



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TÍTULO:

**“ESTUDIO PARA MEJORAR LOS ÍNDICES DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD
DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO
9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO”**

Propuesta Tecnológica presentada previo a la obtención del Título de Ingeniero en
Electromecánica.

Autores:

Grefa Anthony Leandro

Paredes Cruz Edison Daniel

Tutor Académico:

Ing. M. Sc Jefferson Alberto Porras R.

LATACUNGA – ECUADOR

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Grefa Grefa Anthony Leandro, con cédula de ciudadanía No. **15009137-2**; y, **Paredes Cruz Edison Daniel**, con cédula de ciudadanía No. **050373779-3**; declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica titulado: **“ESTUDIO PARA MEJORAR LOS ÍNDICES DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO”**, siendo el **Ing. M.Sc Jefferson Alberto Porras Reyes**, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto de 2022

Grefa Grefa Anthony Leandro

Postulante 1

CC: 150091374-2

Paredes Cruz Edison Daniel

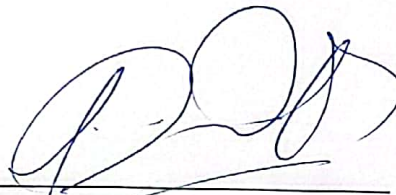
Postulante 2

CC: 050373779-3

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “ESTUDIO PARA MEJORAR LOS ÍNDICES DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO”, de Grefa Grefa Anthony Leandro; y, Paredes Cruz Edison Daniel de la carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el consejo directivo de la facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto de 2022



Firma

Ing. M. Sc Jefferson Alberto Porras Reyes

CC: 070440044-9

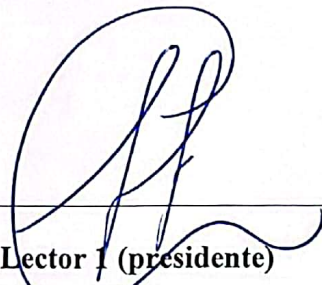


AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica De Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: Grefa Grefa Anthony Leandro portador del número de cédula 15009137-2; y, Paredes Cruz Edison Daniel portador del número de cédula 050373779-3, con el título de Proyecto de titulación: “ESTUDIO PARA MEJORAR LOS ÍNDICES DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

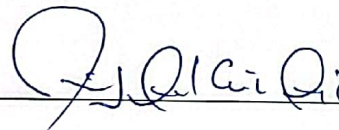
Latacunga, agosto de 2022



Lector 1 (presidente)

Ing. M.Sc. Carlos Francisco Pacheco Mena

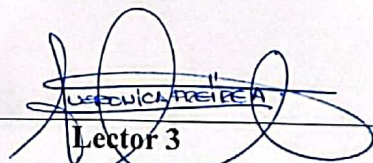
C.C: 050307290-2



Lector 2

Ing. M.Sc. Luis Rolando Cruz Panchi

C.C: 050259517-6



Lector 3

Ing. M.Sc. Verónica Paulina Freire Andrade

CC: 050205622-9

AVAL DE LA EMPRESA

COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO "9 DE OCTUBRE" LTDA.

Latacunga, agosto del 2022

Con el presente documento hago constar que los señores estudiantes **Grefa Grefa Anthony Leandro y Paredes Cruz Edison Daniel** de la Carrera de **Ingeniería Electromecánica** de la **Universidad Técnica de Cotopaxi** realizaron el proyecto de titulación en la Agencia Mulalillo cuyo título es **"ESTUDIO PARA MEJORAR LOS ÍNDICES DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO"**. Ubicado en la provincia de Cotopaxi, cantón Salcedo, parroquia Mulalillo. El mismo que se aprobó de manera satisfactoria.

Atentamente



Eco. Gustavo Naranjo

GERENTE

RUC: 0590041920001



www.9octubre.fin.ec

☉ **Matriz Salcedo:**
9 de Octubre y 24 de Mayo (esq.)
032 726 473

☉ **Agencia Latacunga:**
Sanchez de Orellana y Padre Salcedo
032 460 125

☉ **Agencia Mulalillo:**
Luis A. Martínez y Padre Salcedo
032 276 039

☉ **Agencia Pillaro:**
Carlos Tamayo y Montalvo (esq.)

☉ **Agencia Santo Domingo:**
Av. Quito y Pallatanga

☉ **Agencia Ambato:**
Cevallos 18-26 y Quito
032 425 536

☉ **Agencia La Maná:**
19 de Mayo y Velasco Ibarra
032 568 577

☉ **Agencia Quito:**
Colocollao/ Av. De La Prensa N63-291 Y Maná
022 295 087

☉ **Agencia Riobamba:**
Av. Daniel León Borja y Epiclachima

☉ **Oficina Eloy Alfaro/Salcedo:**
Sucre y Ricardo Garcés (esq.)



AGRADECIMIENTO 1

Agradezco de todo corazón a todas las personas que hicieron posible conseguir este logro, en especial a mis padres por estar siempre apoyándome a pesar de todo, a mi familia que estuvieron motivándome durante mi trayectoria para mi formación profesional, a mi novia por estar a mi lado dando ánimos y apoyándome por todo este tiempo, a mi compañero de tesis, a los docentes que supieron como formarnos como profesionales, a la Cooperativa de Ahorro y Crédito “9 de octubre” Ltda. Agencia Mulalillo por la apertura para poder realizar nuestro proyecto de titulación, sin ustedes nada de esto sería posible.

Anthony Grefa.



DEDICATORIA 1

La presente tesis va dedica a mis padres Antonio Grefa y Blanca Grefa quienes fueron el pilar fundamental para poder culminar con mis estudios, deseo que con este logro poder otorgarles mayor orgullo y felicidad, a mi familia que me apoyaron hasta estas instancias esto va por ustedes y para mi novia, que podamos formar un futuro como grandes profesionales que nos formamos en el alma mater.

Anthony Grefa.



AGRADECIMIENTO 2

Primeramente, agradezco a Dios por darme salud y vida. A mis padres, por enseñarme valores para mi formación profesional y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo. A mi hermana, por brindarme su apoyo cuando lo necesite. A mi novia, por ser mi apoyo incondicional durante todo este proceso.

A mi familia que ha estado pendiente de mí, durante este proceso de formación profesional. A mis amigos, con todos los que compartí las aulas.

Agradezco a los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por compartir cada uno de sus conocimientos, y formarnos como Ingenieros Electromecánicos.

Y por último agradezco a la COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO "9 DE OCTUBRE" LTDA. AGENCIA MULALILLO, por abrirme sus puertas y poder desarrollar nuestro proyecto de titulación.

Edison Paredes.



DEDICATORIA 2

Esta tesis va dedicada de manera muy especial a mis padres, a mi hermana, a mi novia y a mi familia, que siempre han estado pendiente de mi formación como profesional.

Edison Paredes.



ÍNDICE

1	INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2	INTRODUCCIÓN	2
2.1	Problema	2
2.1.1	Situación Problemática.....	2
2.1.2	Formulación del problema	5
2.2	Objeto de estudio y Campo de acción	6
2.2.1	Objeto de estudio.....	6
2.2.2	Campo de acción	6
2.3	Beneficiarios	6
2.3.1	Directos	6
2.3.2	Indirectos.....	6
2.4	Justificación	6
2.5	Hipótesis.....	7
2.6	Objetivos	7
2.6.1	General	7
2.6.2	Específicos	7
2.7	Descripción de las actividades y tareas con los objetivos establecidos.....	7
3	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
3.1	Descripción de la cooperativa.....	9
3.1.1	Reseña Histórica.....	9
3.1.2	Ubicación Geográfica	10
3.2	Antecedentes de la electricidad	10
3.3	Estructura de un sistema eléctrico.....	11
3.4	Tipos de instalación eléctrica	11
3.4.1	Por su tensión.....	12
3.4.2	Por su uso	12
3.5	Partes de una instalación eléctrica	13
3.5.1	Acometida	13
3.5.2	Equipo de medición.....	14
3.5.3	Cuadro general y distribución de protección	14
3.5.4	Interruptores	14



3.5.5	Transformador.....	15
3.5.6	Tablero general	15
3.5.7	Salidas para alumbrado y contacto	15
3.5.8	Toma de corriente o enchufe	15
3.5.9	Toma a tierra o neutro	16
3.6	Averías más comunes en las instalaciones de electricidad.....	16
3.6.1	Cortocircuito.....	16
3.6.2	Sobrecarga.....	16
3.6.3	Pérdida de aislamiento.....	17
3.6.4	Falla del interruptor diferencial	17
3.7	Acometida bifásica, trifilar	17
3.8	Reguladores de tensión.....	17
3.9	Calidad del servicio eléctrico de distribución (REGULACIÓN No. CONELEC – 004/01)	18
3.9.1	Definiciones.....	18
3.10	Atributos de calidad	19
3.10.1	Atributos de calidad de la distribuidora	19
3.10.2	Calidad del producto:	19
3.10.3	Calidad del servicio técnico:.....	19
3.10.4	Calidad del servicio comercial:.....	20
3.11	Nivel de voltaje.....	20
3.11.1	Índice de calidad.....	20
3.12	Armónicos	21
3.12.1	Índices de calidad	21
3.13	Confiabilidad de un sistema eléctrico	21
3.14	Calidad en el suministro del servicio eléctrico.....	22
3.15	Identificación de las interrupciones	22
3.16	Clasificación de interrupciones	23
3.17	Índices de calidad del servicio técnico de distribución de energía eléctrica	24
3.17.1	Registro	26
3.17.2	Límites	26
4	METODOLOGÍA	27
4.1	Modalidad de investigación	27
4.1.1	Método Bibliográfico.....	27
4.1.2	Método Experimental	27
4.1.3	Método de campo.....	27



4.1.4	Método descriptivo	28
4.1.5	Método Cuantitativo	28
4.1.6	Método Cualitativo.....	28
4.2	Técnicas de investigación	28
4.2.1	Observación.....	28
4.2.2	Medición.....	29
4.2.3	Simulación	29
4.3	Instrumentos	29
4.3.1	Analizador de redes SACI-AHM1	29
4.3.2	Transformador 400/5 A.....	30
4.3.3	Flexómetro	30
4.3.4	Software a utilizar	30
4.4	Ejecución del proyecto	31
4.4.1	Método por Software.....	31
4.4.2	Parámetros del transformador local mediante Geoportal	31
4.5	Diagnóstico de la red eléctrica de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “9 de octubre” Ltda. Agencia Mulalillo	34
4.5.1	Estado actual de las instalaciones eléctricas.....	34
4.5.2	Transformador local	35
4.5.3	Diagrama Unifilar actual del circuito eléctrico de la Cooperativa.....	36
4.5.4	Análisis del diagrama Unifilar.....	37
4.5.5	Mediciones de las Potencias Suministradas por el Transformador	37
4.6	Atributos de calidad de la distribuidora(ARCERNNR)	42
4.6.1	Calidad del producto	42
4.6.2	Calidad de producto de la Cooperativa.....	42
4.7	Atributos de confiabilidad en la calidad de servicio eléctrico de ELEPCO S.A.	43
5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	44
5.1	Análisis de la acometida instalada en la Cooperativa	44
5.2	Análisis de la distorsión armónica de tensión.....	44
5.3	Análisis de cargas sistema actual	44
5.4	Análisis del transformador instalado en el sector de Mulalillo centro	46
5.5	Análisis de la demanda de diseño de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “9 de octubre” Ltda. Agencia Mulalillo.	47
5.6	Análisis de implementación de la propuesta	48
6	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	50



6.1	costos de la propuesta tecnológica.....	50
6.1.1	Costos de ingeniería	50
6.1.2	Costos Directos.....	51
6.1.3	Costos Indirectos	51
6.1.4	Rubro	51
6.2	Análisis de impactos.....	52
6.2.1	Impacto ambiental	52
6.2.2	Impacto tecnológico.....	52
6.2.3	Impacto Económico.....	53
7	CONCLUSIONES	54
8	RECOMENDACIONES.....	55
9	BIBLIOGRAFÍA	56
10	ANEXOS	59
10.1	Informe de plagio	59
10.2	ANEXO A. Diagrama unifilar de las componentes de la cooperativa.....	60
10.3	ANEXO B. Diagrama de cargas de la cooperativa.....	61
10.4	ANEXO C. Evidencias	68



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Diagrama de Ishikawa.....	5
Figura 3.2. Fachada de la Cooperativa.	9
Figura 3.3. Ubicación de la Cooperativa.	10
Figura 3.4. Estructura de un sistema eléctrico.....	11
Figura 3.5. Acometida.	13
Figura 3.6. Función de confiabilidad.....	21
Figura 3.7. Clasificación de interrupciones.....	24
Figura 4.8. Mapa de usuarios a los que suministra el transformador.	32
Figura 4.9. Diagrama actual de la Cooperativa por pisos.....	35
Figura 4.10. Transformador ELEPCO de 50 kVA.....	36
Figura 4.11. Resumen del diagrama unifilar de la Cooperativa.	37
Figura 4.12. Diagrama de potencias día 1.	38
Figura 4.13. Diagrama de potencias día 2.	39
Figura 4.14. Diagrama de potencias día 3.	39
Figura 4.15. Diagrama de potencias día 4.	40
Figura 4.16. Diagrama de potencias día 5.	40
Figura 4.17. Diagrama de potencias día 6.	41
Figura 4.18. Diagrama de potencias día 7.	41
Figura 5.19. Valores de las cargas en la Cooperativa.....	45
Figura 5.20. Distribución de las cargas del transformador local.	46
Figura 5.21. Simulación en ETAP del transformador sobrecargado.....	47
Figura 5.22. Curva de Cargas con el transformador de 10 kVA propuesto.	49



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Descripción de actividades y tareas de los objetivos.....	7
Tabla 3.2. Límites para el índice de nivel de voltaje.	20
Tabla 3.3. Límites admisibles para los índices de calidad de servicio técnico.....	26
Tabla 4.4 Parámetros que puede medir el analizador SACI-AHM1	29
Tabla 4.5. Parámetros del Transformador local.....	32
Tabla 4.6. Check List de la Cooperativa	43
Tabla 4.7. Límites de índices de calidad de servicio eléctrico	44
Tabla 5.8. Tabla de demanda de diseño de la “Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de octubre Ltda.”. Agencia Mulalillo.	47
Tabla 5.9. Factor de uso del transformador propuesto.	49
Tabla 6.10 Costos de Ingeniería.	50
Tabla 6.11. Costos Directos.	51
Tabla 6.12. Costos Indirectos	51
Tabla 6.13. Rubro	52
Tabla 6.14. Costos de equipos	53



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (3.1) Calidad de nivel de voltaje	20
Ecuación (3.2) Factor de distorsión individual	21
Ecuación (3.3) Factor de distorsión total (THD)	21
Ecuación (3.4) Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal Instalado en la red de distribución	25
Ecuación (3.5) Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal Instalado para cada alimentador primario MV	25
Ecuación (3.6) Tiempo Total de interrupción por kVA nominal Instalado en la red de distribución	25
Ecuación (3.7) Tiempo Total de interrupción por kVA nominal Instalado en la red de distribución para cada alimentador primario MV	25
Ecuación (5.8) Factor de utilización	48



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TÍTULO: “ESTUDIO PARA MEJORAR LOS ÍNDICES DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO”

Autores: Grefa Grefa Anthony Leandro

Paredes Cruz Edison Daniel

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica trata sobre el estudio para proponer una solución a los índices de calidad y confiabilidad del sistema eléctrico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “9 de Octubre” Ltda. Agencia Mulalillo, el cual tiene como objetivo presentar una propuesta de mejora del sistema eléctrico. Iniciando el estudio con la obtención de datos donde detalla el número de transformador con sus parámetros principales y los usuarios, utilizando la puerta de enlace web Geoportal, mediante un analizador de red se obtuvo los datos del consumo de energía eléctrica, con ello se llevó a cabo el levantamiento de información de la acometida, con estos datos se logró obtener los índices actuales de la demanda energética. Para mejorar la eficiencia del servicio del sistema eléctrico, se tomó como mejor alternativa la implementación de un transformador designado únicamente para la entidad, lo cual permite mitigar las interrupciones y perturbaciones de la acometida. Se continuó con la simulación de resultados evidenciando los nuevos indicadores con excelentes resultados del suministro eléctrico. Después de ingresar al software de simulación ETAP, los datos de la demanda, se determinó el transformador adecuado, para los cuales se expuso las propuestas técnicas y económicas, que mejora los parámetros eléctricos en la Cooperativa, con el cual se demuestra que el proyecto es viable y que al realizar el mejoramiento de la eficiencia del servicio eléctrico los objetivos son sustentables tanto técnicamente como económicamente.

Palabras clave: Sistema eléctrico, Calidad, Confiabilidad, Servicio eléctrico, Energía, Transformador.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
ELECTROMECHANICAL ENGINEERING

THEME: “STUDY TO IMPROVE THE ELECTRIC SYSTEM’S QUALITY AND RELIABILITY INDEXES IN THE “9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO” CREDIT UNION.

Authors: Grefa Grefa Anthony Leandro

Paredes Cruz Edison Daniel

ABSTRACT

The present technological proposal deals with the study to propose a solution to then quality and reliability indexes of the electrical system in the “9 de Octubre Ltda. Agencia Mulalillo” Credit Union, which aims to present a proposal to improve the electrical system. The study began with the collection of data detailing the number of transformers with their main parameters and users, using the web gateway Geo portal, through a network analyzer data on electricity consumption was obtained, with it was carried out the survey of information from the connection, with this data was obtained the current rates of energy demand. In order to improve the efficiency of the electric system service, the best alternative was the implementation of a transformer designated only for the entity, which allows mitigating the interruptions and disturbances of the service connection. The simulation of results continued, showing the new indicators with excellent results of the electric supply. After entering the demand data into the ETAP simulation software, the appropriate transformer was determined, for which the technical and economic proposals were presented, which improves the electrical parameters in the Credit Union, demonstrating that the project is viable and by improving the efficiency of the electrical service, the objectives are sustainable both technically and economically.

Key words: Electric system, Quality, Reliability, Electric service, Energy, Transformer.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés de la propuesta tecnológica cuyo título versa “**ESTUDIO PARA MEJORAR LOS ÍNDICES DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO**”, presentado por : **Grefa Grefa Anthony Leandro y Paredes Cruz Edison Daniel**, Egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, septiembre de 2022

Atentamente,

Mg. María Fernanda Aguaiza Iza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 050345849-9



CENTRO
DE IDIOMAS

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título: Estudio para mejorar los índices de calidad y confiabilidad del sistema eléctrico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda. Agencia Mulalillo

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sublíneas de Investigación de la Carrera:

Energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.

Área donde propone desarrollar la investigación:

Zona 3, Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Parroquia Mulalillo.

Período: abril 2022 – agosto 2022

Equipo de trabajo:

✓ Grefa Grefa Anthony Leandro

CC: 150091374-2

Correo: anthony.grefa3742@utc.edu.ec

✓ Paredes Cruz Edison Daniel

CC: 050373779-3

Correo: edison.paredes7793@utc.edu.ec

Área de Conocimiento

Según el código de la UNESCO Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE para los campos de Ciencias y Tecnología [1].

✓ Área de conocimiento:

07 ingeniería, Industria y Construcción

✓ Subárea conocimiento:

071 ingeniería y Profesiones afines

✓ Subárea específico conocimiento:

0713 electricidad y energía

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Problema

2.1.1 Situación Problemática

En su gran mayoría los estudios acerca de confiabilidad en Sistemas Eléctricos han estado orientados a generación y cogeneración, pero desde 1960 han existido algunos pocos estudios para determinación de la confiabilidad en transmisión y distribución, y en los puntos de carga [2]. La técnica markoviana, que evalúa todos los estados posibles de un sistema y entrega resultados exactos, es de gran complejidad computacional; aún para redes de sólo 15 elementos requiere 32768 ecuaciones, una mayor aceptación ha tenido la técnica de cortes mínimos [2].

En los sistemas de distribución interesa la confiabilidad de operación, para mejorar el servicio a los clientes y evitar multas, y la confiabilidad de planificación, para diseñar redes eléctricas con poca probabilidad de fallas, la confiabilidad de distribución es definida por IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) como la capacidad del sistema para cumplir sin fallas su función dentro de un período especificado [2].

En Chile, los índices corresponden a lo indicado en la Sección precedente y la evaluación de la continuidad del suministro se obtiene del Sistema de Información del Consumidor, con datos

obtenidos del personal de terreno durante las interrupciones, hay diversos costos asociados a la continuidad del servicio, tales como costo de la energía no vendida, costo para el cliente, multas, y otros [2]. Las compañías usan esos índices, y su tendencia, en la planificación de nuevas inversiones, dado que los sistemas eléctricos de potencia son complejos se les divide en subsistemas para análisis de confiabilidad y hay métodos generales para ello, analíticos o de simulación estocástica [2].

