

**PLAN DE MANTENIMIENTO OPTIMIZADO PARA EL CIRCUITO PAMC3 EN LA EMPRESA CENS
DE LA CIUDAD DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER.**

Autor

Sandra Zuleyma Guerrero López

Director

M.Sc. Víctor Manuel Garrido Arévalo

Ingeniero Electricista

Codirector

Ing. Helfar Fredid Rico Ramírez

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

2022

DEDICATORIA

Con mucho afecto dedico este trabajo a mi hijo Emmanuel Matías Riaño por ser el pilar y la motivación para poder llegar a lograr esta meta, Segundo Carrillo Q.E.P.D por iluminar mi camino, enseñándome a afrontar con valentía las dificultades, mi compañero de vida Jesús Riaño por impulsar con amor y entusiasmo cada uno de mis ideales de igual manera mis padres Ignacio Guerrero en especial a mi madre María Luisa López ya que con su esfuerzo y sacrificio entrego en mí su confianza para culminar esta etapa con éxito, mis hermanos Jhon, Yuri, Diana, Anderzon pero especialmente Neider Steven junto con Deysi Alejandra Guerrero por brindarme su apoyo incondicional para seguir adelante con perseverancia y empeño, mis sobrinos Kevin, Melanie y Yineth además de mi cuñado Edgar Hernández por expresarme sus buenos deseos con admiración.

Mis colegas y amigos particularmente Óscar Iván Gonzales por brindarme su amistad, conocimiento y compañía en esta hermosa etapa.

A mis docentes por impartir los conocimientos necesarios, sus correcciones, consejos que aportaron de forma significativa en mi formación profesional y personal.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco mucho a Dios por permitir llevar a cabo mis estudios universitarios en tan prestigiosa institución como lo es la universidad de Pamplona, por brindarme la sabiduría para sobrellevar cada obstáculo que se presentó durante el periodo del desarrollo de los conocimientos para forjar mi perfil profesional, manteniendo en mi la confianza de lograr con anhelo, esfuerzo, amor y dedicación el objetivo trazado de ser Ingeniero Eléctrico con la convicción de aportar en el desarrollo de un mejor país.

A la empresa CENS, mi gratitud, respeto, admiración y agradecimiento por ver en mi las capacidades y destrezas para ser parte de su equipo de trabajo, brindándome esta gran oportunidad además de guiarme en el desarrollo de este proyecto en cabeza de los profesionales Helfar Fredid Rico Ramírez codirector de mi trabajo grado y apoyo incondicional en todo el proceso, Francisco Rubio quien compartió su experiencia profesional dándome la lucidez para analizar cada nuevo reto, Jorge Gutiérrez su gran aporte permitió el afianzamiento de nuevos conocimientos necesarios para culminar con éxito cada meta, y en general a todos los miembros de esta gran familia gracias por su solidaridad.

A mi director de trabajo de grado M.Sc. Víctor Manuel Garrido Arévalo por su acompañamiento, a mis jurados por sus correcciones y a todos los docentes que en algún momento me transmitieron su intelecto académico.

RESUMEN

Este proyecto tiene como finalidad proponer un plan de mantenimiento optimizado para el circuito PAMC 3 en la regional Pamplona de la empresa CENS de Norte de Santander con el objetivo de mitigar los impactos que este genera en los indicadores SAIDI y SAIFI.[1]

Usando la metodología de gestión de activos se busca realizar la propuesta del plan de mantenimiento optimizado, para con ello dar cumplimiento a las metas establecidas por la CREG 015 DE 2018.[1]

Por ser uno de los circuitos con mayor número de usuarios se estima que al intervenirlo en su totalidad se podrá dar una mejora considerable en los impactos presentados en los últimos años en los indicadores de calidad, por lo que es necesario llevar una serie de pasos que facilitan la información necesaria para poder establecer de manera eficiente el PMO esperado.

Palabras clave: Modo de falla, PMO, Preventivo, Predictivo, Calidad, Mantenimiento, Costo, Periodicidad, Activo, SAIDI, SAIFI, Criticidad, Taxonomía, Implementación.

Abstract

The purpose of this project is to propose an optimized maintenance plan for the PAMC3 circuit in the Pamplona region of the CENS company from Norte de Santander with the aim of mitigating the impacts that this generates on the SAIDI and SAIFI indicators.

Using the asset management methodology, it is sought to make the proposal of the optimized maintenance plan, in order to comply with the goals established by CREG 015 OF 2018.

As it is one of the circuits with the largest number of users, it is estimated that by intervening in its entirety, it will be possible to give a considerable improvement in the impacts presented in recent years in the quality indicators, for which it is necessary to take a series of steps that They provide the necessary information to be able to efficiently establish the expected PMO.

Contenido

Keywords: Failure mode, PMO, Preventive, Predictive, Quality, Maintenance, Cost, Periodicity, Active, SAIDI, SAIFI, Criticality, Taxonomy, Implementation.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Con la propuesta de este plan de mantenimiento en el circuito PAMC3 se plantean formas más eficientes para la optimización de los PMA, contrastando periodicidad, recursos operativos, beneficiando de esta manera a los indicadores de calidad media SAIDI y SAIFI.

Con base en el desarrollo del plan se plantean posibles soluciones para la obtener un mejor resultado como lo es la optimización del EAM la herramienta para realizar la taxonomía del circuito, llevar un registro del tiempo de duración de cada falla, lo anterior puede ser llevado a casos de estudio más profundos y encontrar nuevas estrategias de optimización.

Se aporta un plan con una reducción del 50% en costo respecto al plan actual y se comprueba en base a la metodología de gestión de activos, con un mayor índice de efectividad en mantenimiento preventivo y predictivo.

Un seguimiento previo de la criticidad de los activos en el circuito PAMC3, contribuye de manera significativa en la distribución de las actividades de mantenimiento con alta exactitud con el objetivo de mitigar tareas no costo-efectivas.

Se realiza un requerimiento al profesional encargado para mejorar la plantilla del PMO, con las siguientes sugerencias:

- capacitar al personal encargado de los ejercicios de las actividades de mantenimiento para que el registro de las anomalías sea manejado de manera digital y enlazado con el software para que este desarrolle un control general.

- agregar tiempo útil de los activos como se estipula en la CREG 015 2018 y tiempo de duración de la falla presentada en cada activo.

- Automatizar la información con base en los datos ingresados en la plantilla y que sea el mismo software quien lo diseñe para su posterior socialización.

Contenido

Capítulo I.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Descripción del problema y justificación	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo General.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.2.3 Acotaciones	13
1.3 MARCO CONCEPTUAL:	14
1.3.1 Glosario de términos	14
1.4 MARCO TEÓRICO.....	16
1.4.1 ¿Qué es un activo?.....	16
1.4.2 ¿Qué es gestionar?	16
1.4.3 ¿Qué es gestión de activos?.....	16
1.4.4 Elementos de un sistema de gestión de activos	17
1.5 PLAN DE MANTENIMIENTO OPTIMIZADO	17
1.5.1 Taxonomía de activos físicos	17
1.5.2 Modos de falla.....	19
1.5.3 Racionalización y revisión de los modos falla.....	19
1.5.4 Evaluación de consecuencia	19
1.5.5 Definición de las tareas de mantenimiento.....	20

1.5.6	Durante el análisis de las tareas de mantenimiento se debe tener en cuenta:	20
1.5.7	Durante el análisis de las tareas de mantenimiento se debe evaluar:	20
1.5.8	Durante el análisis de las tareas de mantenimiento se debe determinar:	21
1.5.9	Revisión y agrupación.....	21
1.5.10	Aprobación e implementación	21
1.5.11	Programa dinámico.....	22
Capítulo II		23
2.	METODOLOGA.....	23
2.1	Plan de mantenimiento circuito PAMC3	23
2.2	Identificar circuitos para el plan piloto	23
2.2.1	Revisar los circuitos críticos de PAMC3 (criticidad nivel 3)	23
2.2.2	Seleccionar el circuito para el plan de trabajo.....	25
2.2.3	Mapeo de eventos del circuito seleccionado	26
2.3	Definir troncal y ramales	29
2.3.1	Solicitud de información al SPARD.....	30
2.3.2	Aplicación de taxonomía nivel 4.....	30
2.3.3	Socialización del resultado	31
2.4	Establecer plan de mantenimiento actual	33
2.5	Asignación de actividades al circuito	33
2.5.1	Inspección circuitos:.....	34
2.6	Formalización del plan de mantenimiento actual.....	35
2.7	Identificación de zonas con alta criticidad	45
2.7.1	Solicitud de insumos para criticidad.....	45
2.7.2	Análisis de criticidad nivel 4	45
2.7.3	Análisis de resultados de criticidad	46
2.8	Descripción de la metodología empleada.....	47
2.8.1	Optimizar el plan de mantenimiento	47
2.8.1.2	Descripción de activos	52
2.8.2	Identificación de costos del circuito por planes de mantenimiento.....	52
2.8.3	Estructura del plan de mantenimiento actual (PMA)	54
2.8.3.1	Costo del PMA	55
2.8.3.3	Definición de las tareas de mantenimiento (PMO)	57
2.8.3.4	¿Cómo optimizar una tarea en el PMO?.....	58
Capítulo III		61

3. RESULTADOS	61
3.1 Plan de Mantenimiento Final	61
3.2 PMA VS PMO en costo	61
3.3 Porcentaje de Optimización	62
3.4 Tiempo HH PMO.....	63
Capítulo IV	64
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFIA	65
ANEXO 1	66
ANEXO 2	68
ANEXO 3	69
ANEXO 4	70
ANEXO 5	70
ANEXO 6	71
ANEXO 7	73
ANEXO 8	74
ANEXO 9	76
ANEXO 10	87
ANEXO 11	90
ANEXO 12	95
ANEXO 13	111
ANEXO 14	112

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1.Esquema de la taxonomía.[5].....	18
Ilustración 2.Jerarquia de equipos lineales desde el N1 al N6.[5]	18
Ilustración 3.Taxonomía nivel 1 hasta el 4 del circuito PAMC3.[6].....	31
Ilustración 4.Ciclo PHVA.[9].....	33
Ilustración 5.Etapas para el análisis de criticidad.[7]	46
Ilustración 6.Evaluación de consecuencia por modo de falla.[9].....	47
Ilustración 7.Diagrama unifilar del circuito PAMC3.[6].....	49
Ilustración 8.Pasos para el desarrollo de la metodología[4].....	50
Ilustración 9.Taxonomía nivel 1 hasta el 6 del Ramal7 SW12936-4 del circuito PAMC3.[6]	51
Ilustración 10 Taxonomía circuito PAMC3 desde el visualizador de Google earth nivel 1 al 6.[6]	52
Ilustración 11.Plantilla revisiones de circuitos M.T.[6]	73

Tabla de tablas

Tabla 1. Matriz de riesgos para el circuito PAMC3.[7]	24
tabla 2.Análisis de criticidad de los activos nivel3 del circuito PAMC3[6].	25
tabla 3.Criterios de evaluación de la probabilidad.[6]	25
tabla 4. Total, de eventos por modo de falla en PAMC3 para el año 2020.[6]	27
tabla 5.Total de causas presentes en porcentaje en el breaker PAMC3 en el año 2020.[6]	29
Tabla 6. Equipo de trabajo para el plan piloto.[6].....	31
tabla 7.Plan de mano de obra para el circuito PAMC3.[6].....	35
Tabla 8. Plan de mantenimiento actual del circuito PAMC3.[6]	37
Tabla 9.Trabajos a ejecutar con línea energizada en el circuito PAMC3.[6]	41
Tabla 10.Modo de falla presentes en el circuito PAMC3	47
Tabla 11.Jerarquía de activos del circuito PAMC3 en la plantilla del PMO.[6]	51
Tabla 12. Especificaciones de mantenimiento correctivo en el circuito PAMC3.[6]	57
Tabla 13.Tareas de inspección visual, Dron y termografía del ramal PASW3581-4 del circuito PAMC3.[6]	58
Tabla 14. Tareas de inspección con Dron, visual y termográfica optimizadas del ramal PASW3581-4 del circuito PAMC3.[6]	60
Tabla 15.Plan de mantenimiento para el ramal PASW3581-4.[6]	61
Tabla 17.Total de eventos por modo de falla del circuito PAMC3 en el año 2021.[6]	66
Tabla 18. .Total de causas presentes en porcentaje en el breaker PAMC3 en el año 2021.[6]..	70
Tabla 19. Total de causas presentes en porcentaje en el breaker PAMC3 en el año 2022.[6]...	71
Tabla 20. Frecuencia de la causa de falla vs el porcentaje de acumulado en el breaker PAMC3 en el año 2022.[6]	72
Tabla 21.Descripción de los activos del circuito PAMC3.[6]	74
Tabla 22.Plan de mantenimiento actual del circuito PAMC3 en la plantilla PMO.[6]	76
Tabla 23.Costos del plan de mantenimiento actual del circuito PAMC3.[6]	87
Tabla 24.Plan de mantenimiento correctivo.[6]	90
Tabla 25.Plan de mantenimiento optimizado para el circuito PAMC3	95
Tabla 26.Periodicidad,tiempo y costo de cada tarea no optimizada por activo.[6]	111
Tabla 27.Plan de mantenimiento final para el circuito PAMC3 (PMO).....	112

Tabla de imágenes

Imagen 1 Norma ISO de gestión de activos.[3]..... 16

Imagen 2 Elementos de un sistema de gestión de activos[3] 17

Capítulo I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema y justificación

Al tener el mayor número de usuarios el circuito PAMC3 está catalogado por CENS como uno de los que mayor impacto genera en los indicadores de calidad SAIFI que corresponde al índice de frecuencia promedio de interrupción y por su parte el SAIDI índice de duración promedio de interrupciones en el sistema en aras de mejorar la CREG 015 de 2018 estableció las metas para dichos indicadores y CENS como operador de red (OR) dentro de su plan operativo de mantenimiento plasma actividades tendientes al cumplimiento del PIR (Plan de Inversión Recuperatorio). [2]

Estas actividades deben ser costo efectivas y para ello se cuenta con la metodología de gestión de activos y por ello es preciso aplicarle y así llegar a la respuesta de nuestro interrogante. [2] ¿El mantenimiento que realiza CENS en el circuito PAMC3 es realmente efectivo o cómo podemos mejorarlo?

Este proyecto se lleva a cabo con la finalidad de encontrar maneras viables de mejorar los indicadores SAIFI y SAIDI de la empresa CENS en la regional Pamplona, teniendo como objeto de estudio el circuito PAMC3 que se encarga de dar servicio a toda la zona del casco urbano. Para cumplir con el objetivo se propone un plan de mantenimiento optimizado para el circuito PAMC3, usando la metodología de gestión de activos, pero lo cual con la ayuda de la validación de las actividades desarrolladas y la frecuencia de las mismas se puede dar un diagnostico general del plan de mantenimiento actual, para luego identificar actividades operativas contrastando periodicidad y recursos operativos ,ya con esta información consolidada se puede establecer un plan de mantenimiento optimizado al circuito PAMC3 tendiente a garantizar indicadores de calidad SAIDI y SAIFI.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Proponer un plan de mantenimiento optimizado en el circuito PAMC3 en la empresa CENS utilizando la metodología de gestión de activos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el plan de mantenimiento actual del circuito PAMC3 para validar las actividades desarrolladas y frecuencia de las mismas.
- Identificar las actividades operativas contrastando periodicidad y recursos operativos.
- Establecer el Plan de Mantenimiento Optimizado del circuito PAMC3, tendiente a garantizar indicadores de calidad media SAIDI y SAIFI.

1.2.3 Acotaciones

- Las actividades del PMO serán propuestas mas no implementadas.
- El alcance será por media tensión.

1.3 MARCO CONCEPTUAL:

En el siguiente capítulo se presenta el marco teórico, el cual se basa en la teoría que sustenta la investigación y a su vez permite conocer los términos básicos de la misma.

1.3.1 Glosario de términos

Jerarquía: Es una estructura de datos organizada, con cada nivel abarca cada vez más registros de activos hasta llegar a una entidad más general.

Modos de falla: Los modos de falla son los efectos observados en un activo debido a una falla.

Celda: (metal clad) Es una estructura metálica que contiene elementos de media tensión como lo son: Interruptores de potencia, transformadores, seccionadores, relés de control y protección, panel de alarmas y equipos de medida. Se encuentran principalmente en subestaciones capsuladas de 34,5 kV y 13,8 kV. Esta debe cumplir con condiciones mecánicas y de seguridad.

Circuito o línea: Se define circuito o línea, a la red o tramo de red eléctrica monofásica, bifásica o trifásica que sale de una subestación, de un transformador de distribución o de otra red y suministra energía eléctrica a un área geográfica específica. Cuando un circuito tiene varias secciones o tramos, cada sección o tramo se considera como un circuito.

Termografía. La termografía es una técnica predictiva que registra la radiación de calor que emiten los cuerpos bajo diferentes interacciones, con el objetivo de detectar anomalías

Falla: Ocurrencia o evento no planeado que se presenta en un componente, equipo, activo o sistema de activos y que resulta en daños o pérdidas.

Indicador: Representación medible de la condición o el estado de las operaciones, la gestión, o las condiciones.

Seguimiento: Determinación del estado de un sistema, un proceso (3.3.5) o una actividad.

EAM: Sistema de gestión de activos empresariales.

AC: Análisis de criticidad

ACR: Análisis causa raíz

ACCV: Análisis costo ciclo de vida.

Taxonomía de activos :Es una clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos, basándose en factores posiblemente comunes a varios elementos (Ubicación, uso, equipo de Subdivisión etc.). Comúnmente son llamados arboles de equipos, por su característica jerarquizada de acceder a un activo. [3]

Causa de Falla: Circunstancias asociadas con el diseño, manufactura, instalación, uso y mantenimiento que conducen a la falla.

Falla crítica: Falla del equipo o subsistema de la unidad funcional que genera las mayores consecuencias.

Falla evidente: Un modo de falla cuyos efectos se tornan evidentes bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.

Falla oculta: Un modo de falla cuyo efecto no es evidentes bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.

Falla Funcional: Estado en el que un activo o sistema no se encuentra disponible para ejercer una función específica a un nivel de desempeño deseado.

Función: Todo aquello que el usuario espera que el activo o sistema lleve a cabo dentro de estándares de desempeño determinados.

Inspección: Control del estado de un elemento a través de la verificación de conformidad de sus características relevantes, mediante observación, medición o ensayo. Se diferencia del monitoreo de condición en que este último se evalúa el cambio en los parámetros del elemento a lo largo del tiempo.

Modo de falla: Efecto por el que se observa una falla en un componente, activo o sistema de activos.

PMO (Optimización del mantenimiento planeado): Procedimiento estructurado utilizado para la revisión y optimización de las tareas de mantenimiento de un activo.

Plan de Mantenimiento: Conjunto de actividades periódicas preventivas ejecutadas por personal calificado con el propósito de garantizar que un activo mantenga la condición de funcionamiento para la cual fue concebido.

Mantenimiento Correctivo: Mantenimiento realizado luego de la identificación de una falla con el propósito de retornar el activo al estado en el cuál puede desempeñar la función requerida. Es realizado para reparar un ítem luego de que este ha fallado.

Mantenimiento Predictivo: Mantenimiento basado en condición. Es realizado siguiendo una previsión resultante del análisis y evaluación de características conocidas o parámetros significativos de degradación de un activo.

Mantenimiento Preventivo: Mantenimiento realizado a intervalos predeterminados o acorde a criterios prescritos con la intención de reducir la probabilidad de falla o la degradación de la función de un activo. Es realizado para prevenir que un activo falle. Incluye inspecciones, pruebas funcionales, monitoreo de condición y mantenimiento periódico.

Tarea Costo-Efectiva: Aquella tarea técnicamente factible que maneja (evita, elimina o minimiza) satisfactoriamente las consecuencias de un modo de falla determinado a una magnitud que justifique los costos directos e indirectos de realizarla.

Matriz de Criticidad: Se asume la definición de matriz de riesgos.

Consecuencia: Efecto principal de un riesgo que es considerado al momento de realizar la valoración de acuerdo con el objeto de impacto afectado

EAM: es una combinación de software, sistemas y servicios utilizados para mantener y controlar los activos y equipos operativos.

Alimentador Principal: Son todos aquellos elementos que descienden de un elemento interruptor del circuito de la subestación el cual finaliza en un elemento de corte de transferencia comunicando con otro circuito formando el alimentador principal del circuito.

Tramo: Elemento en el cual se divide el alimentador principal por los elementos de corte que se encuentran sobre el alimentador principal, por lo tanto, cada elemento de corte genera un nuevo tramo.

Ramal: El ramal se identifica como una derivación del alimentador principal donde existe un elemento de corte.

Segmento: Elemento en el cual se divide el ramal por los elementos de corte que se encuentran sobre él, por lo tanto, cada elemento de corte genera un nuevo segmento.

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 ¿Qué es un activo?

Según la PAS 55 (Public Available Specification): Plantas, maquinarias, propiedades, edificios, vehículos y otros elementos que tengan valor específico para la organización (The Institute of Asset Management, 2008a). De acuerdo con la norma ISO 55000: Algo que tiene un valor potencial o real para una organización (Icontec, 2015a).

1.4.2 ¿Qué es gestionar?

Según Pérez & Merino (2012) llevar a cabo diligencias que hacen posible la realización de una operación comercial o de un anhelo cualquiera. En términos más coloquiales hacer lo que toca hacer para que las cosas funcionen.

1.4.3 ¿Qué es gestión de activos?

El objetivo es optimizar la calidad y la utilización de los activos a lo largo de su ciclo de vida, aumentar el tiempo productivo y reducir los costos operativos, implica la gestión del trabajo, el mantenimiento de activos, la planificación y programación, la gestión de la cadena de suministro y las iniciativas ambientales, de salud y seguridad (EHS).

En la imagen 1 se pueden observar las normas que rigen la gestión de activos.

