frecuencia de fallas generadas por árboles o ramas?
	- ¿De qué maneras diferentes podrían realizarse las podas?
	- Otras preguntas producto de la interacción con ellos

*Tabla 31 Preguntas focos cuantitativos.*

Las siguientes preguntas tienen el propósito de que los entrevistados generen ideas para resolver los inconvenientes que se han identificado anteriormente:

### **Desplazamiento**

1. ¿Qué puedes hacer cuando una rama está generando daños o interferencias en el suministro de energía?
2. ¿Qué limita o retrasa la atención de un daño?
3. ¿Cómo y quién te agina los daños que deben resolver?
4. ¿Cómo es el abastecimiento y mantenimiento de los vehículos, quien lo hace y con qué frecuencia?
5. ¿Qué tipo de falla genera mayores desplazamientos?
6. ¿Qué aspectos debes tener en cuenta para realizar los desplazamientos?
7. ¿Cuáles son los factores que más benefician tu desplazamiento?
8. ¿Cómo organizas tu ruta de trabajo?
9. ¿Qué sucede si no logras ubicar el punto del daño?
10. ¿Qué información te proporcionan para atender un daño?

### **Servicio encontró servicio normal**

1. Describe las actividades que realizas cuando vas a resolver un daño

2. Si realizas una visita y el usuario tiene servicio ¿Qué procedimiento siguen?
3. ¿Qué crees que causa las visitas donde no se puede reparar el daño?
4. ¿En qué casos se considera un servicio normal?
5. ¿Cómo es la comunicación con el cliente?
6. ¿Cómo reportan que es un servicio normal y a quien le notifican esto?
7. ¿Cómo corroboran que el cliente quedó con energía?
8. ¿Cómo reciben ayuda y con quién se comunican en caso de que tengan inconvenientes para resolver el daño?
9. ¿Qué notificas cuando identificas que se trata de algo que tú no puedes resolver?
10. ¿Cómo podrías disminuir las visitas causadas por servicios que no requerían de atención?

### **Poda bajo y cercanía de redes**

1. ¿Cómo identificar que una rama o árbol está generando interrupciones en el servicio?
2. ¿Cómo se atiende un daño generado por ramas o árboles?
3. ¿Qué herramientas emplean para dar solución a un daño generado por una rama en la red?
4. ¿En qué época del año y qué otros factores hacen que se presenten daños causados por ramas o árboles sobre la red?
5. ¿Cómo clasificarías tú las podas? (dibujar y explicar)
6. ¿Qué es indispensable para que puedas atender un daño?
7. Haz una descripción de un daño causado por una rama
8. ¿Qué tienen en cuenta para quitar una rama que está interfiriendo con el correcto funcionamiento del servicio?

### **5.2.2 Análisis de resultados entrevistas de ideación**

Se organizaron mediante tablas los factores susceptibles de mejora, como sería ideal que se tuvieran o funcionaran como se hace actualmente y que restricciones presenta, ver tablas 32-36.

**Reporte:** la problemática es que la información entregada en el reporte no es suficiente para atender de manera más efectiva el daño. Se listaron 8 factores identificados, ver tabla 32.

<b>Factores</b>	<b>Sería ideal que...</b>	<b>¿Cómo se hace hoy?</b>	<b>Restricción</b>
<b>Pocos datos:</b> no se cuenta con todos los datos de la persona que recibirá la brigada en algunos casos	Se tuvieran no solo los datos de quien realiza el reporte sino de quien va a estar al pendiente de que resuelva el daño	Se piden los daños del cliente	Crear esta cultura en los usuarios cuando reporten

<b>Falta de conocimiento de electricidad:</b> el usuario no tiene conocimientos básicos de los elementos que conforman la red y cuando realiza el reporte no da mucha información sobre qué pudo haber causado el daño y cual elemento o material se vio afectado	El usuario conociera la funcionalidad y partes principales de la red eléctrica asociadas a un daño	Se piden datos básicos del daño y la brigada debe realizar una inspección para identificar el daño	Los tiempos de la llamada tienen unos estándares y la posibilidad de tener la interacción con videos o fotografías del daño
	Guía práctica para que el usuario identifique datos importantes durante los daños	Se toma la información que el usuario considera importante	Medios de difusión que llegue a todo tipo de usuarios y que sea entendible para todos
	El usuario tenga asistencia técnica por parte de un experto de CEO para saber cómo debe actuar frente al tipo de daño presentado		Comunicación constante entre el experto de CEO y el usuario
	Que el usuario pueda crear y darle seguimiento al caso reportado	Personal de CEO o contratista crea la referencia de la llamada	El usuario cuente con una lista de chequeo del daño presentadas para que mediante el sistema se priorice la atención que debe recibir
<b>Ubicación del daño ambigua:</b> El usuario no entrega información explícita sobre la ubicación del daño especialmente en zonas rurales (vereda, corregimiento)	Que se informe más acertadamente donde está ubicado el daño	Se dan indicaciones complicadas de verificar	Comunicación asertiva
	Contar con medios o herramientas para ubicar el daño	BDRED	Actualizar elementos y equipos que tiene la red (georreferenciados por medio del GIS)
<b>No se tiene un historial de daños recurrentes por reporte:</b> no se han identificado oficialmente los daños recurrentes	El sistema arroje un histórico que permita identificar el posible daño y el estado de la red en ese punto	Esto se identifica por medio de la experiencia adquirida con el tiempo de los auxiliares de centro de operaciones y las brigadas	Tener toda la información compilada, organizada y asociada a un número de producto
<b>Reporte con otro producto:</b> El usuario reporta con otro recibo porque no tiene servicio y requiere reconexión pero no ha pagado o El usuario no se sabe el número de producto o no tiene la factura,		Se revisa por medio del sistema que no se encuentre en mora	Se identifique desde el reporte que es una reconexión y no un daño
	Que el usuario pueda reportar con otros datos como número de cédula o dirección.		Que los datos de un usuario (número de teléfono, nombre) están asociados a un producto