En la última década se han introducido en gran escala equipos electrónicos a los sistemas eléctricos y debido a que estos equipos son susceptibles a pequeñas fluctuaciones en los parámetros de tensión, corriente y frecuencia, es de suma importancia el estudio de la calidad de energía, el cual se ha convertido en un factor indispensable para garantizar el buen funcionamiento de equipos y mantener una alta confiabilidad en los sistemas de potencia [3].

Durante la última década, el sector eléctrico ha logrado aumentar significativamente su capacidad instalada, al 2018 se contó con 8.826,89 MW de potencia instalada provenientes el 59,84% de fuentes Renovables, y el 40,16% correspondiente a fuentes No Renovables, en comparación al año 2009, con 4.838,70 MW de potencia instalada (de los cuales 4.777,08 MW fueron para servicio público y 710,62 MW para servicio no público); y que tuvo una participación del 44,8% de fuentes renovables, y el 55,2% correspondiente a fuentes no renovables [4]. El 15 de mayo de 2018 a través del Decreto Ejecutivo 399, se fusionaron por absorción al Ministerio de Hidrocarburos: el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, el Ministerio de Minería y la Secretaría de Hidrocarburos, una vez concluido el proceso de fusión, la institución se denominó “Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables” (MERNNR), el cual a nombre del Estado recibe todas las delegaciones que mantenían cada una de estas entidades, mediante la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) se establece como objetivos específicos, cumplir la prestación del servicio público de energía eléctrica al consumidor o usuario final, a través de las actividades de: generación, transmisión, distribución y comercialización, importación y exportación de energía eléctrica; proveer a los consumidores o usuarios finales un servicio público de energía eléctrica de alta calidad, confiabilidad y seguridad; así como el servicio de alumbrado público general que lo requieran según la regulación específica; entre otros [4]. Para poder cumplir estos objetivos es necesario contar con una correcta articulación intersectorial del sector energético, así mismo, el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, establece dentro de sus objetivos institucionales, además:

- Incrementar el uso eficiente de la demanda de la energía eléctrica a nivel nacional.
- Incrementar la calidad, continuidad, resiliencia, seguridad y cobertura del servicio público de energía eléctrica; incrementar la oferta de generación y transmisión eléctrica del país, por tal razón resulta importante contar con la planificación del sector eléctrico desde esta Cartera de Estado [4].

La Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda. Agencia Mulalillo, en la actualidad dispone de un transformador trifásico de 50 kVA perteneciente a la localidad de Mulalillo el cual alimenta a todo el sector donde se encuentra la entidad financiera.

En los últimos años la Cooperativa ha tenido un crecimiento significativo como entidad financiera, de la misma manera ha surgido el crecimiento de la localidad lo cual ha provocado el incremento de usuarios que se conectan a la red en el que se encuentra el transformador mencionado.

Por este motivo, se requiere indagar acerca de la confiabilidad y calidad eléctrica que llega al transformador con el fin de obtener un criterio el cual logre ejecutar el cumplimiento adecuado de los parámetros necesarios en la actualidad.

Realizando una entrevista acorde a las actividades diarias que realizan tanto el personal administrativo como el guardia de seguridad que labora en la Cooperativa financiera se conocieron hechos importantes acerca del funcionamiento de la acometida eléctrica, mismos que reflejan una falla recurrente, esta se menciona a continuación:

- La Cooperativa presenta interrupciones en el servicio eléctrico varias veces al día algunas de estas se han logrado evidenciar durante la jornada establecida de trabajo, estos sucesos provocan una discontinuidad de las labores del personal, incluso causa molestias de parte de los clientes o socios hacia la entidad, a futuro existe una gran probabilidad que estos inconvenientes puedan llegar a provocar daños en los equipos existentes en la entidad.

2.1.2 Formulación del problema

2.1.2.1 Diagrama de Ishikawa

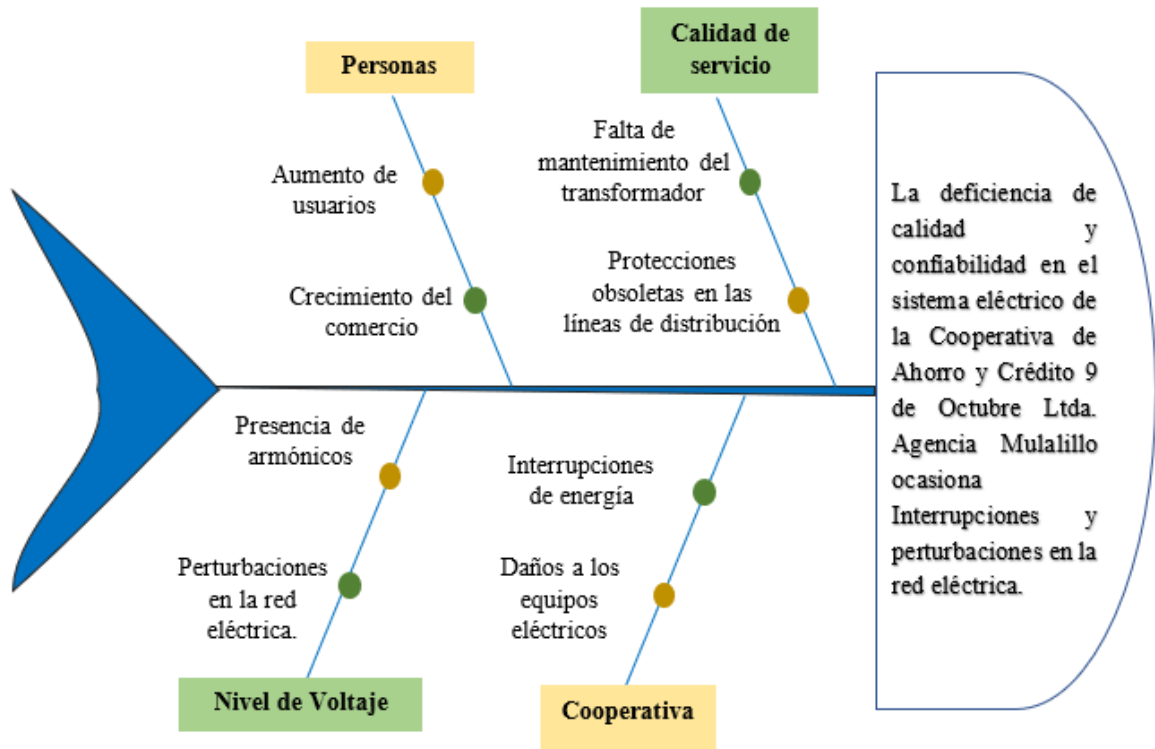


Figura 2.1. Diagrama de Ishikawa

2.1.2.2 Variable Independiente

- ✓ Deficiencia de calidad y confiabilidad en el sistema eléctrico.

2.1.2.3 Variable Dependiente

- ✓ Interrupciones y perturbaciones en la red eléctrica.

2.1.2.4 Planteamiento del problema

La deficiencia de calidad y confiabilidad en el sistema eléctrico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda. Agencia Mulalillo ocasiona Interrupciones y perturbaciones en la red eléctrica.

2.2 Objeto de estudio y Campo de acción

2.2.1 Objeto de estudio

- ✓ Utilización de índices de calidad y confiabilidad para el respectivo análisis.

2.2.2 Campo de acción

- ✓ Evidenciar los inconvenientes generados en el sistema eléctrico de la cooperativa de ahorro y crédito 9 de octubre Ltda.

2.3 Beneficiarios

2.3.1 Directos

- ✓ Directivos: 13
- ✓ Socios Corporativos: 27000
- ✓ Tesistas: 2

2.3.2 Indirectos

- ✓ Clientes: 15,000

2.4 Justificación

El objetivo del estudio realizado evidenciará una solución inmediata que, controlando las caídas de tensión y las perturbaciones en el sistema eléctrico, mejorará la eficiencia de la acometida de la Cooperativa. Para llegar al punto de calidad de energía requerido fue necesario realizar un estudio mediante un analizador de redes que nos otorgó los datos para efectuar las correcciones debidas.

Sin embargo, en ciertas investigaciones se detallan o expresan que para una mejor confiabilidad del suministro de energía eléctrica que posee la empresa debemos efectuar un correcto análisis aplicando un método fiable mediante el cálculo, un software permitiendo de esta manera obtener información para el correcto funcionamiento de equipos.

Los estudios que se van a realizar sobre la energía eléctrica, cargas, flujos de potencia y la aplicación de una propuesta, serán basados en normativas y los principales estándares actuales como la NEC/NFPA 70 y bibliografía recopilada, para un sistema eléctrico confiable.

Es así, que esta propuesta abarca el mejoramiento de la calidad y confiabilidad del sistema eléctrico con el cual se beneficiara la “Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda.” Agencia Mulalillo.

2.5 Hipótesis

La implementación de un transformador únicamente para la entidad mitigará las molestias ocasionadas en el sistema eléctrico, ya que, los índices de calidad y confiabilidad de la Cooperativa presenta interrupciones de energía varias veces al día ocasionando perturbaciones.

2.6 Objetivos

2.6.1 General

Elaborar un estudio para proponer una solución a los índices de calidad y confiabilidad del sistema eléctrico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda. Agencia Mulalillo” mediante un análisis en la red eléctrica.

2.6.2 Específicos

- Recopilar información bibliográfica del sistema eléctrico según las regulaciones vigentes.
- Realizar un estudio de la calidad y confiabilidad de energía en el sistema eléctrico mediante un analizador de redes en la Cooperativa.
- Desarrollar la simulación con la propuesta tecnológica con el fin de proponer una solución viable a las anomalías suscitadas en la acometida de la Cooperativa.

2.7 Descripción de las actividades y tareas con los objetivos establecidos

Tabla 2.1. Descripción de actividades y tareas de los objetivos

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Objetivo 1 Recopilar información bibliográfica del	Determinación de las características técnicas de la instalación eléctrica.	Tabla de datos. Diagrama Unifilar.	Visualizar cada una de las conexiones que posee la instalación eléctrica.

sistema eléctrico según las regulaciones vigentes.	Medición de distancias y conductores eléctricos.	Diagrama unifilar. Datos.	Con un flexómetro medimos distancias de los conductores y observamos el calibre del conductor.
	Obtención de datos técnicos del transformador que suministra el servicio eléctrico.	Hoja de datos.	Se utiliza el software ArcGis para la localización y obtención de datos.
Objetivo 2 Realizar un estudio de la calidad y confiabilidad de energía en el sistema eléctrico mediante un analizador de redes en la Cooperativa.	Comprobación de los equipos de seguridad, preparar y configurar el equipo.	EPP y Equipos en buen estado.	Comprobar que todo el equipo a usar funcione correctamente.
	Disposición de la conexión del equipo para encender y comprobar la señal.	Diagrama Unifilar.	Verificar la conexión según el orden: Puesta a tierra, pinzas de tensión.
	Procesamiento y obtención de datos de las mediciones.	Hoja de Excel.	Se irán registrando los datos de medición para su análisis.
Objetivo 3 Analizar los datos obtenidos con el fin de proponer una solución viable a las anomalías suscitadas en la acometida de la Cooperativa.	Análisis de resultados obtenidos mediante el analizador de redes.	Transcripción de datos en el software.	Los datos obtenidos serán reflejados en el Software ETAP.
	Planteamiento de una solución, la cual aporte de manera significativa a la mejora de las perturbaciones presentadas.	Elaborar el estudio adecuado.	Con los resultados obtenidos se propone obtener una solución oportuna.
	La presentación de una propuesta para dar una solución viable.	Reunión con el jefe de agencia de la entidad.	En la reunión se describe con detalles sobre la propuesta planteada.

3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Descripción de la cooperativa



Figura 3.2. Fachada de la Cooperativa

Fuente: [5]

3.1.1 Reseña Histórica

El sábado 9 de Octubre del mismo año en casa del Sr. José Córdova Robert, dilectos ciudadanos que contribuyeron con la iniciativa de conformar la Cooperativa, acto seguido eligieron la directiva quienes administrarían el proyecto financiero, por medio de la aprobación de estatutos que regirían la vida interna de la institución [6]. Martínez, en octubre de 2002, se apertura la agencia en la ciudad de Latacunga, que actualmente ofrece sus servicios en la Av. Posteriormente la Cooperativa remplace el modelo de negocio centralista que ha manejado desde varias décadas, donde la matriz y agencias se ubicaban únicamente en dos cantones de la provincia de Cotopaxi, por un modelo descentralizado e incluyente a través de una ampliación de su cobertura en las provincias de Tungurahua, Pichincha, Chimborazo y Santo Domingo Tsáchilas [6].

Modelo de negocio que sin duda, ha abierto las puertas para llegar con todo el abanico de productos y servicios financieros a nuevos sectores sociales que hemos sentido que necesitan de la mano y el acompañamiento de las instituciones financieras como la nuestra, para cambiar

su situación de pobreza y ofrecer una vida más digna a él y a su familia, y, así contribuir al desarrollo económico y social del país. , como Institución de Economía Popular y Solidaria, según lo manifestado en la Constitución Política del Estado, su accionar cotidiano se sustenta en los principios esenciales de la Economía Popular y Solidaria [6].

3.1.2 Ubicación Geográfica

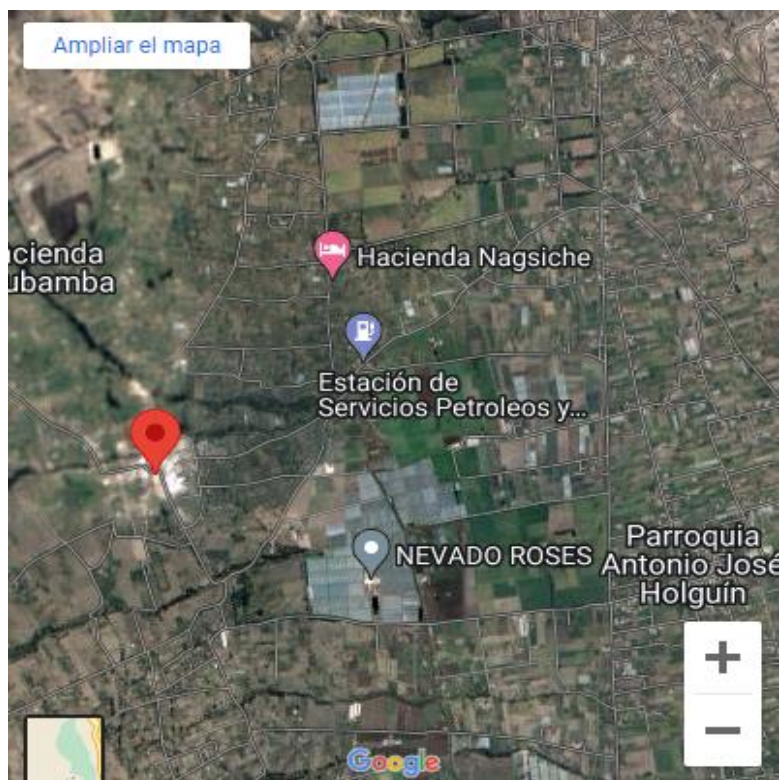


Figura 3.3. Ubicación de la Cooperativa

Fuente: [5]

3.2 Antecedentes de la electricidad

La electricidad es la forma de energía más utilizada hoy en día en la industria y en los hogares, es una forma de energía relativamente fácil de producir en grandes cantidades, de transportar a largas distancias, de transformar en otros tipos de energía y de consumir de forma aceptablemente limpia, aquella está presente en todos los procesos industriales y en prácticamente todas las actividades humanas por lo que se puede considerar hoy en día como un bien básico insustituible, para que la electricidad pueda ser utilizada es necesario, como en cualquier otra actividad industrial, un sistema físico que permite y sustenta todo el proceso desde su generación hasta su utilización y consumo final, este sistema es el conocido sistema eléctrico, y a pesar de la importancia que tiene hoy en día la energía eléctrica en prácticamente

todas las actividades del hombre, tanto industriales como residenciales y domésticas, su historia sin embargo es relativamente reciente ya que el inicio de la Tecnología Eléctrica está aceptado situarlo en el último cuarto del siglo XIX [7]. Esa tecnología se desarrolla a partir de la base científica, experimental y teórica, que sobre la electricidad se había elaborado y formulado a lo largo de todo ese siglo[7].

3.3 Estructura de un sistema eléctrico

Un sistema eléctrico se define como el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica [7].

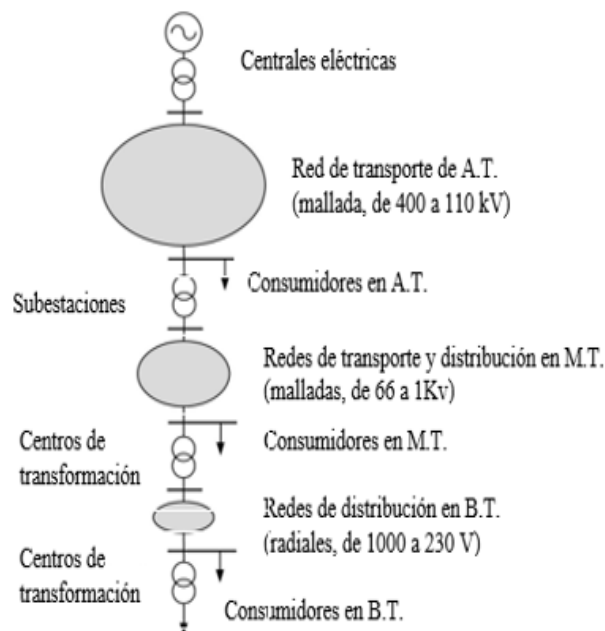


Figura 3.4. Estructura de un sistema eléctrico

Fuente: [7]

3.4 Tipos de instalación eléctrica

La instalación eléctrica es el conjunto de circuitos eléctricos con el objetivo de conducir y distribuir la corriente eléctrica desde su punto de origen (servicio eléctrico) hasta la última salida eléctrica, las instalaciones eléctricas se pueden clasificar según la tensión y según el uso [8].

3.4.1 Por su tensión

3.4.1.1 Instalación de alta y media tensión

Estas son instalaciones de gran potencia con grandes pérdidas de energía por el calentamiento de los conductores (efecto Joule), la diferencia de potencial máxima entre dos conductores es superior a 1000 voltios (1Kv), principalmente se usa para grandes consumidores industriales [8]. De alta tensión: son aquellas en las que la tensión nominal es superior a 1.000 voltios (V) en co-rriente alterna o 1.500 V en corriente continua [9].

3.4.1.2 Instalaciones de baja tensión

Estas son las instalaciones eléctricas más comunes, uso doméstico y comercial, la diferencia de potencial máxima entre dos conductores es inferior a 1000 voltios (1 Kv), pero tiene que ser superior a 24 voltios [8]. De baja tensión: son aquellas cuya tensión nominal es igual o inferior a 1.000 V para corriente alterna y 1.500 V para corriente continua” [9].

3.4.1.3 Instalaciones de muy baja tensión

Estas son instalaciones poco empleadas debido a la diferencia máxima de potencial entre dos conductores, ya que ésta tiene que ser inferior a 24 voltios, con este tipo de instalación de electricidad no se pueden usar artefactos con gran potencia ya que se quemaría el circuito [8].

3.4.2 Por su uso

3.4.2.1 Instalaciones generadoras

Son aquellas instalaciones de electricidad que generan una fuerza electromotriz, y, por tanto, energía eléctrica a partir de otras formas de energía. Se utilizan las líneas de transmisión de alta tensión y extra de alta tensión para transportar la corriente alterna desde el punto de generación hasta los centros de consumo (ya sean plantas industriales o ciudades enteras) [8].

3.4.2.2 Instalaciones de transporte

Son líneas eléctricas que conectan las distintas instalaciones, las líneas eléctricas pueden ser subterráneas (conductores instalados en galerías o zanjas) o aéreas (conductores instalados sobre apoyos) [8].

3.4.2.3 Instalaciones transformadoras

Son aquellas instalaciones que reciben la energía eléctrica y modifican sus parámetros, es decir, transforman la tensión de la energía (la reducen o la amplían según si tiene que ser utilizada o transportada) [8].

3.4.2.4 Instalaciones receptoras

Son aquellas que se pueden encontrar en la mayoría de industrias y de viviendas (instalación eléctrica más común), se caracterizan por la transformación de la energía eléctrica a otros tipos y por ser las instalaciones antagónicas a las generadoras [8].

3.5 Partes de una instalación eléctrica

El diseño de las instalaciones eléctricas depende del punto final del suministro, es decir, de los diversos requerimientos eléctricos: número de plantas, capacidad de edificación, posibles equipos eléctricos instalados, cargas [8]. A pesar de que el diseño estructural es variable, toda instalación de electricidad tiene que sujetar los siguientes elementos:

3.5.1 Acometida

Es aquella parte de la instalación que conduce la energía desde la fuente de suministro (red pública) hasta el punto de suministro (edificio, comunidad...), puede ser aérea o soterrada (normalmente está soterrada) [8].