Entidad	Tipo	No. Norma Internacional	Descripción	No. Norma Colombia
ISO	Norma	55000: 2014	Asset Management – Overview, principles and terminology	NTC ISO 55000
ISO	Norma	55001: 2014	Asset Management – Management systems – Requirements	NTC ISO 55001
ISO	Norma	55002: 2014	Asset Management – Management systems – Guidelines for the application of ISO 55001	NTC ISO 55002

Imagen 1 Norma ISO de gestión de activos.[3]

1.4.4 Elementos de un sistema de gestión de activos

“El proceso de establecer un sistema de gestión de activos requiere una comprensión de cada uno de sus elementos y de las políticas, planes y procedimientos que lo integran. Los requisitos del sistema de gestión de activos descritos en la norma ISO 55001 están agrupados de un modo coherente con los fundamentos de la gestión de activos, como lo indica la siguiente imagen.”[3]

Elemento de un sistema de gestión de activos	Ubicación en la norma ISO 55001
Contexto de la organización	Capítulo 4
Liderazgo	Capítulo 5
Planificación	Capítulo 6
Apoyo	Capítulo 7
Operación	Capítulo 8
Evaluación del desempeño	Capítulo 9
Mejora	Capítulo 10

Imagen 2 Elementos de un sistema de gestión de activos[3]

1.5 PLAN DE MANTENIMIENTO OPTIMIZADO

PMO (optimización de planes de mantenimiento) define un procedimiento efectivo y flexible para analizar instalaciones que cuentan con un plan de mantenimiento y donde se conocen las características de fallas de los activos.



Ilustración 1. Descripción del PMO.[4]

1.5.1 Taxonomía de activos físicos

La aplicación de la metodología de taxonomía permite establecer la jerarquía de cada uno de los activos, los atributos que le componen y los códigos de anomalías establecidas ante eventos de falla.

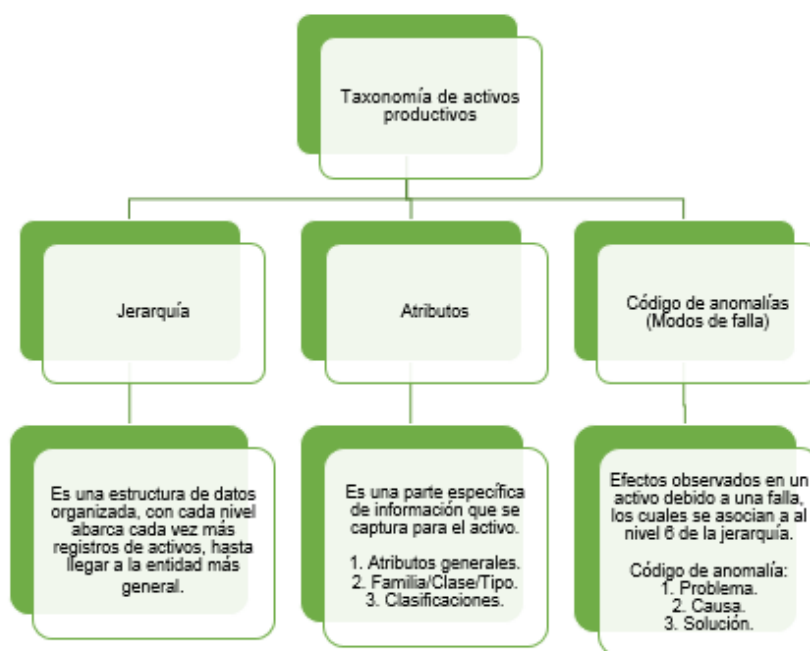


Ilustración 1. Esquema de la taxonomía.[5]

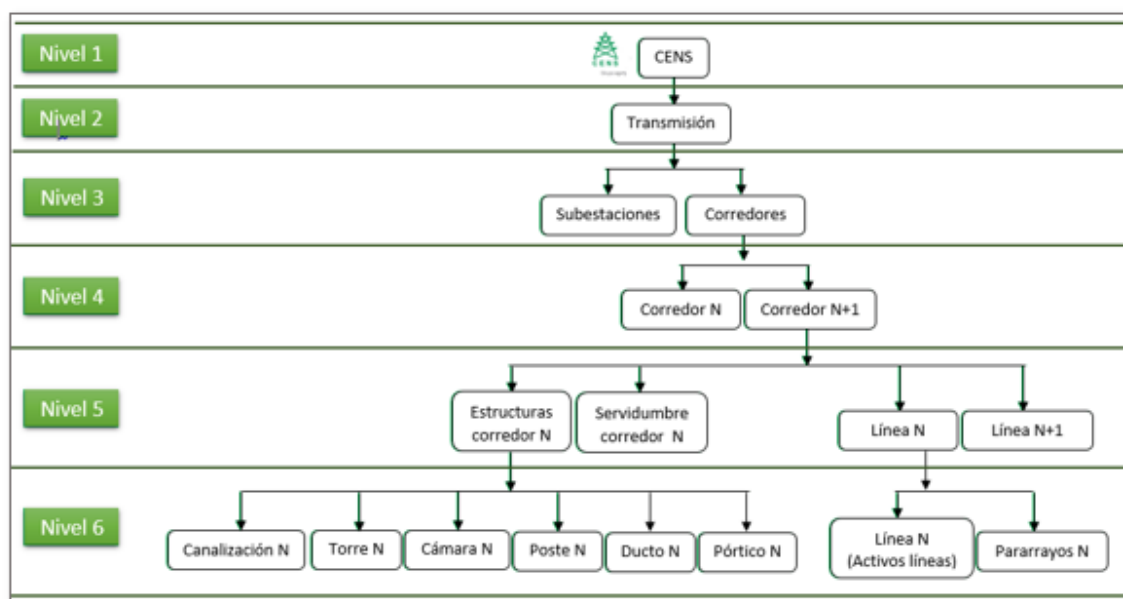


Ilustración 2. Jerarquía de equipos lineales desde el N1 al N6.[5]

Cuando ya se establecen dichas tareas de mantenimiento para los activos, se realiza un análisis en las tareas actuales sobre cada uno de ellos, estas actividades pueden estar o no concretadas en los sistemas de información, por lo que pueden tomarse de procedimientos de mantenimientos, históricos de fallas entre otros instrumentos desarrollados por los propios equipos de mantenimiento.

Para cada tarea de mantenimiento debe identificarse:

- Origen de la tarea
- Descripción, frecuencia y duración.
- Estrategia de ejecución de la tarea (Inspección, Monitoreo de condición, Búsqueda de Fallas, Reacondicionamiento Cíclico y Sustitución Cíclica).
- Grupo ejecutor de la tarea de mantenimiento: especialidad, cantidad de personas, modelo de contratación, costos del grupo ejecutor.
- Costos de herramientas, equipos, materiales, repuestos, servicios requeridos.[4]

1.5.2 Modos de falla

Cuando se identifica el modo de falla del activo teniendo presente lo que se quiere mitigar con las tareas destalladas previamente. Con el fin de corroborar la obligación de conservar o implementar una nueva tarea de mantenimiento.

Un modo de falla se caracteriza por que presenta los siguientes componentes: causa, forma y efecto de la falla, declarada a fondo por un nivel de manera que se pueda precisar una tarea de mantenimiento (componente o parte).

Para el análisis de modos de falla se requiere identificar lo siguiente:

- Modo de falla relevante
- Tipo de falla (Oculta o Evidente)
- Los efectos principales de la falla en el activo
- Tiempo medio entre fallas (Meses). [4]

1.5.3 Racionalización y revisión de los modos falla

Luego de identificar aquellos modos de falla presentes en el activo que se quieren suprimir o mitigar con la ejecución de las tareas de mantenimiento, se deben ordenar por componente así, de esta, manera se puede obtener el número posible de fallas que hay para contrarrestar cada uno de los modos de falla establecida. También es posible anexar los modos de falla que aún no han sido intervenidos por alguna tarea de mantenimiento y que pueden encontrarse con el ejercicio del análisis del histórico de fallas del activo o por la práctica del profesional del área de mantenimiento en el sistema T & D.

Estos modos de falla se agrupan con ello se evita que alguna tarea se repita, posteriormente son analizadas rigurosamente para seleccionar cuales de ellas deben mantenerse y las que deben ser descartadas. [4]

1.5.4 Evaluación de consecuencia

En los activos los modos de falla pueden ser identificadas de dos maneras si la falla corresponde a una falla oculta o una falla evidente, respectivamente cada una de ellas presenta una consecuencia si llegase a efectuarse entre las que se pueden encontrar de tipo: ambiental, operacional o no, seguridad de las personas. De igual manera se hace necesario tener presente las acciones necesarias para restaurar la funcionalidad el activo esto si se llegará a generar dicho modo de falla. Así mismo se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Estado del equipo requerido para realizar la actividad correctiva. (Fuera de línea, apagado o en línea).
- Grupo ejecutor de la tarea correctiva: especialidad, cantidad de personas, periodicidad de la tarea correctiva, duración de la tarea correctiva, modelo de contratación del grupo ejecutor.
- Escenario de costos de producción para ejecutar la tarea correctiva (parada no programada).
- Costos de herramientas, equipos, materiales, repuestos, servicios requeridos para la tarea correctiva.
- Actividad correctiva de restablecimiento de la función del activo.
- Tipo de Consecuencia (Seguridad de personas, medio ambiente, operacional, no operacional o ninguna). [4]

1.5.5 Definición de las tareas de mantenimiento

Estas tareas ya sean actuales o propuestas deben pasar por un proceso de análisis el cual puede definir si las tareas de mantenimiento respectivas a cada modo de fallo deben ser conservadas o por el contrario omitidas y si es el caso si se pueden optimizar, usando como soporte el diagrama de decisión.

La determinación de dichas tareas de mantenimiento en cada activo debe apoyarse en la idea de que el plan de mantenimiento se encamina en el empleo de las consecuencias de la falla del activo y no en el activo en sí mismo. Es necesario realizar los siguientes ítems.[4]

1.5.6 Durante el análisis de las tareas de mantenimiento se debe tener en cuenta:

- Si una tarea de mantenimiento respeta alguna técnica, política, regulación interna o externa, es necesario crear la tarea sin estimar que esta sea costo-efectiva o no.
- Si un modo de falla tiene efecto negativo en la seguridad de las personas o en el ambiente, es indispensable fijar una tarea para el monitoreo de la falla, sin considerar que esta resulte costo efectiva o no.
- Si dos o más tareas de mantenimiento se han declarado para maniobrar una falla y son todas costo-efectivas, se debe conservar la tarea más costo-efectiva.
- Si dos o más tareas de mantenimiento se han definido para el manejo de una falla y estas son complementarias, se deben mantener todas las tareas.[4]

1.5.7 Durante el análisis de las tareas de mantenimiento se debe evaluar:

- Cuáles tareas del plan de mantenimiento actual son más costo efectivas para el manejo de un modo de falla, si se modifica el tipo de tarea que se realiza (inspección, monitoreo de condición, reacondicionamiento/sustitución cíclica, búsqueda de fallas).
- Cuáles tareas de mantenimiento son más costo-efectivas si se realizan bajo condiciones diferentes en cuanto a alcance, duración, frecuencia.

- Cuáles tareas de mantenimiento son más costo-efectivas si se realizan usando una tecnología (herramienta o equipo) diferente, más avanzada o más simple.
- Cuáles tareas de mantenimiento son costo-efectivas y cuáles no lo son, y descartar éstas últimas. Si la relación de costo efectividad es menor a cero (0), La tarea es costo-efectiva. Si la relación de costo efectividad es mayor a cero (0) La tarea no es costo-efectiva. (El valor de la costo-efectividad se obtiene a través de la Plantilla de Planes de Mantenimiento Optimizado).[4]

1.5.8 Durante el análisis de las tareas de mantenimiento se debe determinar:

Cuál información se debe recolectar para monitorear y predecir mejor el comportamiento del activo durante su ciclo de vida. - Para cuáles modos de falla se debe ejecutar un análisis de fallas. Ver guía metodológica de Análisis de fallas de activos físicos productivos y establecer un plan de mejora a partir del mismo. - Partiendo del supuesto de que algunos tipos de tareas para el manejo de los modos de falla son inherentemente más costos efectivos que otros y que así mismo algunos son inherentemente más conservadores que otros, para la selección de las tareas de mantenimiento se debe considerar una aproximación en el siguiente orden:

- Tareas de inspección
- Tareas de monitoreo de condición (CBM)
- Tareas de búsqueda de fallas
- Tareas de reacondicionamiento cíclico
- Tareas de sustitución cíclica
- Finalmente, la tarea de mantenimiento se debe detallar así:
- Descripción: La acción a realizar (escrita como verbo en infinitivo), componente al que va dirigida la tarea y
- método a utilizar para realizar la acción.
- Frecuencia
- Grupo ejecutor (especialidad), cantidad de personas, duración. [4]

1.5.9 Revisión y agrupación

Cuando se haya finalizado el respectivo análisis, las tareas creadas y verificadas para cada uno de los activos se ordenarán para constituir el plan de Mantenimiento Optimizado, teniendo presente las frecuencias establecidas, el personal y los recursos requeridos.

El conocedor del proceso de mantenimiento del sistema de T&D, debe establecer el método más efectivo para atender el plan de mantenimiento optimizado teniendo en cuenta las limitantes de operación, de tipo logístico, de recursos, entre otros.[4]

1.5.10 Aprobación e implementación

El responsable del mantenimiento del activo, presenta el Plan de Mantenimiento resultante al líder de equipo de trabajo para su revisión y aprobación. Una vez aprobado,

el Plan de Mantenimiento se debe actualizar en el Sistema de información para el Sistema de Gestión Integrado.[4]

1.5.11 Programa dinámico

La revisión y actualización del Plan de Mantenimiento debe realizarse cada vez que se generen cambios en los activos o en los sistemas de activos y en su contexto operacional. Además, cada vez que se presenten desviaciones en el cumplimiento de los objetivos de la gestión de activos.

Durante la revisión del plan de mantenimiento, se debe considerar y evaluar los resultados de la ejecución del Plan de Mantenimiento, el desempeño de los activos, la aparición de nuevos modos de falla producto del cambio en el contexto operacional de los activos, la implementación de nuevas tecnologías en la ejecución, entre otras situaciones que modifiquen las condiciones de análisis bajo las cuales se generó el Plan. [4]

Capítulo II

2. METODOLOGIA



Figura 2. Circuito PAMC3, visto desde el visualizador SIG de la empresa CENS[6].

2.1 Plan de mantenimiento circuito PAMC3

Para poder establecer el plan de mantenimiento (PM) del circuito PAMC3 es necesario llevar a cabo una serie de pasos en el siguiente orden:

1. Identificación de circuitos para el plan piloto.
2. Definir troncal y ramales del circuito PAMC3
3. Establecer el plan de mantenimiento actual de PAMC3.

2.2 Identificar circuitos para el plan piloto

El primer paso para establecer el PM del circuito PAMC3 es saber por qué es necesario intervenirlo para ello es necesario realizar las siguientes actividades:

1. Revisar los circuitos críticos de la regional (criticidad nivel 3)
2. seleccionar el circuito para el plan de trabajo
3. Mapeo de eventos del circuito seleccionado

2.2.1 Revisar los circuitos críticos de PAMC3 (criticidad nivel 3)

La regional Pamplona está compuesta por 11 circuitos, todos ellos se les realiza nivel 3 de criticidad para activos lineales, para ello se estudia el comportamiento de los arranques del circuito PAMC3.

En la tabla 1 se puede observar información detallada:

- iniciando por el código del alimentador.
- números de transformadores asociados al circuito del alimentador.
- todos los tipos de clientes del circuito.
- el registro del número de clientes afectados del circuito teniendo presente información como la totalidad de eventos nuevos independientemente de su duración.
- El producto entre la duración del evento por el número de usuarios del transformador afectado.
- La cantidad del indicador SAIDI, correspondiente a la relación entre $U_i * T_i$ de cada evento sobre el numero toral de usuarios del alimentador al que pertenece el transformador fallado.
- La cantidad del indicador SAIFI, que corresponde a la relación entre el número de clientes del transformador afectado en cada evento sobre el número de usuarios del alimentador al que pertenece el transformador.
- Grupo de calidad predominante en el circuito.
- Nivel de tensión al que pertenece el alimentador para este caso 123,2 KV.
- Cantidad de aperturas del interruptor principal del circuito durante el periodo de análisis.
- El valor de criticidad fue de 5 quiere decir muy alta según las categorías de la matriz de riesgos y la criticad es media dado que es probable que ocurra algunas veces.

		CONSECUENCIA				
PROBABILIDAD		Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima
		1	2	4	8	16
Muy alta	5	5	10	20	40	80
Alta	4	4	8	16	32	64
Media	3	3	6	12	24	48
Baja	2	2	4	8	16	32
Muy baja	1	1	2	4	8	16

CATEGORÍAS DE CRITICIDAD			
MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO

Tabla 1. Matriz de riesgos para el circuito PAMC3.[7]

En la tabla 2 se muestra el análisis de criticidad para el circuito PAMC3 como ejemplo se muestra uno de los objetos de impacto (Calidad), donde los indicadores SAIDI y SAIFI son unas de las variables que se muestran para cada uno de los arranques.

ARRANQUES OBJETO DE IMPACTO CALIDAD (PAMC3)												
Código	Número de Tramos	Total Clientes	Ui Clientes Afectados	Ti Clientes Afectados	Ui * Ti	SAIDI	SAIFI	Grupo de Calidad	Nivel Tensión Alimentador	Número de Aperturas Circuito	Valor de Criticidad	Criticidad
HSW70	9	633	633	1,85	1171,05	1,85	1	2	13.2kV	1	5	MEDIO
ALSW3745	4	623	623	2,01	1252,23	2,01	1	2	13.2kV	1	5	MEDIO
HSW218	6	365	365	1,99	726,35	1,99	1	2	13.2kV	1	5	MEDIO
HSW165	3	297	297	1,88	558,36	1,88	1	2	13.2kV	1	5	MEDIO

tabla 2. Análisis de criticidad de los activos nivel3 del circuito PAMC3[6].

En la tabla 3 encontramos a detalle los niveles de probabilidad bajo qué porcentaje y condición se pueden establecer dichos niveles los cuales juegan un papel importante ya que cada uno de los ramales y de la troncal pasara por este análisis, con el valor de consecuencia por el producto de la probabilidad se establece el resultado de la criticidad.

Valor	Clasificación	Descripción	Probabilidad de Ocurrencia en el Periodo
5	Muy alta	Muy alta probabilidad de ocurrencia	mayor del 85%
		Es probable que ocurra muchas veces	
4	Alta	Alta probabilidad de ocurrencia	60.1% - 85 %
		Es probable que ocurra varias veces	
3	Media	Mediana probabilidad de ocurrencia	25.1% - 60 %
		Es probable que ocurra algunas veces	
2	Baja	Baja probabilidad de ocurrencia	5.1% - 25 %
		Es poco probable que ocurra, pero es posible.	
1	Muy baja	Es casi imposible que ocurra	menor o igual al 5%
		Puede ocurrir en circunstancias excepcionales	

tabla 3. Criterios de evaluación de la probabilidad.[6]

2.2.2 Seleccionar el circuito para el plan de trabajo

Como se puede evidenciar en la tabla 2 el circuito PAMC3 es el seleccionado para el plan piloto tanto por criticidad, como por necesidad de la empresa CENS ya que es uno de los

que más usuarios tiene y que a su vez impacta de manera considerable en los indicadores SAIDI y SAIFI. (Tabla 1)

2.2.3 Mapeo de eventos del circuito seleccionado

Se realiza un estudio de comportamiento de circuito PAMC3, para establecer la distribución de fallas que se han presentado, que tipo de falla y de qué manera se han presentado a lo largo de los meses para poder orientarlas en las actividades del mantenimiento, para ello se apoya en la información más reciente como se aprecia a continuación en las gráficas y tablas . En los años 2020, 2021 y los meses de enero, febrero y marzo del año 2022.

ANÁLISIS DE FALLAS EN EL AÑO 2020 EN EL CIRCUITO PAMC3

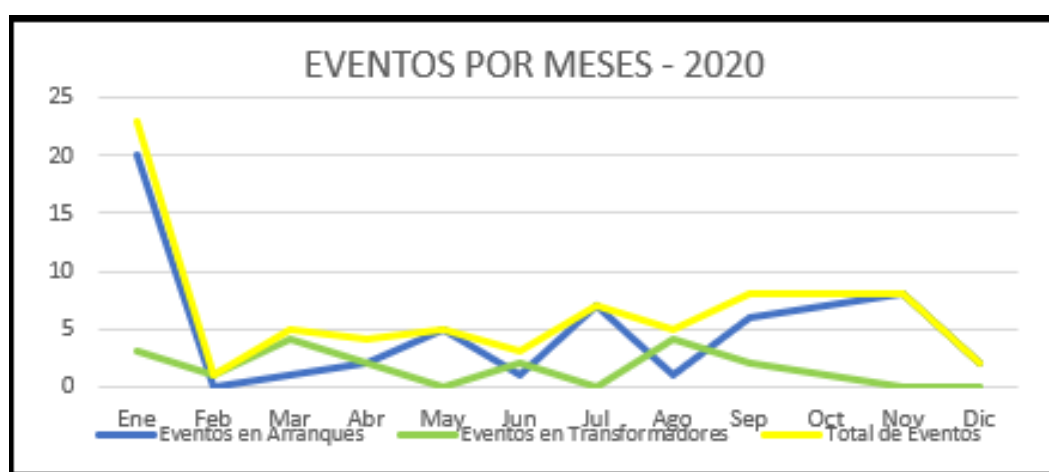
En la siguiente tabla, se tiene un registro de fallas del año 2020 en el circuito PAMC3 es necesario conocer cuál ha sido la frecuencia y el modo de falla para establecer las actividades para cada una de ellas de la misma manera se revisan los registros del año 2021 y de los meses Enero, Febrero y marzo del 2022.Ver anexo 1.