entonces emplea la de un vecino para reportar.	Que el usuario se sepa el número de producto o que pueda acceder a él desde cualquier lugar		en todos los sistemas empleados
	Un usuario pueda hacer el reporte en nombre propio o en nombre de un tercero		La información que se solicite o se entregue del tercero sea real
<b>Reconexiones reportadas como daños:</b> algunos usuarios reportan un daño con un recibo de otro predio, porque en realidad están suspendidos y ya pagaron o Los usuarios reportan reconexiones (ya pago) como daños, porque quieren que el servicio sea restablecido rápidamente	Un medio a través del cual el usuario pudiera revisar el estado en cola de su solicitud de reconexión		El usuario tenga un tiempo estimado de respuesta y actualización rápida del sistema
	Se detectará por medio del sistema cuando se debe realizar una reconexión, enviar y generar la alerta al área comercial		No se restablece el servicio sin autorización desde el centro de operaciones, pero se de enviar después la brigada de comercial para que ponga el sello del contador
<b>Sistema con ajustes por realizar:</b> el sistema aún se está implementado y si los usuarios no tienen un producto creado, el sistema no permite crear el caso (lo asocian con un producto cercano)	Ingresar estos casos al sistema a través de un número de producto virtual y que además los identifique como pendientes por instalación de medidor	Se asocia a una dirección cercana, pero a veces esto no se aclara en las notas lo que genera confusión en las brigadas	Que se realicen los ajustes pertinentes en el sistema para crear casos sin productos asociados
	Que todos los usuarios que tengan servicio tengan un producto registrado en los sistemas de información de la compañía		
<b>Sistema es muy robusto:</b> el sistema es muy robusto, lo que implica que tenga tiempos de respuesta más lentos	Fortalecer las capacidades en las personas que interactúan con el sistema para que sean más efectivos en la creación y cierre de los casos	Realizan en algunos casos la exploración empírica del sistema	Emplear de manera favorable todas las funcionalidades del sistema

Tabla 32 Factores identificados en el reporte

## Asignación y enrutamiento

Factores	Sería ideal que...	¿Cómo se hace hoy?	Restricción
Información poco específica	Se tuviera una mayor clasificación de los daños e información suficientemente específica para asignar la brigada con los materiales y herramientas necesarios	Se está clasificando por medio de las 45 causas que dicta la nueva regulación y la información aún se está organizando	La información esté actualizada y sincronizada.
Poca información del predio y usuario	Se tuviera una lista de chequeo de acuerdo con lo que el cliente especifique	La interacción es poca entre el usuario y el auxiliar del Call Center	Línea de preguntas adecuada para los clientes
Enrutamiento manual	Se tenga una herramienta que permita enrutar las brigadas, visualizarlas en tiempo real y sugerir por medio de la data que brigada debería atender el daño	Por medio de las habilidades que tiene el auxiliar se realiza en enrutamiento de las brigadas	Condiciones sociales de las zonas y características de cada circuito son muy diferentes
Usuarios sin atención	Se comunicarán con todas las personas que realizaron el reporte para verificar si ya se les restableció el servicio	Agrupan varios casos asociados a un mismo daño	Comunicarse con todos los usuarios afectados por los daños en la red
	Se repararán los daños individuales después de reparar el daño en el sector		Identificar cuáles son los daños individuales.
Ubicación desconocida de la brigada	Que la comunicación entre la brigada y los auxiliares fuera mínima, sería bueno que la brigada tuviera acceso a la información por medio de un dispositivo electrónico	Comunicación por medio de radio y teléfono para ubicar la brigada (radios tienen GPS, pero no los encienden y en algunas zonas no hay cobertura)	Implementar un módulo en el sistema para realizar la asignación y enrutamiento de las brigadas de manera remota
	Visualizar la ubicación de la brigada desde el centro de operaciones y los usuarios	Se está tratando de visualizar las brigadas por medio de Google Earth, con los chips que tienen en los radios	Implementar un módulo de rastreo de las brigadas en el sistema
No se realiza análisis de los casos	Enrute fácilmente las brigadas para realizar las demás actividades con más tiempo	Conocimiento y habilidad de los auxiliares	