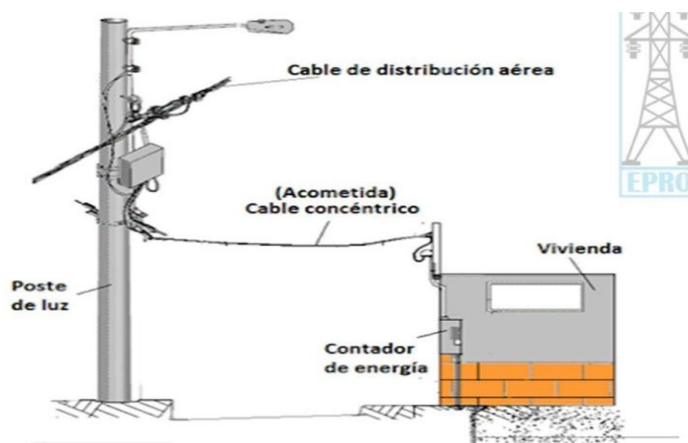


Figura 3.5. Acometida

Fuente: [8]

3.5.2 Equipo de medición

Es propiedad de la compañía distribuidora, este se coloca en la acometida para cuantificar el consumo de energía eléctrica por parte del usuario, el medidor tiene que estar protegido externamente y colocado en un lugar accesible para poder realizar la lectura y la revisión [8].

El medidor se calibra en kilowatts por hora, un kilowatt por hora es la cantidad de energía precisada para proporcionar 1000 watts de energía en una hora, como ejemplo y para ir clarificando un poco la idea, diez focos de cien watts prendidos una hora consumen un kilowatt por hora de energía eléctrica [10]. La compañía que nos proporciona la energía eléctrica utiliza estos medidores para (valga la redundancia) medir la cantidad de electricidad que consumimos en nuestro hogar, oficina o fábrica, al momento de hacer tu instalación eléctrica será la compañía la que instale el medidor, y generalmente los consumidores no podemos y no debemos ni tocarlos ni intentar arreglarlos si fallan [10]. Todo el tiempo, mientras usamos la electricidad, el medidor está funcionando y trabajando, cambiando sus números de acuerdo a la cantidad de electricidad que hemos utilizado [10].

3.5.3 Cuadro general y distribución de protección

Situado en el interior de la vivienda, es el corazón de la instalación eléctrica, en el mismo se pueden encontrar elementos de protección, distribución y control de la corriente eléctrica [8].

3.5.4 Interruptores

Este dispositivo está diseñado para abrir y cerrar los circuitos o conexiones eléctricas, por los cuales circula la corriente, los interruptores principales son, todos está colocados entre la acometida y el resto de la instalación [8].

3.5.4.1 El interruptor general

Es utilizado como medio de desconexión y protección del sistema [8].

3.5.4.2 El interruptor derivado

Es utilizado para proteger y desconectar los alimentadores de los circuitos que distribuyen la energía eléctrica entre las secciones [8].

3.5.4.3 El interruptor termomagnético

Es utilizado para proteger y desconectar el suministro si se produce una sobrecarga o un cortocircuito [8].

3.5.4.4 El interruptor de control de potencia

Es utilizado para limitar el consumo de potencia por parte del usuario, protege el sistema de posibles sobrecargas [8].

3.5.5 Transformador

Equipo eléctrico que se encarga de cambiar el voltaje del suministro al voltaje requerido por la instalación, este elemento no es imprescindible ya que puede haber instalaciones con el mismo voltaje que la acometida, y, por el contrario, puede haber instalaciones que necesiten más de un transformador (con un gran nivel de voltaje) [8].

En la etapa final de la transmisión de energía eléctrica (la distribución) hay necesidad de emplear transformadores que bajen la media tensión, de 4,16 kV, 13,2 kV, 24 kV y 34,5 kV, al voltaje de utilización a nivel usuario, es decir, 120, 240 o 480 V (siempre menor a 600V); en nuestra práctica nacional se emplean los transformadores monofásicos y se utilizan 3 de dichos transformadores para formar bancos trifásicos [11].

3.5.6 Tablero general

Es un gabinete metálico compuesto por dispositivos de control, este se coloca inmediatamente después del transformador y contiene un interruptor general automático para desconectar el servicio si fuera necesario [8].

El tablero eléctrico es el encargado de resguardar todos los componentes de un sistema eléctrico, su objetivo es brindar protección a dispositivos tales como fusibles, circuitos eléctricos, etc. [12].

Por lo general las instalaciones realizadas en las viviendas ocupan un cuadro eléctrico, desde donde se alimentan otros cuadros secundarios, este mismo mecanismo es implementado en instalaciones industriales, edificios y centros comerciales [12].

3.5.7 Salidas para alumbrado y contacto

La unidad de alumbrado se encuentra al final de las instalaciones de electricidad, esta unidad son consumidores que transforman la energía eléctrica en energía luminosa o calurosa [8].

3.5.8 Toma de corriente o enchufe

Está situado en la pared y permite el paso de corriente cuando se conectan la ficha (clavija) y la base (enchufe hembra), en cada circuito eléctrico deberán instalarse un máximo de ocho enchufes [8].

3.5.9 Toma a tierra o neutro

Se emplea para evitar el paso de corriente al usuario debido a un fallo de aislamiento entre los conductores activos, tiene muy poca resistencia para favorecer la circulación de cualquier fuga de corriente, es un elemento de seguridad de la instalación eléctrica [8].

El funcionamiento de una toma de tierra es fundamental para garantizar algo tan valioso como es la seguridad de las personas, ya que su instalación impide el paso de corriente de un aparato eléctrico a quien lo utilice y aunque sí es la principal, esa no es la única ventaja [13].

3.6 Averías más comunes en las instalaciones de electricidad

La instalación eléctrica tiene un mecanismo muy complejo y por seguridad es muy sensible a las posibles fugas y averías, los elementos protectores que lo conforman actuarán desactivando el suministro de luz, en la mayoría de estas la desconexión se produce por prevención, aun así, a continuación, encontrarás algunas de las averías más comunes [8].

3.6.1 Cortocircuito

Un cortocircuito es una de las fallas más comunes en la instalación de electricidad, esta incidencia se produce cuando hay una mala conexión entre dos conductores, una conexión entre dos conductores de distinta polaridad o cuando hay una falla en el aislamiento del cableado [8].

Un cortocircuito es un evento que se produce cuando dos conductores de distinta fase o polaridad se juntan haciendo contacto físico entre sí, este contacto directo provoca que la resistencia del circuito baje hasta cero, ello genera un aumento brusco de la intensidad de la corriente eléctrica según la Ley de Ohm [14].

3.6.2 Sobrecarga

Cada uno de los circuitos de la instalación está diseñado para soportar una intensidad de corriente diferente, es decir, existe una corriente máxima definida por las protecciones magnetotérmicas que limita el pase de corriente por cada circuito, cuando esta corriente supera el límite, se produce una subida de tensión o sobrecarga [8].

Los cortes eléctricos son situaciones muy incómodas y que pueden hacernos pasar un muy mal rato en nuestros hogares, por lo que nosotros no esperamos que ocurran muy a menudo, pero olvidamos que pueden existir situaciones donde los cortes de luz pueden ser por nuestra culpa, al generar una sobrecarga eléctrica y superar la capacidad para la cual fue instalado [15].

3.6.3 Pérdida de aislamiento

Es uno de los fallos más habituales, debido sobre todo al envejecimiento de los cables por donde circula la corriente eléctrica, esta avería puede provocar el paso de corriente a los usuarios, produciendo una descarga eléctrica [8].

3.6.4 Falla del interruptor diferencial

Protege a los usuarios de posibles descargas eléctricas por contacto (tanto directo como indirecto), el interruptor diferencial desconectará automáticamente el suministro de luz de la vivienda si detecta alguna anomalía, defecto o desviación en la instalación [8].

3.7 Acometida bifásica, trifilar

Es aquella que arranca desde la red de distribución con dos conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema [16].

La acometida eléctrica se define como un trabajo en parte de la instalación eléctrica donde se genera un punto de conexión entre las redes de distribución y la instalación de suministro del consumidor final, podría decirse que la acometida es el enganche necesario para que el suministro eléctrico llegue hasta el usuario [17].

3.8 Reguladores de tensión

Las variaciones de tensión son un problema frecuente en el sistema de distribución de energía eléctrica, debidas principalmente a la mala impedancia de la línea, así como a las variaciones de carga y a la sobrecarga en algunos puntos, las compañías generadoras de energía eléctrica tratan de mantener la tensión suministrada a los usuarios dentro de un rango igual al $\pm 5\%$ del valor nominal, bajo ciertas condiciones, se permite una variación mayor. Sin embargo, hay que aclarar que algunas cargas sensibles soportan una variación mucho menor para su correcto funcionamiento [18].

Los reguladores de tensión son equipos utilizados desde la aparición de los primeros sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, su función consiste en mantener una tensión de salida dentro de un margen estrecho ante variaciones en la tensión de entrada, su aplicación puede dividirse en dos grupos: para media y alta tensión, los cuales se colocan en las líneas de transmisión y distribución, y para baja tensión, que se colocan a la entrada de los equipos cuya tensión se requiere que sea constante, este tipo de equipos sólo puede corregir las

variaciones de tensión de larga duración y, dependiendo del tipo, algunas de corta duración. Su tiempo de respuesta típico va desde varios milisegundos hasta decenas de segundos [18].

3.9 Calidad del servicio eléctrico de distribución (REGULACIÓN No. CONELEC – 004/01)

3.9.1 Definiciones

3.9.1.1 Armónicas

Son ondas sinusoidales de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz [19].

Las corrientes armónicas son los componentes similares de una corriente eléctrica periódica descompuesta en la serie de Fourier, los armónicos tienen una frecuencia que es múltiplo (2, 3, 4, 5, ... n) de la frecuencia fundamental (50 o 60 Hz en las redes eléctricas) [20]. El número “n” determina el rango de la componente armónica, se denomina “armónico del rango n” a la componente armónica del rango correspondiente a “n” veces la frecuencia de la red. Ejemplo: para una frecuencia fundamental de 50 Hz, el armónico de rango 5 presentará una frecuencia de 250 Hz [20].

3.9.1.2 Centro de transformación

Constituye el conjunto de elementos de transformación, protección y seccionamiento utilizados para la distribución de energía eléctrica [19].

3.9.1.3 Fluctuaciones de Voltaje (o Variaciones de)

Son perturbaciones en las cuales el valor eficaz del voltaje de suministro cambia con respecto al valor nominal [19].

3.9.1.4 Frecuencia de las interrupciones

Es el número de veces, en un periodo determinado, que se interrumpe el suministro a un consumidor [19].

3.9.1.5 Interrupción

Es el corte parcial o total del suministro de electricidad a los Consumidores del área de concesión del Distribuidor [19].

3.9.1.6 Periodo de medición

A efectos del control de la Calidad del Producto, se entenderá al lapso en el que se efectuarán las mediciones de Nivel de Voltaje, Perturbaciones y Factor de Potencia, mismo que será de siete (7) días continuos [19].

3.9.1.7 Perturbación rápida de voltaje (flicker)

Es aquel fenómeno en el cual el voltaje cambia en una amplitud moderada, generalmente menos del 10% del voltaje nominal, pero que pueden repetirse varias veces por segundo, este fenómeno conocido como efecto “Flicker” (parpadeo) causa una fluctuación en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano [19].

3.9.1.8 Voltaje de suministro (Vs)

Es el valor del voltaje del servicio que el Distribuidor suministra en el punto de entrega al consumidor en un instante dado [19].

Todos aquellos términos que no se encuentran definidos en forma expresa en esta Regulación, tendrán el mismo significado que los establecidos en los demás Reglamentos y Regulaciones vigentes [19].

3.10 Atributos de calidad

3.10.1 Atributos de calidad de la distribuidora

[21] La evaluación de la calidad de la prestación del servicio de energía eléctrica se efectuará considerando los siguientes índices e indicadores:

3.10.2 Calidad del producto:

- a) Nivel de voltaje [21].
- b) Perturbaciones rápidas de voltaje (Flicker) [21].
- c) Distorsión armónica de voltaje [21].
- d) Desequilibrio de voltaje [21].

3.10.3 Calidad del servicio técnico:

- a) Frecuencia de interrupciones a nivel global y por consumidor [21].
- b) Duración de interrupciones a nivel global y por consumidor [21].

3.10.4 Calidad del servicio comercial:

- a) Porcentaje de atención a nuevos suministros [21].
- b) Porcentaje de errores en la facturación [21].
- c) Tiempo promedio de resolución de reclamos [21].
- d) Porcentaje de resolución de reclamos [21].
- e) Porcentaje de restablecimiento de servicio [21].
- f) Porcentaje de respuestas a consultas [21].
- g) Satisfacción de consumidores [21].

3.11 Nivel de voltaje

3.11.1 Índice de calidad

La calidad de nivel de voltaje en un punto del sistema de distribución [22] . Se determinará con el siguiente índice:

$$\Delta V_k = \frac{V_k - V_N}{V_N} \times 100[\%] \quad \text{Ecuación (3.1)}$$

Donde:

ΔV_k = Variación del voltaje de suministro respecto al voltaje nominal en el punto k .

V_k = Voltaje de suministro en el punto k , determinado como el promedio de las medidas registradas (al menos cada 3 segundos) en un intervalo de 10 minutos.

V_N = Voltaje nominal en el punto k .

Tabla 3.2. Límites para el índice de nivel de voltaje

Nivel de Voltaje	Rango admisible
Alto Voltaje (Grupo 1 y Grupo 2)	$\pm 5,0 \%$
Medio Voltaje	$\pm 6,0 \%$
Bajo Voltaje	$\pm 8,0 \%$

Fuente: [22]

3.12 Armónicos

3.12.1 Índices de calidad

$$V_i' = \left(\frac{V_i}{V_n} \right) * 100 \quad \text{Ecuación (3.2)}$$

$$THD = \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i)^2}}{V_n} \right) * 100 \quad \text{Ecuación (3.3)}$$

Donde:

V_i' = Factor de distorsión armónica individual de voltaje.

THD = Factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje

V_i = Valor eficaz (rms) del voltaje armónico "i" (para $i = 2 \dots 40$) expresado en voltios.

V_n = Voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.

3.13 Confiabilidad de un sistema eléctrico

Como concepto general, puede plantearse que la confiabilidad es una función que expresa una probabilidad de sobrevivencia a través del tiempo, para un componente aislado, corresponde a una exponencial decreciente, indicando que la probabilidad de estar operando es mayor en los instantes iniciales a su puesta en funcionamiento o "nacimiento" que después de pasado un largo tiempo, evidentemente, en el tiempo infinito tal probabilidad será cero [23].

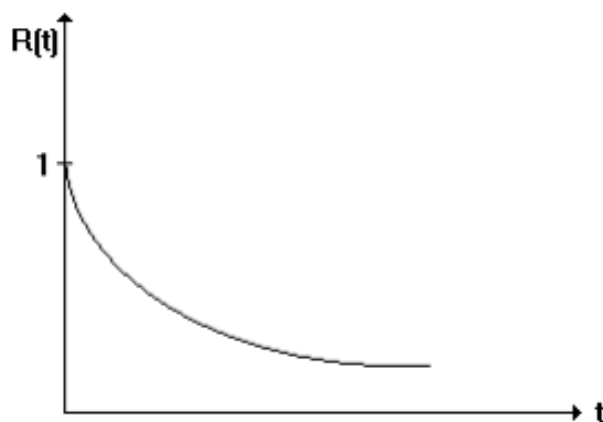


Figura 3.6. Función de confiabilidad

Fuente: [23]

Para el caso de un sistema eléctrico de distribución, la probabilidad de "sobrevivencia" se asocia con la posibilidad de disponer de energía eléctrica en cualquier instante, es obvio que el sistema eléctrico no se acaba, pero cada cierto tiempo experimentará situaciones que derivan en cortes de servicio, dado que los elementos que lo componen sufren desperfectos o fallas (por condiciones de operación o accidentales) [23]. Entonces, la confiabilidad para este tipo de sistemas se establece en base a una serie de cuantificadores, que intentan describir, en promedio, las veces en que se ve afectado el servicio eléctrico y sus probables duraciones [23].

3.14 Calidad en el suministro del servicio eléctrico

La calidad tiene relación con el servicio que se presta, especialmente en lo que se refiere a calidad de onda, continuidad del suministro y frecuencia de las interrupciones, como también a la atención que recibe el consumidor final, por ello la calidad se divide en tres aspectos: Calidad Técnica del producto, Continuidad y Calidad Comercial [23].

Existen diferentes cuantificadores que dan cuenta de la presencia de anomalías e indican la necesidad de tomar medidas correctivas, uno de los principales problemas son los cortes de suministro de energía que afectan a todos los usuarios produciendo graves distorsiones tanto en el desarrollo habitual de cualquier actividad como en el confort de las personas, y se cuantifican midiendo su frecuencia de aparición y su duración, una manera más general de evaluar la confiabilidad del servicio eléctrico es a través de la disponibilidad, la determinación de índices de calidad de servicio en sistemas de distribución de energía eléctrica, se basa en planteamientos de gestión interna de los procesos de operación, mantenimiento, atención de los daños y en el cumplimiento de las exigencias de calidad de los organismos estatales de control, regulación y vigilancia [23].

3.15 Identificación de las interrupciones

Una interrupción en el suministro del servicio eléctrico representa una pérdida económica para la empresa de distribución, debido a la energía no vendida, por lo cual es importante disponer de las herramientas necesarias para su correcta evaluación, los requerimientos, procesos, codificaciones y criterios necesarios para cumplir con el objetivo enunciado se encuentran establecidas en la Regulación CONELEC No. 004/01 referida a la calidad de servicio eléctrico de distribución [19].

La información relacionada con cada una de las interrupciones que ocurran en la red eléctrica se identificará de la siguiente manera:

- Fecha y hora de inicio de cada interrupción [19].
- Identificación del origen de las interrupciones: internas o externas [19].
- Ubicación e identificación de la parte del sistema eléctrico afectado por cada interrupción: circuito de bajo voltaje (BV), centro de transformación de medio voltaje a bajo voltaje (MV/BV), circuito de medio voltaje (MV), subestación de distribución (AV/MV), red de alto voltaje (AV) [19].
- Identificación de la causa de cada interrupción [19].
- Relación de equipos que han quedado fuera de servicio por cada interrupción, señalando su respectiva potencia nominal [19].
- Número de Consumidores afectados por cada interrupción [19].
- Número total de Consumidores de la parte del sistema en análisis [19].
- Energía no suministrada [19].
- Fecha y hora de finalización de cada interrupción [19].

Esta información debe tener interrelación con las bases de datos, de tal manera que se permitirá identificar claramente a todos los consumidores afectados por cada interrupción que ocurra en el sistema eléctrico [19].