TOTAL, DE EVENTOS POR MODO DE FALLA					
Código Causa	Modo de falla	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
3PL01.	MANTENIMIENTO GENERAL DEL CIRCUITO	16	20,25%	16	20,25%
5FL03.	DISPARO CAUSA DESCONOCIDA	13	16,46%	29	36,71%
7FL10.	FALLA DE FUSIBLES CAUSA DESCONOCIDA	11	13,92%	40	50,63%
5PL03.	APERTURA PARA AISLAR Y REPARAR DAÑO SOBRE LA LÍNEA	5	6,33%	45	56,96%
6FL10.	FALLA DE FUSIBLES CAUSA DESCONOCIDA	4	5,06%	49	62,03%
6FL06.	ANIMALES SOBRE LA RED	4	5,06%	53	67,09%
5FO08.	CATASTROFES NATURALES	3	3,80%	56	70,89%
6PL03.	APERTURA PARA AISLAR Y REPARAR DAÑO SOBRE LA LÍNEA	2	2,53%	58	73,42%
5FO01.	ERROR DE OPERACIÓN	2	2,53%	60	75,95%
7PL03.	APERTURA PARA AISLAR Y REPARAR DAÑO SOBRE LA LÍNEA	2	2,53%	62	78,48%

7FL06.	ANIMALES SOBRE LA RED	2	2,53%	64	81,01%
5FL05.	PUENTES ROTOS/FLOJOS	2	2,53%	66	83,54%
6FL07.	LINEAS DESTENSIONADAS	2	2,53%	68	86,08%
3FL03.	DISPARO CAUSA DESCONOCIDA	2	2,53%	70	88,61%
5FO12.	DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	1	1,27%	71	89,87%
7FL11.	LUMINARIA EN FALLA	1	1,27%	72	91,14%
7FL15.	APERTURA DEL TRAFIO POR FALLA EN ACOMETIDA/CAJA DE DISTRIBUCIÓN	1	1,27%	73	92,41%
5FL08.	RAMAS SOBRE LA RED	1	1,27%	74	93,67%
5FO02.	FALLA COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	1	1,27%	75	94,94%
7FL04.	LINEA ROTA	1	1,27%	76	96,20%
7PT03.	APERTURA PARA AISLAR Y REPARAR DAÑO SOBRE TRAFIO	1	1,27%	77	97,47%
6FL01.	FALLA POSTE Y/O ESTRUCTURA	1	1,27%	78	98,73%
6FL03.	DISPARO CAUSA DESCONOCIDA	1	1,27%	79	100,00%
Total, general		79	100,0%		

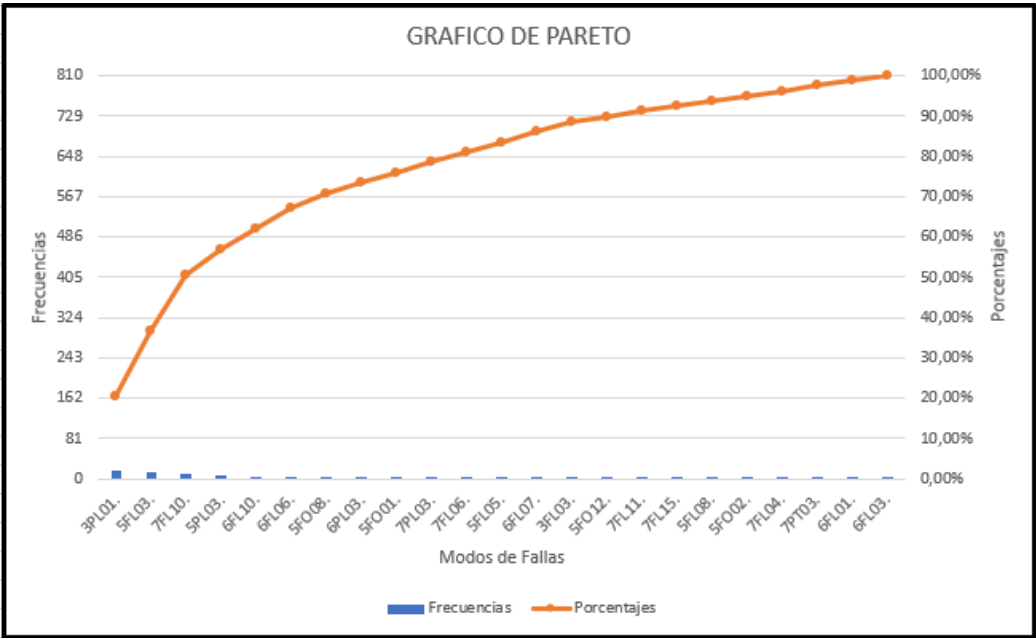
tabla 4. Total, de eventos por modo de falla en PAMC3 para el año 2020.[6]

En la siguiente grafica se aprecia el comportamiento de los eventos durante los 12 meses del año 2020 en los activos como arranques y transformadores así mismo el total de eventos. También de la misma manera se observan comportamientos en el año 2021 y los meses Enero, Febrero y Marzo del año 2022. Ver anexo 2.



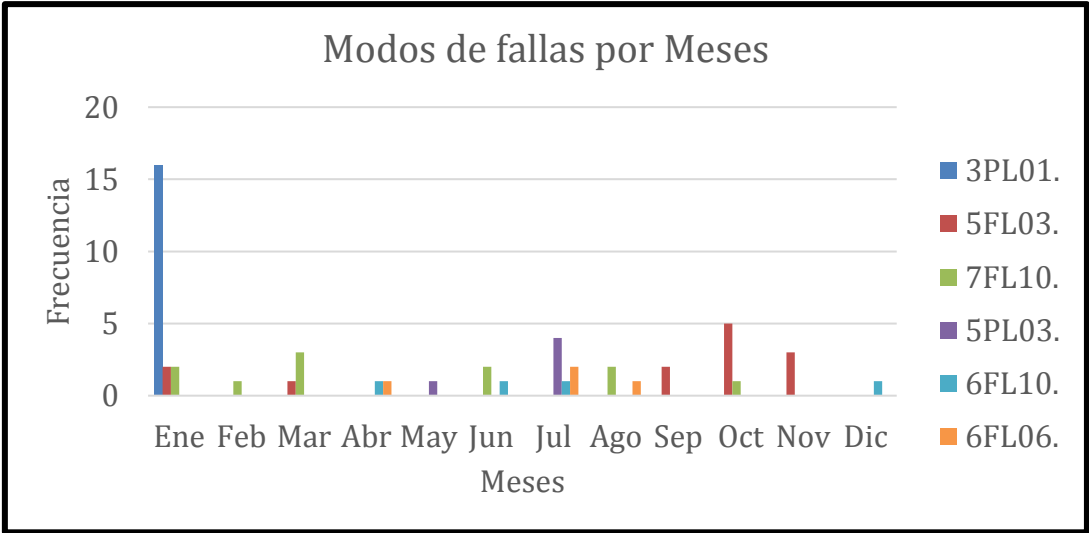
Gráfica 1. Total de eventos por meses de arranques y transformadores en el circuito PAMC3 del año 2020.[6]

Para tener una información base con el gráfico de Pareto se puede inferir la frecuencia del modo de falla y el porcentaje de incidencia de cada una en cada periodo mensual durante el año 2020. Así mismo para el año 2021 y los meses Enero, Febrero y Marzo del 2022. Ver anexo 3.



Gráfica 2.Comportamiento del modo de falla vs el porcentaje mensual en el año 2020.[6]

En la gráfica presentada a continuación se presenta información de la frecuencia y el tipo de falla que se presenta durante los meses del año 2020 de igual forma se estudian estos resultados para el año 2021 y los meses Enero, Febrero y Marzo del año 2022. Ver anexo 4.



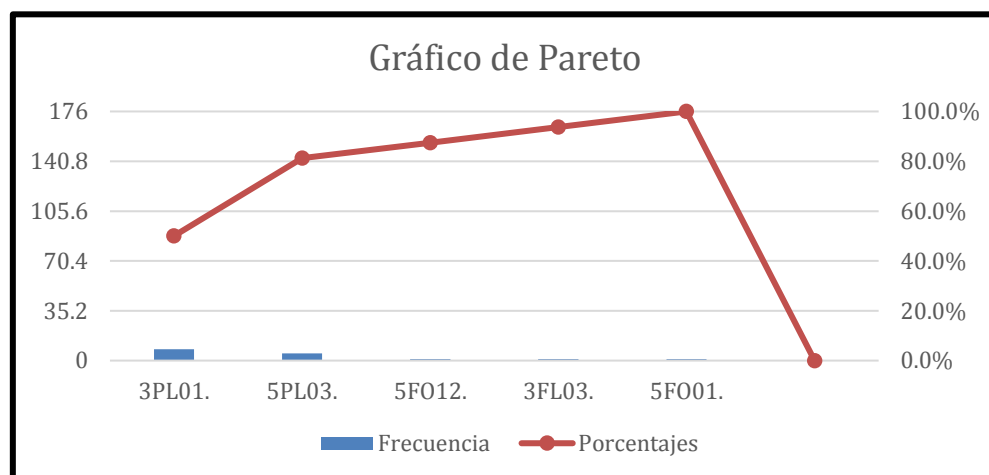
Gráfica 3.Modos de falla por meses en el año 2020 del circuito PAMC3.[6]

Total, de causas de fallas presentadas en el breaker del alimentador PAMC3 con su porcentaje de frecuencia en el año 2020 de igual manera en el año 2021 y los meses Enero, Febrero y Marzo del año 2022.Ver anexo 5.

Breaker	Código Causa	Frecuencia	% Acumulado
PAMC3	3PL01.	8	50,0%
	5PL03.	5	81,3%
	5FO12.	1	87,5%
	3FL03.	1	93,8%
	5FO01.	1	100,0%
TOTAL		16	

tabla 5.Total de causas presentes en porcentaje en el breaker PAMC3 en el año 2020.[6]

Por último, para el mapeo se presenta un gráfico de Pareto para observar la frecuencia y porcentaje de cada modo de falla en el breaker del alimentador del circuito PAMC3 de la misma manera para el año 2021 y los meses Enero, Febrero y Marzo del año 2022.Ver anexo 6.



Gráfica 4.Frecuencia de la causa de falla vs el porcentaje de acumulado en el breaker PAMC3 en el año 2020.[6]

2.3 Definir troncal y ramales

Para establecer dicha información es necesario tener presente la teoría descrita en la guía de taxonomía de activos lineales de CENS, pero la manera para llevar a cabo este resultado es :

- Solicitud de información al SPARD
- Aplicación de taxonomía nivel 4
- Socialización del resultado

7 RAMALES: Ramal 1 HSW26-4, Ramal 2 PASW2438-4, Ramal 3 PASW2936-4, Ramal 4 PASW3581-4, Ramal 5 PASW3850-4, Ramal 6 PASW3852-4 y Ramal 7 SW12914-4.

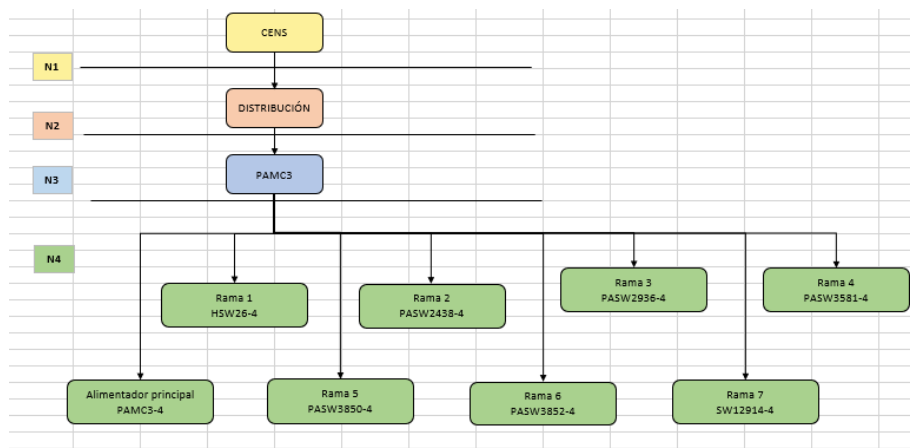


Ilustración 3. Taxonomía nivel 1 hasta el 4 del circuito PAMC3.[6]

2.3.3 Socialización del resultado

El equipo de trabajo presente en la tabla 9 realiza la reunión para poner en contexto la información recolectada en los ítems anteriores y se aprueba dicho avance para continuar.

PLAN DE TRABAJO	
Cantidad de reuniones por semana:	2
Horario Martes	02:15 pm – 04:00 pm
Horario jueves	02:15 pm – 04:00 pm
Circuito	PAMC3
Cantidad de reuniones	12
Participantes	Cantidad de participaciones
Helfar Rico	12
Gerardo Parra	12
Carlos Augusto Bayona	12
Francisco Rubio	12
Sandra Guerrero	12
Oscar Gonzales	12
Carmen Beatriz	12

Tabla 6. Equipo de trabajo para el plan piloto.[6]

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO:

Profesional P2 Distribución – Regional

Coordinar, implementar y realizar seguimiento a las actividades asociadas a los procesos mantenimiento del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica, desarrollo de proyectos de infraestructura de Transmisión y Distribución y la venta de productos o servicios y vinculación

de clientes aplicando la normatividad vigente, con el fin de lograr la continuidad, calidad y seguridad en la prestación del servicio de energía eléctrica y el logro de los objetivos empresariales.

Profesional P1 Mantenimiento Redes - Análisis e Inspección y Diagnóstico

Ejecutar las actividades relacionadas con la planeación, análisis, inspección y diagnóstico del mantenimiento del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica, aplicando la normativa vigente, con el fin de lograr la continuidad, calidad y seguridad en la prestación del servicio de energía eléctrica y los objetivos empresariales.

Profesional P1 Mantenimiento Redes - Gestión Requerimientos

Ejecutar las actividades relacionadas con la gestión de solicitudes técnicas de los clientes/usuarios, asociadas al mantenimiento del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica, aplicando la normatividad vigente, con el fin de lograr la continuidad, calidad y seguridad en la prestación del servicio de energía eléctrica y el logro de los objetivos empresariales.

Profesional P1 Mantenimiento Redes – Programación

Ejecutar las actividades relacionadas con la programación del mantenimiento del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica, aplicando la normatividad vigente, con el fin de lograr la continuidad, calidad y seguridad en la prestación del servicio de energía eléctrica y el logro de los objetivos empresariales.

Profesional P1 Mantenimiento Redes – Verificación

Ejecutar las actividades relacionadas con la verificación de la planeación y ejecución del mantenimiento del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica, aplicando la normatividad vigente, con el fin de lograr la continuidad, calidad y seguridad en la prestación del servicio de energía eléctrica y el logro de los objetivos empresariales.

Tecnólogo E Mantenimiento Redes – Ejecución

Realizar las actividades de ejecución asociadas a la coordinación operativa del mantenimiento del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica, aplicando la normatividad vigente, con el fin de lograr la continuidad, calidad y seguridad en la prestación del servicio de energía eléctrica y el logro de los objetivos empresariales.

Agente Recaudador

Ejecutar las actividades que le correspondan en los procesos de Mantenimiento del Sistema de Transmisión y Distribución, Desarrollo de Proyectos de Infraestructura de Transmisión y

Distribución, Reducción y Control de Pérdidas de Energía, Venta de Productos o Servicios y Vinculación de Clientes, Alumbrado Público y Operación del Sistema de Transmisión y Distribución, teniendo en cuenta la estrategia del Grupo Empresarial EPM, la normativa y disposiciones internas y externas vigentes y los requerimientos del cliente, con el fin de lograr la continuidad, calidad y seguridad en la prestación del servicio de energía eléctrica y aumentar el beneficio económico del negocio.

2.4 Establecer plan de mantenimiento actual

Inicialmente la información se consigna en una plantilla EAM la cual facilita la aplicación de la metodología para el plan actual se ejecutan 4 acciones importantes:

1. Identificación de actividades rutinarias en el circuito.
2. Diseño de cronograma de actividades
3. Asignación de actividades al circuito
4. Formalización del plan de mantenimiento actual.

2.5 Asignación de actividades al circuito

La gestión del mantenimiento en el sistema de distribución de energía se basa en el esquema PHVA, que significa planear, hacer, verificar y actuar. La implementación de esta metodología en el mantenimiento arroja como resultado una mejora continua en las redes de distribución eléctrica, que se refleja en niveles de confiabilidad, disponibilidad del sistema y por ende en los indicadores de calidad del servicio.[9]

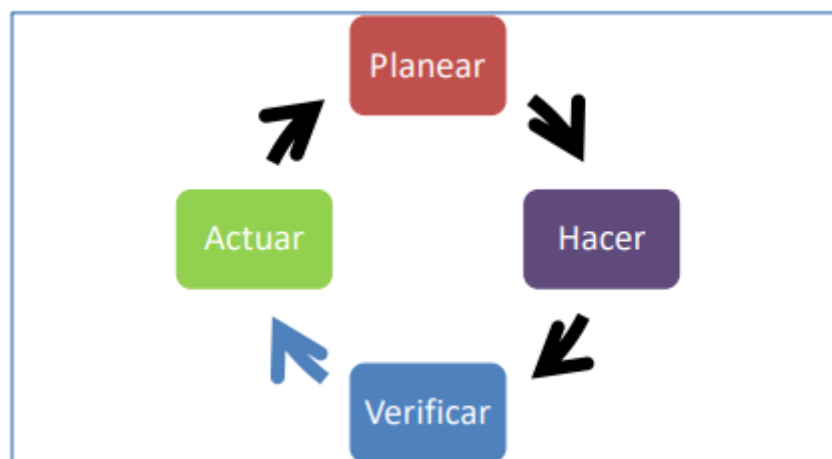


Ilustración 4. Ciclo PHVA.[9]

PRINCIPALES CAUSAS DE FALLAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA:

- Apertura por elementos sobre la red.
- Apertura por condiciones atmosféricas

- Apertura por terceros.
- Apertura por animales.
- Apertura por árbol o ramas sobre la red
- Apertura por protecciones.
- Apertura por causas desconocidas.

Las actividades establecidas por el equipo de trabajo en compañía de los profesionales de acuerdo con la distribución de circuito PAMC3 son:

2.5.1 Inspección circuitos:

En las rutinas de mantenimiento preventivo, principalmente la de inspección de circuitos, se pueden identificar elementos o condiciones anómalas que deben ser intervenidas de acuerdo con su criticidad, dichas intervenciones también hacen parte del mantenimiento preventivo, las cuales requieren de planeación y programación del mantenimiento antes de ser ejecutadas.[9]

- Validar los riesgos presentes en el sector a inspeccionar, las condiciones del clima y del terreno.
- Se diligencia los documentos SSTT y riesgos , y alistamiento de herramientas y elementos de protección.
- Se deshabilitan los recierres y se procede a realizar la inspección de cada porta fusible y luego realizan la inspección visual del estado de los cortacircuitos.
- Se notifica por medio de un grupo de WhatsApp lo encontrado en terreno
- Asegurar las herramientas y elementos de Protección personal.[9]

INSPECCIÓN CON DRON:

- Se realiza la inspección de los puntos planeados en el vuelo
- Planeación de los puntos a inspeccionar, validar los riesgos presentes, adecuación del sitio donde se va realizar el vuelo y el aterrizaje del DRON
Visibilidad de la superficie
Dirección y velocidad del viento
- Se arma el equipo, control, se pone en servicio y se realiza un sobrevuelo a baja altura
- donde se procede a realizar pruebas de estado del equipo en vuelo.
- Se realiza la inspección de los puntos planeados en el vuelo
- Recepción del dron, desarme del equipo y control y diligenciamiento de la App de inspección
- Realización de informe y entregables a el analista[9]

INSPECCIÓN CON CUADRILLA

- Validar los riesgos presentes en el sector a inspeccionar, las condiciones del clima y del terreno.
- Validar el estado de los binoculares, GPS, gafas, casco y demás herramientas requeridas.
- Realizar la inspección punto a punto de las estructuras, toma de coordenadas y diligenciamiento de la App de inspección (Plantilla de inspección).
- Aseguramiento de las herramientas utilizadas y elementos de protección personal
- Realización de informe y entregables a el analista
- Se socializa con los usuarios.[9]

INSPECCIÓN POR TERMOGRAFÍA

- Se socializa con los usuarios
- Se solicita a el jefe de consigna la autorización para el inicio de labores de mantenimiento en el caso que se requiera.
- Se diligencia los documentos At'S, Trabajos en alturas, Charlas de SSTT, Pausas Activas, se socializa los riegos presentes.
- Realizar poda y corte de maleza de las estructuras de las zonas de servidumbre.
- Recolección de residuos, Disposición final de residuos, Registro de información.
- Se informa a el jefe de consigna la finalización de las labores y retiro del personal en el caso que se requiera.[9]

Para finalizar con la información anterior se realiza el presupuesto de mano de obra para cada una de las actividades. Ver tabla 7.

PLAN DE TRABAJO	TAREA	CANTIDAD	HORAS	PLANTA	ORGANIZACIÓN
DEINSPECUAD	M58	5	9:00:00	0533_DE	CENS
DEINSPEDRON	TECNOLOGO DE INSPECCIÓN	2	9:00:00	0533_DE	CENS
DEINSPETERMO	TECNOLOGO DE INSPECCIÓN	2	9:00:00	0533_DE	CENS
DEINSPEVISUA	TECNOLOGO DE INSPECCIÓN	2	9:00:00	0533_DE	CENS

tabla 7. Plan de mano de obra para el circuito PAMC3.[6]

2.6 Formalización del plan de mantenimiento actual.

El objetivo principal de CENS al realizar el plan de mantenimiento del circuito PAMC3 es llevar suministro de energía eléctrica a los usuarios con calidad, como empresa prestadora de servicios públicos debe garantizar la sostenibilidad del negocio en el tiempo, dentro de

los balances financieros, los costos operacionales del sistema de distribución eléctrica, realizando acciones oportunas que conlleven a la estabilización del sistema y evitando sobrecostos futuros por falta de mantenimiento e inversión de la infraestructura eléctrica.[9]

Con la recopilación de toda la información se lleva a conformar el PMA para el circuito PAMC3, con ayuda de la plantilla del EAM se organizan los datos como se observa en la tabla 8.

En detalle básicamente se encierra datos relevantes como:

El código de mantenimiento preventivo y descripción del mismo:

- ✓ MP01-PAMC3 INSPECCIÓN RAMAL ROJO PREVENTIVA
- ✓ MP02-PAMC3 INSPECCIÓN RAMAL ROJO PREVENTIVA
- ✓ MP03-PAMC3 INSPECCIÓN RAMAL ROJO PREVENTIVA
- ✓ MP04-PAMC3 INSPECCIÓN RAMAL AZUL PREVENTIVA
- ✓ MP05-PAMC3 INSPECCIÓN RAMAL AZUL PREVENTIVA
- ✓ MP06-PAMC3 INSPECCIÓN RAMAL AZUL PREVENTIVA
- ✓ MP07-PAMC3 INSPECCIÓN RAMALES PEQUEÑOS + TRONCAL
- ✓ MP08-PAMC3 INSPECCIÓN RAMALES PEQUEÑOS + TRONCAL
- ✓ MP09-PAMC3 INSPECCIÓN RAMALES PEQUEÑOS + TRONCAL

Ruta y Plan de trabajo para cada código de mantenimiento preventivo mencionado anteriormente.