Asociación de casos manual	Se reevalúe la conveniencia de esta restricción en el sistema	Asociación manual de los casos empleando la brigada de escritorio	Alcance del sistema
Verificación de daños a nivel de usuario o sector	El sistema creará casos sugeridos para ser asociados	Asociación manual de los casos empleando la brigada de escritorio	
Envío de brigada liviana para realizar inspección de un daño	Clasificación de la información para realizar asignación específica de actividades según la logística que se requiera	Asignación intuitiva con poca información	Condiciones diferentes y adversas de la red y poco conocimiento de las características del daño
Envío de brigada para atender Smart Grid	Enviar directamente la brigada de Smart Grid	Envía una brigada de daños y después una de Smart Grid	
Usuarios no ingresados en el sistema(producto)	Que se cree una solución provisional a este tipo de casos mientras se ajusta totalmente el sistema	Se asocia a una dirección cercana	Añadir este punto al sistema
Transición de sistema	Que se pueda aprovechar las máximo todas las funcionalidad y ventajas del sistema	Con los conocimientos que tienen y exploración de la herramienta	Se brinde más capacitación del OMS
Registros con tiempo cero por asociación de casos	Que se pudiera hacer con una opción directa del sistema, donde se ajusten los tiempos	Brigada del escritorio se asigna a los casos asociados	Ajuste del sistema actual
Capacidad operativa en campo	Se ajustará la capacidad operativa de acuerdo con los daños presentados	Se tratan de priorizar los daños que afecten mayor cantidad de usuarios	Mantener los indicadores de calidad del servicio

Tabla 33 Factores de asignación y enrutamiento

## Poda bajo y en cercanía de redes

Factores	Sería ideal que...	¿Cómo se hace hoy?	Restricción
Redes expuestas: a la vegetación, especialmente en zonas rurales	Las redes no tuvieran árboles y ramas que generen interferencias	Se realiza un plan de podas anual	Hay demasiados árboles cerca de la red
Restricciones por la normativa	Se tiene unas especificaciones de distancias en la cuales pueden realizarse las podas		Sanciones ambientales
Crecimiento de especies tiempo diferentes	El plan de podas tuviera en cuenta estos parámetros	Se toma un promedio de crecimiento para todas las especies	Costos
Identificar difícilmente daños generado por árboles o ramas	Se tuviera red protegida en todos los circuitos	Se trata de identificar pistas que lleven a determinar la causa	
Reparación provisional: Quitan la rama con ayuda de la pértiga o Cortan la rama empleando un machete	Se realizará la poda	Quitar la rama que está haciendo contacto con la red	Restricciones normativas y costos
Reporte para podas			
No se puede realizar la actividad: no está dentro de su alcance realizar podas			
Emergencia: se envía la brigada de podas	Las podas que se realizan fueran suficientes	Sigue el plan de podas	Atención pronta al representar riesgo de vida

Tabla 34 Factores Poda bajo y en cercanía de redes

## Se encontró servicio normal

Factores	Sería ideal que...	¿Cómo se hace hoy?	Restricción
Ausencia del servicio por falta de pago	Se relacione el producto con el pago, notificando la causa de la ausencia del servicio.	Quien recibe el reporte válida si está en mora	La información de los pagos/mora/desconexión esté actualizada y sincronizada.
Ausencia del servicio por notificación de mantenimiento preventivo	El usuario esté al tanto de los mantenimientos preventivos. Se podría crear una aplicación donde se vea en tiempo real la ubicación de las brigadas.	Notificación por medios de comunicación, mensaje de texto y redes sociales.	Tener el canal de comunicación adecuado con todos los usuarios
Ausencia del servicio por daño interno	Se ayude al usuario a identificar si el daño es interno, en el medidor, o si es en el sector.	Indicaciones muy básicas al realizar el reporte	La persona que esté en contacto con el usuario sepa de electricidad o de los protocolos para identificar los daños y tenga una atención empática.
Eventos transitorios en el sistema: el usuario alcanza a realizar el reporte y no informa de que ya cuenta con el servicio.	El usuario tenga un tiempo de espera previo a realizar el reporte	No se quita el reporte del daño transitorio hasta que van hasta el punto donde se generó el reporte	El usuario no sabe cuánto tiempo debería esperar para reportar
	El usuario pueda retroalimentar sobre el reporte realizado (informar si ya tiene servicio nuevamente)		Educar al usuario a retroalimentarse sobre el daño
	El usuario se entere si el daño es del sector y ya se está atendiendo. "Se presentó un daño en el circuito y está siendo atendido", una vez se resuelva el daño, se enviará una confirmación del servicio a todos los usuarios que reportaron, para atender aquellos que no tienen servicio (evaluar el servicio)		Disponer de los medios adecuados para que el usuario reciba información y pueda interactuar confirmando que tiene servicio.
Usuario no se encuentra en el predio cuando la brigada va a atender la incidencia	Mantener contacto con el usuario para conocer su dirección, informar la hora de visita, la brigada que va a asistir, informarle al usuario las actividades realizadas con respecto al daño.	No se realiza una retroalimentación con el usuario sobre el servicio prestado	Tener información actualizada y brindar información al usuario en tiempo real. Garantizar una herramienta de comunicación efectiva por parte de la brigada.