3.16 Clasificación de interrupciones

Hace referencia a la interrupción del servicio eléctrico hacia los consumidores finales, como resultado de la desconexión total o parcial de uno o más componentes del sistema y se clasifican de la siguiente manera (Basado en la Regulación CONELEC No. 004/01):

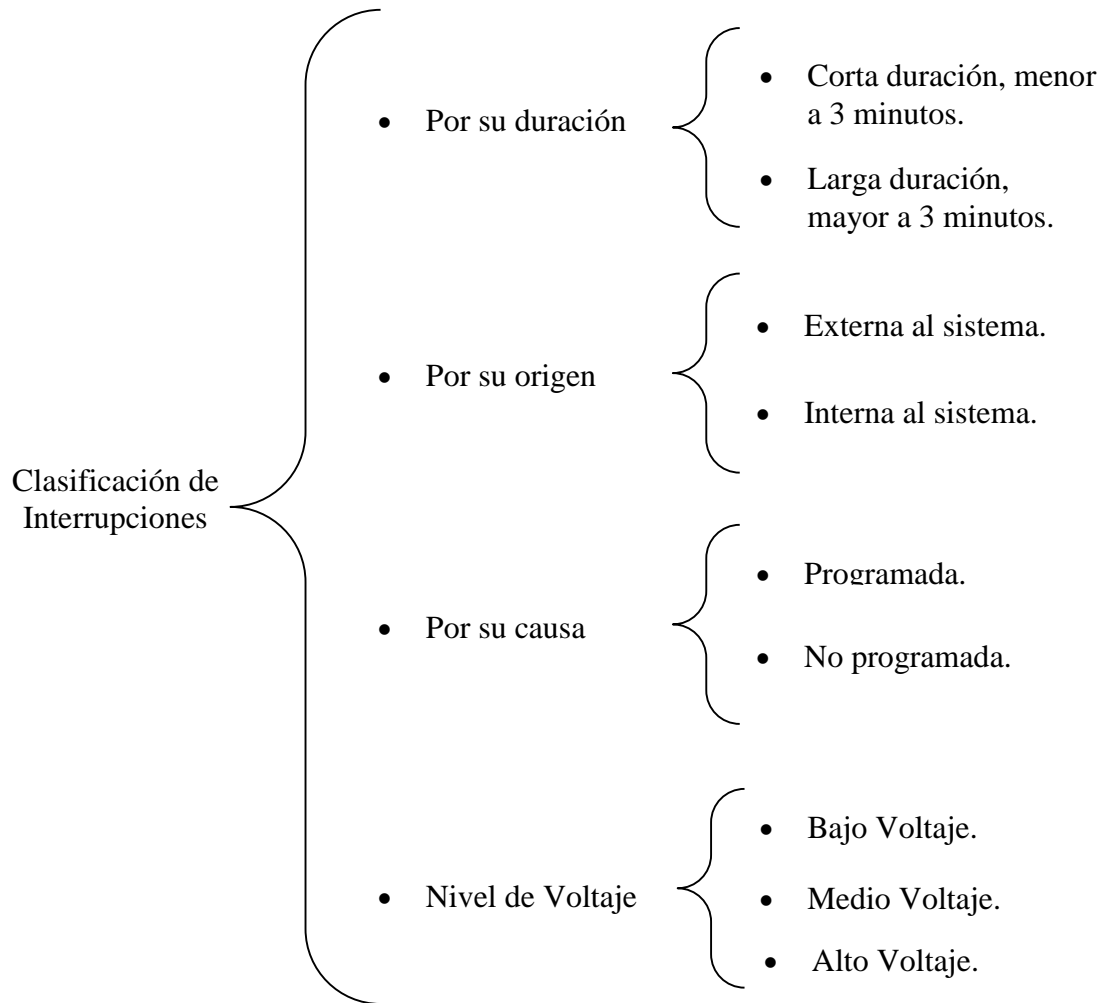


Figura 3.7. Clasificación de interrupciones

Fuente: [19]

Entendiéndose como componente a cualquier pieza o equipo del Sistema, el cual puede ser visualizado como una entidad para propósitos de reportar, analizar y predecir salidas de servicio [19].

3.17 Índices de calidad del servicio técnico de distribución de energía eléctrica

Los índices de calidad se calcularán para toda la red de distribución (Rd) y para cada alimentador primario de medio voltaje (Aj) [22]. De acuerdo a las siguientes expresiones:

- a) Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal Instalado (FMIK)

En un período determinado, representa la cantidad de veces que el kVA promedio sufrió una interrupción de servicio [22].

$$FMIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAf_{Si}}{kVA_{inst}} \quad \text{Ecuación (3.4)}$$

$$FMIK_{Aj} = \frac{\sum_i kVAf_{Si_{Aj}}}{kVA_{inst_{Aj}}} \quad \text{Ecuación (3.5)}$$

b) Tiempo Total de interrupción por kVA nominal Instalado (TTIK) en un período determinado, representa el tiempo medio en que el kVA promedio no tuvo servicio [22].

$$TTIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAf_{Si} * Tfs_i}{kVA_{inst}} \quad \text{Ecuación (3.6)}$$

$$TTIK_{Aj} = \frac{\sum_i kVAf_{Si_{Aj}} * Tfs_{i_{Aj}}}{kVA_{inst_{Aj}}} \quad \text{Ecuación (3.7)}$$

Donde:

$FMIK$: Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal instalado, expresada en fallas por kVA.

$TTIK$: Tiempo Total de Interrupción por kVA nominal instalado, expresado en horas por kVA.

\sum_i : Sumatoria de todas las interrupciones del servicio "i" con duración mayor a tres minutos, para el tipo de causa considerada en el período en análisis.

\sum_i^{Aj} : Sumatoria de todas las interrupciones de servicio en el alimentador "Aj" en el período en análisis.

$kVAf_{Si}$: Cantidad de kVA nominales fuera de servicio en cada una de las interrupciones "i".

kVA_{inst} : Cantidad de kVA nominales instalados.

Tfs_i : Tiempo de fuera de servicio, para la interrupción "i"

Rd : Red de distribución global

Aj : Alimentador primario de medio voltaje "j"

c) Índices para consumidores en AV y MV

Para el caso de consumidores en áreas urbanas cuyo suministro sea realizado en el nivel de Alto y Medio Voltaje no se aplicarán los índices descritos anteriormente, sino que se controlará la calidad de servicio en función de índices individuales de acuerdo a lo establecido para la Subetapa 2 [19].

3.17.1 Registro

Será responsabilidad del Distribuidor efectuar el levantamiento y registro de las interrupciones y la determinación de los correspondientes índices [19].

Para la determinación de los índices se computarán todas las interrupciones que afecten la Red de Medio Voltaje de Distribución, es decir a nivel de alimentadores primarios [19].

El Distribuidor entregará informes anuales al CONELEC con los resultados de su gestión en el año inmediato anterior, especificando las interrupciones y los indicadores de control resultantes por toda la empresa y por alimentador de MV, y el monto de las Compensaciones en caso de corresponder, el CONELEC podrá auditar cualquier etapa del proceso de determinación de índices, así como exigir informes de los registros de interrupciones, con una periodicidad menor a la anual [19]. A los efectos del control, el Distribuidor entregará informes mensuales al CONELEC con:

- a) Los registros de las interrupciones ocurridas.
- b) la cantidad y potencia de los transformadores de MV/BV que cada alimentador de MV tiene instalado, para una configuración de red normal.
- c) el valor de los índices obtenidos.

3.17.2 Límites

En [22] los valores límites admisibles, para los índices de calidad del servicio técnico, aplicables durante la Subetapa 1 son los siguientes”:

Tabla 3.3. Límites admisibles para los índices de calidad de servicio técnico

Índice	Lim FMIK	Lim TTIK
Red	4,0	8,0
Alimentador Urbano	5,0	10,0
Alimentador Rural	6,0	18,0

Fuente:[19]

4 METODOLOGÍA

Se realizó un análisis en la red eléctrica de la entidad, se obtuvo datos técnicos y características de la acometida en la entidad y el transformador actualmente instalado, a continuación, se especificarán los tipos de modalidades de investigación y las técnicas que se va a desarrollar para un análisis adecuado, basado en la recepción de datos y análisis de resultados, los cuales serán principales para unificar criterios técnicos, con el fin de desarrollar el estudio para mejorar los índices de calidad y confiabilidad mediante la elaboración de un diagrama unifilar en software.

4.1 Modalidad de investigación

4.1.1 Método Bibliográfico

Para el desarrollo del estudio, se seleccionó la búsqueda de información mediante diferentes fuentes de información, las cuales estarán afines con el área eléctrica, como fuentes principales de información son libros, revistas, artículos, normativas y tesis.

Otras fuentes como manuales e investigaciones, el actual estudio tendrá como fuente de información las fuentes mencionadas, los cuales están ligados al enfoque del trabajo y servirán como guía para sustentar los criterios técnicos y propuestas de mejoramiento.

4.1.2 Método Experimental

Se utilizó el método experimental en la aplicación de las técnicas y teorías que fueron seleccionadas. La investigación tendrá como principios fundamentales normativas técnicas aplicadas al estudio, resultados de software, características del sistema eléctrico y diagramas.

La investigación utiliza estudios interpretativos y prácticos, que sirven para observar los detalles y características, además de analizar los parámetros que se generan en la nueva alternativa para el mejoramiento del sistema eléctrico.

4.1.3 Método de campo

Se desarrolló este método para la recopilación de parámetros eléctricos, en el tablero de control, en donde se encuentran conectadas todas las cargas energéticas de la Cooperativa. Se recopiló información con los trabajadores de la entidad, para conocer sobre los problemas que existen cuando se interrumpe el servicio eléctrico.

Para realizar el estudio de mejoramiento de la calidad y confiabilidad energética, es primordial contar con la información real y vigente, ya que los resultados dependen de esta información, así que se procede a diseñar el diagrama unifilar, mediante la recopilación de información.

De igual manera se procedió a realizar el análisis de cargas de energía de la Cooperativa, con la ayuda del equipo SACI-AHM1, que visualiza el comportamiento de la carga total y la demanda energética.

4.1.4 Método descriptivo

Se realizó la tabulación y análisis de los datos, se desarrolló la presentación de un diagrama unifilar, mediante la obtención de los resultados del estudio que obtuvimos con el analizador de redes instalado en el tablero principal de distribución de la entidad.

El objeto de la investigación descriptiva consiste en describir y evaluar ciertas características de una situación particular en uno o más puntos del 'tiempo', en la investigación descriptiva se analizan los datos reunidos para descubrir así, cuáles variables están relacionadas entre sí [24].

4.1.5 Método Cuantitativo

Se utilizó el método cuantitativo cuando recurrimos a un método basado en estudios, en el análisis de la realidad a través de la recopilación de datos, los cuales van a ser necesarios para encontrar las variables de estudio y diseño, la definición de esta variable, se la puntualiza a continuación: Las investigaciones cuantitativas tienen un enfoque donde la recolección de datos es numérica, estandarizada y cuantificable, y el análisis de información de resultados permiten fundamentar la comprobación de una hipótesis mediante procedimientos estadísticos, los cuales ofrecen la posibilidad de generar los resultados [25].

4.1.6 Método Cualitativo

La orientación es cualitativa cuando se emplea acontecimientos ocurridos en la institución, por parte de los trabajadores, como las fallas eléctricas que suceden a menudo. Esta entrevista crea énfasis al avance del proyecto a realizar, caracterizando el por qué se están presentando sucesos que pueden afectar la instalación eléctrica.

4.2 Técnicas de investigación

4.2.1 Observación

Mediante esta técnica, permite sondear y visualizar los equipos conectados a la red eléctrica, también identificar calibres de conductores. En los **Anexos 2**: se representan estas condiciones.

4.2.2 Medición

Esta técnica permite adquirir datos de corrientes, voltajes y en unidades de distancias medidas de los tramos de los conductores eléctricos dentro de la Cooperativa, para realizar el estudio y el dimensionamiento de nuevos equipos en la red eléctrica de la entidad.

4.2.3 Simulación

Utilizamos softwares precisos que permiten ejecutar simulaciones para generar el estudio de cargas y efectuar el estudio de mejoramiento de calidad energética.

4.3 Instrumentos

Seguidamente, se detallarán los equipos utilizados para tomar mediciones dentro de la “COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA.” AGENCIA MULALILLO.

4.3.1 Analizador de redes SACI-AHM1

El analizador AHM1 está diseñado para el cálculo y la medida de las variables eléctricas de una red, tales como, tensión, corriente, frecuencia, potencia, factor de potencia, energía, componentes armónicos, este dispone de una memoria de 8 MB incorporada [26].

Tabla 4.4 Parámetros que puede medir el analizador SACI-AHM1

Magnitud	Unidad	L1	L2	L3	Total	Max/ Min	Demanda
Tensión (Fase-Neutro)	V, kV	x	x	X		x	
Corriente	A, kA	x	x	X		x	x
Corriente de neutro	A, kA				x		
Potencia activa (P)	kW, MW, GW	x	x	X	x	x	x
Potencia reactiva (Q)	kVAR, MVAR, GVAR	x	x	X	x	x	x
Potencia aparente (S)	kVA	x	x	X	x	x	x
Factor de potencia	PF	x	x	X	x	x	
Frecuencia	Hz				x	x	
Energía activa importada (EP+)	kWh, MWh, GWh				x		
Energía activa exportada (EP-)	kWh, MWh, GWh				x		
Energía reactiva importada (EP+)	kh, Mvarh, Gvarh				x		

Energía reactiva exportada (EP-)	kvarh, Mvarh, Gvarh				x		
Cuenta horas	h: min				x		
THD corriente y tensión	A, V	x	x	X			
Armónicos	%	x	x	X			
Desequilibrios	%				x		

Fuente: [26]

4.3.2 Transformador 400/5 A

Es aquella que permite convertir una corriente nominal elevada a una de más baja para poder ser medida por un equipo, en instalaciones donde es posible parar el suministro eléctrico para poder instalar los transformadores.

4.3.3 Flexómetro

Con el flexómetro se pudo registrar las distancias de los conductores, es importante como requisito para la simulación del circuito eléctrico en el software. La definición de flexómetro es sencilla. Se trata de un instrumento de medición formado por una delgada cinta metálica flexible y auto enrollable en una carcasa, que puede ser tanto metálica como de plástico, y equipada con un sistema de freno o bloqueo de la cinta para ayudar a mantener fija una medición.

El flexómetro, o como todos lo conocemos tradicionalmente como metro o cinta métrica, es posiblemente una de las herramientas más utilizadas por cualquier profesional del sector de la construcción.

4.3.4 Software a utilizar

Enlace a puerta web: En Geoportal, se organiza normalmente un conjunto de trabajos relacionados en concreto, mapas, escenas, diseños, datos, tablas, herramientas y conexiones a otros recursos en un proyecto basados datos web.

Software ETAP: ETAP es el líder mundial en modelado de sistemas eléctricos de potencia, para diseño, análisis, optimización y predicción en tiempo real. Las tecnologías de software del fabricante de ETAP aseguran que los sistemas de potencia están diseñados para óptima seguridad, confianza y uso eficiente de la energía. Cuando se destinan a tiempo real hace que las organizaciones administren estratégicamente la energía, maximicen su uso, bajen costos y logren mejoras en la estabilidad financiera.

4.4 Ejecución del proyecto

Se presentan los procedimientos para la ejecución del proyecto como la obtención de datos, el análisis de las corrientes y la determinación del consumo de potencias, con la finalidad de realizar un estudio de mejoramiento de calidad energética.

4.4.1 Método por Software

Para ejecutar un estudio de cargas eléctricas, existen múltiples softwares que ofrecen grandes ventajas como: análisis de flujos, estudio de corriente de cortocircuito, selectividad, diseñar el diagrama unifilar del sistema, etc.

Etap nos permite realizar con mayor exactitud ante otros softwares la realización del modelado y diseño del sistema, contiene librerías normalizadas, simulación con todos los parámetros necesarios, interfaz de aprendizaje didáctica, fiabilidad en sus resultados y una opción de descarga e instalación gratuita para estudiantes.

4.4.2 Parámetros del transformador local mediante Geoportal

Mediante el enlace web Geoportal se obtuvieron los parámetros principales del transformador local el cual suministra a la Cooperativa.

Un Geoportal es una puerta de enlace a recursos geoespaciales basados en web, que le permite descubrir, visualizar y acceder a información y servicios espaciales disponibles gracias a las organizaciones que los ofrecen, de igual manera, los proveedores de datos pueden usar el Geoportal para hacer que sus recursos geoespaciales se puedan descubrir, visualizar y que sean accesibles para los demás [27].



Figura 4.8. Mapa de usuarios a los que suministra el transformador

En la **Figura 4.8.** se puede observar la distribución de usuarios y consumidores a los cuales el transformador suministra la energía eléctrica en la parroquia de Mulalillo en la cual se ubica la Cooperativa.

En la **Tabla 4.5.** se puede observar los parámetros que tiene el transformador obtenido mediante el sitio Geo portal web de Elepco S.A.

Tabla 4.5. Parámetros del Transformador local

Alimentador	Salcedo Sur - Oriente
Código Empresa	ELEPCO
Provincia	COTOPAXI

Cantón	SALCEDO
Subtipo	5
Código Puesto	OID 29149
Fase Conexión	ABC
Voltaje	13,8 kV
Protección AT	Si
Potencia (kVA)	50
Configuración BT	Estrella
Protección BT	P175
No. Transf.	OID 29149
Parroquia	MULALILLO
KVLN	7960
Corriente	100 A
Corriente TriFas. Cortocircuito	8000
Usuarios	154
Tipo	Secc. Fusib. De Trafo

Corriente máx. Corto C.	8 kA
Tirafusible	100 K;100 K;100 K
Código Adms	SFU_P67586-1

4.5 Diagnóstico de la red eléctrica de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “9 de octubre” Ltda. Agencia Mulalillo

Previo a realizar el estudio, se realizó la socialización con el jefe de agencia de la entidad, solicitando los permisos correspondientes para realizar las mediciones necesarias, con el fin de dar seguimiento a los lineamientos de la propuesta tecnológica, una vez autorizado la propuesta se continúa con el levantamiento de datos, el cual se efectuará en el transcurso del periodo académico durante las 16 semanas.

4.5.1 Estado actual de las instalaciones eléctricas

Al efectuar el levantamiento de información en la Cooperativa se obtuvo como resultado las siguientes observaciones:

- En el tablero de control se observó que las protecciones eléctricas se encuentran en buen estado.
- Se encuentran de igual manera dos relevadores encapsulados en perfecto estado y funcional.
- Existen 2 contactores de ruptura funcionales que se encuentran correctamente instalados según las normativas vigentes del ARCONEL.
- Los conductores se encuentran ordenados y con el calibre adecuado para esta acometida.

En la Figura 4.9. se muestra el diagrama unifilar actual de la Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda., Agencia Mulalillo.

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA "COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA." AGENCIA MULALILLO

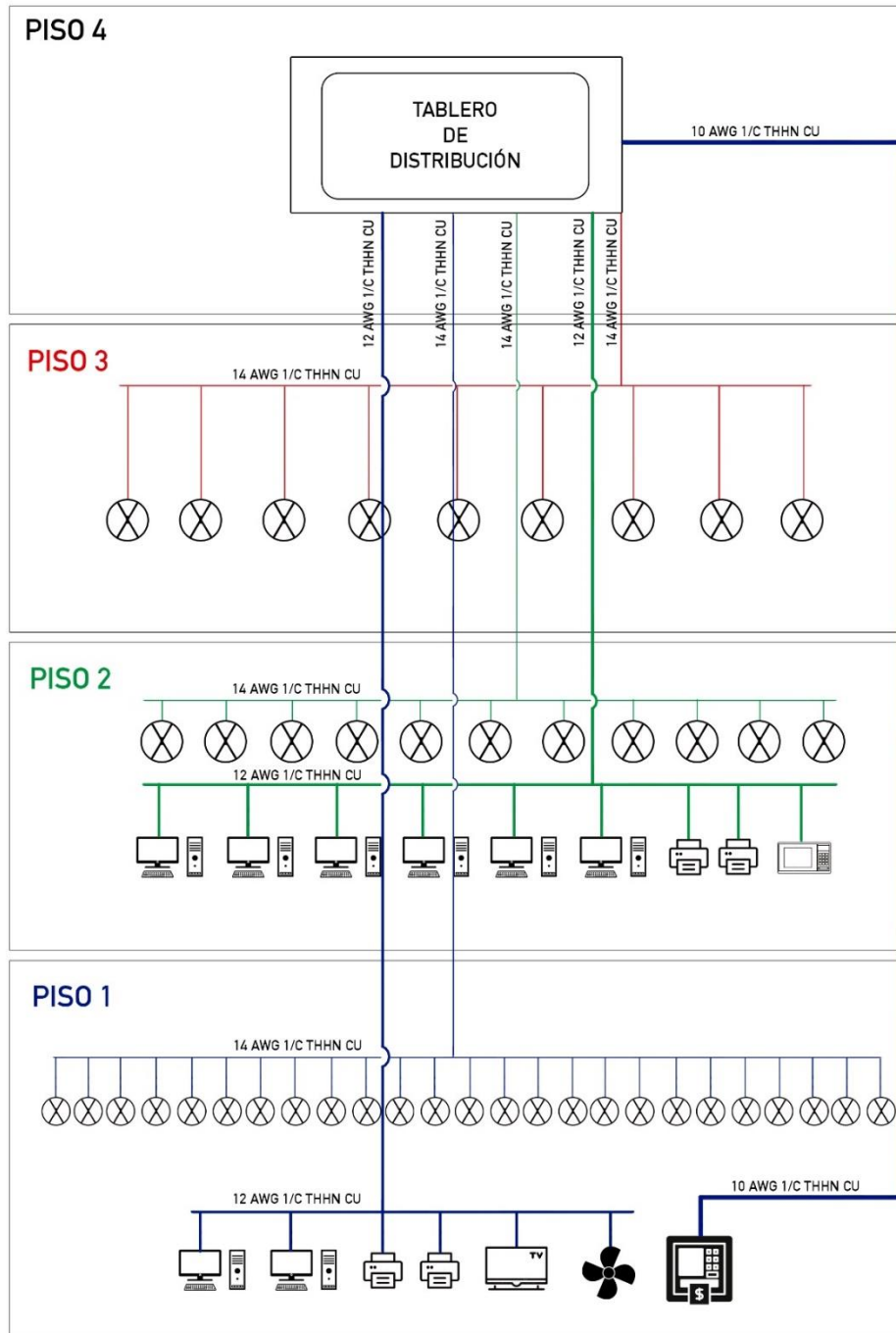


Figura 4.9. Diagrama actual de la Cooperativa por pisos.