- ✓ RUTA01-PAMC3 DEINSPEVISUA
- ✓ RUTA01-PAMC3 DEINSPETERMO
- ✓ RUTA01-PAMC3 DEINSPEDRON
- ✓ RUTA02-PAMC3 DEINSPECUAD
- ✓ RUTA02-PAMC3 DEINSPEDRON
- ✓ RUTA02-PAMC3 DEINSPETERMO
- ✓ RUTA03-PAMC3 DEINSPEVISUA
- ✓ RUTA03-PAMC3 DEINSPETERMO
- ✓ RUTA03-PAMC3 DEINSPEDRON para cada código de los ya descritos.

Frecuencia y plazo(días)

- ✓ 12 y 10 días
- ✓ 12y 10 días
- ✓ 12y 10 días
- ✓ 12y 10 días
- ✓ 12y 10 días

- ✓ 6y 10 días
- ✓ 6 y10 días
- ✓ 6y 10 días

Como se puede ver en la siguiente tabla este es el plan de mantenimiento actual del circuito PAMC3.

MP	DESCRIPCIÓN	RUTA	PLAN DE TRABAJO	TIPO DE TRABAJO	FRECUENCIA	PRIORIDAD	GRUPO RESPONSABLE DE OT
MP01-PAMC3	INSPECCIÓN RAMAL ROJO PREVENTIVA	RUTA01-PAMC3	DEINSPEVISUA	MP	12	3	D52
MP02-PAMC3	INSPECCIÓN RAMAL ROJO PREVENTIVA	RUTA01-PAMC3	DEINSPEERMO	PREDI	12	3	D52
MP03-PAMC3	INSPECCIÓN RAMAL ROJO PREVENTIVA	RUTA01-PAMC3	DEINSPEDRON	MP	12	3	D52
MP04-PAMC3	INSPECCIÓN RAMAL AZUL PREVENTIVA	RUTA02-PAMC3	DEINSPECUAD	MP	12	3	D52
MP05-PAMC3	INSPECCIÓN RAMAL AZUL PREVENTIVA	RUTA02-PAMC3	DEINSPEDRON	MP	12	3	D52
MP06-PAMC3	INSPECCIÓN RAMAL AZUL PREVENTIVA	RUTA02-PAMC3	DEINSPEERMO	PREDI	12	3	D52
MP07-PAMC3	INSPECCIÓN RAMALES PEQUEÑOS + TRONCAL	RUTA03-PAMC3	DEINSPEVISUA	MP	6	3	D52
MP08-PAMC3	INSPECCIÓN RAMALES PEQUEÑOS + TRONCAL	RUTA03-PAMC3	DEINSPEERMO	PREDI	6	3	D52
MP09-PAMC3	INSPECCIÓN RAMALES PEQUEÑOS + TRONCAL	RUTA03-PAMC3	DEINSPEDRON	MP	6	3	D52

Tabla 8. Plan de mantenimiento actual del circuito PAMC3.[6]

La finalidad de consignar todos los datos en la plantilla EAM es que el de manera automática con ayuda del especialista programador generará el documento denominado O.T. La cual será remitida al área de planeación y de allí va directamente al personal de inspección.

**Centrales Eléctricas N. de S.
ORDEN DE TRABAJO**

Fecha 2022/06/02
Hora - 16:23:55
Pág - 2

PROCEDIMIENTO GENERAL

DRECORBT RECORRIDO DE CTOS DE BT

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tipo de Información	Descripción de la OT	Fecha asociada
DESCRIPCION DETALLADA DE LA OT	08	2020/05/12

LISTA DE ACTIVIDADES

Nº sec oper	Centro de trabajo	Descripción	Horas Hombre Estimadas	Tamaño de Equipo	Fecha Inicio	Valor Unitario	Valor Total	Anexos Lista de Actividades
10.00	DEINSPYDIAG	08		8.0	2020/05/26			

ANEXOS DE LA OT

SE GENERA OT PARA INSPECCION DEL ARRANQUE PASW3666 DEL ALIMENTADOR PAMC3 CRA. 4 # 0 - 109 PAMPLONA. SEGUN CRITICIDAD DE CIRCUITOS CORRIDA POR EL PROFESIONAL DEL ANALISTA DE LA REGIONAL PAMPLONA.

NOTA DE CIERRE:

SE INDEXA INFORMACION DE RECORRIDO REALIZADO POR EL TECNOLGO FRANCISCO RUBIO

Imagen 1 1. Plantilla de orden de trabajo generada por EAM.[10]

Los mantenimientos preventivos que se implementan en las redes de distribución de energía son:

- **Inspección de circuitos y elementos de red:**

se verifica el estado de los elementos de red, en la plantilla de revisión del circuito se registran datos como: el estado de los postes, cortacircuitos, aisladores, crucetas, sistemas de puestas a tierra, transformadores, entre otros (ANEXO 5) y se recorre todo el circuito realizando inspección visual, apoyado con herramientas como la cámara fotográfica, identificando elementos y conductores en mal estado o vegetación afectando las redes. Los hallazgos encontrados se les genera una O.T. (Imagen 11) para que sean corregidas.

También se evalúa la separación entre conductores, distancias de seguridad, se identifican condiciones de peligro y la vegetación que está en contacto con la red. Las condiciones anómalas que se encuentran en la red se reportan para luego planear las acciones a realizar. Hacer Verificar Actuar. (Ilustración 4).

- **Inspección y mantenimiento de equipos de protección y maniobra:**

Para realizar esta labor se requiere personal especializado, con el conocimiento y experiencia en electrónica, control automático, riesgo eléctrico y que estén certificado para trabajar en alturas en el proceso se realizan actividades como la inspección de manera visual y con uso de la cámara termográfica se realiza un chequeo general del estado del equipo; mediciones de tensión y corriente, pruebas de apertura y cierre, funcionalidad del equipo y libre de suciedad.

- **Mantenimiento a cuchillas de seccionamiento:**

Los técnicos encargados realizan dicho trabajo bajo tensión, en donde se realiza limpieza, lubricación y ajustar las cuchillas de seccionamiento con la finalidad de mantener la operatividad del equipo.

- **Mantenimiento tipo poda:**

La cuadrilla está capacitada para realizar la poda de la vegetación, inicialmente se recorre toda la ruta del circuito y se retiran las ramas que obstruyen la red eléctrica con ello se mitigan las fallas que estas generan sobre la red del circuito PAMC3.

- **Termografía y ultrasonido:**

Estas son unas de las actividades más usadas por el mantenimiento predictivo la termografía permite por medio del uso de la cámara termográfica identificar los puntos calientes, que pueden estar relacionados con un posible deterioro, mal contacto entre los componentes o posible sobrecarga en el equipo y el ultrasonido que contribuye a la detección del efecto corona presente en los aisladores, dando aviso de una posible causa por deterioro o por suciedad y presenta posibles fugas de corriente.

Toda la información que se encuentre en dichos recorridos deberá ser ingresado en plantillas. Ver anexo 7.

Enseguida dicha información es enviada al analista para que junto con el programador establezca la ejecución, el equipo encargado registra la información en un informe como se pueda observar en la Tabla 9.[9]

FECHA	TRABAJO A REALIZAR	DIRECCION	CIRCUITO	APOYO	REGISTRO FOTOGRAFICO
LUNES 22 SEPTIEMBRE 2021	HINCADA DE POSTE 12*1050 N2L71 PARA POSTERIOR CAMBIO DE ESTRUCTURA – FUNDIR	CRA 2 4-10	PAMC3	CUADRILLA DE REDES – GRUA	
	HINCADA DE POSTE PARA POSTERIOR CAMBIO DE ESTRUCTURA 12 X 1050 FUNDIR	CRA 2 3 24	PAMC3	CUADRILLA DE REDES – GRUA	

MIÉRCOLES 24 NOVIEMBRE 2021	CAMBIO DE POSTE Y ADECUACION DE ABERTURA – CAMBIO DE TRANSFORMADOR 2T00027 de 75 KVA – CORTACIRCUITOS, DPS'S E INSTALACION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	CRA 2 4-10	PAMC3	Cuadrilla de redes	
--	--	------------	-------	--------------------	---

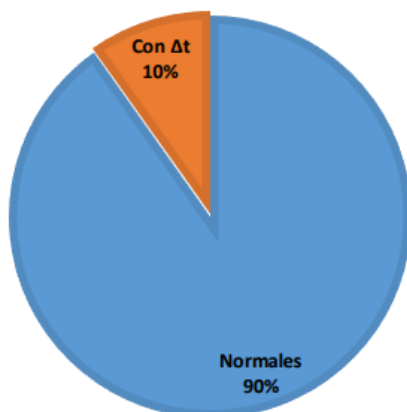
Tabla 9. Trabajos a ejecutar con línea energizada en el circuito PAMC3.[6]

TERMOGRAFÍA

Se realizó inspección con cámara de termografía FLIRT840 número de serie 82500500 en el alimentador PAMC3 nivel de tensión 13,2 Kv Bajo la orden de trabajo número 485008 en el periodo del 14/07/2021 al 14/07/2021 en donde se inspeccionaron 46 Puntos de los cuales 5 requieren intervención por parte de mantenimiento.

RESUMEN DE LA INSPECCIÓN REALIZADA	
Puntos Inspeccionados	46
Puntos detectados con Δt	5

De manera gráfica se tiene:



Gráfica 6. Resultados de Inspecciones con termografía en los transformadores del circuito PAMC3.[11]

En la inspección realizada al Circuito 2T00017 con Transformador de 75 KVA #Empresa:9774, se logró identificar anomalía en Borne y conector fase X, se recomienda Equilibrar cargas del circuito y reposición del conector tipo ojo.

Alimentador: PAMC3

Código SPARD: 2T00017

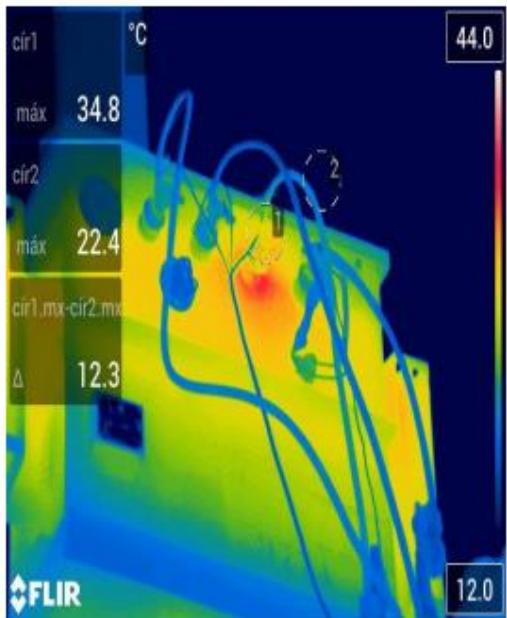
Dirección: CRA 4 6-08
Coordenadas X: 1157614
Coordenadas Y: 1307716
Condición Térmica: Moderada[11]

Condiciones encontradas del elemento

$T^a_{\text{ambiente}} = 15^{\circ}\text{C}$ $T^a_{\text{referencia}} = 22^{\circ}\text{C}$ $T^a_{\text{elemento}} = 35^{\circ}\text{C}$ $\Delta T^a = 18^{\circ}\text{C}$

TABLA DE CONDICION DE ANOMALIAS TERMICAS		
Delta de temperatura	Consideraciones	Condición
5°C a 10°C 32°F a 50°F	Medidas correctivas deben ser tomadas en el próximo mantenimiento preventivo	Incipiente
10°C a 20°C 50°F a 68°F	Se deben tomar medidas correctivas cuando el proceso lo permita	Moderada
20°C a 40°C 68°F a 104°F	Medidas correctivas son requeridas tan pronto como sea posible dependiendo de la carga del equipo y la seguridad del delta de temperatura en este rango	Alto
40°C o superior 104°F o superior	Se requieren medidas correctivas INMEDIATAS	Crítica

Registros fotográficos



En la inspección realizada al Circuito 2T00128 con Transformador de 75 KVA #Empresa:9982, se logró identificar anomalía en Borne conector fase Z y X, se recomienda Equilibrar cargas de circuito e instalación de conectores doble perno.

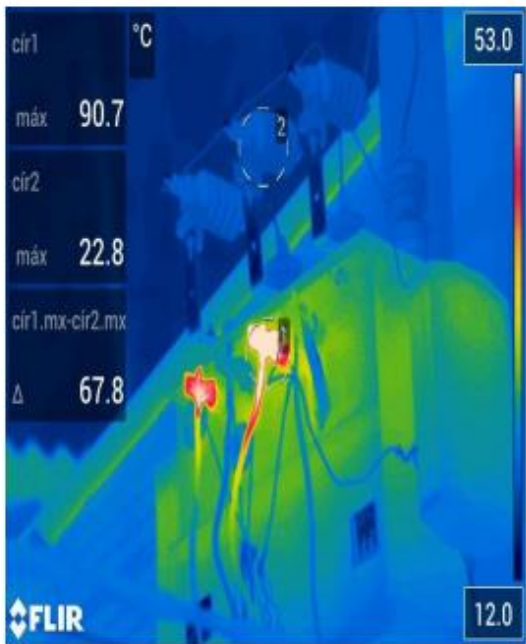
Alimentador: PAMC3
Código SPARD: 2T00128
Dirección: CRA 9 3-18
Coordenadas X: 1158477
Coordenadas Y: 1307613
Condición Térmica: Crítico

Condiciones encontradas del elemento

$T^a_{\text{ambiente}} = 15^{\circ}\text{C}$ $T^a_{\text{referencia}} = 23^{\circ}\text{C}$ $T^a_{\text{elemento}} = 91^{\circ}\text{C}$ $\Delta T^a = 71^{\circ}\text{C}$

TABLA DE CONDICION DE ANOMALIAS TERMICAS		
Delta de temperatura	Consideraciones	Condición
5°C a 10°C 32°F a 50°F	Medidas correctivas deben ser tomadas en el próximo mantenimiento preventivo	Incipiente
10°C a 20°C 50°F a 68°F	Se deben tomar medidas correctivas cuando el proceso lo permita	Moderada
20°C a 40°C 68°F a 104°F	Medidas correctivas son requeridas tan pronto como sea posible dependiendo de la carga del equipo y la seguridad del delta de temperatura en este rango	Alto
40°C o superior 104°F o superior	Se requieren medidas correctivas INMEDIATAS	Crítica

Registros fotográficos



En la inspección realizada al Circuito 2T00010 con Transformador de 75 KVA #Empresa:17433, se logró identificar anomalía en Borne y conector de fase Z, se recomienda Equilibrar cargas y ajuste de conector bimetálico.

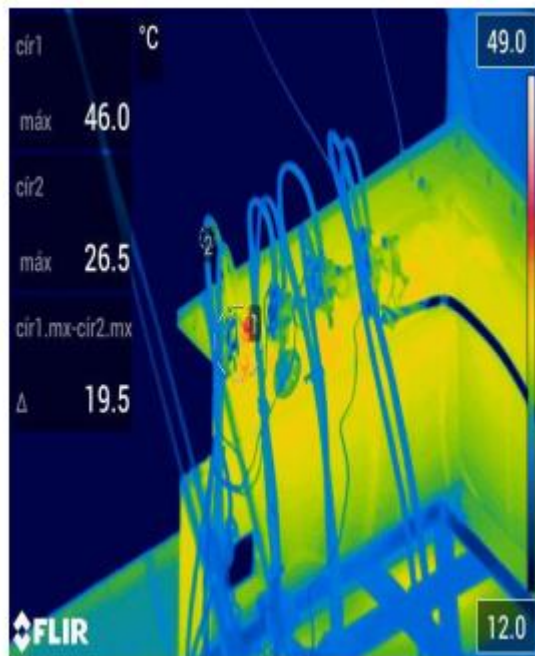
Alimentador: PAMC3
Código SPARD: 2T00010
Dirección: CLL 7 5-37
Coordenadas X: 1157706
Coordenadas Y: 1307555
Condición Térmica: Moderada[11]

Condiciones encontradas del elemento

$$T^a_{\text{ambiente}} = 19^{\circ}\text{C} \quad T^a_{\text{referencia}} = 27^{\circ}\text{C} \quad T^a_{\text{elemento}} = 46^{\circ}\text{C} \quad \Delta T^a = 19^{\circ}\text{C}$$

TABLA DE CONDICION DE ANOMALIAS TERMICAS		
Delta de temperatura	Consideraciones	Condición
5°C a 10°C 32°F a 50°F	Medidas correctivas deben ser tomadas en el próximo mantenimiento preventivo	Incipiente
10°C a 20°C 50°F a 68°F	Se deben tomar medidas correctivas cuando el proceso lo permita	Moderada
20°C a 40°C 68°F a 104°F	Medidas correctivas son requeridas tan pronto como sea posible dependiendo de la carga del equipo y la seguridad del delta de temperatura en este rango	Alto
40°C o superior 104°F o superior	Se requieren medidas correctivas INMEDIATAS	Crítica

Registros fotográficos



En la inspección realizada al Circuito 2T00025 con Transformador de 50M KVA #Empresa:917, se logró identificar anomalía en Borne de B.T. Fase Z, se recomienda Equilibrar cargas y cambio de conector tipo ojo.

Alimentador: PAMC3

Código SPARD: 2T00025

Dirección: CRA 3 7-32 EL CARMEN

Coordenadas X: 1157448

Coordenadas Y: 1307652

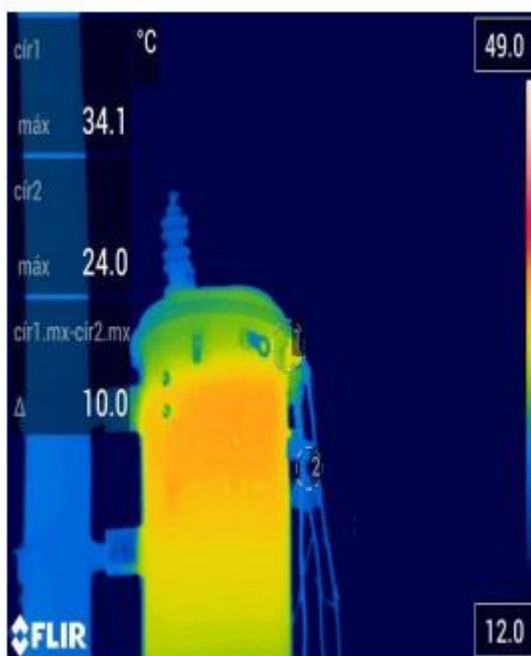
Condición Térmica: Moderada

Condiciones encontradas del elemento

$$T^a_{\text{ambiente}} = 19^{\circ}\text{C} \quad T^a_{\text{referencia}} = 24^{\circ}\text{C} \quad T^a_{\text{elemento}} = 34^{\circ}\text{C} \quad \Delta T^a = 13^{\circ}\text{C}$$

TABLA DE CONDICION DE ANOMALIAS TERMICAS		
Delta de temperatura	Consideraciones	Condición
5°C a 10°C 32°F a 50°F	Medidas correctivas deben ser tomadas en el próximo mantenimiento preventivo	Incipiente
10°C a 20°C 50°F a 68°F	Se deben tomar medidas correctivas cuando el proceso lo permita	Moderada
20°C a 40°C 68°F a 104°F	Medidas correctivas son requeridas tan pronto como sea posible dependiendo de la carga del equipo y la seguridad del delta de temperatura en este rango	Alto
40°C o superior 104°F o superior	Se requieren medidas correctivas INMEDIATAS	Crítica

Registros Fotográficos



2.7 Identificación de zonas con alta criticidad

2.7.1 Solicitud de insumos para criticidad

2.7.2 Análisis de criticidad nivel 4

Lo primero que se debe tener antes de implementar cada paso descrito en la ilustración 5, es tener el análisis de criticidad de los activos en el circuito PAMC3, con esta se define de manera prioritaria el activo para la implementación de los planes de mantenimiento. [9]

La ilustración 5 muestra una serie de ítems basados en la metodología de criticidad en activos lineales. [7]



Ilustración 5.Etapas para el análisis de criticidad.[7]

2.7.3 Análisis de resultados de criticidad

2.7.3.1 Modos de fallo

“Cada modo de falla del activo (Tabla 11) deber ser analizado para determinar si la falla correspondiente es una falla oculta o una falla evidente y para definir la consecuencia de la falla (si esta llegara a ocurrir), con lo cual se identifica si la consecuencia sería de tipo operacional, ambiental, en la seguridad o no operacional”. [11]

“Para la evaluación de consecuencias de las fallas que se presentan en las redes de distribución debe tenerse en cuenta la matriz de riesgo definida por la organización ver (Tabla 1) y establecer un criterio para asociarlo a cada modo de falla, con esta metodología podemos clasificar las consecuencias de cada modo de falla”. [11]

MODOS DE FALLA PAMC3	
Clase Equipo	Modos de Falla
Transformador de distribución	Descarga atmosférica
Transformador de distribución	Sobrecarga del transformador
Transformador de distribución	Puntos calientes
Transformador de distribución	Cortocircuito por baja tensión
DPS	Fisura del elemento
DPS	Expulsión de válvula sin detección
DPS	Perdida de aislamiento
Sistema de puesta a tierra	Dimensionamiento
Sistema de puesta a tierra	Rotura de la bajante
Sistema de puesta a tierra	Deterioro de elementos
Sistema de puesta a tierra	Cambio de resistividad
Sistema de puesta a tierra	Robo de material
Sistema de puesta a tierra	Falta de sistema de puesta a tierra
Fusibles	Quema de fusible

Fusibles	Instalación de alambre
Cortacircuitos	Cortocircuito por pérdida de porta fusible
Cortacircuitos	Fogeo del elemento
Cortacircuitos	Apertura de puente por la entrada o salida del elemento
Cortacircuitos	Puntos calientes
Cortacircuitos	Mal accionamiento mecánico
Poste	Deterioro de elemento
Poste	Daño de templetes
Poste	Accidente de tránsito
Poste	Problemas de orden público
Poste	Material energizado
Poste	Vandalismo
Aisladores	Perdida de aislamiento por suciedad
Aisladores	Dimensionamiento
Aisladores	Animales sobre la red
Aisladores	Vandalismo
Cruceta	Deterioro del elemento
Cruceta	fisura del elemento
Cruceta	Daño del espigo-pin
Cruceta	Dimensionamiento
Cruceta	Interventoría de diseño
Herrajes	Deterioro del elemento
Conductor	Apertura para aislar y reparar daño sobre la línea
Conductor	Vanos extensos
Conductor	Falla en puentes
Conductor	Ramas sobre la red
Conductor	Mala instalación
Conductor	Vandalismo
Conductor	Puntos calientes
Conductor	Cortocircuito por falla en el aislamiento tipo pin
Conductor	Animales sobre la red
Conductor	Interventoría de diseño
Nodo físico	Incumplimiento distancias de seguridad

Tabla 10. Modo de falla presentes en el circuito PAMC3

ITEM	MODOS DE FALLA	CONSECUENCIA
1	Apertura por línea primaria rota.	ALTA
2	Apertura por rama o árbol sobre la red.	ALTA
3	Apertura por falla en elemento de red.	MEDIA
6	Apertura por fauna sobre la red.	MEDIA
7	Apertura por condiciones atmosféricas	MEDIA

Ilustración 6. Evaluación de consecuencia por modo de falla.[9]

2.8 Descripción de la metodología empleada

2.8.1 Optimizar el plan de mantenimiento

El cumplimiento de los requerimientos regulatorios definidos en la resolución CREG 015 de 2018.[1] Deben de ser llevados a cabalidad por el equipo de trabajo con la implementación de la metodología de optimización previamente elegida de esta manera el mantenimiento será optimizado para así garantizar la confiabilidad de la información

registrada en la plantilla PMO. Con ello se cumple uno de los objetivos mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los activos, adicionalmente una contribución importante al servicio de calidad media del suministro eléctrico, dado lo anterior es necesario trabajar bajo registros de eventos en el circuito PAMC3 ejemplo ver Gráfica 1, así mismo teniendo presente los modos de falla generados en un determinado tiempo y el plan de mantenimiento actual de PAMC3. (PMA)

El resultado final de la aplicación del PMO es optimizar la frecuencia y los tiempos de los planes actuales o PMA, partiendo particularmente de los costos que se generan (gráfica 7 y 8) junto con los modos de falla producidos por no aplicar el mantenimiento preventivo.

