



Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción

Carrera de Ingeniería Eléctrica

Proyecto Técnico previo a la obtención de título de ingeniero eléctrico.

Modalidad Proyecto Técnico

Reingeniería de los circuitos de baja tensión de la Carrera de Ingeniería

Civil en el contexto de un Campus Sustentable.

Autores:

Burgos Laina Darwin Gabriel

Napa Vinces Gustavo Israel

Asesor académico: Ing. Pazmiño Ordoñez Ivan Patricio, MSc.

Manta – Ecuador

AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO

Quienes suscribimos, **Gustavo Israel Napa Vinces**, con cedula de identidad N° **171835497-8** y **Darwin Gabriel Burgos Laina**, con cedula de identidad N° **135067082-2**, egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”, declaramos que el presente proyecto de titulación es de autoría nuestra, el contenido, resultados y conclusiones obtenidas son de estricta responsabilidad de los autores, teniendo como respaldo citas bibliográficas necesarias para el desarrollo del proyecto, respetando el derecho intelectual de cada autor citado. El patrimonio intelectual de este proyecto de titulación corresponderá a la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”.



Gustavo Israel Napa Vinces



Darwin Gabriel Burgos Laina



ASESOR ACADÉMICO
Ing. Ivan Patricio Pazmiño Ordoñez, MSc.

DEDICATORIA

Le agradezco a mis padres, Esilda Vinces y Gustavo Napa que con su paciencia, amor, consejos y apoyo incondicional me han hecho cumplir un sueño, inculcándome siempre con ejemplos de persistencia, disciplina y trabajo que me ha permitido afrontar las adversidades.

A mis hermanos, por sus palabras de aliento y a motivarme a ser profesional, mejorándome, sacando lo mejor de mí en cada etapa estudiantil.

A mis amigos y a las personas que he conocido a lo largo de la carrera que me han enseñado y ayudado en momentos que fueron determinantes en mi desarrollo académico, laboral e individual.

Gustavo Israel Napa Vinces

Dedico este trabajo a mis madres, Monserrate Laina y Jorge Burgos que con su apoyo incondicional siempre han estado conmigo en los buenos y malos momentos, gracias por ser ese ejemplo de lucha y perseverancia.

A mis hermanos, por estar siempre apoyándome y siempre motivarme con sus palabras a seguir siempre adelante a cumplir mis sueños.

A mis amigos que siempre por sus palabras de aliento a continuar a que no me rinda, aquellas personas que vas conociendo en el proceso para formarte como profesional, las cuales han sido fundamental para alcanzar este objetivo.

Darwin Gabriel Burgos Laina

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo por compartir sus conocimientos, mi gratitud por haberme guiado.

Un reconocimiento especial mi amada madre por su comprensión, afecto y por abrazarme con sus bendiciones para animarme en momentos complicados. A mi padre que, con sus enseñanzas de consejos, y valores como la perseverancia, integridad y disciplina que han estado siempre presentes, haciendo de mi un profesional y mejor persona.

Así mismo agradecer a mi hermano David por su apoyo moral y económico que me ha hecho posible la realización de muchos proyectos durante el transcurso académico en el campus universitario siendo una persona determinante en el logro de muchos objetivos.

Gustavo Israel Napa Vinces

Agradezco principalmente a Dios que me ha dado las fuerzas, valor e inteligencia para poder cumplir esta etapa, a todos mis compañeros que me han ayudado a lo largo del proceso de formación académica y de igual manera a los distintos docentes que han guiado mi camino, pero sobre todas las cosas le agradezco a mis padres como un constante apoyo en mi vida.

Un agradecimiento especial a mi querida madre, que con su amor incondicional, me ha dado las fuerzas y la motivación de seguir, por estar conmigo siempre, ser mi guía, a que no me rinda, gracias a tus bendiciones que siempre hacen efecto.

Gracias hermanos, por todo su apoyo a sido de mucha importancia en este proceso, siempre voy a estar para ustedes como lo han estado con migo.