4.5.2 Transformador local

La "Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda." Agencia Mulalillo, dispone de un transformador correspondiente al sector de Mulalillo centro del servicio eléctrico ELEPCO de 50 kVA, tipo aéreo con tensiones en el primario 13,8 kV y la tensión del secundario es 220 V entre línea y línea.

En la **Figura 4.10.** se observa el transformador que alimenta al sector de Mulalillo donde se encuentra la Cooperativa.

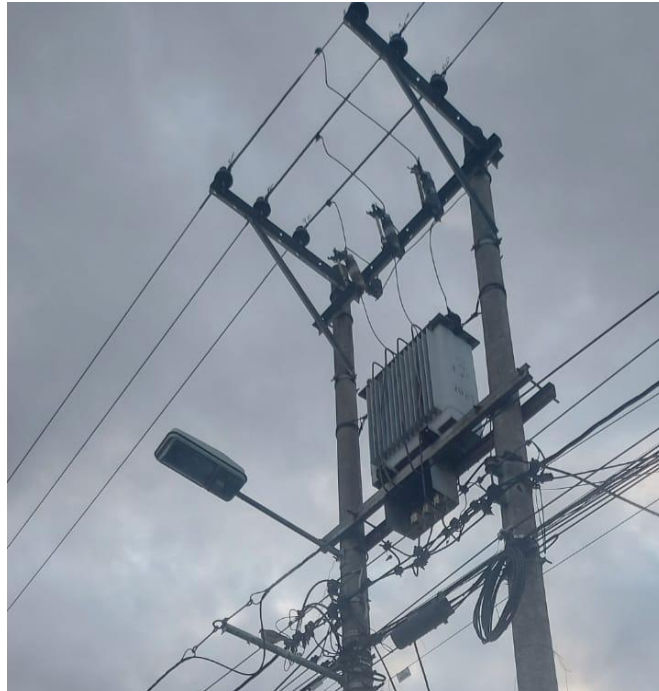


Figura 4.10. Transformador ELEPCO de 50 kVA

4.5.3 Diagrama Unifilar actual del circuito eléctrico de la Cooperativa

Una vez establecido todos los datos del transformador, cargas y conductores eléctricos, se realiza el diseño esquemático del circuito del sistema que posee la entidad utilizando el software. En la **Figura 4.11.**, se muestra el resumen del diagrama unifilar de la Cooperativa.

Estudio para mejorar los índices de calidad y confiabilidad del sistema eléctrico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda. Agencia Mulalillo”

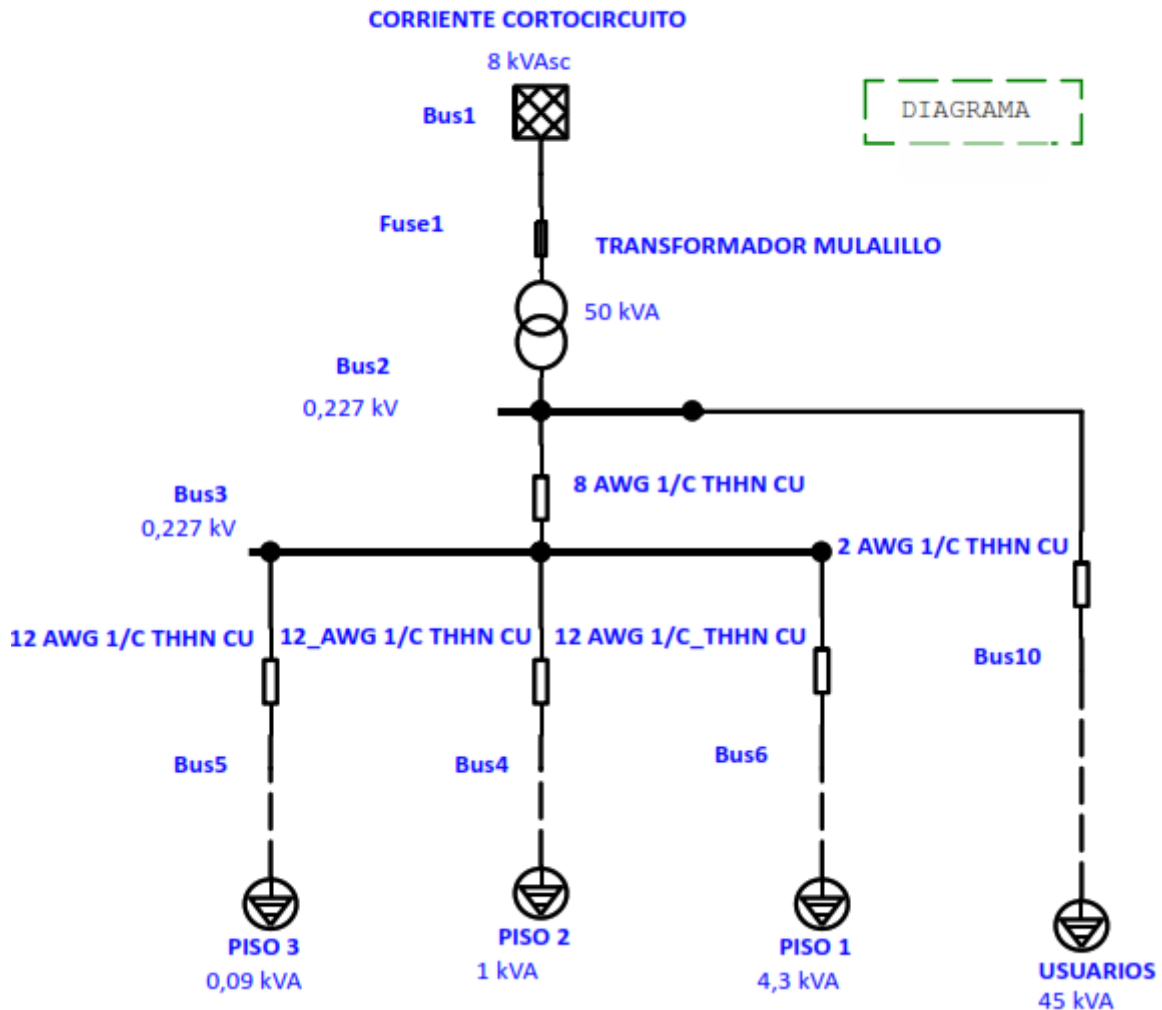


Figura 4.11. Resumen del diagrama unifilar de la Cooperativa

En la **Figura 4.11.** se representa el resumen del sistema actual de la empresa identificando los tableros que existen y con sus respectivas cargas.

4.5.4 Análisis del diagrama Unifilar.

En el análisis desarrollado en el software ETAP se identificó que la Cooperativa cuenta con un sistema eléctrico adecuado, normalizado y con sus conductores eléctricos son los adecuados para las instalaciones que presenta.

Existen perturbaciones debido a la sobrecarga que presenta el transformador instalado en esa localidad.

4.5.5 Mediciones de las Potencias Suministradas por el Transformador

Se realizó el análisis de potencias obtenidas por el analizador de redes SACI AHM1, el cual se localiza en el tablero de control de la Cooperativa por un tiempo de 7 días como demanda la normativa ARCONEL, con fecha de inicio 01/08/2022 hora 18:15:20 hasta 08/08/2022 hora 18:30:05, en un lapso de tiempo de 10 minutos y registro de 1 hora. Registrando los siguientes resultados como son la potencia activa, aparente y reactiva.

- ✓ En la **figura 4.12.**, se muestran los registros de las potencias del día 1.

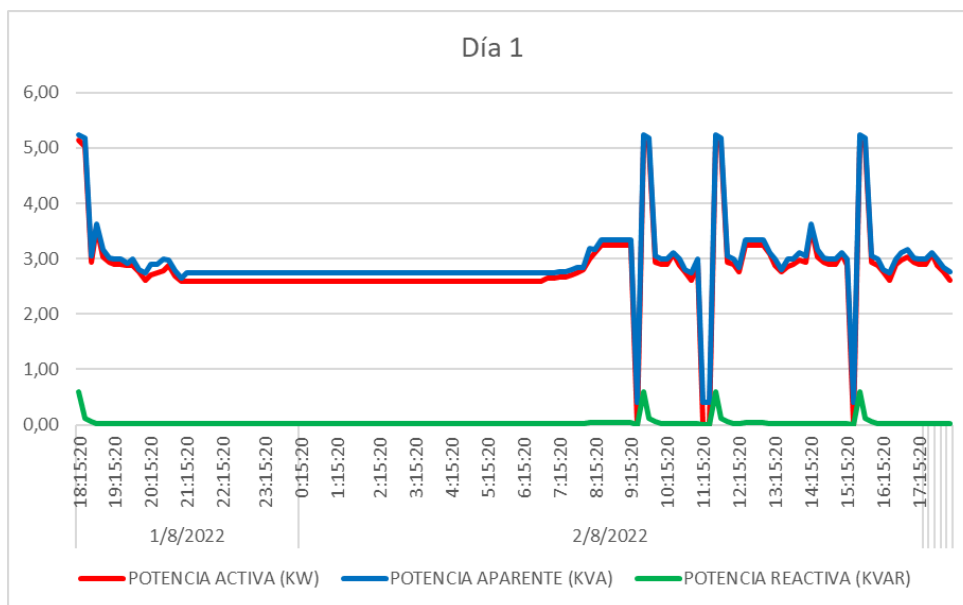


Figura 4.12. Diagrama de potencias día 1

En la **Figura 4.12.**, se evidencia las tres potencias activa, reactiva y aparente, en el rango de un día y existen variaciones de flujo de potencias, se sabe que la potencia aparente es consumo total de la entidad a plena carga, se registra un valor máximo de 5,24 kVA con las 3 perturbaciones de la fecha 02/08/2022 a las 09:15:20, 11:15:20 y 15:15:20, este valor máximo se produce debido a las interrupciones eléctricas provocadas por la sobrecarga del transformador.

- ✓ En la **figura 4.13.**, se muestran los registros de las potencias del día 2.

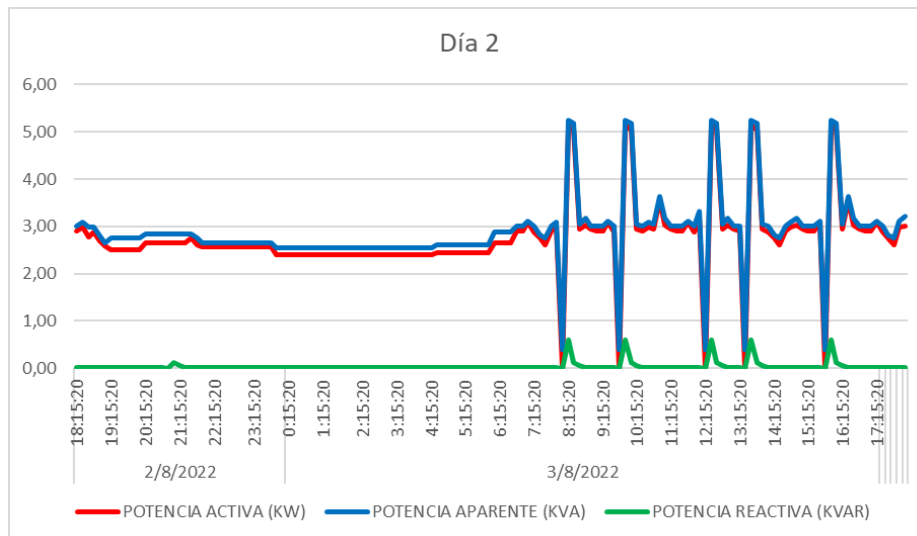


Figura 4.13. Diagrama de potencias día 2

En la **Figura 4.13.**, se evidencia las tres potencias activa, reactiva y aparente, en el rango de un día y existen variaciones de flujo de potencias, se sabe que la potencia aparente es consumo total de la entidad a plena carga, se registra un valor máximo de 5,24 kVA con las 5 perturbaciones de la fecha 03/08/2022 a las 08:15:20, 09:15:20, 12:15:20, 13:15:20 y 15:15:20, este valor máximo se produce debido a las interrupciones eléctricas provocadas por la sobrecarga del transformador.

✓ En la **figura 4.14.**, se muestran los registros de las potencias del día 3.

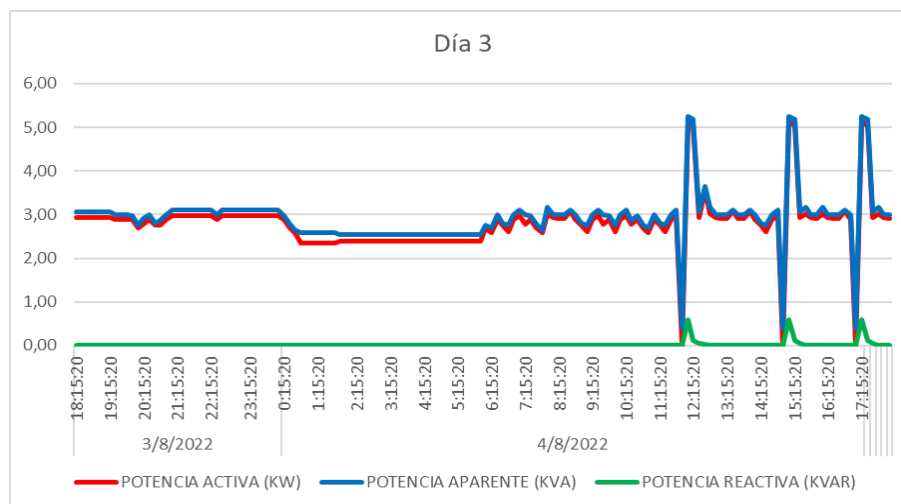


Figura 4.14. Diagrama de potencias día 3

En la **Figura 4.14.**, se evidencia las tres potencias activa, reactiva y aparente, en el rango de un día y existen variaciones de flujo de potencias, se sabe que la potencia aparente es consumo total de la entidad a plena carga, se registra un valor máximo de 5,24 kVA con las 3 perturbaciones de la fecha 04/08/2022 a las 12:15:20, 15:15:20 y 17:15:20, este valor máximo

se produce debido a las interrupciones eléctricas provocadas por la sobrecarga del transformador.

✓ En la **figura 4.15.**, se muestran los registros de las potencias del día 4.

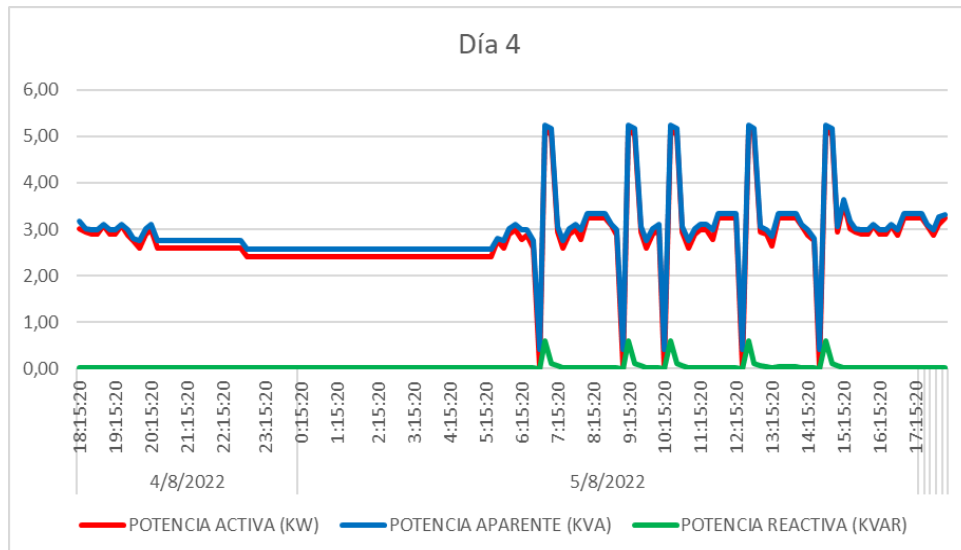


Figura 4.15. Diagrama de potencias día 4

En la **Figura 4.15.**, se evidencia las tres potencias activa, reactiva y aparente, en el rango de un día y existen variaciones de flujo de potencias, se sabe que la potencia aparente es consumo total de la entidad a plena carga, se registra un valor máximo de 5,24 kVA con las 5 perturbaciones de la fecha 05/08/2022 a las 06:15:20, 09:15:20, 10:15:20, 12:15:20 y 14:15:20, este valor máximo se produce debido a las interrupciones eléctricas provocadas por la sobrecarga del transformador.

✓ En la **figura 4.16.**, se muestran los registros de las potencias del día 5.

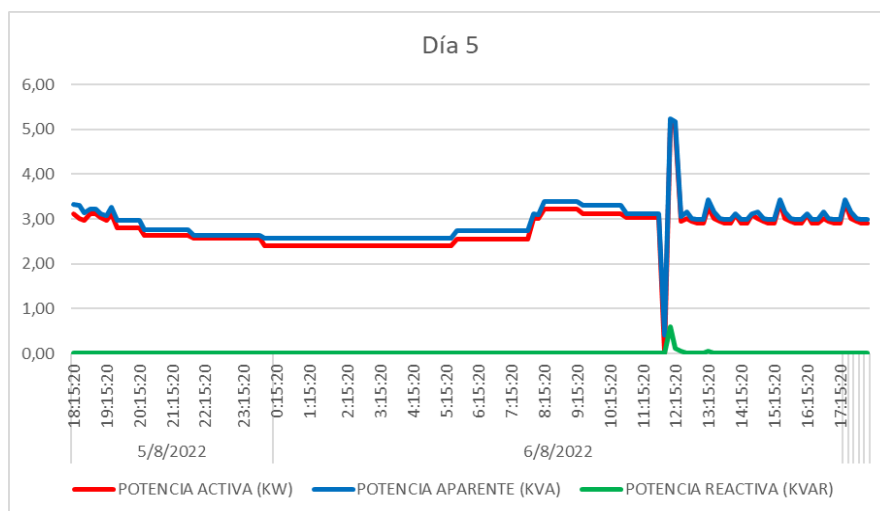


Figura 4.16. Diagrama de potencias día 5

En la **Figura 4.16.**, se evidencia las tres potencias activa, reactiva y aparente, en el rango de un día y existen variaciones de flujo de potencias, se sabe que la potencia aparente es consumo total de la entidad a plena carga, se registra un valor máximo de 5,24 kVA con 1 perturbación de la fecha 06/08/2022 a las 12:15:20, este valor máximo se produce debido a las interrupciones eléctricas provocadas por la sobrecarga del transformador.

✓ En la **figura 4.17.**, se muestran los registros de las potencias del día 6.

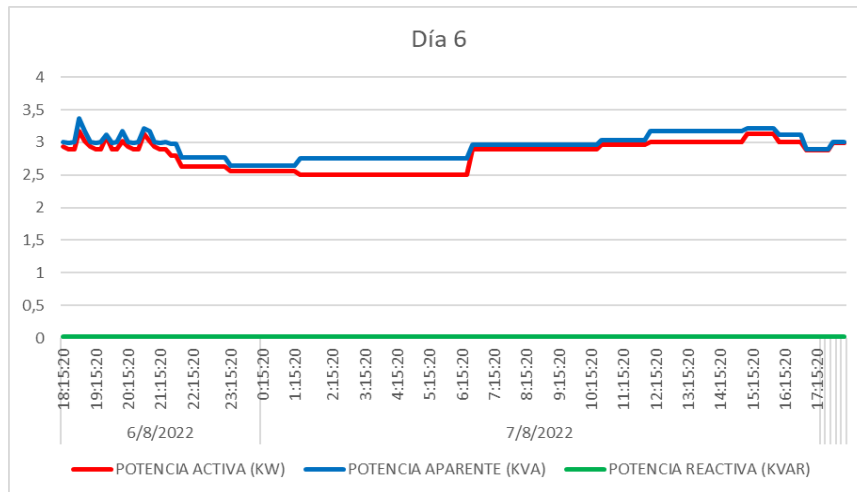


Figura 4.17. Diagrama de potencias día 6

En la **Figura 4.17.**, se evidencia las tres potencias activa, reactiva y aparente, en el rango de un día y existen variaciones de flujo de potencias, se sabe que la potencia aparente es consumo total de la entidad a plena carga, se registra un valor máximo de 3,37 kVA con 1 perturbación de la fecha 06/08/2022 a las 18:15:20, este valor máximo se produce debido a las interrupciones eléctricas provocadas por la sobrecarga del transformador, teniendo en cuenta que el rango del día 6 la entidad no labora.