El daño es resuelto por una persona externa de CEO: contratan a una persona para que resuelva el daño, CEO no cuenta con las herramientas o materiales	El usuario conozca el tiempo aproximado de atención, esté enterado de donde está la brigada, cuanto se tarda en llegar. (Ej Uber indica el tiempo de llegada o si está atendiendo otro servicio)	No se tienen estimados los tiempos de atención de manera tan detallada	Tener información actualizada y brindar información al usuario en tiempo real. Garantizar una herramienta de comunicación efectiva por parte de la brigada.
	El usuario informará cuando haya restablecido el servicio y no requiera de la atención. Y que informe que un tercero restableció el servicio.		Evitar que terceros accedan a la red
	El tercero que intervenga la red sea certificado por CEO. "un electricista por barrio"	Deben esperar a que CEO intervenga la red.	Evitar que los arreglos sean malos o ilegales
	El usuario reporte que la brigada estuvo, pero no resolvió, que califique el servicio a la brigada.	No se realiza esta calificación de la brigada	Permitir un medio para evaluar las brigadas

Tabla 35 Factores se encontró servicio normal

## Logística de mantenimiento preventivo

Factores	Sería ideal que...	¿Cómo se hace hoy?	Restricción
Poca capacidad operativa	Ampliar la capacidad operativa de acuerdo con las actividades que se deben realizar en la red	Se prestan brigadas de mantenimiento correctivo a mantenimiento preventivo	Costos
Apoyo de mantenimiento preventivo en daños	La capacidad de mantenimiento correctivo no afecte las actividades preventivas en la red		Se tiene que dar respuesta pronta a las ausencias del servicio
Incremento de daños por condiciones ambientales	Ampliar la capacidad operativa de acuerdo con las actividades que se deben realizar en la red		Costos

Mayor esfuerzo físico en actividades preventivas			Personal dispuesto a realizar estas actividades
Daños reiterativos	Se hicieran reparaciones o las adecuaciones necesarias en la red para que no se presente reiteradamente el mismo daño	Por medio del plan de mantenimiento anual	Costos/Beneficios

Tabla 36 Factores logística mantenimiento preventivo

### 5.2.3 Análisis técnico y financiero para un servicio de Mantenimiento Correctivo

El precio de una brigada liviana para el año 2017 era de \$4.938.593 y de una semipesada de \$13.787.840 incluido el costo de transporte. El número de brigadas se ha ajustado constantemente de acuerdo con las necesidades que se presenten en la red, por esta razón se van a realizar los cálculos con el número de brigadas del año 2019; 33 livianas y 32 semipesadas, ver tabla 37.

Para calcular el costo mensual que tienen las brigadas de Mantenimiento Correctivo se multiplicó el número de brigadas por el costo mensual unitario; así para el año 2017 las brigadas livianas tuvieron un costo de \$162.639.206 y las semipesada \$441.210.880, es decir un total de \$604.184.449 al mes, este valor se multiplicó por doce para tener el costo anual aproximado de \$7.250.213.388. Este mismo proceso se realizó para el año 2018 y 2019 con costos totales anuales respectivos de \$7.546.747.080 y \$7.786.733.424, ver tabla 37.

	2017	2018	2019	#	2017	2018	2019
L	\$ 4.938.593	\$ 5.140.582	\$ 5.304.052	33	\$ 162.973.569	\$ 169.639.206	\$175.033.716
S	\$13.787.840	\$14.351.762	\$14.808.148	32	\$ 441.210.880	\$ 459.256.384	\$ 473.860.736
			Costo mensual		\$ 604.184.449	\$ 628.895.590	\$ 648.894.452
			Costo anual		\$ 7.250.213.388	\$ 7.546.747.080	\$ 7.786.733.424

Tabla 37 Precio brigadas

Del archivo Excel Detalle\_TMR entregado por el ingeniero Juan David Castaño se realizó la tabla 38 donde se encuentran discriminadas las incidencias en U(urbanas) y R (rurales) para el año 2017, 2018 y de enero-agosto del 2019. Posterior a esto se presentó un percance por el cambio de sistema y configuración de las bases de datos para realizar los cruces de información, por esta razón se logró de septiembre a diciembre del año 2019 obtener 24554 reportes sobre Mantenimiento Correctivo, ya que son manejados con el OMS se llamarán casos y no incidencias. El costo de cada incidencia se calculó

con el costo anual contenido en la tabla 37 dividido entre el número de incidencias, así para el año 2017 el costo de una incidencia fue de aproximadamente \$124.447 para el año 2018 de \$121.412 y para el año 2019 de \$124.130, ver tabla 38.

	INCIDENCIAS		Total	Costo I
	U	R		
2017	16642	41617	58259	\$124.447,95
2018	17130	45028	62158	\$121.412,32
2019 <sup>12</sup>	10673	27503	62730	\$124.130,93
2019	Casos 24554			

Tabla 38 Incidencias reporte oficial

Del año 2017 se tienen datos de oct-dic por lo tanto para este análisis no se tendrá en cuenta porque son muy pocos datos, del año 2019 se tienen datos de enero-agosto y los meses restantes se van a trabajar con el valor promedio. Dentro de la base de datos empleada es importante destacar que en la columna NOM\_CAUSA se clasifica como SERVICIO NORMAL y en la columna SERVICIO se denomina SE ENCONTRÓ SERVICIO NORMAL; de la hoja Datos se creó una tabla dinámica en la hoja SN\_2018, para discriminar de manera mensual el número de incidencias atendidas con este servicio para esto se le aplicaron cuatro filtros:

FECHA\_INICIAL: 2018

FECHA\_FINAL: 2018

NOME\_CAUSA: SERVICIO NORMAL

SERVICIO: SE ENCONTRÓ SERVICIO NORMAL

En el año 2018 en total se realizaron aproximadamente 9394 Servicios clasificados dentro de Se encontró servicio normal y en el año 2019 se realizaron 4599 de estos servicios. El costo de estos servicios para el año 2018 fue de \$1.140.547.348,20 y para el año 2019 de \$ 570.878.160,64<sup>13</sup>, ver tabla 39.