Darwin Gabriel Burgos Laina

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE DE TABLAS	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Título	14
1.2. Introducción	14
1.3. Antecedentes	15
1.4. Justificación.....	15
1.5. Propuesta	15
1.6. Objetivos	15
1.6.1. Objetivo general.....	15
1.6.2. Objetivos específicos	15
1.7. Resumen.....	16
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	17
2.1. Campus sustentable	17

2.1.1.	Breve reseña histórica	17
2.1.2.	Definición	18
2.2.	Prácticas orientadas a campus sustentables.....	19
2.3.	NFPA 70 National Electrical Code	20
2.4.	Protección de Circuitos Derivados.....	20
2.5.	Acometida	22
2.6.	Protección contra Sobrecorriente y Sobretensión	22
2.7.	Conductores.....	23
2.8.	Parámetros eléctricos de un circuito de baja tensión.....	23
2.8.1.	Resistencia	24
2.8.2.	Corriente	24
2.8.3.	Voltaje.....	24
2.8.4.	Conductancia.....	25
2.8.5.	Potencia.....	25
2.9.	Triangulo de Potencia.....	25
2.9.1.	Potencia Activa.....	26
2.9.2.	Potencia Reactiva.....	26
2.9.3.	Potencia Aparente	26
2.9.4.	Factor de Potencias	27
2.10.	Caída de tensión.....	27

2.11.	Tablero de distribución.....	27
2.12.	Interruptor termomagnético.....	27
2.13.	Centros de carga.....	28
2.14.	Instalación monofásica.....	29
2.15.	Instalación Bifásica.....	30
2.16.	Instalación Trifásica.....	31
2.17.	Descripción y Componentes de un Tablero de Distribución Eléctrica.....	33
2.17.1.	Tipos de tableros de distribución eléctrica.....	33
2.18.	Breaker bipolar.....	38
2.19.	Cable Concéntrico.....	39
2.20.	Barras colectoras de cobre.....	40
2.21.	Sistemas de climatización.....	41
2.21.1.	Sistemas de todo aire.....	41
2.21.2.	Sistema toda agua.....	43
2.21.3.	Sistemas aire-agua.....	43
2.21.4.	Sistemas todo refrigerante.....	44
2.22.	Normativas NEC.....	45
2.23.	Norma IEC 60364.....	46
2.24.	Norma IEC 61439 - 1.....	46
3.	CAPÍTULO III: Metodología.....	47

3.1.	Descripción del proyecto.....	47
3.2.	Metodologías Aplicadas.....	47
3.2.1.	Metodología Descriptiva.....	47
3.2.2.	Metodología Experimental.....	48
3.3.	Fuente de la Información.....	48
3.4.	Instrumentos y Técnicas.....	49
3.5.	Procedimiento.....	49
3.5.1.	Localización geográfica.....	49
3.5.2.	Evaluación Inicial y Levantamiento de Cargas	50
3.5.3.	Diseño del Nuevo Sistema Eléctrico.....	50
3.5.4.	Desconexiones y Reconfiguración de Circuitos	51
3.5.5.	Pruebas y Verificación.....	51
3.5.6.	Supervisión y Monitoreo.....	51
3.5.7.	Documentación y Reporte.....	52
3.6.	Equipos utilizados	52
3.6.1.	Datos de los tableros principales.....	53
3.6.2.	Obtención de datos previos.....	54
4.	CAPÍTULO IV RESULTADOS.....	55
4.1.	Análisis de la situación actual	55
4.1.1.	Trafo 75 kVA.....	55