En la **figura 4.18.**, se muestran los registros de las potencias del día 7.

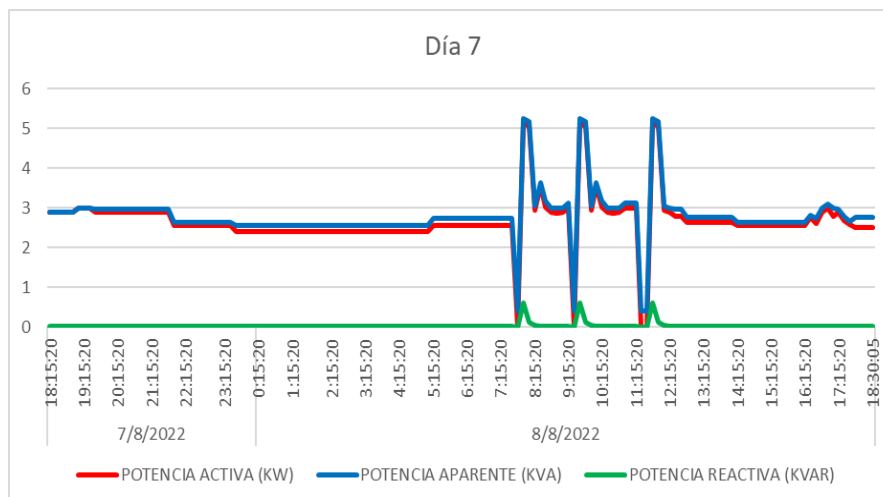


Figura 4.18. Diagrama de potencias día 7

En la **Figura 4.18.**, se evidencia las tres potencias activa, reactiva y aparente, en el rango de un día y existen variaciones de flujo de potencias, se sabe que la potencia aparente es consumo total de la entidad a plena carga, se registra un valor máximo de 3,37 kVA con las 3 perturbación de la fecha 08/08/2022 a las 07:15:20, 09:15:20 y 11:15:20, este valor máximo se produce debido a las interrupciones eléctricas provocadas por la sobrecarga del transformador, teniendo en cuenta que el rango del día 7 la entidad labora medio día.

4.6 Atributos de calidad de la distribuidora(ARCERNNR)

La evaluación de la calidad de la prestación del servicio de energía eléctrica se efectuará considerando los siguientes índices e indicadores:

4.6.1 Calidad del producto

- a) Nivel de voltaje
- b) Perturbaciones rápidas de voltaje (Flicker)
- c) Distorsión armónica de voltaje
- d) Desequilibrio de voltaje

4.6.2 Calidad de producto de la Cooperativa

4.6.2.1 Nivel de voltaje

La variación en los niveles de voltaje se produce debido a las interrupciones en el sistema eléctrico, las interrupciones están relacionadas con factores en la red externa que suministra de energía a la Cooperativa

4.6.2.2 Perturbaciones rápidas de voltaje (Flicker)

La presencia del flicker en las redes de suministro eléctrico puede causar problemas en los equipos del sistema de energía eléctrica, dependiendo de los valores de los parámetros de este fenómeno, sin embargo, existen límites permisibles en los cuales se puede aceptar la presencia de perturbaciones de voltaje.

Los equipos adquiridos por la Cooperativa han sido seleccionados bajo la norma IEC 61000-3-3 que determina que estos equipos pueden trabajar con normalidad en presencia de estas variaciones de voltaje, siempre que estén bajo el límite determinado.

4.6.2.3 Distorsión Armónica de voltaje

En la Cooperativa se encuentran equipos instalados que generan armónicos en el sistema eléctrico como computadoras, iluminación, equipos suministradores de energía permanente e impresoras, sin embargo, mediante el analizador de redes se puede evidenciar que la línea 1 sobrepasa los límites recomendados por las normas internacionales que dictan que la distorsión armónica no sobrepase el 5% de la tensión según la norma IEEE 519. La línea 2 se encuentra dentro de los límites recomendados.

4.6.2.4 Desequilibrio de Voltaje

Las cargas de bajo voltaje como las computadoras o sistemas de iluminación instaladas en la Cooperativa generan un desequilibrio en la tensión, sin embargo, el desequilibrio no sobrepasa el 3% que establece el Código Eléctrico Nacional por lo que no presenta problemas en la acometida.

En la **Tabla 4.6.**, se indica el Check List de la Cooperativa.

Tabla 4.6. Check List de la Cooperativa

RESULTADOS DE CHECK LIST	
CALIDAD DE PRODUCTO	ACCIONES POR REALIZAR
Nivel de voltaje	Ninguna
Perturbaciones rápidas (Flicker)	Ninguna
Distorsiones armónicas de voltaje	Corregir
Desequilibrio de voltaje	Ninguna

4.7 Atributos de confiabilidad en la calidad de servicio eléctrico de ELEPCO S.A.

Según la información recopilada de ELEPCO S.A., los índices de calidad del servicio eléctrico vigentes aplicando la Regulación ARCERNNR 002/20, establece los límites para FMIK y TTIK del año 2021 los cuales se evidencian en la **Tabla 4.7.** y son los siguientes:

Tabla 4.7. Límites de índices de calidad de servicio eléctrico

ÍNDICE	LÍMITES	INDICADOR ELEPCO S.A.	INDICADOR TRANSMISOR	INDICADOR TOTAL ALCANZADO 2021
	RED			ELEPCO + TRANSMISOR
FMIK	5,0	4,596	0,722	5,32
TTIK	8,0	7,446	0,168	7,61

Fuente:[28]

5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis de la acometida instalada en la Cooperativa

En el Anexo 10.1. se presentan los circuitos que posee la acometida basados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción “NEC” en el código NEC-SB-IE. Donde se encuentra las especificaciones técnicas y requisitos que deben cumplirse para el diseño del sistema eléctrico de interiores, bajo estas normativas se procura prevenir o minimizar los riesgos eléctricos ofreciendo así condiciones de seguridad en las instalaciones eléctricas.

5.2 Análisis de la distorsión armónica de tensión

En el análisis de distorsión armónica de tensión se obtuvo como resultados que la línea 1 presenta un THD del 6%, lo que se encuentra por encima de lo recomendado por la norma IEEE 519. La línea 2 presenta un THD del 3% que se encuentra dentro de los límites recomendados.

5.3 Análisis de cargas sistema actual

En la **Figura 5.19.** se presentan los datos obtenidos de la simulación de carga para la entidad. Se hace el registro en tiempo real de la planta, identificando la carga total de este proceso. Se desarrolla el registro para la verificación de los voltajes, mediante el software tomando en cuenta el funcionamiento de las cargas a 100% para el funcionamiento de la Cooperativa en el sistema actual como se muestra en la siguiente **Figura 5.19.** en el sistema actual.

Estudio para mejorar los índices de calidad y confiabilidad del sistema eléctrico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda. Agencia Mulalillo"

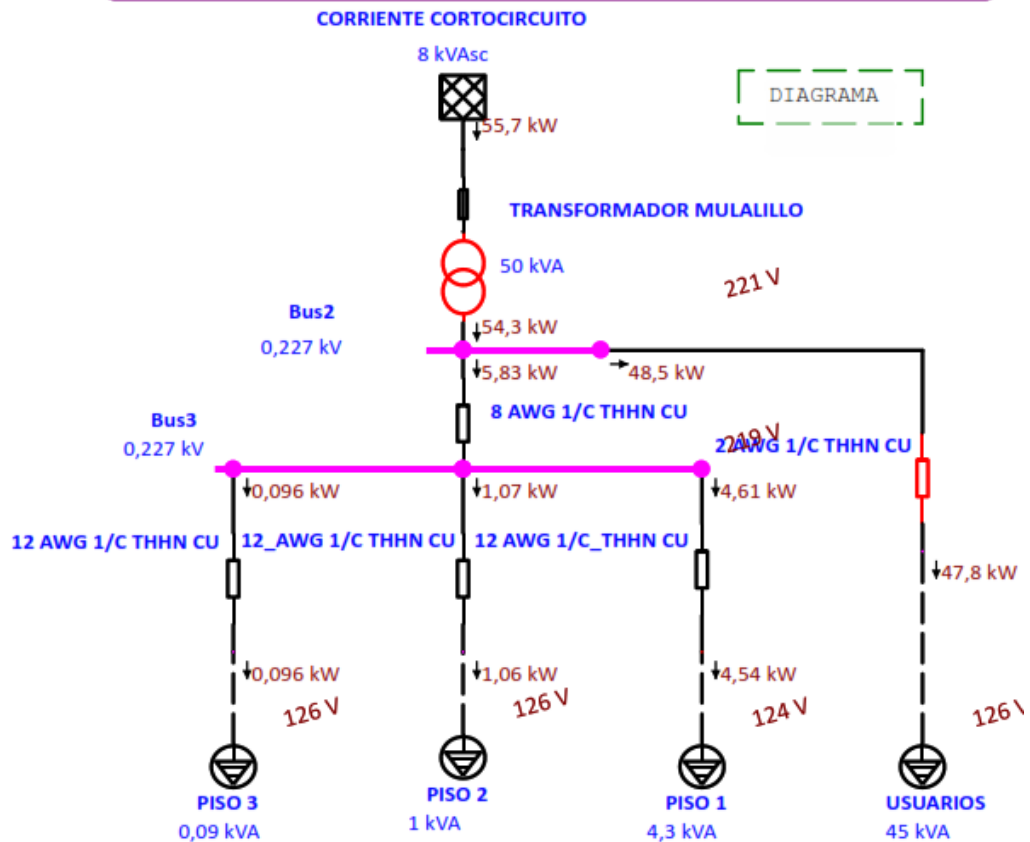


Figura 5.19. Valores de las cargas en la Cooperativa

Se ha identificado que la Cooperativa no presenta daños en su acometida, todas sus instalaciones se encuentran realizadas bajo las normas y estándares nacionales e internacionales:

- ✓ NFPA 70 National Electrical Code 2011
- ✓ CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano
- ✓ IEC 60617 Graphical Symbols for Diagrams
- ✓ NTE INEN 2345 Alambres y cables con aislamiento termoplástico.
- ✓ NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados

En [29] las normas se utilizan en las instalaciones eléctricas interiores en bajo voltaje, en edificaciones nuevas, ampliaciones o modificaciones de instalaciones eléctricas existentes, de tal manera que las instalaciones tengan la protección contra:

- ✓ Choques eléctricos
- ✓ Efectos térmicos

- ✓ Sobre corrientes
- ✓ Corrientes de falla
- ✓ Sobrevoltajes

Con el cumplimiento de las normas y estándares indicados se garantiza el uso de la energía eléctrica en forma segura.

5.4 Análisis del transformador instalado en el sector de Mulalillo centro

En las siguientes **Figura 5.20.** se muestra como el transformador correspondiente al sector de Mulalillo centro del servicio eléctrico ELEPCO de 50 kVA, tipo aéreo con tensiones en el primario 13,8 kV y la tensión del secundario es 220 V entre línea y línea se encuentra sobrecargado, esto debido al alto número de clientes existentes conectados al transformador en la actualidad.



Figura 5.20. Distribución de las cargas del transformador local

La recopilación de datos del transformador nos indica que existen 154 clientes conectados, al ser una zona agrícola y ganadera existe un alto consumo energético debido a la utilización de máquinas y herramientas para realizar los trabajos en el campo.

La simulación en el software ETAP de la **Figura 5.21.** nos indica el sobrecarga existente en el transformador, esto resulta en una gran cantidad de perturbaciones y anomalías en el sistema eléctrico a nivel local, causando daños en los equipos y acometidas de los clientes conectados al transformador.

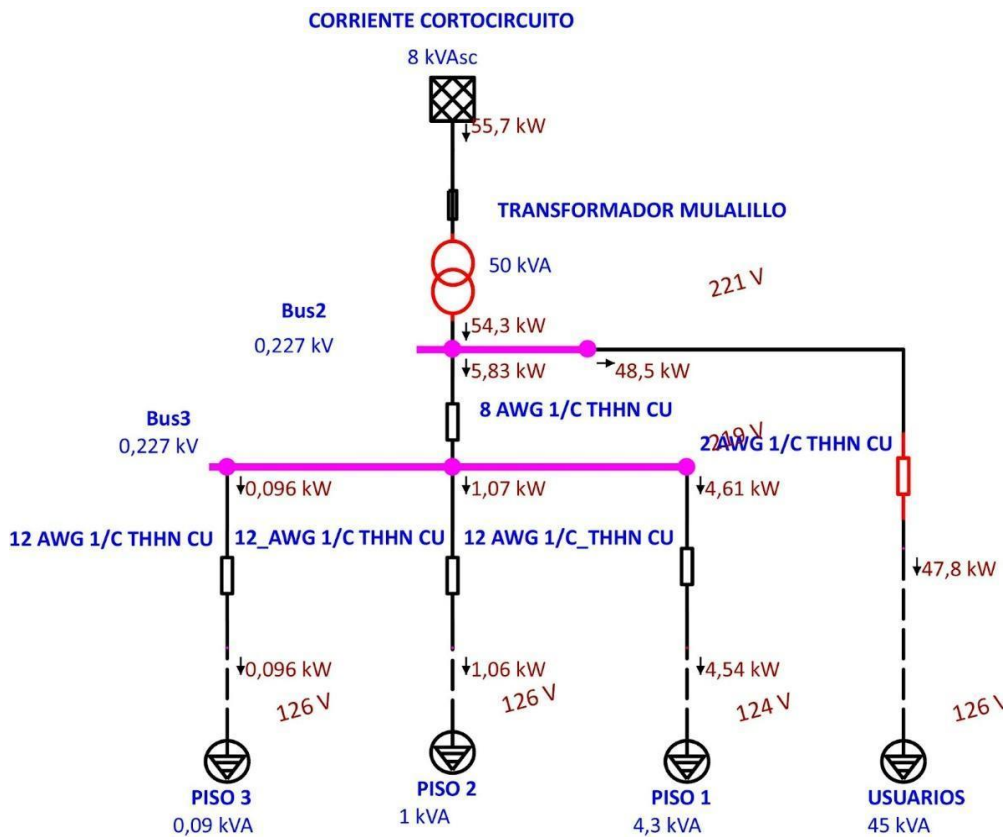


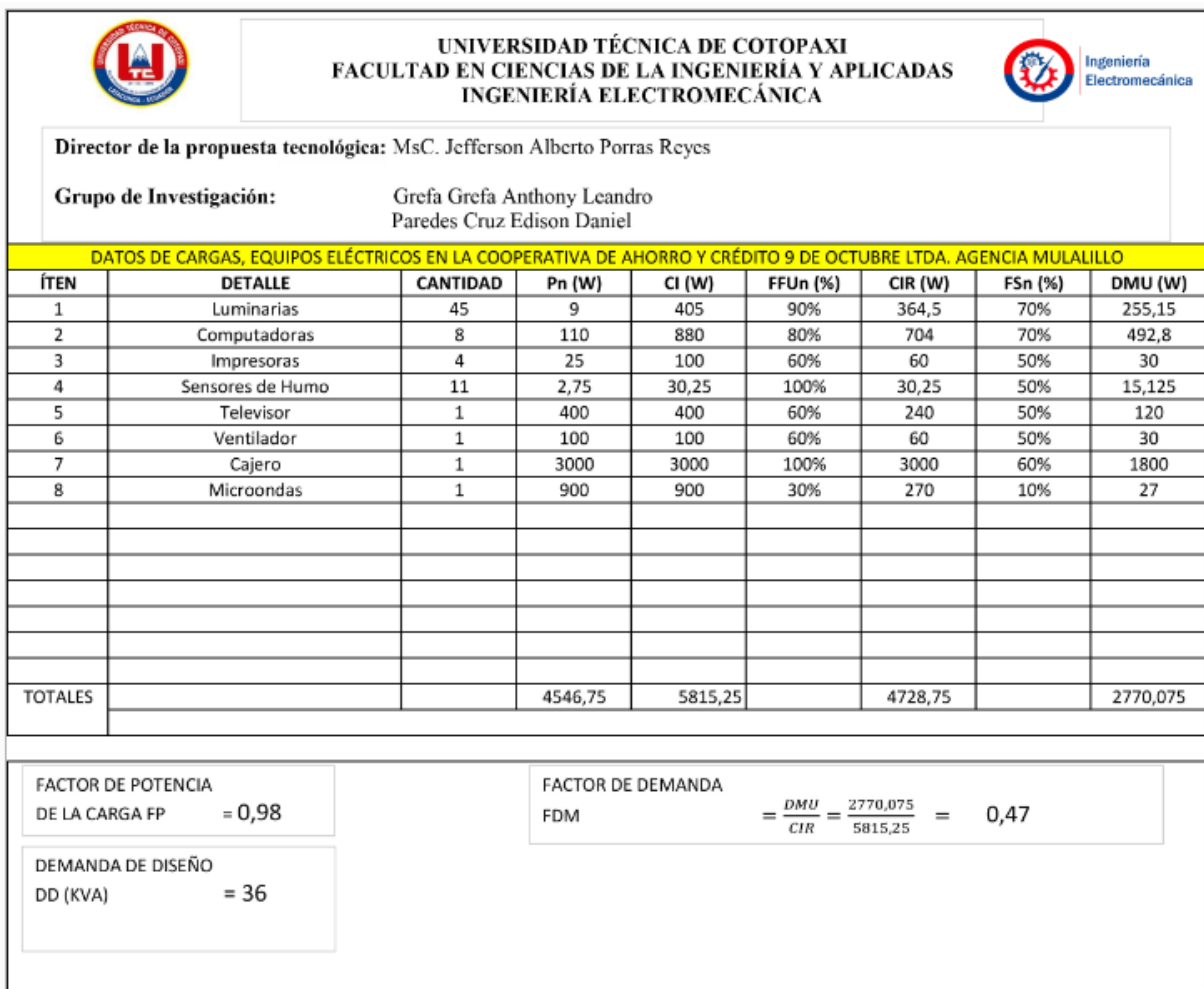
Figura 5.21. Simulación en ETAP del transformador sobrecargado

5.5 Análisis de la demanda de diseño de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “9 de octubre” Ltda. Agencia Mulalillo.

En el levantamiento físico de la carga eléctrica instalada en la entidad se evidencia que se encuentra dentro de los parámetros normalizados como un cliente comercial en el Código Eléctrico Nacional.

Con los datos obtenidos nos permite desarrollar el dimensionamiento pertinente del transformador que necesita la cooperativa para solucionar las perturbaciones que existen actualmente por la mala calidad energética que entrega el transformador ubicado en la localidad como se muestra en la **Tabla 5.8.** a continuación.

Tabla 5.8. Tabla de demanda de diseño de la “Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de octubre Ltda.”. Agencia Mulalillo



5.6 Análisis de implementación de la propuesta

Mediante una encuesta aplicada al personal que labora en la entidad, se comprueba las molestias ocasionadas por las perturbaciones ocasionadas en el suministro eléctrico, lo que ocasiona interrupciones en las labores diarias provocando malestar en los usuarios y como consecuencia ocasiona daño en los equipos eléctricos

$$Factor\ de\ utilización = \frac{Demanda\ máxima\ del\ transformador}{Potencia\ nominal\ del\ transformador} * 100\ % \quad Ecuación\ (5.8)$$

Los valores de la demanda del transformador obtenidos mediante la simulación en Etap es de 54,3 kVA evidenciando que existe una sobre carga en este transformador.

$$Factor\ de\ uso = \frac{54,3\ kVA}{50\ kVA} * 100\ % = 108,6\ %$$

El factor de uso de la propuesta se la realiza de la siguiente manera:

$$Factor\ de\ uso = \frac{5,928\ kVA}{10\ kVA} * 100\ % = 59,28\ %$$

Tabla 5.9. Factor de uso del transformador propuesto

Potencia nominal Transformador	Factor de uso actual	Potencia del Transformador propuesto	Factor de uso de la propuesta
50 kVA	108,6 %	10 kVA	59,28%

Basándonos en el código eléctrico ecuatoriano que nos dice que el transformador debe trabajar al 80 % de su capacidad vemos que al implementar el transformador únicamente para la Cooperativa, no cumple con los requerimientos que dicta, ya que la entidad es una institución financiera en crecimiento y a futuro se puede agregar más equipos como cajeros automáticos, computadoras, etc., el incremento de estos compensará el porcentaje restante para que pueda trabajar dentro de los requerimientos que están establecidos.

- ✓ En la **Figura 5.22.** se muestra la representación de las cargas implantando un transformador de 10 kVA propuesto.