2018													
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Servicio	487	690	908	801	670	540	507	1006	963	1011	1040	771	<b>9394</b>
Causa	715	705	917	820	711	565	637	955	998	1131	1077	930	10161
2019													
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Servicio	652	547	717	677	446	442	545	572	574	574	574	574	<b>4599</b>
Causa	773	766	994	990	625	718	779	1108	844	844	844	844	6753

Tabla 39 Incidencias atendidas con Servicio normal

<sup>12</sup> En la transición del SGD al OMS, se presentaron varios inconvenientes con el almacenamiento de los datos por esto durante sep-dic del año 2019 se tienen algunos datos que lograron obtenerse de la base de datos por esto ya no se tienen discriminados los casos como rurales y urbanos, ni tampoco especificados los servicios ejecutados.

<sup>13</sup> Este costo se obtuvo de multiplicar el total de incidencias anual por el número de Se encontró servicio normal de la tabla eee. Para el año 2018 fueron 62158 incidencias

Las brigadas después de atender las incidencias se comunican con los auxiliares de Centro de Operaciones para realizar el reporte de incidencia y ellos se encargan de almacenar la información en el SGD/OMS por medio de su experiencia y criterio.

#### 5.2.4 Propuesta

Con el propósito de disminuir las visitas donde el servicio se encuentra normal se presenta las siguientes propuestas que ayudan a los usuarios/clientes a identificar si el daño es interno o debe realizar el reporte.

**Información del reporte:** esta etapa es de vital importancia, por esto se propone implementar una estrategia donde el usuario sea más activo para identificar la causa del daño y evitar realizar visitas donde el daño es interno o el servicio se encuentra normal. Los daños son reportados principalmente a través de las líneas telefónicas de la compañía atendidas por el Call Hander la idea sería que se recopile más información sobre el daño durante esta llamada.

Se propone para la eliminación de al menos el 50% de estos servicios un cambio en los procedimientos que se están realizando, partiendo del Call hander enfatizando la comunicación en la identificación del posible daño y en obtener un número donde se puedan comunicar con alguien que se encuentre en el predio; con el propósito de comunicarse con el cliente/usuario y corroborar si necesitan la atención o si ya les regreso el servicio de energía. El tiempo promedio de la atención de una llamada con el cambio de sistema de Call Center a Call hander paso de tres a cuatro minutos; presentó un incremento de aproximadamente un minuto ya que el sistema tiene más funciones y es más robusto lo que conlleva más tiempo para quienes almacenan la información por esto durante este tiempo se podría obtener más información de interés como un numero de contacto. Se proyecta que se pueden ahorrar aproximadamente \$285.439.080.

**Factura:** definir pasos simples para el usuario en la parte de atrás del recibo o como una hoja que acompañe el recibo de pago y también que este en la página de CEO.

**Mejora la información suministrada por el cliente y el Call Hander:** es un módulo que le permite a los usuarios obtener respuestas respecto a sus dudas cuando se presente un daño en el fluido eléctrico y las actuaciones correctas y pertinentes que puede realizar, su funcionamiento básico sería el siguiente:

1. Indicarle al cliente/usuario donde está su número de producto para buscarlo en el sistema
2. Pedir datos de quien reporta y de la persona que estará en la vivienda para cuando se atienda la incidencia (dirección, nombre, **teléfono**)
3. Realizar la validación de pago al día en ese producto.
4. ¿Qué pudo percibir durante el daño?  
Número de usuarios afectados (El daño afectó solo su vivienda o varios predios)  
Riesgo: si algún equipo o elemento pone en riesgo la vida humana

Ejemplo: algún equipo se quemó, un transformador está botando aceite, una línea se rompió, un poste se quebró)

Si el daño es solo en su predio, por favor diríjase a la caja de breakers

Suba o baje los breakers y observe si regresa la energía.

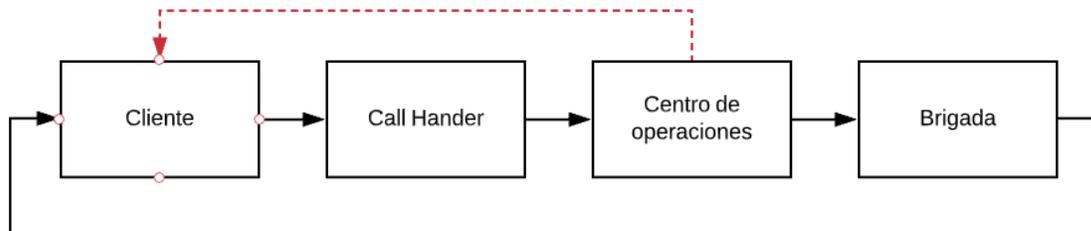
- **Si el daño es solo en su vivienda** por favor verifique:

Que los breakers no estén quemados, súbelos o bájelos y mire si regresa la energía

- **Si el daño es el sector**

Trate de salir y observar cuántos usuarios están sin servicio y el lugar más cercano donde si tengan servicio

La comunicación con el cliente/usuario la van a realizar los auxiliares de centro de operaciones, ya que ellos no requieren capacitación porque en algunos casos cuando se necesita información más exacta sobre un caso, ellos se comunican con los usuarios/clientes. Las brigadas no serían las más adecuadas para realizar estas tareas ya que sería necesario realizar una capacitación sobre cómo deberían comunicarse con el cliente/usuario y se generarían más costos dentro de la propuesta. La figura 48 muestra cómo se realizaría la comunicación entre los principales actores tiene una modificación respecto a la figura 10 pues en esta la línea en color rojo representa la comunicación entre los auxiliares de centro de operaciones y el cliente/usuarios.



*Figura 48 Comunicación modificada de actores principales Mantenimiento Correctivo (fuente propia)*

El diagrama de flujo de la figura 11 se modificó para que el auxiliar de centro de operaciones realice una llamada al cliente antes de que la brigada sea asignada para verificar si aún requieren la atención y que, como se mencionó anteriormente, puede tratarse de interrupciones transitorias en la red, mantenimientos preventivos o pueden haber contratado un externo para que lo reparara a pesar de que esta no es una buena práctica porque pueden ocurrir accidentes. Si el cliente dice que ya no necesita la atención del caso entonces este se cierra y no se generarían costos innecesarios.

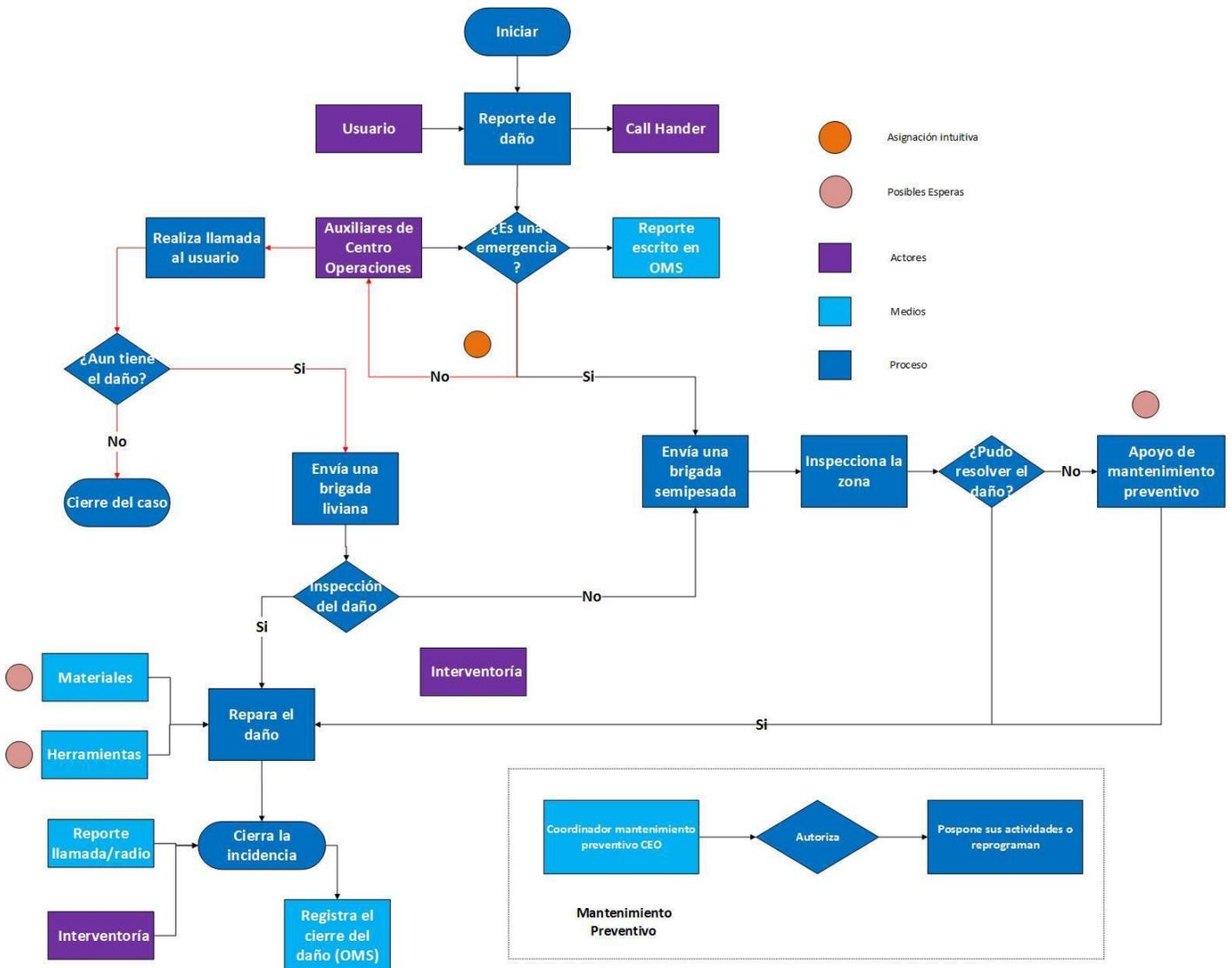


Figura 49 Atención de un caso (fuente propia)