CONTEXTO OPERACIONAL	
Nombre de la Instalación	CIRCUITO DE 13.8 KV DE A SUBESTACIÓN PAMPLONA – SALIDA CELDA 3. CODIFICACIÓN: PAMC3
Ubicación Geográfica	Regional Pamplona – Subestación Pamplona. 7°22'25.56"N – 72°38'46.66"O, ubicado en la zona urbana del municipio de Pamplona, a una altitud de 2342 msnm. Su extensión territorial es de 1.176 km ² y su temperatura promedio de 16 °C. Limita al norte con Pamplonita, al sur con Cácuta y Chitagá, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla, está conectada por carreteras nacionales con Cúcuta y Bucaramanga. De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, el municipio tiene una población de 105.785 habitantes.
Características de la Operación del Activo	Circuito de 13.8 Kv con 116 transformadores que atienden a 10215 usuarios, de los cuales, 1392 son clientes comerciales, 25 son clientes industriales, 169 son clientes oficiales y 8629 son clientes residenciales, la carga nominal del circuito es de 9380 KVA y tiene una extensión de 16.827 kilómetros. El grupo de calidad del circuito es de 21 y en promedio existe un consumo de 14458187 KW-H/AÑO
Diagrama Unifilar	

En la ilustración 7 se observa el diagrama unifilar con sus respectivos transformadores, distribución de arranques, además de cómo se encuentra el circuito en el casco urbano de Pamplona.

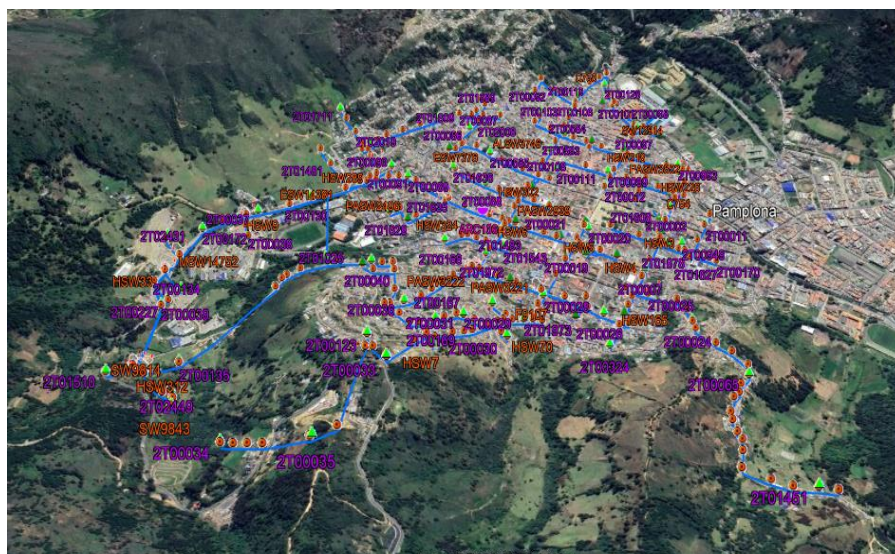


Ilustración 7. Diagrama unifilar del circuito PAMC3. [6]

Inicialmente para obtener una buena optimización del PMA se deben tener información clara acerca de las actividades que se llevan a cabo sobre los activos en el circuito PAMC3, los costos , histórico de fallas (descrito anteriormente en el mapeo de eventos) con el fin de realizar una evaluación de la confiabilidad, de cada activo en el circuito seleccionado y los tiempos de reparación.

Con ello se establecen los modos de falla para las cuales se establecen actividades para cada uno de los planes o con la implementación de mantenimiento.

La optimización del PMO del circuito PAMC3 debe garantizar seguridad del equipo que realiza las actividades, confiabilidad del sistema, operación y equipos necesarios que sean requeridos para la ejecución de las tareas para llevar a cabo las actividades establecidas, en otras palabras, se debe evitar poner en riesgo el equilibrio del sistema. Cabe resaltar que la optimización del PMO se apoya en el desarrollo de la metodología de gestión de activos lineales

En la siguiente Ilustración se indican los pasos que se deben seguir para aplicar el PMO en el circuito PAMC3.[9]

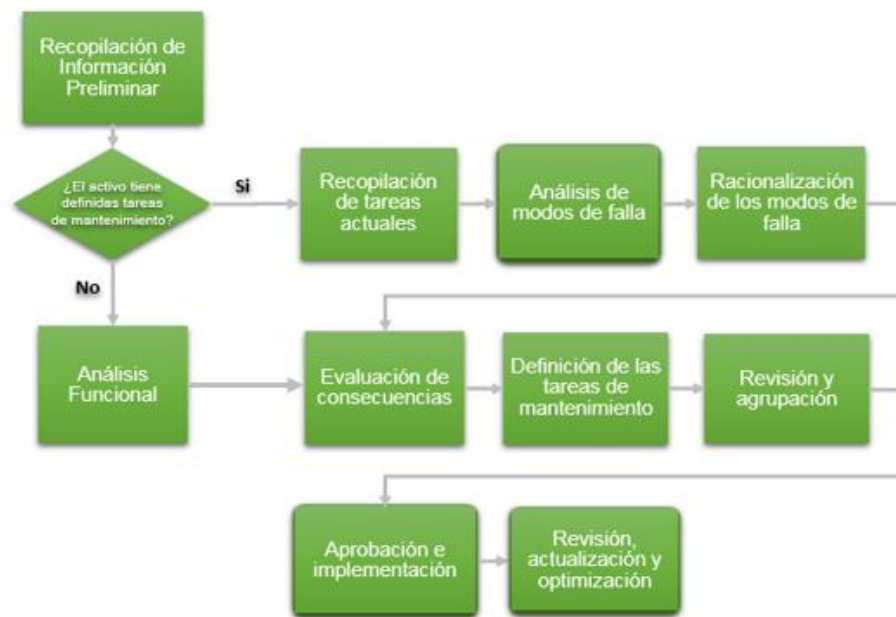


Ilustración 8. Pasos para el desarrollo de la metodología[4].

2.8.1.1 Descripción de taxonomía en plantilla PMO

En la ilustración 1 y 2 se observa la aplicación de la metodología de la taxonomía de activos lineales [7] que traducido al circuito PAMC3 nos arroja la siguiente jerarquía de activos del circuito PAMC3 de los niveles 1 al 6.

Como ejemplo se muestra en la ilustración 9 el nivel 5 y 6 del Ramal 7 SW12914-4, el cual tiene 3 nodos y 2 fragmentos, la suma de los activos es de 63 en total distribuidos en cada nodo y fragmento, de igual manera los otros 6 Ramales y el alimentador están jerarquizados. Ver anexo 8.

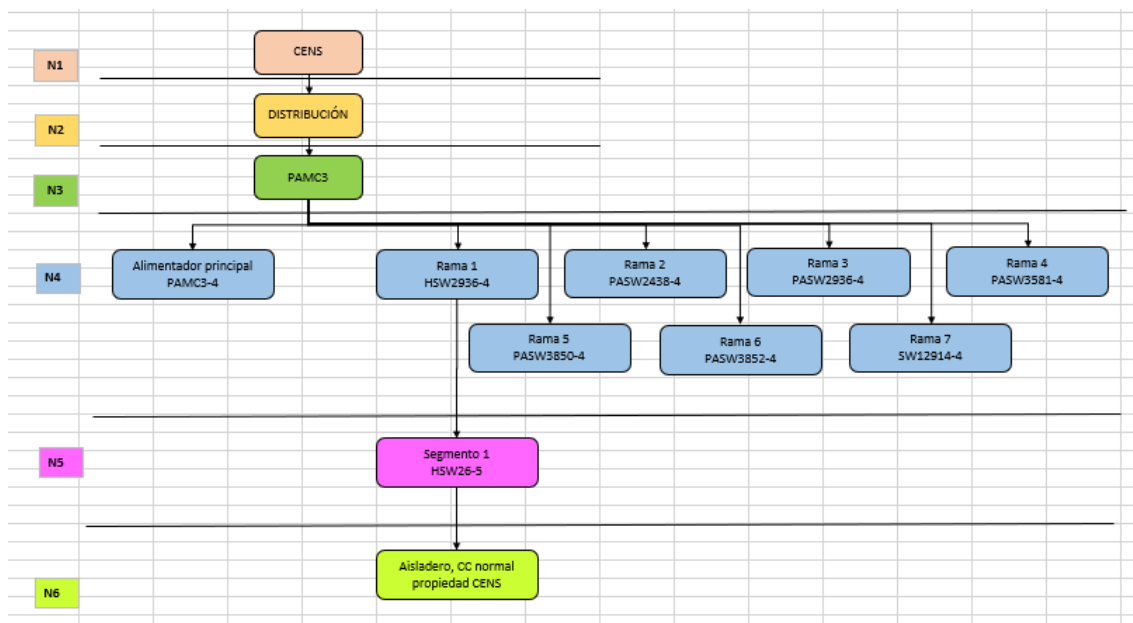


Ilustración 9. Taxonomía nivel 1 hasta el 6 del Ramal7 SW12936-4 del circuito PAMC3.[6]

En la tabla 11 se puede observar la distribución y agrupación de acuerdo con lo planteado en el Anexo 8 donde los ramales **PASW2438-4** Y **PASW3852-4** son una agrupación de la misma manera **SW12914-4** y **HSW26-4** , estas se dan ya que al revisar el circuito en el mapa la ruta de trabajo de un ramal coincide con la ubicación del otro por lo que se puede dar un mejor provecho del tiempo, costo, agilidad y mejor obtención de resultados esperados de cada ruta, orden trabajo e informe de análisis.

JERARQUIA DE EQUIPOS PAMC3	
Cod. Activo	DESCRIPCIÓN ACTIVO
PASW3581-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rojo.
PAMC3-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color amarillo.
PASW2438-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.
PASW2936-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul celeste.
PASW3850-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color verde.
PASW3852-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.
SW12914-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rosa.
HSW26-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rosa.

Tabla 11. Jerarquía de activos del circuito PAMC3 en la plantilla del PMO.[6]

Lo que se muestra en la tabla anteriormente descrita es llevado de manera visual usando la herramienta de Google earth donde se puede apreciar con mayor facilidad esta taxonomía en todo el circuito PAMC3.(Ilustración 10)



Ilustración 10 Taxonomía circuito PAMC3 desde el visualizador de Google earth nivel 1 al 6.[6]

2.8.1.2 Descripción de activos

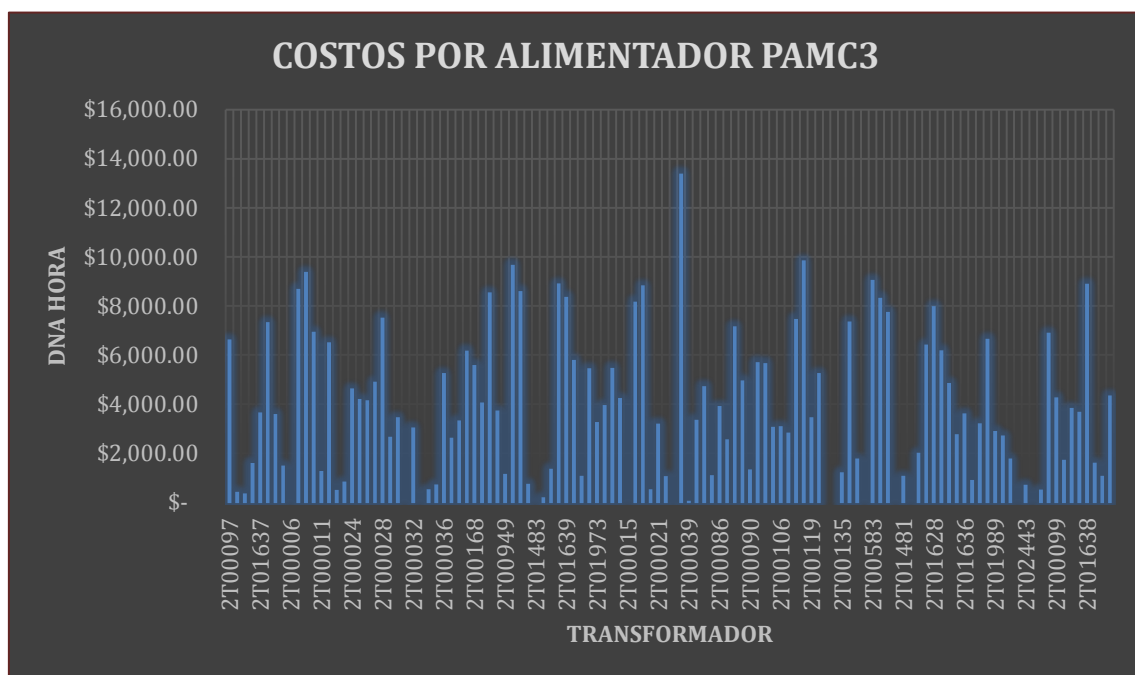
“Definir criterios y directrices bajo los cuales se realizará análisis de criticidad a los activos físicos productivos, de tal forma que se puedan identificar los impactos que se generan a la calidad de la prestación del servicio, la seguridad de las personas, el medio ambiente, las finanzas y la reputación cuando ocurre una falla en un activo”. [11]

En el anexo 8 se puede apreciar cada uno de los activos del circuito PAMC3, con la información general de cada uno de ellos. Ver anexo 8.

2.8.2 Identificación de costos del circuito por planes de mantenimiento

2.8.2.1 Costo por alimentador

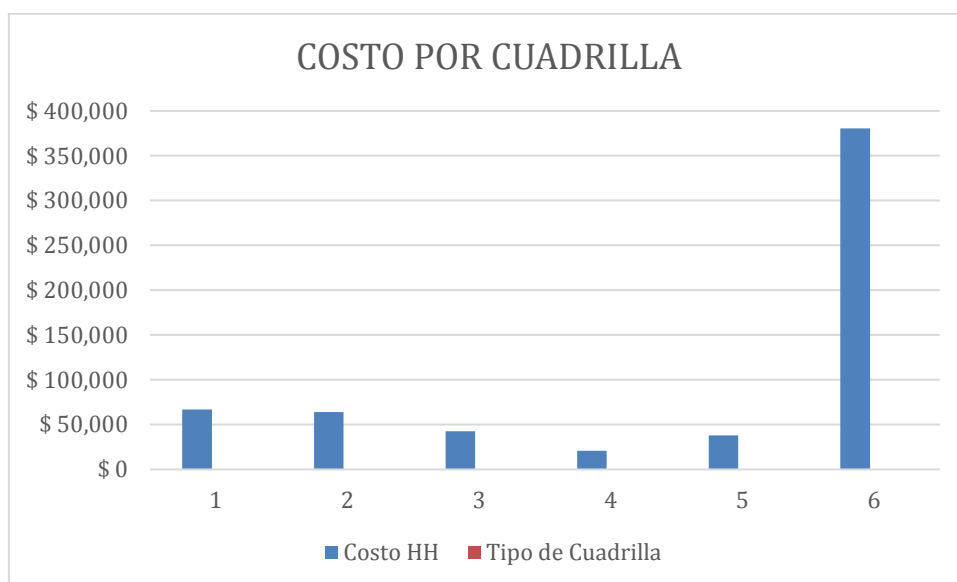
En primera medida se realiza un análisis de costo en el alimentador de PAMC3 por energía no suministrada que está directamente relacionado con el consumo del ramal y la falla, lo que se representa en el DNA HORA por cada transformador presente en el circuito PAMC3 en la gráfica 7 se visualiza de manera clara el costo correspondiente a cada uno de los 118 transformadores.



Gráfica 7. Costos (DNA HORA) del alimentador PAMC3 por cada transformador del circuito.

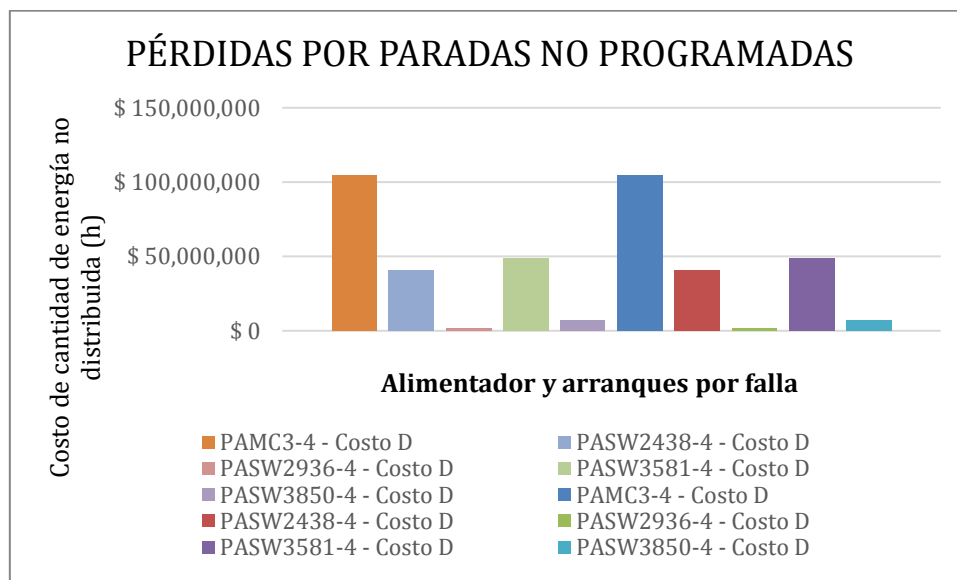
2.8.2.2 Costo por cuadrilla

En la siguiente gráfica se observan dichos costos de acuerdo con el total de horas trabajadas por actividad de mantenimiento, teniendo en cuenta es costo de hora por cada integrante del equipo de trabajo ya que cada uno tiene un salario base diferente, de la misma manera los gastos que se generen por equipos u otros necesarios.



Gráfica 8. Costos por mano de obra para el circuito PAMC3.[6]

De la misma manera también se puede establecer el costo de pérdidas por cada hora por paradas no programadas a causa de fallas presentes en ramales tanto como en el alimentador principal que afecta a algunos arranques del circuito PAMC3. Ver gráfica 9.



Gráfica 9. Pérdidas por paradas no programadas en el circuito PAMC3.[6]

2.8.3 Estructura del plan de mantenimiento actual (PMA)

En el anexo 9 se puede visualizar mejor como se conforma el plan de mantenimiento actual, lo primero que se debe hacer es registrar en la plantilla del PMO las tareas ya establecidas en el plan es decir se extraen de la base de datos del EAM.

Se detalla el origen de la tarea que para el caso será: plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos, de la misma manera el detalle de la tarea:

Inspección con Dron: Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.

Inspección por termografía: Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.

Inspección visual: Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.

Seguido se establece la estrategia de PMA que consiste básicamente en seleccionar el tipo de estrategia de la tarea de mantenimiento

- Inspección: Control del estado de un elemento a través de la verificación de conformidad de sus características relevantes, mediante observación, medición o ensayo.
- Monitoreo de condición: Evaluación del cambio en los parámetros del elemento a lo largo del tiempo.
- Búsqueda de Fallas: Normalmente pruebas funcionales, ejecutada a un intervalo específico para determinar si una falla oculta ha ocurrido
- Reacondicionamiento Cíclico: Restaura la capacidad de un elemento en (o antes de) un intervalo especificado (límite de longevidad), sin tener en cuenta su condición en el momento
- Sustitución Cíclica: Desincorporación de un elemento en o antes de un límite de longevidad específico, sin tener en cuenta su condición en el momento.

Donde el monitoreo de condición es la que se ha seleccionado para el circuito PAMC3.

-Luego se detalla el estado del equipo para la tarea del PMO, esta información se obtiene de manera automática del PMA, pero puede ser modificado si la tarea se cambia.

Los posibles estados del activo para ejecutar la tarea de mantenimiento pueden ser:

- En línea: El equipo debe estar encendido u operando para ejecutar la actividad.
- Apagado: El equipo debe estar apagado, pero no necesariamente aislado eléctricamente de la fuente de energía. Ej. Dar off al botón del TV
- Fuera de Línea: El equipo debe estar desenergizado y aislado de cualquier fuente de energía. Ej. Adicional a dar off desconectar el cable del TV.