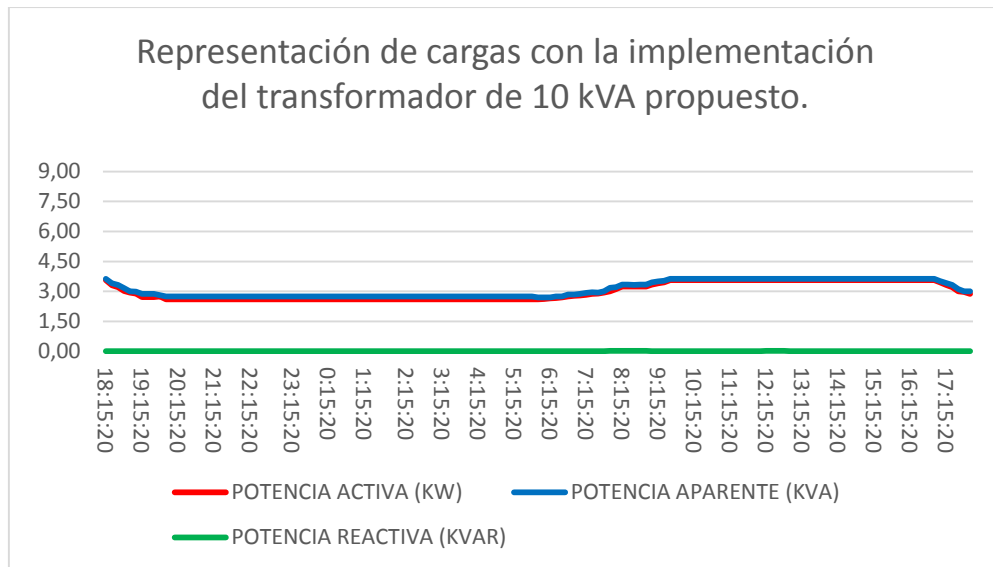


Figura 5.22. Curva de Cargas con el transformador de 10 kVA propuesto

Con la propuesta desarrollada de la implementación de un transformador de 10 kVA en la “Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda.” Agencia Mulalillo, se solucionan las perturbaciones eléctricas existentes, garantizando un sistema eléctrico confiable y mejorar el servicio hacia los usuarios.

6 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

Una vez realizada la propuesta de la implementación de un transformador de 10 kVA en la Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda.” Agencia Mulalillo, se continuó a realizar un análisis económico para establecer el costo de la propuesta tecnológica y los impactos que intervinieron para el estudio realizado.

6.1 costos de la propuesta tecnológica

Se presentan los gastos de la propuesta tecnológica, a continuación, se detallan los diferentes tipos de gastos, los cuales están normalizados de acuerdo a las proformas que circulan en el país, como son los dólares americanos.

6.1.1 Costos de ingeniería

Para el mejoramiento del suministro eléctrico en la Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda. Agencia Mulalillo, ha sido necesario invertir varias horas de trabajo tanto para la recopilación de datos, valiéndonos de equipos de medición como el analizador de redes, lo cual requiere conocimientos para el manejo y la propuesta del dimensionamiento del transformador individual, para calcular el costo de la hora de trabajo, se cita el salario mínimo sectorial en el Ecuador cargo Ingeniero Electromecánico decretado por el ministerio de trabajo república del Ecuador con un valor mínimo de \$494,61 [30]. Se determinó el cálculo tomando como referencia al Código de trabajo, donde cita en el Art 47.2 que durante la semana se deben cumplir las 40 horas [31].

Tabla 6.10 Costos de Ingeniería

Número de horas	Descripción	Valor Unitario	Gastos totales \$
112	Levantamiento de datos de las cargas que existen en la entidad, adjuntando igual corrientes y calibres de conductor.	3,10	347,20
40	Diseñar la acometida actual mediante software, para obtener las cargas en cada piso.	3,10	124,80

50	Modelar una propuesta que solucione las deficiencias en el sistema eléctrico mediante el dimensionamiento de un transformador.	3,10	155,00
Total:			\$ 627,00

6.1.2 Costos Directos

Se presenta en la **Tabla 6.11.**, los gastos para realizar el registro de datos en la entidad. Utilizando herramientas que sirvieron para llevar a cabo el estudio de mejoramiento en el suministro eléctrico de la Cooperativa.

Tabla 6.11. Costos Directos

Descripción	Cantidad	Costos Totales \$
Juego de dados	1	11,00
Alicate de presión	1	6,50
Flexómetro	1	12,00
Juego de destornillador estrella y plano (dieléctrico)	1	16,00
Agarraderas plásticas	1	4,00
Guantes dieléctricos	2	6,00
Taípe	1	1,00
Total:		\$ 56,50

6.1.3 Costos Indirectos

Tabla 6.12. Costos Indirectos

Descripción	Costos Totales \$
Costos de Ingeniería × 2	627,00
Total:	\$ 1254,00

6.1.4 Rubro

En la **Tabla 6.13.**, se presenta el rubro de la propuesta tecnología.

Tabla 6.13. Rubro

Rubro	Valor
Materiales y suministros	56,50
Transporte al interior de la provincia	50,00
Imprevistos	30,00
Asesoría externa	20,00
Servicios solicitados a terceros	20,00
Costos indirectos	1254,00
Otros	10,00
Inversión Total	\$ 144050

6.2 ANÁLISIS DE IMPACTOS

El análisis de impactos para el proyecto es indispensable, tiene como prioridad el cuidado de las personas y la vida útil de las máquinas eléctricas con el fin de llevar a cabo sus actividades con normalidad, sin que exista alguna paralización de sus labores por deficiencia del suministro eléctrico de la Cooperativa y pueda prestar sus servicios con garantía y calidad.

6.2.1 Impacto ambiental

En la entidad se presenta una deficiencia en la red eléctrica, lo cual puede ocasionar varias fallas como: cortocircuitos, sobrecalentamientos, etc. La cual produce emisión de gases contaminantes e incendios que puedan dañar el medio ambiente con el incremento del CO₂, también accidentes con las personas que laboran en la institución. Con la propuesta se pretende mitigar estos inconvenientes que pueden producirse por la deficiencia en el suministro eléctrico.

6.2.2 Impacto tecnológico

El uso del software ETAP y Geo portal de Elepco S.A. es el resultado del aprendizaje en distintas áreas técnicas, fueron combinadas para desarrollar una herramienta de fácil uso y resultados confiables mediante su manipulación.

6.2.3 Impacto Económico

Tabla 6.14. Costos de equipos

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Costos \$
1	Transformador autoprotegido de 10 KVA	1066,24	1066,24
1	Pararrayo Polimérico	56,00	56,00
3	Grapa de Suspensión en Aluminio	16,80	50,40
6	Grapa Tipo Grillete	7,00	42,00
2	Abrazadera Transformador	11,20	22,40
3	Grapa Terminal Aluminio	16,00	48,00
1	Estribos de Alta y Media tensión	106,40	106,40
3	Grapa de Operar en Caliente	15,60	46,80
Total:			\$ 1435,24

INTERÉS 8%

VAN \$108.52

TIR 17%

PAYBACK meses 24

A continuación, se puede observar en el análisis que la implementación para mejorar el sistema eléctrico de la Cooperativa tendrá un costo de \$ 1425.34, El TIR demuestra la tasa de rentabilidad de la propuesta, que es del 17%, nos asegura que la inversión es rentable, se especifica el plazo de recuperación o PAYBACK, el cual indica que en el periodo de 24 meses se recuperará el capital invertido.

7 CONCLUSIONES

Se identificó las propiedades de las instalaciones eléctricas en la Cooperativa, obteniendo como resultado una acometida que cumple con las normas especificadas para el tipo de instalación comercial, que se encuentra vigente en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

Con la simulación del sistema eléctrico, se observó las cargas que presenta en la actualidad con un valor máximo de 5,14 kW en el tablero general de distribución, debido a la interrupción del servicio eléctrico se produce anomalías en los equipos eléctricos conectados teniendo como resultado un menor tiempo de vida útil a lo especificado por el fabricante.

Después de haber obtenido los datos y caracterizado el sistema eléctrico de la Cooperativa, se elaboró una propuesta, la cual consistió en la implementación de un transformador, mediante la información recopilada y realizando los respectivos cálculos cumpliendo con la regulación 017/2020 vigente del ARCERNNR, se determinó que el transformador adecuado sería de 10 kVA designado únicamente para la entidad.

Al realizar la simulación con el transformador propuesto, se logra mitigar las anomalías en el suministro eléctrico de la entidad, esto permitirá a los trabajadores laborar con mayor eficiencia y dar una respuesta inmediata a los servicios que requieren los clientes, garantizando así el buen funcionamiento de la entidad proyectando seguridad a los clientes que confían en la institución financiera.

8 RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación de esta propuesta tecnológica para evitar daños futuros o la reducción del tiempo de vida útil de los equipos eléctricos.

Se recomienda ejecutar un rastreo de los transformadores en las localidades con mayor crecimiento poblacional y comercial para evitar inconvenientes en la distribución eléctrica.

Se recomienda presentar las anomalías existentes en el servicio a la empresa encargada de brindar el suministro eléctrico para llevar a cabo una solución inmediata y garantizar el buen funcionamiento de los transformadores instalados en la localidad.

9 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sniese, “Manual del usuario SNIIESE 34 ANEXO 4: AREAS Y SUBÁREAS DEL CONOCIMIENTO UNESCO Fuente: UNESCO (1997) Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE,” 1997, Accessed: Aug. 22, 2022. [Online]. Available: <https://www.puce.edu.ec/intranet/documentos/PISP/PISP-Areas-Subareas-Conocimiento-UNESCO-Manual-SNIIESE-SENESCYT.pdf>
- [2] R. G. Baeza José Rodríguez P Juan L Hernández S, “EVALUACIÓN DE CONFIABILIDAD DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN DESREGULACIÓN,” *CHILE*), vol. 11, no. 1, pp. 33–39, 2003.
- [3] Polo verena, Peña Jose, and Pacheco Luis, “Calidad de la energía eléctrica bajo la perspectiva de los sistemas de puesta a tierra,” 2017. <https://www.redalyc.org/journal/5075/507555007009/html/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [4] 2.-TRANSFORMACION-Y-SITUACION-ACTUAL-DEL-SECTOR-ELECTRICO, “PLAN MAESTRO DE ELÉCTRICIDAD,” 2019, Accessed: Aug. 22, 2022. [Online]. Available: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/053-18-Proyect-Regulac-Sustitutiva-a-Reg-N-CONELEC-004-01-Calidad-del-servicio-de-dist-y-comercializaci%C2%A6n-de-EE.pdf>
- [5] Agencia Mulalillo-Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre, “Agencia Mulalillo – Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre,” 2001. <https://www.9octubre.fin.ec/matriz-salcedo/agencia-mulalillo/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [6] Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre, “Reseña Histórica – Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre,” 2013. <https://www.9octubre.fin.ec/resena-historica/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [7] “EL SISTEMA ELÉCTRICO,” 2006, Accessed: Aug. 22, 2022. [Online]. Available: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/844814807X.pdf>
- [8] Cisa Nadida, “Instalaciones eléctricas: tipos y averías más comunes | Podo,” 2020. <https://www.mipodo.com/blog/informacion/instalaciones-electricas/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [9] “Tipos de instalaciones eléctricas.” <https://www.insst.es/-/tipos-de-instalaciones-electricas-> (accessed Aug. 22, 2022).
- [10] “¿CÓMO FUNCIONA EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA?” <https://jdelectricos.com.co/medidor-de-energia-electrica/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [11] “Autoprotegidos y convencionales: ¿Por qué encontramos dos tipos de transformadores en nuestras redes de distribución? - Ceica.” <https://www.ceica.com/autoprotegidos-y-convencionales-por-que-encontramos-dos-tipos-de-transformadores-en-nuestras-redes-de-distribucion/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [12] “Tablero eléctrico – Industrias GSL.” <https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/tablero-electrico> (accessed Aug. 22, 2022).

- [13] “Por qué son importantes las tomas de tierra | Endesa.”
<https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/luz/como-funciona-toma-tierra> (accessed Aug. 22, 2022).
- [14] “▷ Cortocircuito Eléctrico, Que es, Causas y Consecuencias 【2022】 .”
<https://gruponavarro.pe/electricidad-domiciliaria/cortocircuito-electrico/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [15] “▶ □ ¿Cómo evitar una sobrecarga eléctrica en el hogar?”
<https://www.tarifasdeluz.com/faqs/como-evitar-una-sobrecarga-electrica-en-el-hogar/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [16] CNEL EP, “EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD MANUAL PARA LA INSTALACIÓN DE LA ACOMETIDA Y SISTEMA DE MEDICIÓN A LOS CONSUMIDORES DE CNEL EP Datos generales del documento ELABORACIÓN X ACTUALIZACIÓN ELIMINACIÓN Nombre del documento: Manual para la instalación de la acometida y sistema de medición a los consumidores de CNEL EP,” 2012.
- [17] “LAS CLAVES PARA REALIZAR UNA ACOMETIDA ELÉCTRICA DE FORMA CORRECTA | Ingelcom.”
<https://www.ingelcom.com.ec/blog/blog-1/post/las-claves-para-realizar-una-acometida-electrica-de-forma-correcta-53> (accessed Aug. 22, 2022).
- [18] E. Rodolfo Berber Eduardo, “Reguladores Rápidos de Tensión,” vol. 6, no. 1, 2009.
- [19] ARCONEL, “Regulación 004-01,” 2001, Accessed: Aug. 22, 2022. [Online]. Available: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/CONELEC-CalidadDeServicio.pdf>
- [20] “¿Qué son los armónicos y como nos afectan? | Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica.” <https://www.sectorelectricidad.com/13810/armonicos-que-son-y-como-nos-afectan/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [21] ARCONEL, “Regulación 005-018,” 2018.
- [22] ARCERNNR, “Regulacion-No.-ARCERNNR-002_20-Calidad-de-Distribucion,” 2020, Accessed: Aug. 22, 2022. [Online]. Available: https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/12/Regulacion-No.-ARCERNNR-002_20-Calidad-de-Distribucion.pdf
- [23] A. De, L. C. De, U. N. Sistema, E. De, D. De, and L. A. Empresa, “ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO ESPE-LATACUNGA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA PROYECTO DE GRADO DIEGO FERNANDO MOSCOSO CALVOPIÑA LATACUNGA-ECUADOR”.
- [24] “metodo descriptivo y experimental - 1429 Palabras | Monografías Plus.”
<https://www.monografias.com/docs/metodo-descriptivo-y-experimental-FKLDMCGPJ8G2Y> (accessed Aug. 22, 2022).
- [25] C. M. Razo, *Como elaborar y asesorar una investigación de Tesis*, Pearson. México, 2011.
- [26] P. A. R Á M E T R O S, “P R E C I S I Ó N ANALIZADOR DE RED AHM1 Tensión Corriente Potencia activa Potencia reactiva Potencia aparente Factor de potencia Frecuencia Energía activa Energía reactiva Clase 0,5s Clase 2 D I M E N S I O N E S C O N E X I O N E S”, Accessed: Aug. 23, 2022. [Online]. Available: www.saci.es

- [27] “Introducción a los geoportales—ArcGIS for INSPIRE | Documentación de ArcGIS Enterprise.” <https://enterprise.arcgis.com/es/inspire/10.8/get-started/introduction-to-geoportals.htm> (accessed Aug. 31, 2022).
- [28] ELEPCO SA, “Informe-Rendicion-de-Cuentas-2021-ELEPCOSA,” 2021.
- [29] M. de Desarrollo Urbano Vivienda Arq Leonel Chica Martínez, A. Gustavo Raúl Ordoñez, A. Jenny Lorena Arias Zambrano, and I. Miguel Iza Ing Franklin Medina Ing Carlos Parra Ing Diego Chimarro Ing Ramiro Rosero Ing Luis Fernando Bonifaccini Ing Sofía Terán Ing Mentor Poveda Ing Francisco Parra Textos Edición, “Ing. Adrián David Sandoya Unamuno,” 2018.
- [30] Ministerio del Trabajo, “ESTRUCTURAS OCUPACIONALES-SUELDOS Y SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES 2022 ANEXO 1: ESTRUCTURAS OCUPACIONALES-SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS,” 2022, Accessed: Aug. 22, 2022. [Online]. Available: https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/01/3.-SMS-2022-_Rev-_21_dic_-FINAL.pdf
- [31] “Codigo del Trabajo,” *Comision de legislación y codificación*, Quito, 2020.

10 ANEXOS

10.1 Informe de plagio



Document Information

Analyzed document	TESIS_GREFA-PAREDES ESTUDIO PARA MEJORAR LOS INDICES DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO 9 OCTUBRE LTDA.pdf (D143545030)
Submitted	9/2/2022 10:53:00 PM
Submitted by	
Submitter email	jefferson.porras0449@utc.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	byron.corrales.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis final.pdf		2
	Document Tesis final.pdf (D143301911)		
	Submitted by: carlos.quinatoa7864@utc.edu.ec Receiver: carlos.quinatoa7864.utc@analysis.orkund.com		
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / PROYECTO DE INVESTIGACION.pdf		2
	Document PROYECTO DE INVESTIGACION.pdf (D125025548)		
	Submitted by: carlos.quinatoa7864@utc.edu.ec Receiver: carlos.quinatoa7864.utc@analysis.orkund.com		
SA	ESTUDIO DEL IMPACTO A INDICADORES DE CALIDAD DEL SERVICIO TÉCNICO MEDIANTE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EM PRESA DISTRIBUIDORA Y COMERCIAL (1).docx		1
	Document ESTUDIO DEL IMPACTO A INDICADORES DE CALIDAD DEL SERVICIO TÉCNICO MEDIANTE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EM PRESA DISTRIBUIDORA Y COMERCIAL (1).docx (D48101070)		

Entire Document

i

100%

MATCHING BLOCK 1/5

SA

Tesis final.pdf (D143301911)

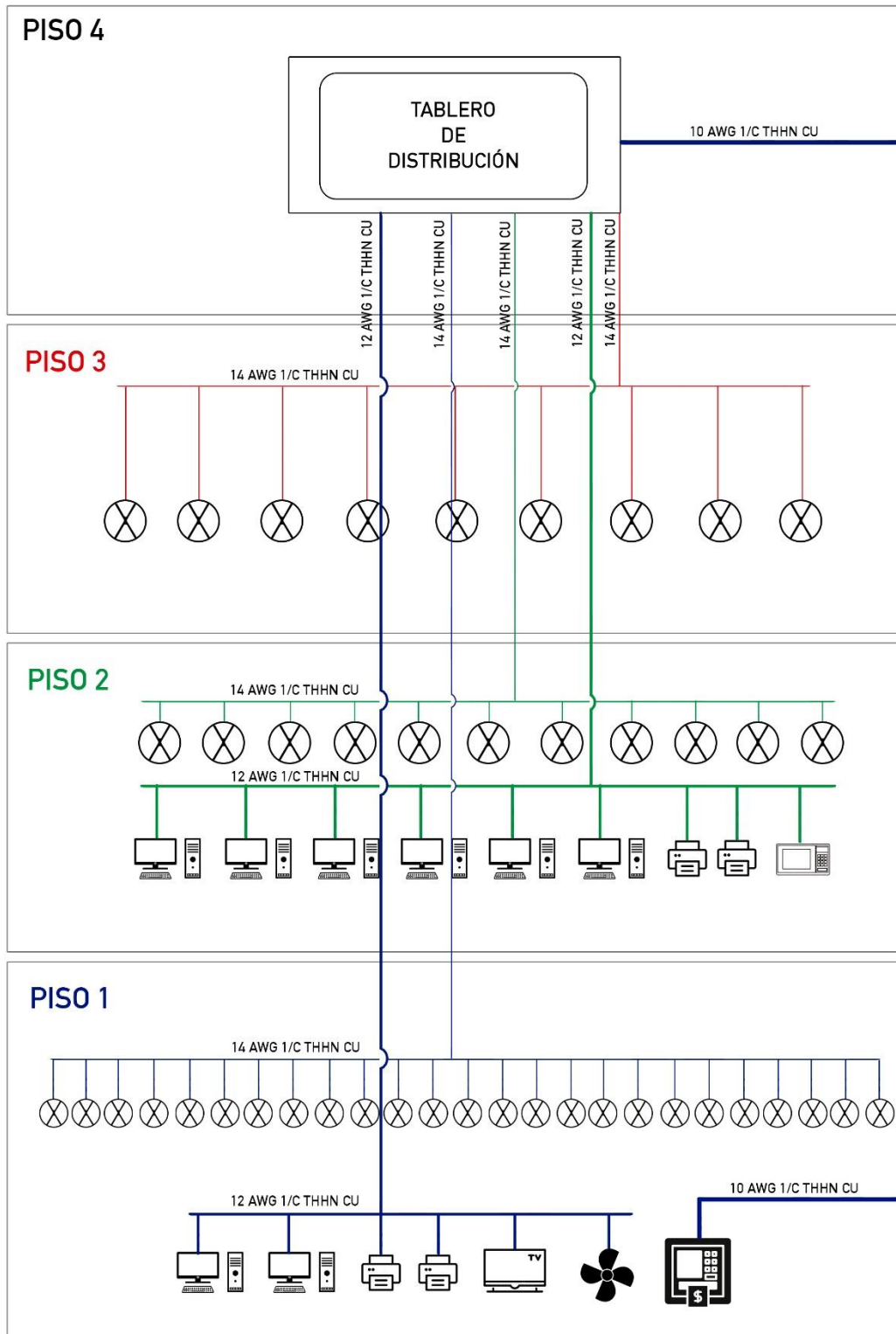
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS INGENIERÍA