## 5.2.5 Conclusiones y recomendaciones

### Capítulo 2

1. Durante el período 2017-2019 la Gerencia Técnica presentó unos gastos totales anuales que para el año 2019 se redujeron en un 11% respecto al año 2018, puede ser a causa del cambio de remuneración realizado al contratista UTEN.
2. Durante el periodo analizado 2017-2019 el centro de costos con mayor participación equivalente a Mantenimiento Correctivo que representa aproximadamente el 50% de los gastos del periodo, el centro de costo de Mantenimiento preventivo representa la tercera parte del primer centro de costo.
3. Durante el periodo analizado las cuentas de gastos del centro de costo Mantenimiento Correctivo se mantiene en el top 3 siendo la más relevante en su participación la cuenta de gastos del Contrato Colectivo Sindical.
4. Durante el periodo analizado las cuentas de gastos del centro de costo Mantenimiento Preventivo se mantiene en el top 3 siendo la más relevante en su participación la cuenta de gastos de Mtto Líneas Redes Y Ductos.
5. Durante el periodo analizado las cuentas de gastos del centro de costo Control de Mercado Regulado se mantiene en el top 3 siendo la más relevante en su participación la cuenta de gastos de Mtto Líneas Redes Y Ductos.
6. Durante el periodo analizado las cuentas de gastos del centro de costo PQR Comercial se mantiene en el top 3 siendo la más relevante en su participación la cuenta de gastos de Contrato Colectivo Sindical.
7. Durante el periodo analizado las cuentas de gastos del centro de costo Área de Operación no se mantiene en el top 3 de las cuentas siendo la más relevante de 2018-2019 en su participación la cuenta de gastos de Mtto Líneas Redes Y Ductos.

### Capítulo 3

1. De enero del año 2018 hasta agosto del año 2019 *Árbol o rama sobre la línea* ha generado aproximadamente el 18 % de las causas que producen el 80% de las incidencias, a pesar de que se está ejecutando el Plan anual de podas aún debe fortalecerse, con el propósito de disminuir este tipo de fallas, aunque esto también implica el análisis de otros factores como por ejemplo el crecimiento de las distintas especies que hay en el departamento, características climáticas de la zona y condiciones climáticas según la época del año.
2. Las *Descargas atmosféricas* de enero-diciembre del año 2018 fue la segunda causa que más incidencias generó dentro del Pareto y en los meses de enero-agosto del año 2019 ocupó el cuarto lugar con un porcentaje de 13,42%. Este factor es un poco más difícil de controlar o predecir en comparación a otras causas.
3. La causa denominada Servicio Normal durante enero-diciembre el año 2018 ocupó el tercer lugar con un 16,54% dentro del Pareto de causas. En el año 2019 esta

causa ocupó el segundo lugar dentro del Pareto con un porcentaje de 18,10%. Esto quiere decir que la brigada fue hasta el lugar donde la falla fue reportada y se encuentra con que el servicio está funcionando adecuadamente, pueden ser varios los factores o casos que son catalogados dentro de esta causa para realizar un mejor análisis se recomienda detallar más los datos cuantitativos y cualitativos.

4. Las causas que son clasificadas *En blanco* son las que más TMR representan dentro del Pareto, pero son de las menos representativas en cuanto a cantidad, de enero-diciembre del año 2018 tuvo un porcentaje de participación dentro del Pareto de 7,33% para los meses de enero-agosto del año 2019 representó 8,21 % del porcentaje de participación. En blanco quiere decir que la causa no fue identificada se recomienda que se realice la clasificación como Causa desconocida.
5. El Servicio de Poda bajo y en cercanía de redes en el año 2018 ocupó el cuarto lugar dentro del Pareto y representó el 14%, en los meses de enero-agosto del año 2019 ocupó el tercer lugar con un 17%, asociado a que la causa de Árbol o rama sobre la línea en este mismo periodo de tiempo ha sido de las más representativas este servicio fue seleccionado para realizarle un análisis en búsqueda de factores que puedan ser mejorados.
6. El Servicio denominado Se encontró Servicio normal en el año 2018 ocupó el tercer lugar dentro del Pareto y representó el 17%, en los meses de enero-agosto del año 2019 ocupó el cuarto lugar con un 14%, este servicio representa un gran porcentaje al ser consideradas visitas donde las brigadas se desplazan hasta estos puntos y no realizan en muchos casos ninguna actividad se analice detalladamente qué factores están generando este tipo de casos.
7. El TMR de desplazamiento es el más alto, el segundo lugar lo ocupa el TMR de resolución y finalmente está el TMR asignación, al analizar los servicios de Poda en bajo y cercanía de redes sus TMR de desplazamientos son muy altos en comparación con los TMR de los demás servicios del Pareto. Por esto el TMR de desplazamiento fue seleccionado para realizar un análisis de los factores que están influyendo en él.
8. Estandarización y capacitación de la terminología y socialización de los cambios realizados con todo el personal ya que algunos manejan términos que ya han sido reemplazados.
9. Establezca de manera segura cuáles son los filtros que se aplican en la base de datos para realizar la extracción de la información ya que esto no se tiene claro, ni tampoco los tiempos exactos en que se aplicaron cambios en las celdas empleadas.
10. Se duplican las incidencias ya que en algunas ocasiones se resuelve una incidencia / caso con varios servicios, lo ideal sería que se puedan guardar varios servicios en un solo campo.
11. Los usuarios/clientes diferencian en su mayoría que las brigadas solo cumplen con sus actividades, pero no son los responsables directos de la pronta solución de los daños. En algunos casos los daños reiterativos porque se tienen demasiados