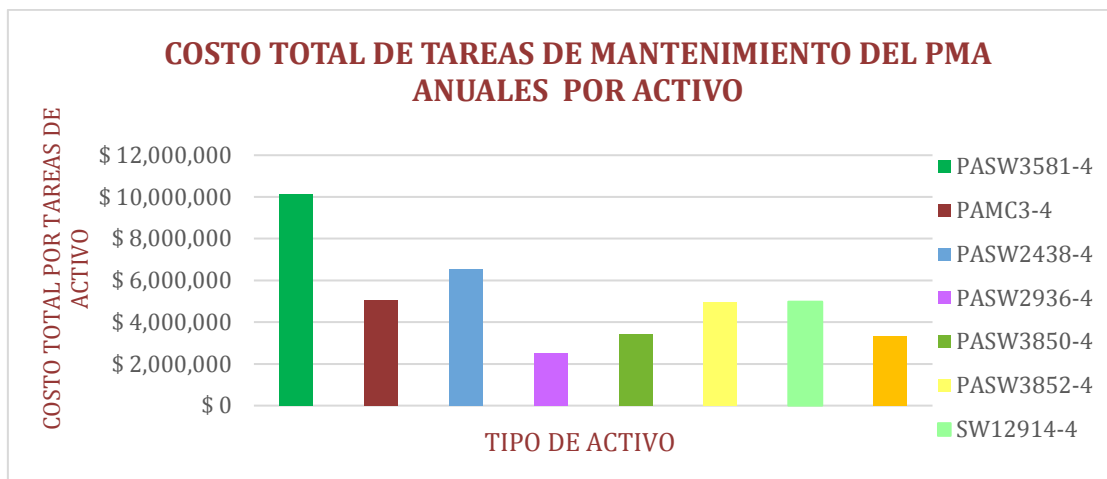
Para el caso de PAMC3 los estados de los equipos son la línea.

Diligenciar la periodicidad en días, para cada tarea de la actividad del mantenimiento donde: inspección con Dron, termográfica y visual tendrán un intervalo de 360 y 180 días según corresponda dependiendo de la tarea

2.8.3.1 Costo del PMA

En la siguiente gráfica se puede apreciar el costo total de realizar las tareas definidas para cada uno de los ramales y el alimentador principal del circuito PAMC3, en el plan de mantenimiento PMA.

Esta gráfica está en base al anexo 10.

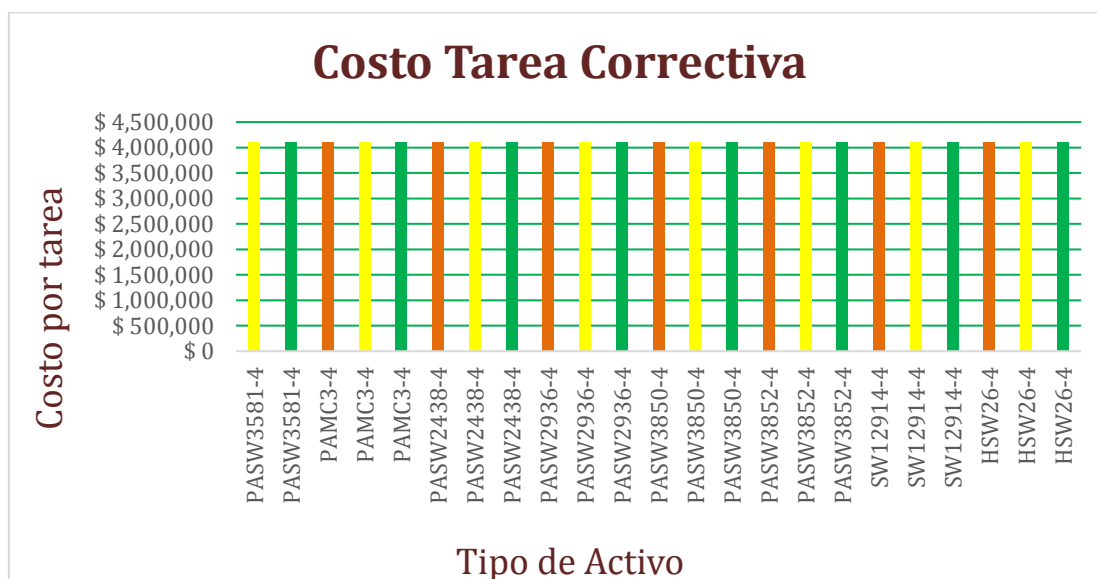


Gráfica 10. Costo total de mantenimiento del PMA de las actividades por activo anuales.[6]

2.8.3.2 Estructura del plan de Mantenimiento Correctivo

En este campo lo que se establece es un plan correctivo para el circuito PAMC3 si el PMA no se lleva a cabo es decir que consecuencias traería, que fallas podrían presentarse, como podrían ser intervenidas, con que personal, que tipo de frecuencia y con qué tiempo serán ejecutadas cada una de esas tareas propuestas para cada uno de los 7 ramales y el alimentador principal además de que costo tendría que asumir la empresa por el cada tarea en total de la aplicación de las actividades por cada activo. Ver anexo 11.

En la gráfica que se presenta a continuación se presenta el costo por cada tarea correctiva por activo donde las de color amarillo corresponde a la inspección por Dron, el verde a la inspección visual y el naranjado a la inspección termográfica.



Gráfica 11. Costo por tarea correctiva por cada activo en el circuito PAMC3.[6]

En la siguiente tabla se muestran los modos de fallas presentes en el mantenimiento correctivo del circuito PAMC3.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO					
Cuenta MFs	Modo Falla Relevante	Tipo de Falla	Efectos Principales	Actividad Correctiva	Consecuencia
1	Incumplimiento distancias de seguridad	Evidente	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles. Pérdida fatal.	Se notifica por incumplimiento de distancias de seguridad de acuerdo al RETIE, a los usuarios por el riesgo eléctrico con redes de energía.	Seguridad Personas
1	Puntos calientes	Ocultas	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles.	Cambio o ajuste de las conexiones de los equipos o reposición de elementos.	Operacional

Tabla 12. Especificaciones de mantenimiento correctivo en el circuito PAMC3.[6]

2.8.3.3 Definición de las tareas de mantenimiento (PMO)

En este Paso, cada modo de falla es analizado bajo los principios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y se establecen las políticas nuevas o revisadas de mantenimiento haciendo evidente lo siguiente:

Los elementos del programa actual de mantenimiento que son costo-efectivos y los que no lo son, estos últimos deben eliminarse.

- Qué tareas serían más efectivas y menos costosas si fueran basadas en condición, en lugar de llevarlas a falla y viceversa.
- Qué tareas no aportan beneficios y deben ser eliminadas del programa
- Qué tareas serían más efectivas si se realizaran bajo diferentes rutinas
- Qué fallas se manejarían mejor por medio del uso de tecnología avanzada o simple
- Qué tipo de información se debe recolectar para predecir mejor el comportamiento del equipo durante su ciclo de vida.
- Qué fallas se deben eliminar con la ayuda de un Análisis de Causa Raíz (RCA).

La actividad de inspección en redes de distribución permite agrupar las tareas definidas para ejecutarlas todas en la rutina establecida, de tal forma que el inspector va realizando el

recorrido por donde van las redes, observando todos los elementos de red y realizando la inspección de acuerdo con las tareas definidas.

En las inspecciones de circuito se detectan condiciones anómalas en las redes que requieren un análisis detallado para determinar las acciones a realizar, esto se puede presentar por ejemplo en barrios subnormales de la ciudad o en zonas donde hay mucha vegetación. Para este tipo de casos se reprograma una visita puntual al lugar detectado, con elementos de apoyo que ayuden a encontrar la solución al problema. Es importante realizar un análisis del circuito previo al inicio de la rutina de inspección, donde con herramientas tecnológicas se pueden identificar puntos críticos en los circuitos, para que el inspector realice un análisis detallado en dicho punto y proponer acciones de mejora que aporten a la confiabilidad del sistema.[9] Ver anexo 11.

2.8.3.4 ¿Cómo optimizar una tarea en el PMO?

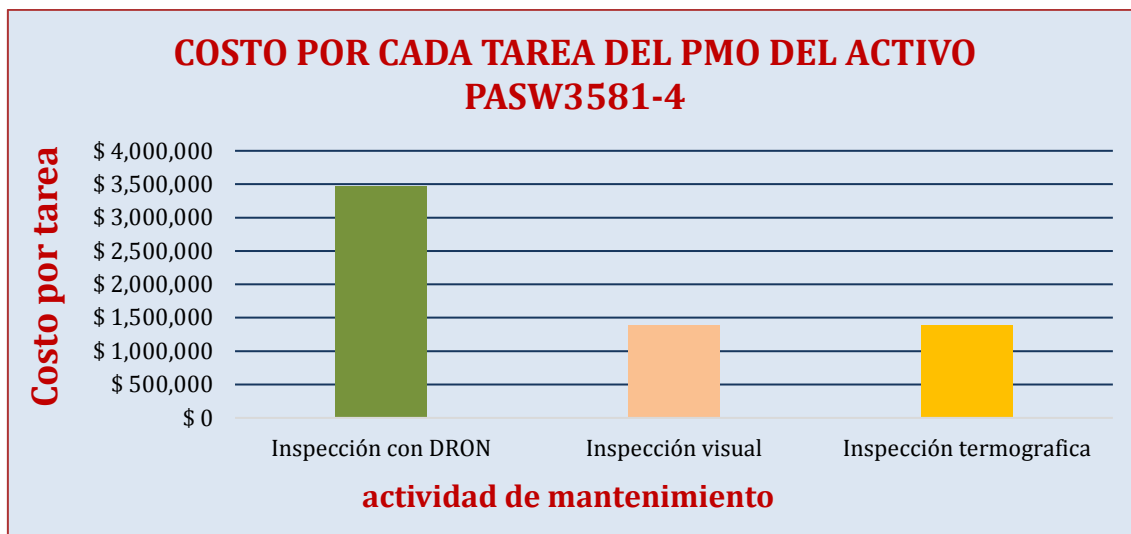
Una tarea puede llegar a ser costo efectivo y se puede mantener dentro del PMO, pero si cuando se ha ejecutado el plan en el seguimiento para observar la efectividad de la misma se presentan otras fallas en el circuito es probable que la tarea no esté cumpliendo con el objetivo inicial es por ello, que la tarea debe ser eliminada y mejorada a esto se denomina optimizar, pero para entender de manera más clara como desde la plantilla se realiza la optimización tomaremos una tarea del plan PMO sin optimizar, y veremos el costo de cada tarea inspección por Dron, teniendo presente las variables de la periodicidad, el tiempo, la cantidad de personas y el tipo de personas que intervienen la tarea. Ver anexo 12.

Para tener una visión más clara de cómo, y que beneficios ofrece el optimizar una tarea del plan de mantenimiento PMO, se toma como ejemplo las tres tareas de inspección para el ramal PASW3581-4 como se muestra en la tabla 13, allí podemos ver la periodicidad de cada una de ellas, el tiempo y el tipo de personal.

Cod. Activo	Tarea PMO	Intervalo (Días) PMO	Intervalo (Meses) PMO	Duración Tarea PMO (hh:mm:ss)	Duración Tarea (hr) PMO	Personal Interno o Contratista PMO	Especialidad PMO
PASW3581-4	Inspección con DRON	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 – Tecnólogo de inspección
	Inspección visual	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 – Tecnólogo de inspección
	Inspección termográfica	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 – Tecnólogo de inspección

Tabla 13. Tareas de inspección visual, Dron y termografía del ramal PASW3581-4 del circuito PAMC3.[6]

Continuando con el ejercicio en la gráfica 12 podemos ver el costo de cada una de las tareas mencionadas de acuerdo con las características mostradas en la tabla anterior.



Gráfica 12. Costo por cada tarea de inspección Dron, visual y termográfica del ramal pasw3581-4 del circuito PAMC3.[6]

Ahora vamos a ver en la siguiente tabla de qué manera podemos optimizar desde la plantilla del PMO estas mismas tareas para el ramal PASW3581-4 del circuito PAMC3, podemos identificar las casillas de color amarillo lo que indican que han sido modificadas u optimizadas para ello en el caso de la inspección con Dron se optimizo la duración de 18 h paso a 9 h, lo cual infiere en la mano de obra y por supuesto en el costo el resultado como observamos es costo efectivo por lo que esto indica que la tarea esta optimizada de forma correcta, para las otras dos tareas también se optimizaron variables en el caso de la inspección visual de la misma manera el tiempo, el número de personas , mientras que para la termográfica se optimizo la frecuencia y son costo efectivas.

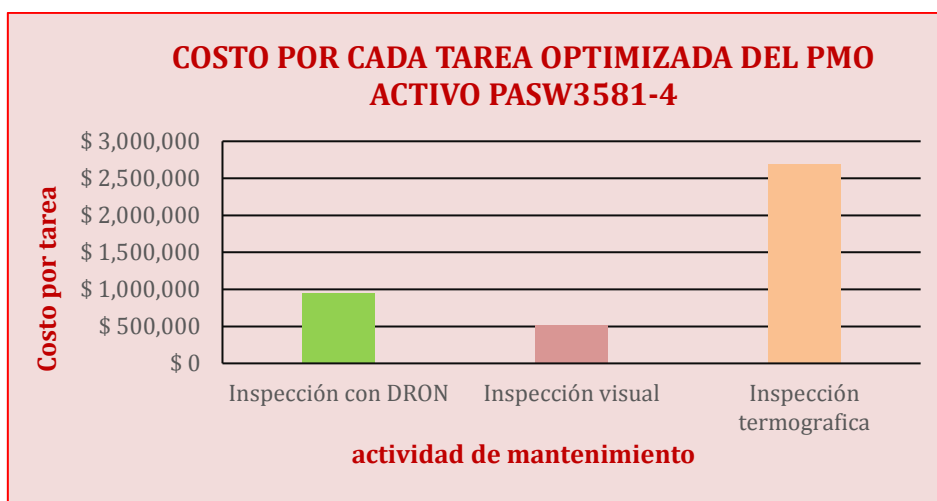
Pero cabe resaltar que estas variables son las que comúnmente se optimizan, pero para este plan en particular el tiempo y la frecuencia son fundamentales para el aporte favorable a los indicadores de calidad media SAIDI y SAIFI, es necesario que el equipo de trabajo ya mencionado anteriormente apruebe de manera favorable dicha optimización ya que de alguna manera se necesita de las fuentes especializadas en cada área para obtener un mayor éxito con el piloto.

Tipo de activo	Tipo de Tarea	Intervalo (Días) PMO	Intervalo (Meses) PMO	Duración Tarea PMO ([hh]:mm:ss)	No Personas PMO	HH PMO Totales (Año)	Costo Mano de Obra PMO	Costo Tarea (1 Año) PMO	Justificación
PASW3581-4	Inspección con DRON	360,0	12,0	9:00	3,0	30,4	\$ 620.940	\$ 963.375	Tarea es costo efectivo
	Inspección visual	360,0	12,0	9:00	1,0	9,8	\$ 199.218	\$ 524.383	Tarea es costo efectivo

	Inspección termográfica	180,0	6,0	18:00	2,0	73,7	\$ 752.027	\$ 2.689.693	Tarea es costo efectivo
--	-------------------------	-------	-----	-------	-----	------	------------	--------------	-------------------------

Tabla 14. Tareas de inspección con Dron, visual y termográfica optimizadas del ramal PASW3581-4 del circuito PAMC3.[6]

Por último, en la gráfica 13 se muestra el costo por cada una de las tareas optimizadas del PMO y podemos inferir que el costo es bastante benéfico representa una reducción de casi el 50%, lo que conlleva a impulsar la implementación de dicha propuesta en este caso para el ramal PASW3581-4 del circuito PAMC3.



Gráfica 13. Costo por Tareas de inspección con Dron, visual y termográfica optimizadas del ramal PASW3581-4 delo circuito PAMC3.[6]

Capítulo III

3. RESULTADOS

3.1 Plan de Mantenimiento Final

Se entrega a la empresa CENS la propuesta del Plan de Mantenimiento final (PMO) para el circuito PAMC3, utilizando la metodología de gestión de activos lineales.

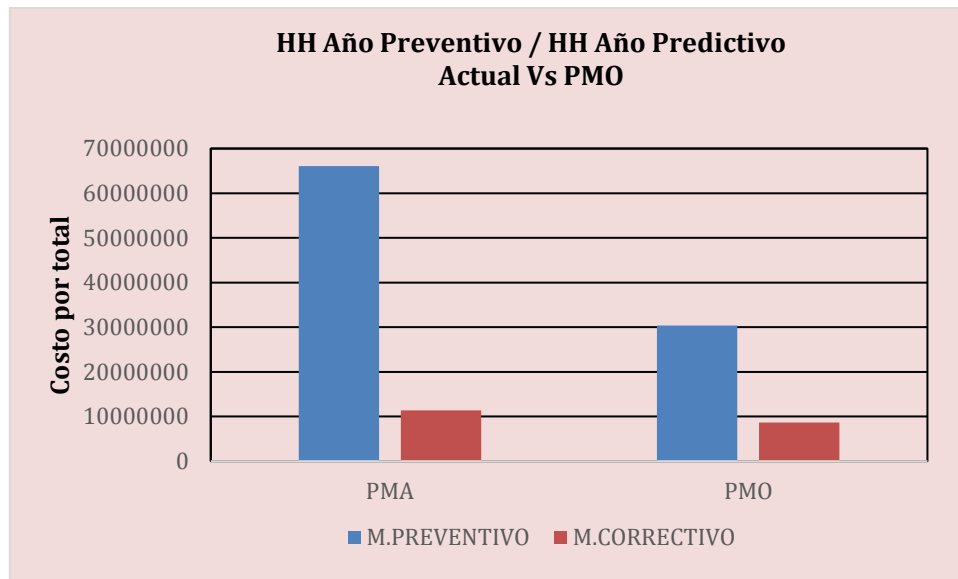
En la siguiente tabla se puede observar por ejemplo el plan para el ramal PASW3581-4, en donde se describe cada tarea por actividad el tipo de mantenimiento la frecuencia y el tiempo además de la duración total en horas de cada una de ellas, así mismo se establece para los otros 6 ramales y el alimentador principal ver anexo 13.

Cod. Activo	Descripción Del Activo	Tarea	Detalle Tarea	Tipo Tarea	Intervalo (Meses)	Duración Tarea (hr)	No Personas	Especialidad	HH (Año)
PASW3581-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rojo.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	12,0	9,0	3,0	T01 - Tecnología de inspección	30,4
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rojo.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	12,0	18,0	2,0	T01 - Tecnología de inspección	37,5
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rojo.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	Predictivo	12,0	18,0	2,0	T01 - Tecnología de inspección	37,7

Tabla 15. Plan de mantenimiento para el ramal PASW3581-4.[6]

3.2 PMA VS PMO en costo

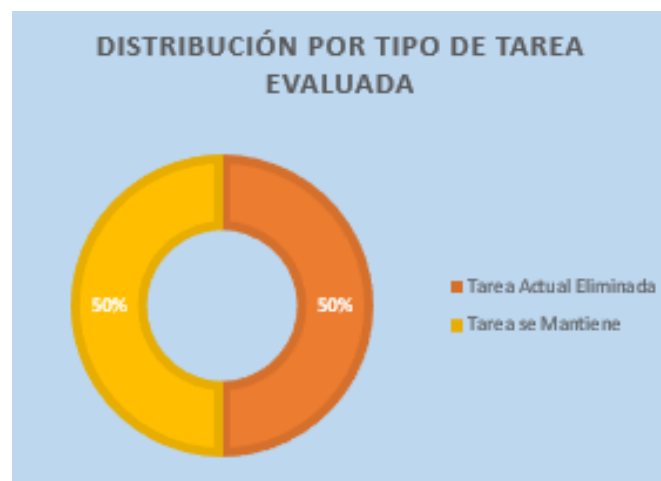
Se pudo establecer una optimización del PMO vs el PMA en horas de trabajo hombre en mantenimiento preventivo y predictivo para el circuito PAMC3 como se observa en la gráfica 14 lo cual permite ver una gran diferencia respecto al costo anual por cada uno de ellos donde para el PMA en mantenimiento preventivo tiene un costo de 66066303 y el PMO de 30315303 de la misma manera para el mantenimiento predictivo en PMA 11406109 y en el PMO de 8689263.



Gráfica 14.Resultado de optimización del PMA vs el PMO.[6]

3.3 Porcentaje de Optimización

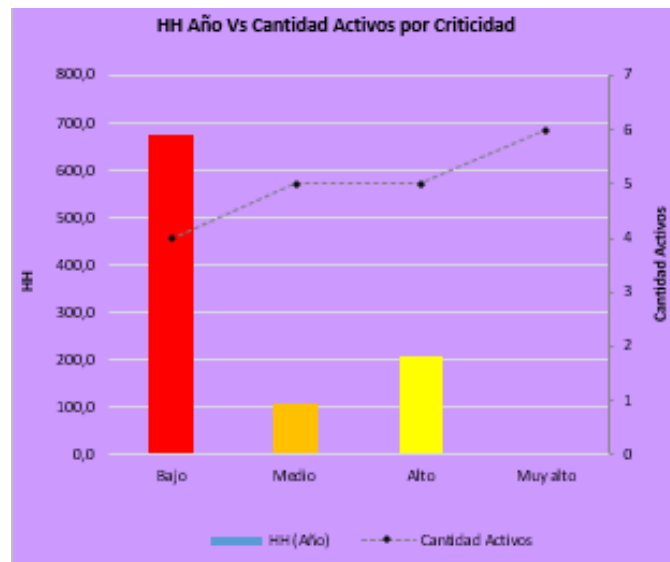
Se obtuvo una optimización del 50% al PMA del circuito PAMC3, esto en tareas de tipo preventivo y correctivo para los ramales más críticos del circuito y tramos del alimentador se estima que con lo mostrado en la gráfica 15 se aporte a un mejoramiento de la calidad media SAIDI y SAIFI.



Gráfica 15.Optimización del 50% del PMA vs el PMO.[6]

3.4 Tiempo HH PMO

En siguiente grafica se tiene el resultado por niveles de criticidad la cantidad de horas que se establecen por año, donde vemos que el nivel bajo es el que tiene mayor trabajo, seguido del medio y por último el alto además de ello se puede ver claramente que el nivel muy alto de criticidad no está presente en el circuito PAMC3 lo cual es bastante favorable lo que indica un control considerable en las fallas que se han presentado en el circuito.



Gráfica 16. Cantidad de horas que se le invierten a los activos del circuito PAMC3 dependiendo de su nivel de criticidad.[6]

Capítulo IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

-Se diagnóstico el plan de mantenimiento actual del circuito PAMC3 validando así las actividades desarrolladas y la frecuencia de estas además de contrastar periodicidad y recursos operativos, con lo que se estableció el plan de mantenimiento Optimizado tendiente a garantizar indicadores de calidad media SAIDI y SAIFI.

- El plan propuesto tiene una efectividad de optimización en mantenimiento preventivo y correctivo de la mitad del costo del plan actual de mantenimiento del circuito PAMC3, se recomienda a la empresa CENS la implementación de este por sus beneficios.