ELECTROMECAÁNICA TÍTULO: “ESTUDIO PARA MEJORAR LOS ÍNDICES DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO”

Autores: Grefa Grefa Anthony Leandro Paredes Cruz Edison Daniel

10.2 ANEXO A. DIAGRAMA UNIFILAR DE LAS COMPONENTES DE LA COOPERATIVA.

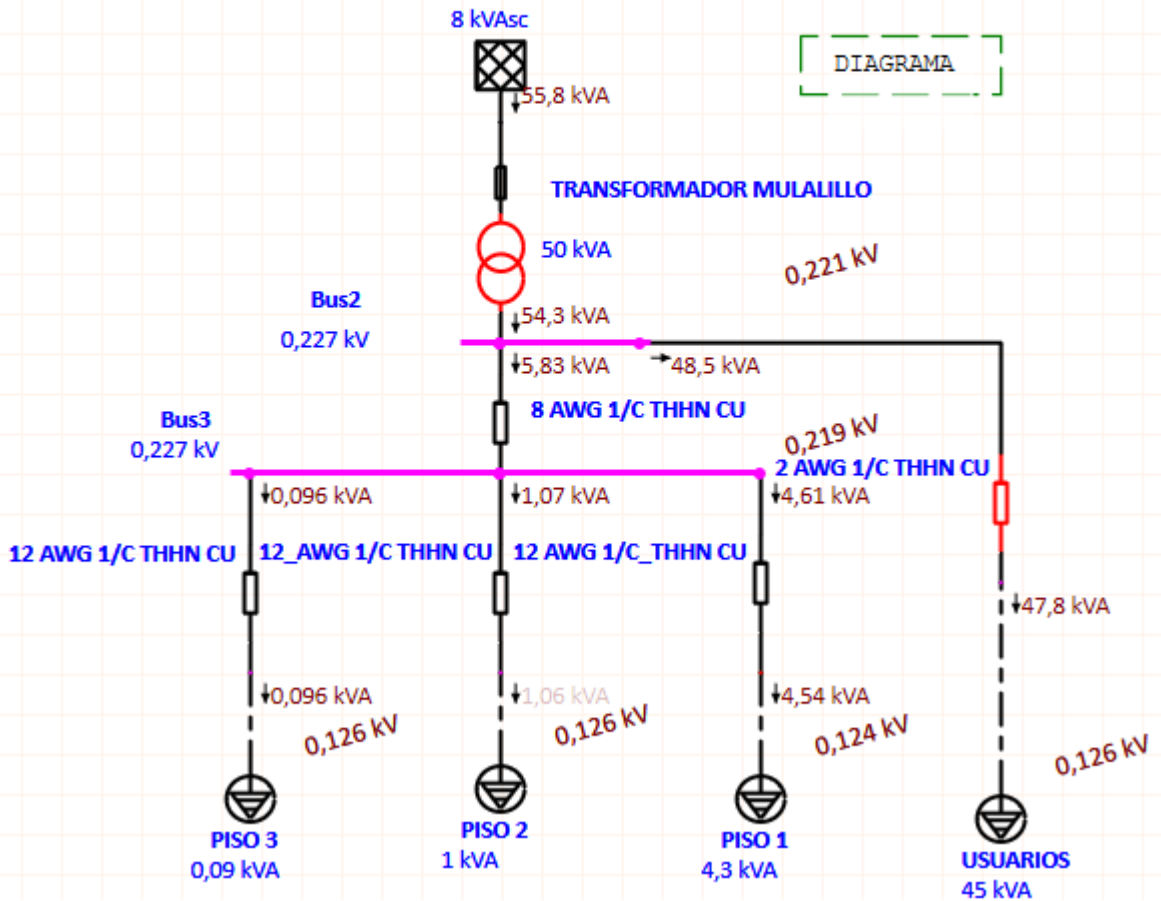
DIAGRAMA UNIFILAR DE LA "COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA." AGENCIA MULALILLO



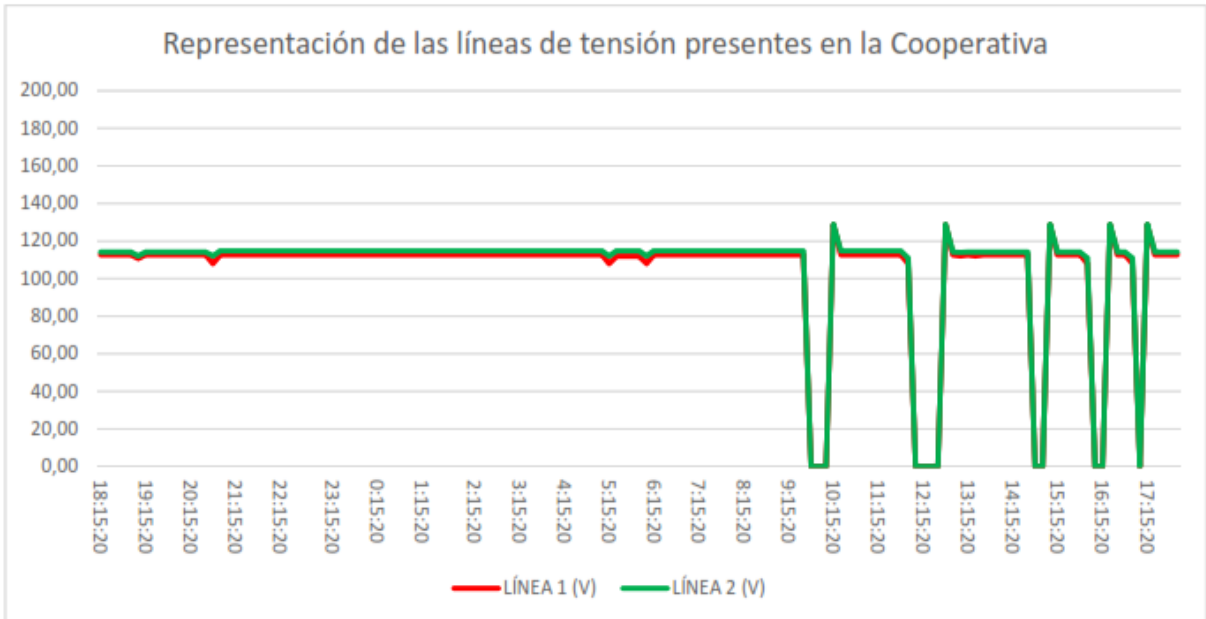
10.3 ANEXO B. DIAGRAMA DE CARGAS DE LA COOPERATIVA

Estudio para mejorar los índices de calidad y confiabilidad del sistema eléctrico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito 9 de Octubre Ltda. Agencia Mulalillo"

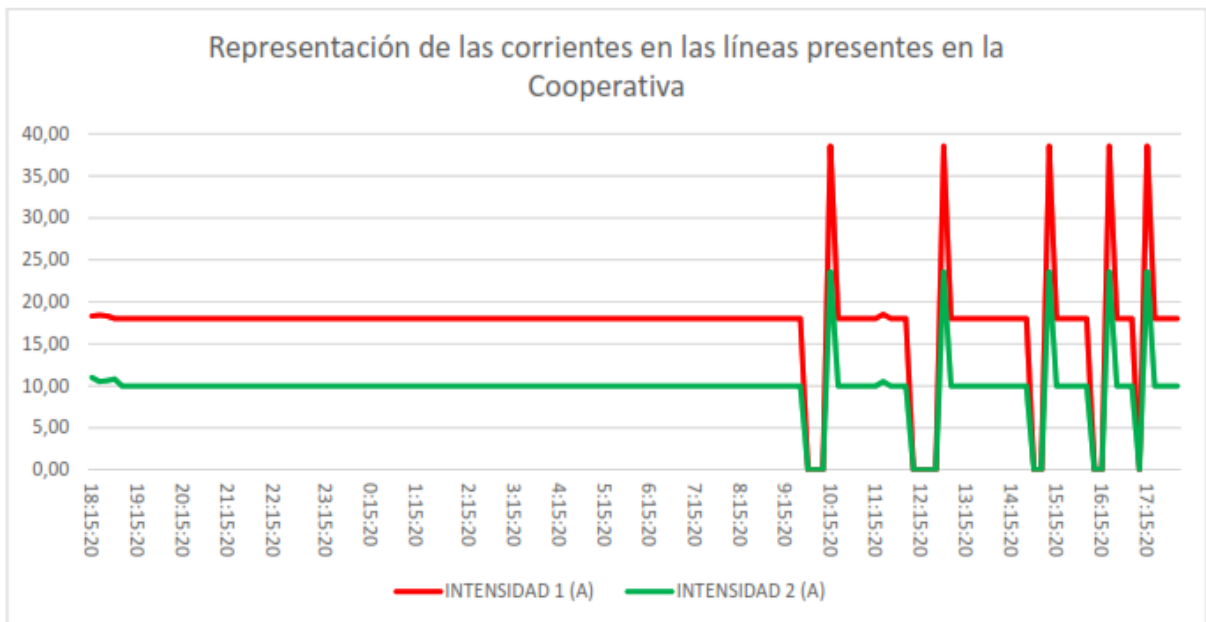
CORRIENTE CORTOCIRCUITO





- Gráfico de tensiones de la Cooperativa



- Gráfico de corrientes de la Cooperativa



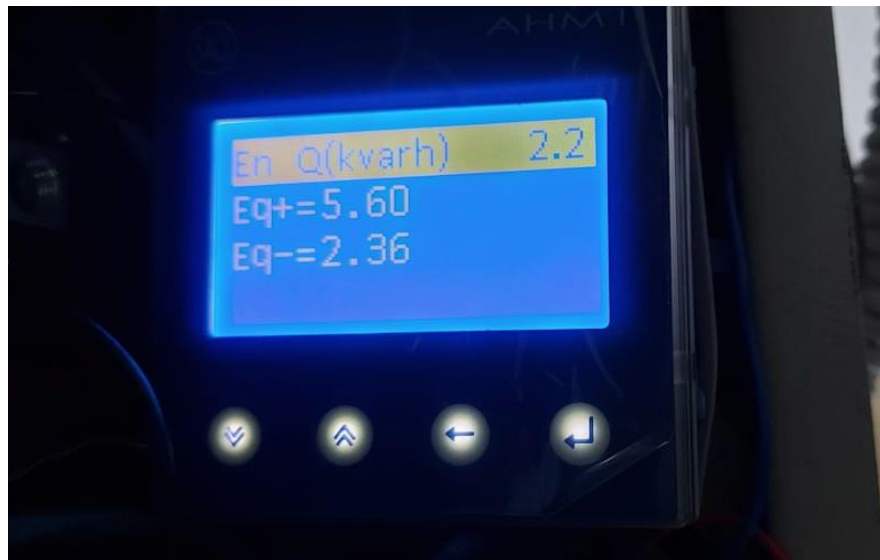
- Tabla de demanda de cargas de la Cooperativa

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA						
Director de la propuesta tecnológica: MsC. Jefferson Alberto Porras Reyes								
Grupo de Investigación: Grefa Grefa Anthony Leandro Paredes Cruz Edison Daniel								
DATOS DE CARGAS, EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO 9 DE OCTUBRE LTDA. AGENCIA MULALILLO								
ÍTEM	DETALLE	CANTIDAD	Pn (W)	CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1	Luminarias	45	9	405	90%	364,5	70%	255,15
2	Computadoras	8	110	880	80%	704	70%	492,8
3	Impresoras	4	25	100	60%	60	50%	30
4	Sensores de Humo	11	2,75	30,25	100%	30,25	50%	15,125
5	Televisor	1	400	400	60%	240	50%	120
6	Ventilador	1	100	100	60%	60	50%	30
7	Cajero	1	3000	3000	100%	3000	60%	1800
8	Microondas	1	900	900	30%	270	10%	27
TOTALES			4546,75	5815,25		4728,75		2770,075
FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA FP = 0,98			FACTOR DE DEMANDA FDM = $\frac{DMU}{CIR} = \frac{2770,075}{5815,25} = 0,47$					
DEMANDA DE DISEÑO DD (KVA) = 36								

- Medidas de Voltaje, Corriente, Potencia y Factor de potencia del analizador SACI-AHM 1 de la Cooperativa.



- Energía



- Armónicos

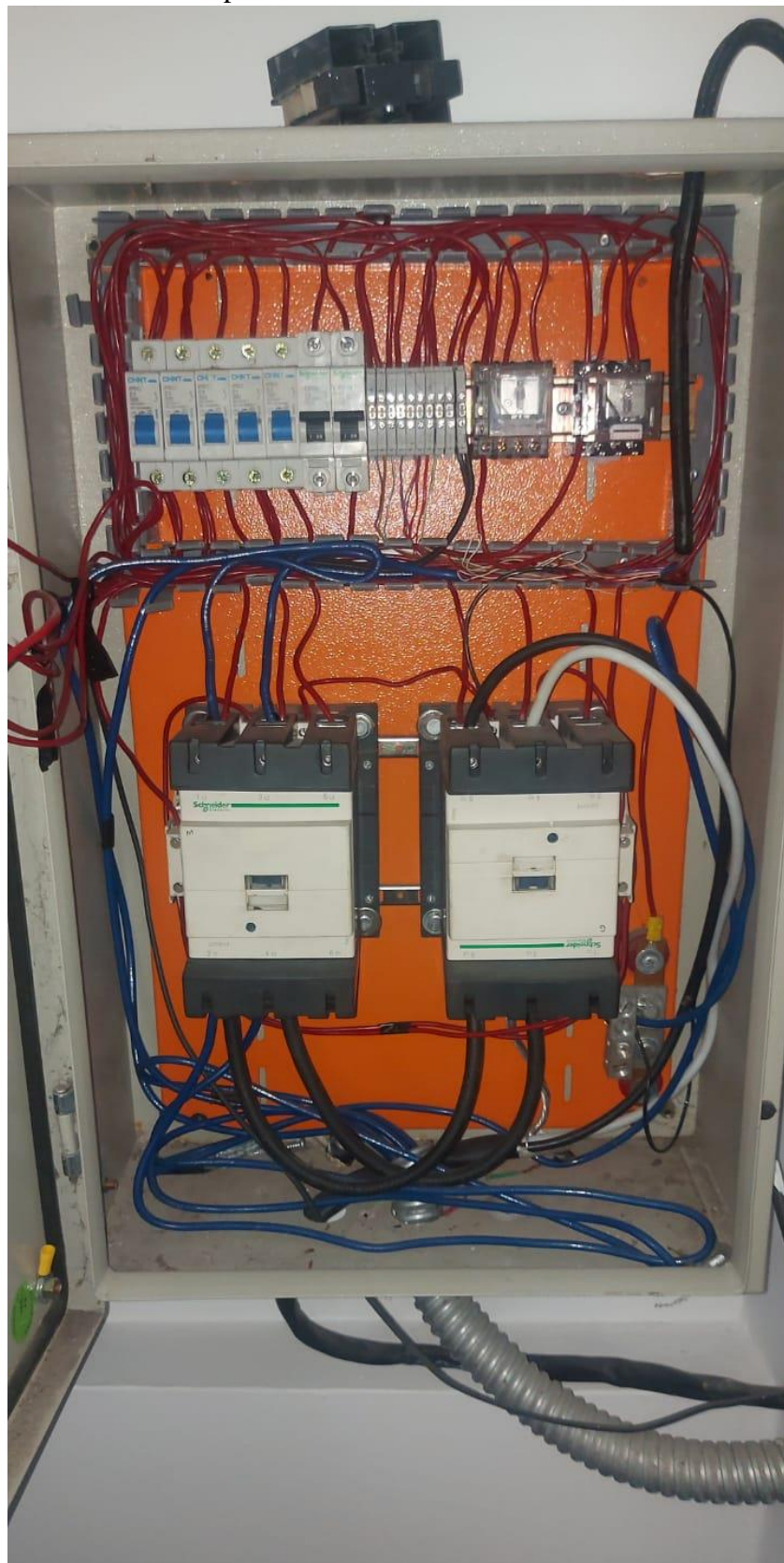


- Demandas máximas de tensión, corriente, potencia y factor de potencia.

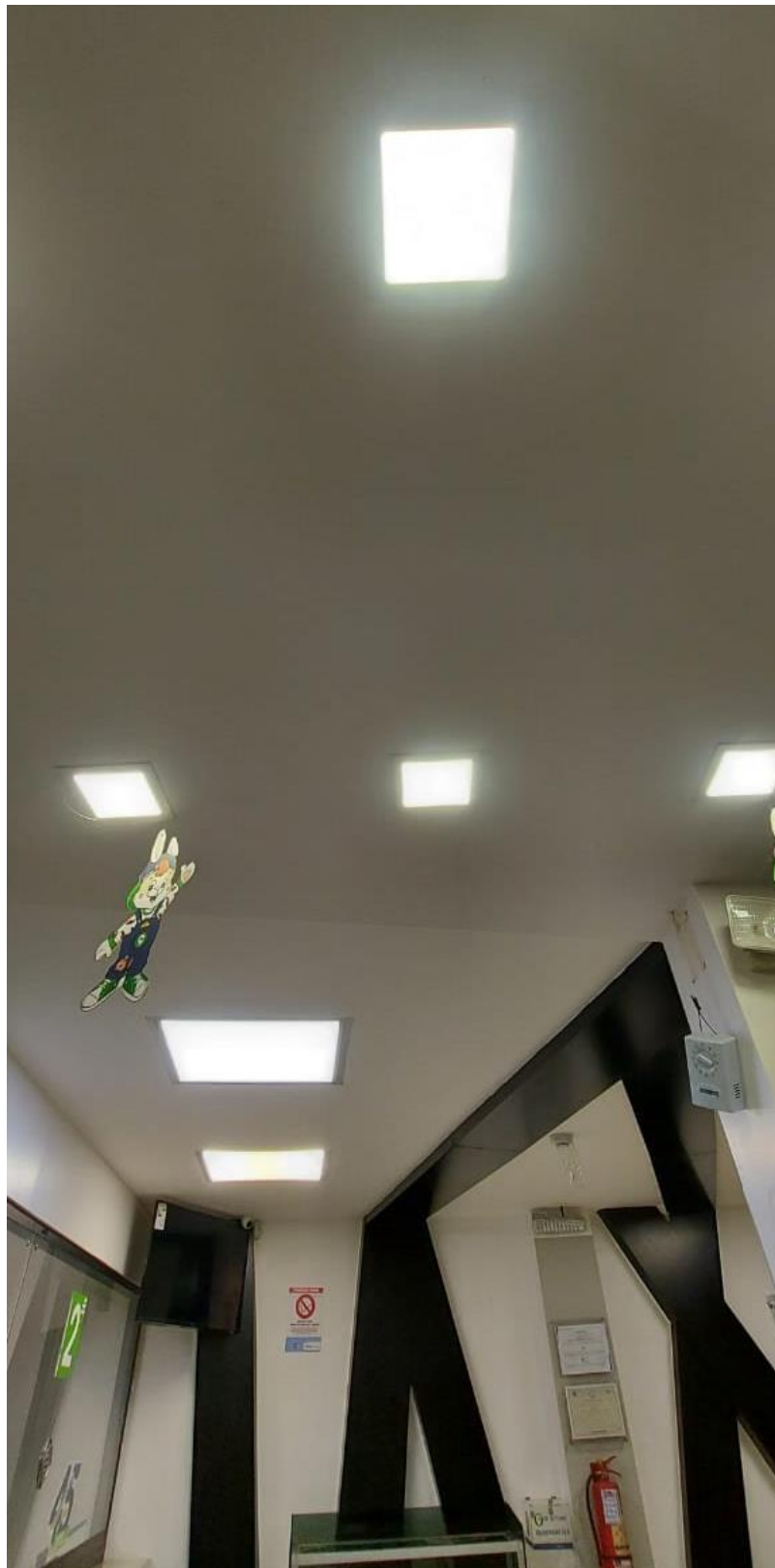


10.4 ANEXO C. EVIDENCIAS

- Tablero de control de la Cooperativa.



- Tipos de luminaria de la Cooperativa



- Poste y transformador local



- Medidor de la Cooperativa.



- Colocación del analizador SACI-AHM1



- Comprobación del funcionamiento del instrumento de medición de cargas.