4.1.2.	Diagrama Unifilar (antes)	55
4.1.3.	Problemas Identificados.....	56
4.2.	Propuesta de mejora.	58
4.2.1.	Transformador trifásico de 75 KVA después.	59
4.2.2.	Diagrama unifilar (después).....	60
4.2.3.	Presupuesto.	61
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
5.1.	Conclusiones.	86
5.2.	Recomendaciones.....	87
6.	Bibliografía.	88
7.	Anexos.	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	<i>Recopilación de datos</i>	57
Tabla 2:	<i>Especificaciones cable concéntrico</i>	64
Tabla 3:	<i>Comparación de mediciones</i>	73
Tabla 4:	<i>Detalle de los recursos humanos y su aporte en el desarrollo del proyecto.</i>	81
Tabla 5:	<i>Detalle de los recursos institucionales y lugar de origen.</i>	81
Tabla 6:	<i>Detalle de los recursos materiales y económicos necesarios para la elaboración del proyecto</i>	81
Tabla 7:	<i>Cronograma</i>	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Disyuntores AFCI y GFCI</i>	21
Figura 2: <i>Acometida básica de una propiedad</i>	22
Figura 3: <i>Conductores de cobre</i>	23
Figura 4: <i>Triángulo de potencia, (a) Inductivo, (b) Capacitivo</i>	26
Figura 5: <i>Instalación Monofásica</i>	30
Figura 6: <i>Instalación Bifásica</i>	31
Figura 7: <i>Instalación Trifásica</i>	32
Figura 8: <i>Tablero Metal Clad</i>	34
Figura 9: <i>Tablero Metal Enclosed</i>	34
Figura 10: <i>Tableros Encapsulados</i>	35
Figura 11: <i>Tablero de Distribución Primaria</i>	36
Figura 12: <i>Tablero de Distribución Secundaria</i>	36
Figura 13: <i>Breaker bipolar</i>	38
Figura 14: <i>Cable concéntrico</i>	39
Figura 15: <i>Barra de cobre</i>	40
Figura 16: <i>Sistemas de todo aire</i>	42
Figura 17: <i>Sistema toda agua</i>	43
Figura 18: <i>Sistemas aire-agua</i>	44
Figura 19: <i>Sistema todo refrigerante</i>	44
Figura 20: <i>Ubicación del área de estudio</i>	50
Figura 21: <i>Diagrama unifilar antes de la redistribución</i>	55
Figura 22: <i>Mediciones de cargas</i>	56
Figura 23: <i>Sistema actual de cargas</i>	59

Figura 24: <i>Diagrama unifilar post-intervención</i>	60
Figura 25: <i>Análisis de carga tablero trifásico principal</i>	61
Figura 26: <i>Análisis de cargas distribución de cargas de breakers principales</i>	62
Figura 27: <i>Tablero Seleccionado</i>	63
Figura 28: <i>Ensamble de tablero</i>	64
Figura 29: <i>Montaje de las barras de cobre</i>	65
Figura 30: <i>Instalación de los breakers de protección</i>	66
Figura 31: <i>Montaje en la facultad</i>	66
Figura 32: <i>Redistribución de los aires acondicionados</i>	67
Figura 33: <i>Reconexión de aires acondicionados</i>	68
Figura 34: <i>Motor US, Motor Zemith</i>	69
Figura 35: <i>Centro de carga suelo</i>	70
Figura 36: <i>Mediciones post intervención</i>	71
Figura 37: <i>Mediciones del nuevo centro de carga</i>	72
Figura 38: <i>Antes y después de la acometida</i>	75
Figura 39: <i>Medición a tierra</i>	8080

RESUMEN

La tesis se centra en la reconfiguración de los circuitos de baja tensión en un entorno educativo como el Campus de Ingeniería Civil, con énfasis en la sustentabilidad. El estudio busca identificar problemas en el sistema eléctrico del campus y proponer soluciones para mejorar la eficiencia energética y garantizar un suministro eléctrico seguro y estable.

Se realizan dos objetivos principales: analizar la infraestructura eléctrica actual, incluyendo cargas y protecciones, y proponer medidas para la reconfiguración del circuito de baja tensión. Estas medidas incluyen optimización del balance de cargas, reemplazo de protecciones obsoletas e instalación de un tablero de distribución secundario, con el objetivo de mejorar la eficiencia energética y la seguridad eléctrica.