-De acuerdo con el hallazgo en la falencia de efectividad en el software EAM MÁXIMO, herramienta fundamental para el desarrollo de la taxonomía de los circuitos se sugiere una optimización dados los errores que se pudieron identificar gracias al piloto desarrollado en el circuito PAMC3 para que sean intervenidos para mejorar la calidad del desarrollo efectivo de los futuros planes de mantenimiento optimizado para los demás circuitos de la regional.

-Para una mejor optimización de esta propuesta se hace necesario el compromiso de cada uno de los integrantes del equipo, así como también llevar un control de efectividad del mismo, de esta manera, se identifica posibles causas y consecuencias que puedan afectar en el suministro del servicio de energía a los usuarios del circuito PAMC3.

-Para poder contribuir con mayor efectividad en la calidad media con los planes de mantenimiento optimizado se aconseja llevar un control del tiempo de duración de cada modo de falla que se presente en los activos del circuito PAMC3 y la vida útil de cada uno de ellos en la plantilla de mantenimiento del plan de mantenimiento , para plantear nuevas alternativas de intervención ante dichos tiempos y mitigar de esta manera las penalizaciones por el no suministro del servicio de energía eléctrica por el ente regulador.

BIBLIOGRAFIA

- [1] "creg015-2018.pdf."
- [2] C. N. T. Cns-nt-, "PARÁMETROS DE DISEÑO CNS-NT-02," pp. 1–62, 2020.
- [3] FABIAN CAMILO LÓPEZ LEMUS, "DISEÑO METODOLÓGICO PARA FACILITAR LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS EN EMPRESAS DEL SECTOR DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN COLOMBIA. PRESENTADO," *Trab. GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO MAGISTER EN Ing. Ind.*, pp. 1–99, 2020.
- [4] "GUI_201_MST_016 - Planes de mantenimiento optimizado."
- [5] "GUI_306_GIA_021- Taxonomia de activos lineales."
- [6] CENS S.A E.S.P, "Index @ Www.Cens.Com.Co." [Online]. Available: <https://www.cens.com.co/>
- [7] "GUI_306_GIR_003 - Criticidad activos fisicos."
- [8] "PASW3666 Plano.pdf."
- [9] E. A. M. R. E. A. R. PÉREZ, "OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE INSPECCIÓN DE CIRCUITOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.," *MONOGRAFÍA*, 2019.
- [10] T. Elaborado, "Nro OT : Nro OT Padre : 00411448," 2022.
- [11] K. Bajo, "Informe Inspección con Cámara Termografica Frente de Trabajo de Inspección y Diagnostico Planeación y Verificación del Mantenimiento de Redes Subgerencia de Distribución Informe Inspección con Cámara Termografica Frente de Trabajo de Inspección y Diagnost," 2021.

ANEXO 1

Tabla 16. Total de eventos por modo de falla del circuito PAMC3 en el año 2021.[6]

TOTAL, DE EVENTOS POR MODO DE FALLA					
Código o Causa	Modo de falla	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
6FL10 .	FALLA DE FUSIBLES CAUSA DESCONOCIDA	7	14,29 %	7	14,29%
7FL10 .	FALLA DE FUSIBLES CAUSA DESCONOCIDA	5	10,20 %	12	24,49%
7FT0 2.	FALLA DE FUSIBLES TRAF0 PROPIEDAD DE LOS USUARIOS	4	8,16%	16	32,65%
7PL03 .	APERTURA PARA AISLAR Y REPARAR DAÑO SOBRE LA LÍNEA	4	8,16%	20	40,82%
3FO0 7.	APAGÓN POR FALLA EN EL SIN	4	8,16%	24	48,98%
3PL01 .	MANTENIMIENTO GENERAL DEL CIRCUITO	4	8,16%	28	57,14%
5FL03 .	DISPARO CAUSA DESCONOCIDA	3	6,12%	31	63,27%
6FL06 .	ANIMALES SOBRE LA RED	2	4,08%	33	67,35%
6FL06 .	OBJETOS EXTRAÑOS O ANIMALES SOBRE LA RED	1	2,04%	34	69,39%
7FL07 .	LINEAS DESTENSIONADAS	2	4,08%	36	73,47%
3PO1 2.	APERTURA PROGRAMADA POR OTRO OPERADOR DE RED	2	4,08%	38	77,55%
5PL03 .	APERTURA PARA AISLAR Y REPARAR DAÑO SOBRE LA LÍNEA	2	4,08%	40	81,63%
6PO0 4.	DESCONEXION POR SEGURIDAD CIUDADANA	2	4,08%	42	85,71%
7PT0 3.	APERTURA PARA AISLAR Y REPARAR DAÑO SOBRE TRAF0	1	2,04%	43	87,76%
7FL08 .	RAMAS SOBRE LA RED	1	2,04%	44	89,80%
6FL03 .	DISPARO CAUSA DESCONOCIDA	1	2,04%	45	91,84%
7FL01 .	FALLA POSTE Y/O ESTRUCTURA	1	2,04%	46	93,88%
7FL06 .	ANIMALES SOBRE LA RED	1	2,04%	47	95,92%
3FL08 .	RAMAS SOBRE LA RED	1	2,04%	48	97,96%

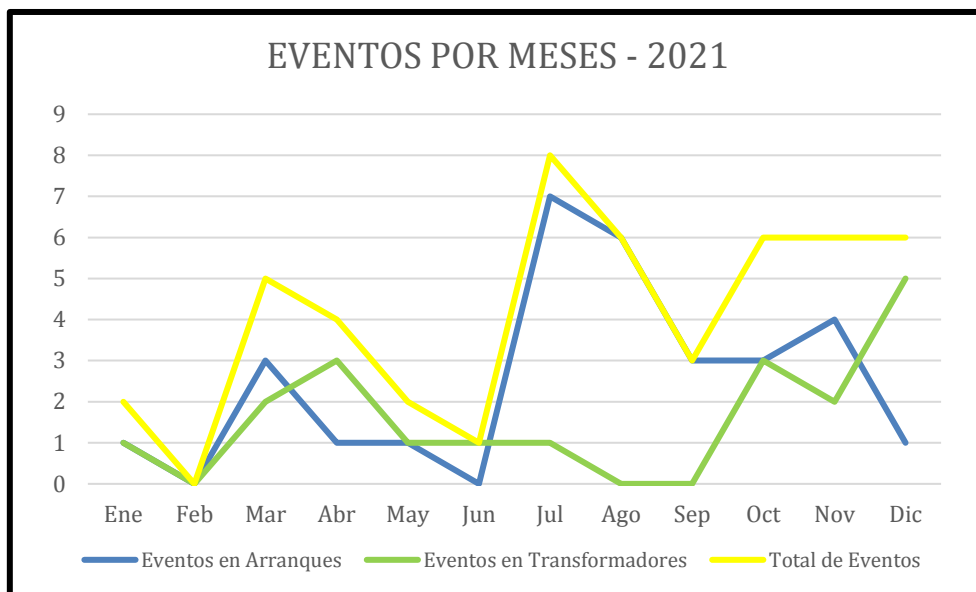
3FL04	LINEA ROTA	1	2,04%	49	100,00%
Total, general		49	100,0%		

Gráfica 17. Total, de eventos por modo de falla del circuito PAMC3 en el año 2022

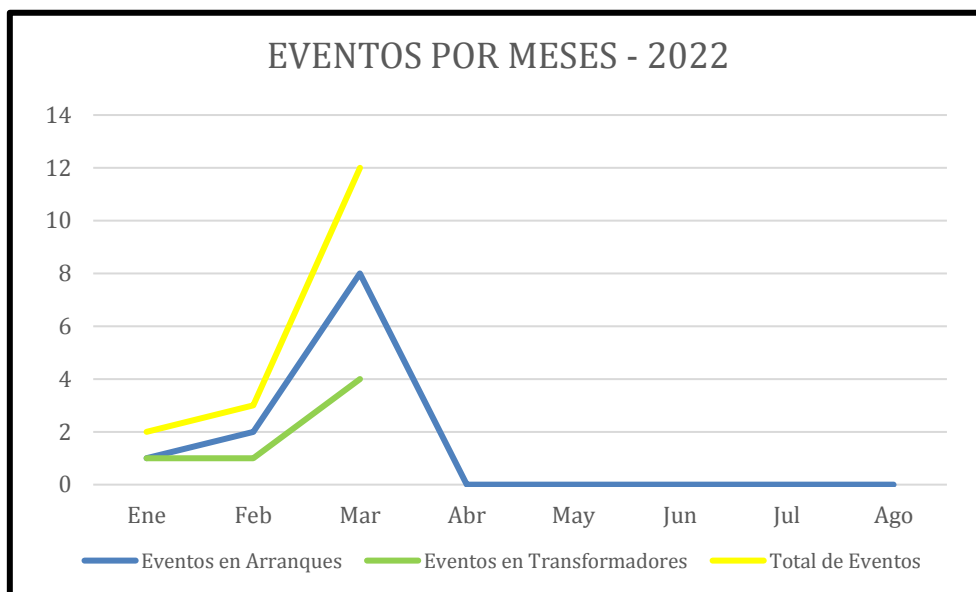
TOTAL, DE EVENTOS POR MODO DE FALLA					
Código Causa	Modo de falla	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
6FL10.	FALLA DE FUSIBLES CAUSA DESCONOCIDA	4	23,53%	4	23,53%
3PL01.	MANTENIMIENTO GENERAL DEL CIRCUITO	4	23,53%	8	47,06%
5FLO3.	DISPARO CAUSA DESCONOCIDA	2	11,76%	10	58,82%
7FT02.	FALLA DE FUSIBLES TRAF0 PROPIEDAD DE LOS USUARIOS	2	11,76%	12	70,59%
7FL10.	FALLA DE FUSIBLES CAUSA DESCONOCIDA	2	11,76%	14	82,35%
7PL03.	APERTURA PARA AISLAR Y REPARAR DAÑO SOBRE LA LÍNEA	1	5,88%	15	88,24%
7FL15.	APERTURA DEL TRAF0 POR FALLA EN ACOMETIDA/CAJA DE DISTRIBUCIÓN	1	5,88%	16	94,12%
7FLO9.	APERTURA DE LA LINEA PROPIEDAD DEL USUARIO	1	5,88%	17	100,00%
Total, general		17	100,0%		

ANEXO 2

Gráfica 18. Total de eventos por meses del 2021 de los arranques y transformadores del circuito PAMC3.[6]

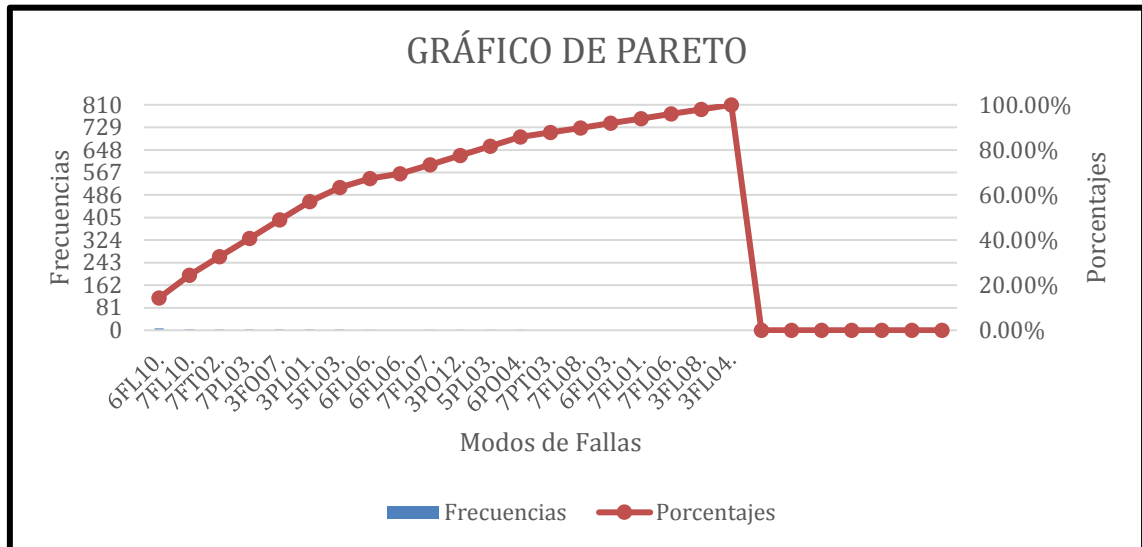


Gráfica 19. Total de eventos por meses del 2022 de los arranques y transformadores del circuito PAMC3.[6]

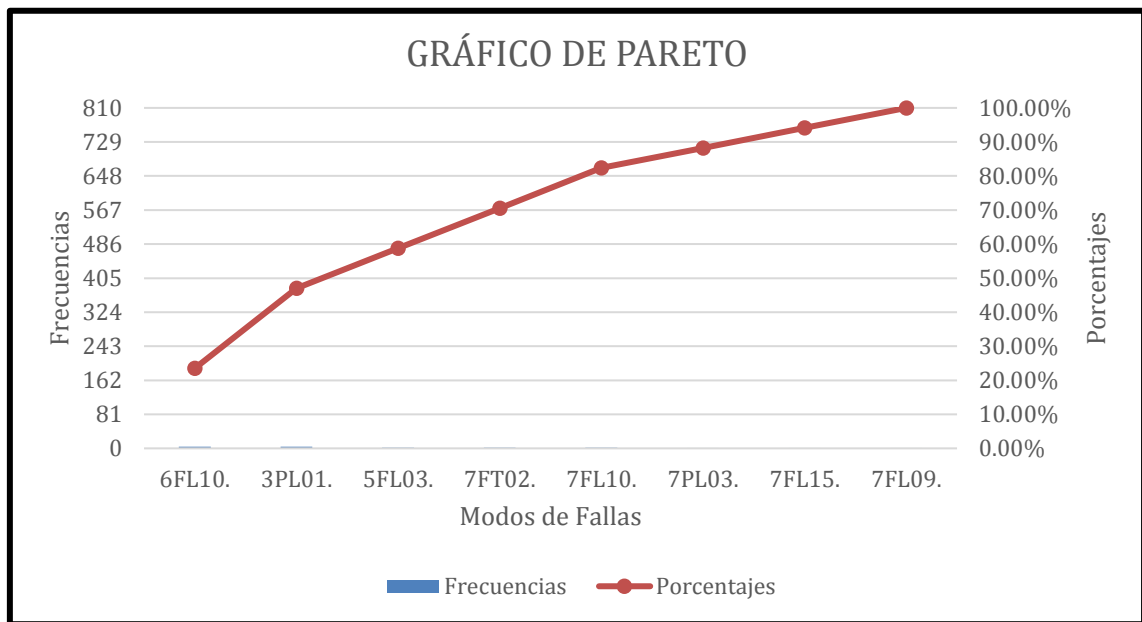


ANEXO 3

Gráfica 20. Comportamiento del modo de falla vs el porcentaje mensual en el año 2021.[6]

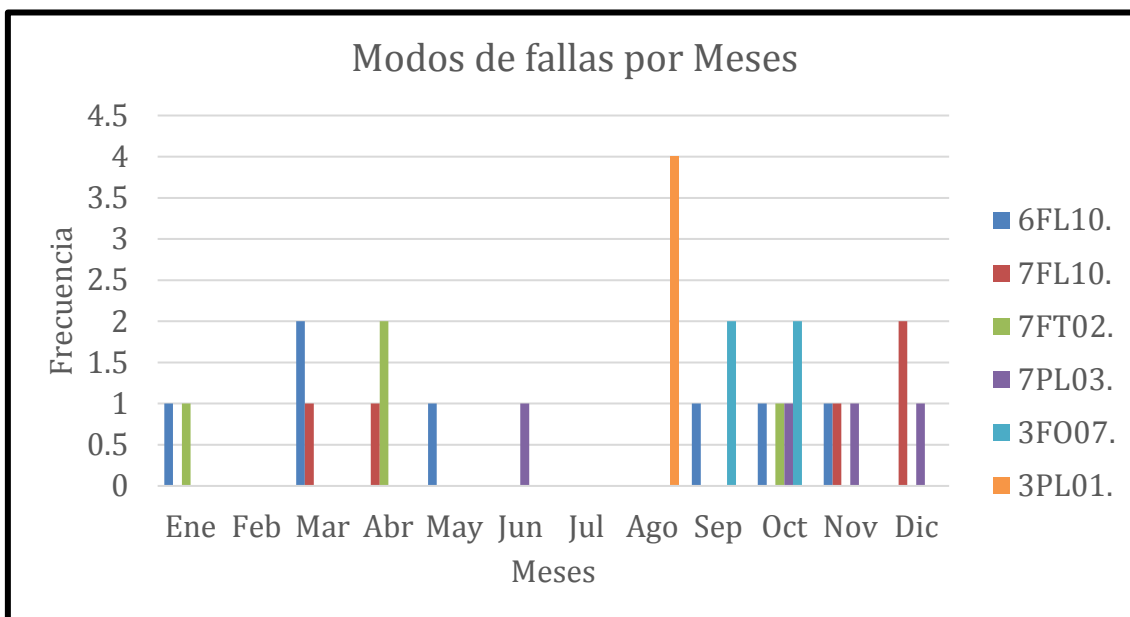


Gráfica 21. Comportamiento del modo de falla vs el porcentaje mensual en el año 2022.[6]

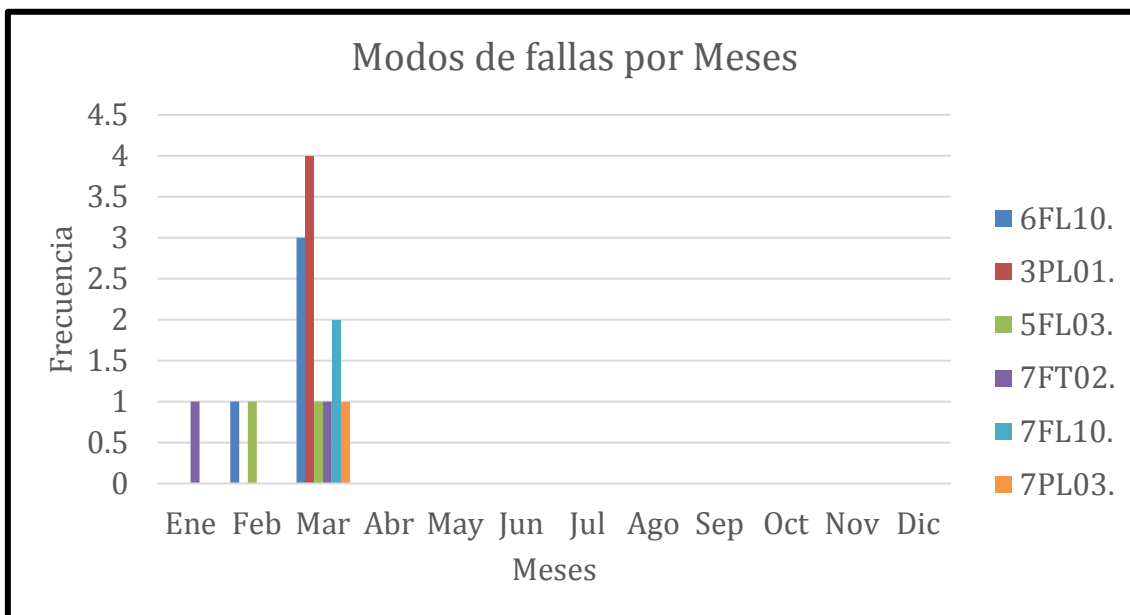


ANEXO 4

Gráfica 22. Modos de falla por meses en el año 2021 del circuito PAMC3.[6]



Gráfica 23. Modos de falla por meses en el año 2021 del circuito PAMC3.[6]



ANEXO 5

Tabla 17. Total de causas presentes en porcentaje en el breaker PAMC3 en el año 2021.[6]

Breaker	Código Causa	Frecuencia	% Acumulado
PAMC3	3PL01.	4	36,4%

	5PL03.	2	54,5%
	3PO12.	2	72,7%
	3FO07.	2	90,9%
	3FL08.	1	100,0%
	TOTAL	11	

Tabla 18. Total de causas presentes en porcentaje en el breaker PAMC3 en el año 2022.[6]

Breaker	Código Causa	Frecuencia	% Acumulado
PAMC3	3PL01.	4	80,0%
	5FL03.	1	100,0%
	TOTAL	5	

ANEXO 6

Gráfica 24. Frecuencia de la causa de falla vs el porcentaje de acumulado en el breaker PAMC3 en el año 2021.[6]

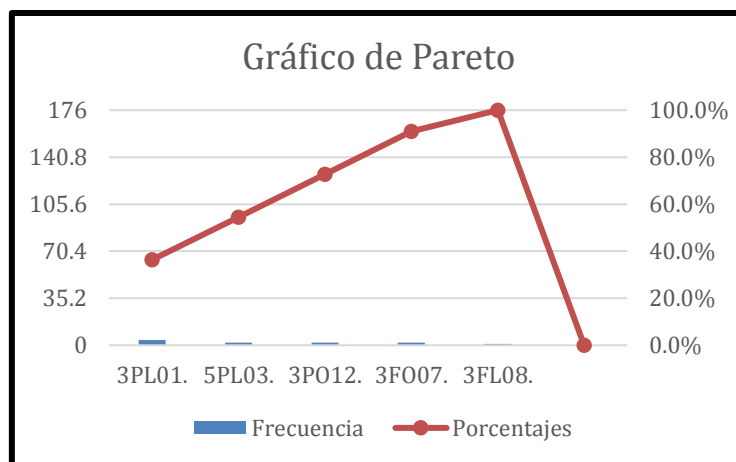
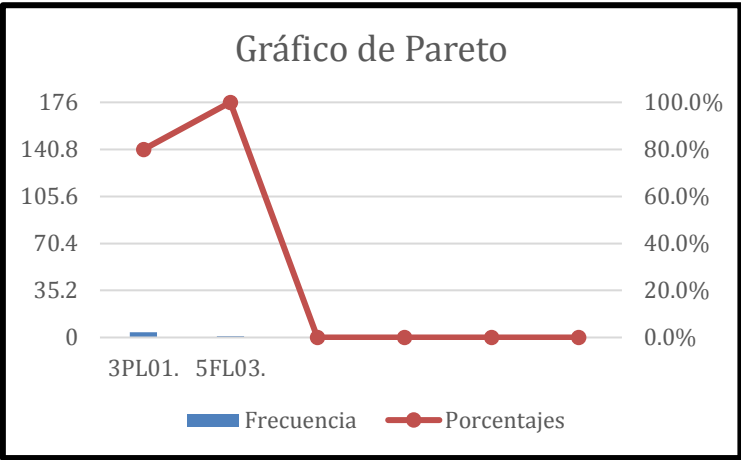