usuarios ilegales genera bastante malestar en los usuarios que sí realizan sus pagos, este es uno de los problemas sociales que se presentan en el departamento por la ilegalidad.

#### **Capítulo 4**

1. Se recomienda realizar jornadas donde se puedan expresar lo que se ha logrado identificar dentro de los diferentes procesos para replicar las buenas prácticas y dar soluciones frente a factores que están generando retardos o retrocesos.
2. Implementar la automatización del enrutamiento de las brigadas o que cuenten con un software que les ayude a realizar procesamientos más rápido de la información de las incidencias/casos ahorraría tiempo y costos.
3. Clasificar los casos en MT y BT para revisar el dimensionamiento de las brigadas que requieren realizar trabajo en alturas ya que las brigadas livianas no pueden realizar este tipo de servicios porque solo cuentan como medio de transporte con una motocicleta y no pueden llevar muchas herramientas como las escaleras.
4. Tener la ubicación en tiempo real de las brigadas para facilitar los enrutamientos, es lo ideal, aunque por la falta de cobertura de señal en las zonas rurales se podría implementar empleando satélites.
5. La filosofía de Customer Journey Map empleada en este proyecto ayudó a identificar y separar los actores y herramientas de las actividades ejecutadas en Mantenimiento Correctivo.

#### **Capítulo 5**

1. Se recomienda realizar una socialización y capacitación para que se conozca el funcionamiento de los procedimientos realizados en Mantenimiento Correctivo.
2. Se recomienda que los técnicos de las brigadas reciban capacitación para comunicarse de manera asertiva con los clientes/usuarios y saber cómo actuar frente a los diferentes casos que se puedan presentar.
3. Crear campañas para que el usuario aprenda a identificar información clave cuando vaya a dar su reporte como por ejemplo que antes de realizar el reporte identifique si el daño es en sector o solo en su predio.
4. Los mantenimientos preventivos que se realizan sobre la red se planean por medio de un análisis realizado a nivel de circuitos, pero esta práctica no está siendo muy efectiva por lo que se recomienda tener en cuenta otros factores asociados a los daños reiterativos.
5. Crear un reporte en el OMS donde se muestren los casos más antiguos sin resolver y se realice un análisis sobre porque no se han podido resolver a tiempo para subsanar estos inconvenientes.

6. Un cambio en el procedimiento de Mantenimiento Correctivo realizando una llamada al usuario antes de enviar a la brigada puede ahorrar varios costos ya que "la visita es fallida".

## Referencias

- [1] Compañía Energética de Occidente (07-09-2021) [en línea] tomado de: <https://www.ceosp.com.co/quienes-somos>
- [2] Compañía Energética de Occidente (07-09-2021) [en línea] tomado de: <https://www.ceosp.com.co/historia>
- [3] A. Urroz J. Gaxiola. "Diseño y desarrollo: la innovación responsable mediante Design Thinking". Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, pp 199-201, 2018.
- [4] Kolb, D. Experiential learning as the science of learning and development. Prentice Hall, 1984
- [5] IBM. (13-09-2021) [en línea] tomado de: <https://www.ibm.com/blogs/transformacion/2020/07/09/escalando-proyectos-de-automatizacion-con-design-thinking/>
- [6] "Cómo usar el modelo del doble diamante para impulsar innovación en diseño" (15-09-2021) [en línea] tomado de: <http://gammaux.com/blog/2020/07/31/como-usar-el-modelo-del-doble-diamante-para-impulsar-innovacion-en-diseno/>
- [7] M. Gamboa. "PPC-ID-CO-CEOMANUAL DE USUARIO". Indra, pp 6-7, 2011
- [8] R. CREG - 097- 2008. Art 1
- [9] O. Murillo, E. Guzman. "DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA 2018". Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, pp 7-8, 2018
- [10] Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices, IEEE Std 1366 - 2012.
- [11] L. Benavidez. "Control Presupuestal de la Gerencia Técnica" Planificación de la Red de CEO, 2017, 2018 y 2019.
- [12] C. Coronel, A. Hernandé "IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA IMETALES Ltda., BASADO EN LA NORMA ISO-14224". Universidad Tecnológica de Bolívar, pp 3, 2004.
- [13] M. Jair. "Data C.O 2017, Data C.O 2018 y Data C.O 2019". Centro de Operaciones CEO 2017, 2018 y 2019.
- [14] F. Adriana. "Organigrama actualizado 17-10-2019. Recursos humanos". Gestion humana CEO, 2020.
- [15] R. Hector. "OMSCALLS\_Feb\_20". Comercial CEO, 2020.