Tabla 19. Frecuencia de la causa de falla vs el porcentaje de acumulado en el breaker PAMC3 en el año 2022.[6]



ANEXO 7

[illegible]

Ilustración 11. Plantilla revisiones de circuitos M.T. [6]

ANEXO 8

Tabla 20.Descripción de los activos del circuito PAMC3.[6]

DESCRIPCIÓN DE ACTIVOS					
SECCIÓN SISTEMA		Cod. Activo	DESCRIPCIÓN ACTIVO	Función Activo	Condiciones Operativas del Activo
2T00097	C754	PAMC3-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color amarillo.	Distribuir energía a los usuarios que son controlados bajo el elemento de corte dispuesto en la planta/unidad	Operación continua
2T00140	HSW218				
2T00993	HSW226				
2T01501	HSW230				
2T01637	HSW232				
2T01895	HSW68				
2T01897	PAMC3				
2T00002	2T01255	PASW2438-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.	Distribuir energía a los usuarios que son controlados bajo el elemento de corte dispuesto en la planta/unidad	Operación continua
2T00006	2T01256				
2T00007	2T01451				
2T00008	2T01483				
2T00010	2T01497				
2T00011	2T01543				
2T00013	2T01627				
2T00019	2T01639				
2T00020	2T01878				
2T00024	2T01917				
2T00025	2T01972				
2T00026	2T01973				
2T00027	2T02014				
2T00028	ALSW3722				
2T00029	F9107				
2T00030	HSW165				
2T00031	HSW3				
2T00032	HSW5				
2T00033	HSW7				
2T00034	HSW70				
2T00035	PASW2438				
2T00036	PASW3138				
2T00065	PASW3141				
2T00123	PASW3220				
2T00167	PASW3221				
2T00168	PASW3222				
2T00169	PASW3223				
2T00170	PASW3238				

2T00324	PASW3658	PASW3852-4			
2T00949	RC0207				
YSW13370	PASW3852				
PASW2936	2T00098	PASW2936-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul celeste.	Distribuir energía a los usuarios que son controlados bajo el elemento de corte dispuesto en la planta/unidad	Operación continua
2T01609	2T00014	PASW3581-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rojo.	Distribuir energía a los usuarios que son controlados bajo el elemento de corte dispuesto en la planta/unidad	Operación continua
2T01628	2T00015				
2T01633	2T00016				
2T01634	2T00017				
2T01635	2T00018				
2T01636	2T00021				
2T01711	2T00023				
2T01879	2T00037				
2T01896	2T00038				
2T01989	2T00039				
2T02008	2T00040				
2T02019	2T00041				
2T02431	2T00085				
2T02443	2T00086				
2T02449	2T00087				
ALSW3723	2T00088				
ALSW3745	2T00089				
ALSW3746	2T00090				
ARC106	2T00091				
ESW14381	2T00092				
ESW7376	2T00103				
HSW238	2T00106				
HSW266	2T00107				
HSW289	2T00108				
HSW302	2T00109				
HSW312	2T00119				
HSW324	2T00127				
HSW33	2T00130				
HSW4	2T00134				
HSW6	2T00135				
HSW9	2T00171				
MSW14752	2T00172				
PASW2496	2T00227				
PASW2939	2T00583				
PASW3580	2T00584				
PASW3581	2T00585				
PASW3650	2T01025				

PASW3666	2T01481				
PASW3854	2T01510				
SW9814	2T01589				
2T00005	2T01608	PASW3850-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color verde.	Distribuir energía a los usuarios que son controlados bajo el elemento de corte dispuesto en la planta/unidad	Operación continua
2T00012	2T01638				
2T00099	HSW2				
2T00111	HSW27				
2T00122	PASW3850				
PASW3852		PASW3852-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.	Distribuir energía a los usuarios que son controlados bajo el elemento de corte dispuesto en la planta/unidad	Operación continua
2T00101		SW12914-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rosa.	Distribuir energía a los usuarios que son controlados bajo el elemento de corte dispuesto en la planta/unidad	Operación continua

ANEXO 9

Tabla 21. Plan de mantenimiento actual del circuito PAMC3 en la plantilla PMO.[6]

PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL (PMA)										
Origen Tarea PMA	Tarea PMA	Detalle Tarea PMA	Intervalo (Días)	Intervalo (Meses)	Duración Tarea PMA	Duración Tarea PMA	Especialidad PMA	No Personas PMA	HH PMA Llave en Mano	HH PMA Totales (Año)
ERP/EAM	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del	360,0	2,0	18:00	18,00	T01 - Tecnólogo de inspección	3	72,0	57,2

	Inspección visual	activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador , SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	360,0	12,0	18:00	18,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	37,5
ERP/EAM	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y	360,0	12,0	18:00	18,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	37,7

		requieren intervención.								
ERP/EAM	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador , SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	72,0	2,4	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	91,3	131,8
	Inspección visual		180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	37,5

ERP/EAM	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	37,5
ERP/EAM	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura	360,0	12,0	18:00	18,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	38,1
	Inspección visual		360,0	12,0	18:00	18,00	M58 - Cuadrilla de mantenimiento correctivo y preventivo.	1	18,3	21,3

		completa y cualquier observación que se presente.								
ERP/EAM	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	360,0	12,0	18:00	18,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	38,1
ERP/EAM	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores,	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	37,9

	Inspección visual	crucetas, Transformador , SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6
ERP/EAM	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6

ERP/EAM	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador , SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	37,8
	Inspección visual		180,0	6,0	9:00	9,00		2	36,5	##### #
ERP/EAM	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	38,3

		los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.								
ERP/EAM	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador , SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6
ERP/EAM	Inspección visual		180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6

ERP/EAM	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6
ERP/EAM	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6
	Inspección visual		180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6

		completa y cualquier observación que se presente.								
ERP/EAM	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6
ERP/EAM	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores,	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6

	Inspección visual	crucetas, Transformador , SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6
ERP/EAM	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	180,0	6,0	9:00	9,00	T01 - Tecnólogo de inspección	2	36,5	36,6

ANEXO 10

Tabla 22. Costos del plan de mantenimiento actual del circuito PAMC3.[6]

COSTOS DEL PMA(ACTUAL)						
Descripción Servicios PMA	Costo Servicios PMA	Escenario Costos Producción (Parada programada) PMA	Costo Mano de Obra PMA	Costo Logístico PMA	Costo Tarea (1 Año) PMA	Costo Tarea (2 Años) PMA
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 1.167.367	\$ 564.364	\$ 1.785.231	\$ 3.570.462
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 765.826	\$ 555.358	\$ 1.368.982	\$ 2.737.964
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 769.966	\$ 558.360	\$ 1.376.223	\$ 2.752.446
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 538.148	\$ 390.252	\$ 4.853.712	\$ 9.707.424
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 382.304	\$ 277.238	\$ 1.396.301	\$ 2.792.602
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 382.304	\$ 277.238	\$ 1.396.301	\$ 2.792.602
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 778.245	\$ 564.364	\$ 1.390.704	\$ 2.781.409
N.A	\$ 0	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 796.173	\$ 630.406	\$ 1.446.393	\$ 2.892.786

Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 778.245	\$ 564.364	\$ 1.390.704	\$ 2.781.409
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 385.957	\$ 279.886	\$ 1.409.079	\$ 2.818.157
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 373.782	\$ 271.057	\$ 1.366.486	\$ 2.732.972
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 373.782	\$ 271.057	\$ 1.366.486	\$ 2.732.972
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 384.739	\$ 279.003	\$ 1.404.819	\$ 2.809.639
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 384.739	\$ 279.003	\$ 1.404.819	\$ 2.809.639
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 389.609	\$ 282.535	\$ 1.421.856	\$ 2.843.713

[illegible]

Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 373.782	\$ 271.057	\$ 1.366.486	\$ 2.732.972
Camioneta contratada	\$ 29.045	Sin costo por actividades - Costo D	\$ 373.782	\$ 271.057	\$ 1.366.486	\$ 2.732.972

ANEXO 11

Tabla 23. Plan de mantenimiento correctivo. [6]

PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO										
Cod. Activo	Modo Falla Relevante	Efectos Principales	Actividad Correctiva	Consecuencia	MTBF Pot (Meses)	MTBF Pot (Años)	# Fallas (Modo de Falla) que se han presentado con la tarea actual en un Periodo Tiempo	Duración Correctiva (hr)	No Personas	Tiempo de traslado a la locación (Ida y Vuelta) CORR (hr)
PASW3581-4	Incumplimiento distancias de seguridad	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles. Perdida fatal.	Se notifica por incumplimiento de distancias de seguridad de acuerdo al RETIE, a los usuarios por el riesgo eléctrico con redes	Seguridad Personas	60,0	5,0	1,0	9,0	1	1,0

			de energía.							
	Puntos calientes	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles.	Cambio o ajuste de las conexiones de los equipos o reposición de elementos.	Operacional	12,0	1,0	1,0	9,0	1	1,0
PAMC3-4	Incumplimiento distancias de seguridad	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles. Pérdida fatal.	Se notifica por incumplimiento de distancias de seguridad de acuerdo al RETIE, a los usuarios por el riesgo eléctrico con redes de energía.	Seguridad Personas	60,0	5,0	1,0	9,0	1	1,0
						0,0	1,0	9,0	1	1,0
	Puntos calientes	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles.	Cambio o ajuste de las conexiones de los equipos o reposición de elementos.	Operacional	12,0	1,0	1,0	9,0	1	1,0
PASW24 38-4	Incumplimiento distancias de seguridad	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en	Se notifica por incumplimiento de distancias	Seguridad Personas	60,0	5,0	1,0	9,0	1	1,0

		protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles. Pérdida fatal.	de seguridad de acuerdo al RETIE, a los usuarios por el riesgo eléctrico con redes de energía.			0,0	1,0	9,0	1	1,0
	Puntos calientes	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles.	Cambio o ajuste de las conexiones de los equipos o reposición de elementos.	Operacional	12,0	1,0	1,0	9,0	1	1,0
PASW29 36-4	Incumplimiento distancias de seguridad	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles. Pérdida fatal.	Se notifica por incumplimiento de distancias de seguridad de acuerdo al RETIE, a los usuarios por el riesgo eléctrico con redes de energía.	Seguridad Personas	60,0	5,0	1,0	9,0	1	1,0
						0,0	1,0	9,0	1	1,0
	Puntos calientes	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo.	Cambio o ajuste de las conexiones de los equipos o reposición de elementos.	Operacional	12,0	1,0	1,0	9,0	1	1,0

		Quema de fusibles.								
PASW385 0-4	Incumplimiento distancias de seguridad	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles. Pérdida fatal.	Se notifica por incumplimiento de distancias de seguridad de acuerdo al RETIE, a los usuarios por el riesgo eléctrico con redes de energía.	Seguridad Personas	60,0	5,0	1,0	9,0	1	1,0
						0,0	1,0	9,0	1	1,0
	Puntos calientes	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles.	Cambio o ajuste de las conexiones de los equipos o reposición de elementos.	Operacional	12,0	1,0	1,0	9,0	1	1,0
PASW38 52-4	Incumplimiento distancias de seguridad	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles. Pérdida fatal.	Se notifica por incumplimiento de distancias de seguridad de acuerdo al RETIE, a los usuarios por el riesgo eléctrico con redes	Seguridad Personas	60,0	5,0	1,0	9,0	1	1,0
						0,0	1,0	9,0	1	1,0

			de energía.							
	Puntos calientes	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles.	Cambio o ajuste de las conexiones de los equipos o reposición de elementos.	Operacional	12,0	1,0	1,0	9,0	1	1,0
SW1291 4-4	Incumplimiento distancias de seguridad	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles. Pérdida fatal.	Se notifica por incumplimiento de distancias de seguridad de acuerdo al RETIE, a los usuarios por el riesgo eléctrico con redes de energía.	Seguridad Personas	60,0	5,0	1,0	9,0	1	1,0
						0,0	1,0	9,0	1	1,0
	Puntos calientes	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles.	Cambio o ajuste de las conexiones de los equipos o reposición de elementos.	Operacional	12,0	1,0	1,0	9,0	1	1,0

HSW26-4	Incumplimiento distancias de seguridad	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles. Pérdida fatal.	Se notifica por incumplimiento de distancias de seguridad de acuerdo al RETIE, a los usuarios por el riesgo eléctrico con redes de energía.	Seguridad Personas	60,0	5,0	1,0	9,0	1	1,0
						0,0	1,0	9,0	1	1,0
	Puntos calientes	Salida del circuito. Rotura de línea. Falla en protecciones. Transformadores en fallo. Quema de fusibles.	Cambio o ajuste de las conexiones de los equipos o reposición de elementos.	Operacional	12,0	1,0	1,0	9,0	1	1,0

ANEXO 12

Tabla 24. Plan de mantenimiento optimizado para el circuito PAMC3

PLAN DE MANTENIMIENTO OPTIMIZADO														
Cod. Activo	Tarea Inicial PMO	Detalle Origen PMO	Tarea PMO	Detalle Tarea PMO	Estrat egia PMO	Intervalo (Días) PMO	Intervalo (Meses) PMO	Duración Tarea PMO	Duración Tarea PMO	Perso nal Intern o o Contratista PMO	Especialidad PMO	No Personas PMO	HH PMO	HH PMO Totales
PASW 3581-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo	Inspección	360,0	12,0	18:00	18,0	Pers onal Interno	T01 - Tecnología de inspección	3,0	54,8	57,2

		preventivos.		(estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.											
PASW 3581-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección visual		Inspección	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	37,5	
PASW 3581-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los secciona	Monitoreo de Condición	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	37,7	

				mientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.										
PAMC 3-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del	Inspección	72,0	2,4	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	91,3	131,8
PAMC 3-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección visual		Inspección	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	37,5

				aislamie nto. Diligenci ar en el formato con las variables e indicar las observac iones necesari as, toma de registro fotográfi co para la estructur a completa y cualquier observac ión que se presente .										
PAMC 3-4	Tarea Actua l	Plan de trabajo cargado en el EAM para manteni mientos preventi vos.	Inspec ción termo gráfica	Se realiza inspecció n de los activos para la identifica ción de puntos calientes , se revisan los secciona mientos, transfor madores, conector es, reconect adores y cruces aéreos, finalmen te se realiza un	Moni toreo de Condi ción	18 0, 0	6, 0	9: 00	9, 0	Pers onal Inter no	T01 - Tecnólo go de inspecci ón	2, 0	36 ,5	37 ,5

				informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.										
PASW 2438-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma	Inspección	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	38,1

				de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.										
PASW 2438-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templet es, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier	Inspección	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	M58 - Cuadrilla de mantenimiento correctivo y preventivo.	1,0	18,3	21,3

				observación que se presente.										
PASW 2438-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	Monitoreo de Condición	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	38,1

PASW 2936-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Inspección	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	37,8
PASW 2936-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección visual		Inspección	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	36,6
PASW 2936-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la	Monitoreo de Condición	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	36,6

		para mantenimientos preventivos.		identificación de puntos calientes , se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.										
PASW3850-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps,	Inspección	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	37,7

PASW 3850-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección visual	aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Inspección	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	37,7
PASW 3850-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores,	Monitoreo de Condición	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	38,2

				madores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.										
PASW 3852-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento.	Inspección	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	36,6
PASW 3852-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección visual		Inspección	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2,0	36,5	36,6

				Diligenci ar en el formato con las variables e indicar las observac iones necesari as, toma de registro fotográfi co para la estructur a completa y cualquier observac ión que se presente .										
PASW 3852-4	Tarea Actua l	Plan de trabajo cargado en el EAM para manteni mientos preventi vos.	Inspec ción termo gráfica	Se realiza inspecció n de los activos para la identifica ción de puntos calientes , se revisan los secciona mientos, transfor madores, conector es, reconnect adores y cruces aéreos, finalmen te se realiza un informe en EXCEL	Moni toreo de Condi ción	18 0, 0	6, 0	9: 00	9, 0	Pers onal Inter no	T01 - Tecnólo go de inspecci ón	2, 0	36 ,5	36 ,6

				de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.												
SW129 14-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro	Inspección	180,0	6,0	9:00	9,0	Pers onal Inter no	T01 - Tecnólo go de inspecci ón	2,0	36,5	36,6		
SW129 14-4	Tarea Modificada	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección visual		Inspección	180,0	6,0	9:00	9,0	Pers onal Inter no	T01 - Tecnólo go de inspecci ón	2,0	36,5	36,6		

				fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.										
SW129 14-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para mantenimientos preventivos.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura	Monitoreo de Condición	18 0, 0	6, 0	9: 00	9, 0	Personal Interno	T01 - Tecnología de inspección	2, 0	36 ,5	36 ,6

				ura y requiere n intervenc ión.										
HSW2 6-4	Tarea Actua l	Plan de trabajo cargado en el EAM para manteni mientos preventi vos.	Inspec ción con DRON	Se realiza inspecció n y se diligencia la revisión del activo (estructu ra, Dps, aisladore s, crucetas, Transfor mador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamie nto. Diligenci ar en el formato con las variables e indicar las observac iones necesari as, toma de registro fotográfi co para la estructur a completa y cualquier observac ión que se presente .	Inspe cción	18 0, 0	6, 0	9: 00	9, 0	Pers onal Inter no	T01 - Tecnólo go de inspecci ón	2, 0	36 ,5	36 ,6
HSW2 6-4	Tarea Modif icada	Plan de trabajo cargado en el EAM para manteni mientos preventi vos.	Inspec ción visual		Inspe cción	18 0, 0	6, 0	9: 00	9, 0	Pers onal Inter no	T01 - Tecnólo go de inspecci ón	2, 0	36 ,5	36 ,6

HSW2 6-4	Tarea Actual	Plan de trabajo cargado en el EAM para manteni mientos preventi vos.	Inspección termo gráfica	Se realiza inspección de los activos para la identifica ción de puntos calientes , se revisan los secciona mientos, transfor madores, conector es, reconect adores y cruces aéreos, finalmen te se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperat ura y requiere n intervenc ión.	Moni toreo de Condi ción	18 0, 0	6, 0	9: 00	9, 0	Pers onal Inter no	T01 - Tecnólo go de inspecci ón	2, 0	36 ,5	36 ,6
-------------	-----------------	---	--------------------------------	---	--------------------------------------	---------------	---------	----------	---------	-----------------------------	---	---------	----------	----------

ANEXO 13

Tabla 25. Periodicidad, tiempo y costo de cada tarea no optimizada por activo. [6]

Cod. Activo	Tarea PMO	Intervalo (Días)	Intervalo (Meses)	Duración Tarea PMO	Duración Tarea (hr)	Personal Interno o Contratista PMO	Especialidad PMO	Costo Tarea (1 Año) PMO
PASW3581-4	Inspección con DRON	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.785.231
	Inspección visual	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.368.982
	Inspección termográfica	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.376.223
PAMC3-4	Inspección con DRON	72,0	2,4	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 4.853.712
	Inspección visual	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.396.301
	Inspección termográfica	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.396.301
PASW2438-4	Inspección con DRON	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.390.704
	Inspección visual	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	M58 - Cuadrilla de mantenimiento correctivo y preventivo.	\$ 1.446.393
	Inspección termográfica	360,0	12,0	18:00	18,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.390.704
PASW2936-4	Inspección con DRON	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.409.079
	Inspección visual	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486
	Inspección termográfica	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486
PASW3850-4	Inspección con DRON	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.404.819
	Inspección visual	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.404.819
	Inspección termográfica	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.421.856
PASW3852-4	Inspección con DRON	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486
	Inspección visual	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486
	Inspección termográfica	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486
SW12914-4	Inspección con DRON	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486
	Inspección visual	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486
	Inspección termográfica	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486
HSW26-4	Inspección con DRON	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486

	Inspección visual	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486
	Inspección termográfica	180,0	6,0	9:00	9,0	Personal Interno	T01 - Tecnólogo de inspección	\$ 1.366.486

ANEXO 14

Tabla 26. Plan de mantenimiento final para el circuito PAMC3 (PMO)

PLAN DE MANTENIMIENTO									
Cod. Activo	Descripción Del Activo	Tarea	Detalle Tarea	Tipo Tarea	Intervalo (Meses)	Duración Tarea (hr)	No Personas	Especialidad	HH (Año)
PASW3581-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rojo.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	12,0	9,0	3,0	T01 - Tecnólogo de inspección	30,4
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rojo.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	12,0	18,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	37,5
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rojo.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se	Predictivo	12,0	18,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	37,7

			reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.						
PAMC3-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color amarillo.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	2,4	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	131,8
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color amarillo.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	37,5
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color amarillo.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	37,5
PASW2438-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las	Preventivo	12,0	18,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	38,1

			observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.						
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	12,0	18,0	1,0	M58 - Cuadrilla de mantenimiento correctivo y preventivo.	21,3
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	Predictivo	12,0	18,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	38,1
PASW2936-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul celeste.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	37,8
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul celeste.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones	Preventivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6

			necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.						
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul celeste.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6
PASW3850-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color verde.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	37,7
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color verde.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	37,7
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color verde.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	38,2

			un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.						
PASW3852-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Preventivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color azul.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6
SW12914-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rosa.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6

			observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.						
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rosa.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rosa.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconectadores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6
HSW26-4	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rosa.	Inspección con DRON	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT) con principal énfasis en la revisión del aislamiento. Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rosa.	Inspección visual	Se realiza inspección y se diligencia la revisión del activo (templetes, estructura, Dps, aisladores, crucetas, Transformador, SPT). Diligenciar en el formato con las variables e indicar las observaciones	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6

			necesarias, toma de registro fotográfico para la estructura completa y cualquier observación que se presente.						
	Ramal asociado al circuito PAMC3, descrito en la hoja de inicio en color rosa.	Inspección termográfica	Se realiza inspección de los activos para la identificación de puntos calientes, se revisan los seccionamientos, transformadores, conectores, reconfiguradores y cruces aéreos, finalmente se realiza un informe en EXCEL de todos los puntos y se reportan en un archivo PDF los que tienen un Delta de temperatura y requieren intervención.	Predictivo	6,0	9,0	2,0	T01 - Tecnólogo de inspección	36,6