La implementación de la propuesta se lleva a cabo en el sitio, con pruebas y ajustes para evaluar su desempeño en términos de estabilidad eléctrica, consumo de energía y seguridad.

Palabras clave: Reconfiguración, circuitos de baja tensión, sustentabilidad, eficiencia energética, seguridad eléctrica, infraestructura eléctrica, balance de cargas, tablero de distribución, implementación, evaluación.

ABSTRACT

The thesis focuses on the reconfiguration of low voltage circuits in an educational environment such as the Civil Engineering Campus, with emphasis on sustainability. The study seeks to identify problems in the campus electrical system and propose solutions to improve energy efficiency and ensure a safe and stable electricity supply.

Two main objectives are carried out: analyze the current electrical infrastructure, including loads and protections, and propose measures for the reconfiguration of the low voltage circuit. These measures include optimization of load balance, replacement of obsolete protections and installation of a secondary distribution panel, with the aim of improving energy efficiency and electrical safety.

The implementation of the proposal is carried out on site, with tests and adjustments to evaluate its performance in terms of electrical stability, energy consumption and safety.

Keywords: Reconfiguration, low voltage circuits, sustainability, energy efficiency, electrical safety, electrical infrastructure, load balance, distribution board, implementation, evaluation.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Título

Reconfiguración de los circuitos de baja tensión de la Carrera de Ingeniería Civil en el contexto de un Campus Sustentable.

1.2. Introducción

La infraestructura eléctrica es fundamental para lograr un entorno universitario más sostenible en un mundo en el que la importancia de la sostenibilidad y la eficiencia energética está aumentando. La carrera de ingeniería civil es fundamental para la planificación, diseño y ejecución de proyectos que fomenten la optimización de recursos y la reducción de los efectos ambientales.

La reconfiguración de los circuitos de baja tensión en el contexto de la carrera de ingeniería civil en un campus universitario sostenible es el tema del presente estudio. La implementación de medidas para mejorar la eficiencia eléctrica y asegurar un suministro confiable es un componente clave para impulsar el desarrollo de un ambiente académico y administrativo más eficiente y eco amigable.

Esta investigación sugiere medidas específicas destinadas a lograr un equilibrio adecuado en la distribución de cargas. Estos incluyen el uso de tecnologías más eficientes para reemplazar componentes obsoletos y establecer un sistema de monitoreo y gestión energética que permita maximizar el uso de recursos eléctricos. De esta manera, no solo se busca mejorar las condiciones operativas de la carrera de ingeniería civil, sino también fomentar prácticas universitarias responsables y sostenibles.

1.3. Antecedentes

Durante los años se han ido incorporando nuevas cargas en las aulas de la Carrera de Ingeniería Civil, sin tomar en cuenta su adecuada distribución, por ende, el sistema actualmente presenta inconvenientes en su adecuada operación, como saturaciones en horas pico y la activación de las protecciones eléctricas.

1.4. Justificación

En función de los antecedentes planteados, se amerita una mejora del sistema eléctrico de baja tensión, con una distribución correcta de las cargas para garantizar su adecuada operación de forma continua en el tiempo.

1.5. Propuesta

Reconfigurar el circuito de baja tensión para mejorar el servicio eléctrico para el caso de estudio, además de un correcto balance con respecto a las cargas de los equipos de climatización, reemplazar las protecciones antiguas y en mal estado por nuevas, y colocar un tablero de distribución secundario.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Reconfigurar de los circuitos de baja tensión de la Carrera de Ingeniería Civil en el contexto de un Campus Sustentable.

1.6.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis de la situación actual del caso de estudio.
- Realizar una propuesta de mejora para el sistema analizado e implementarla en sitio.

1.7. Resumen

En el capítulo 1 se trata del planteamiento de los objetivos a cumplir, se explica la importancia y relevancia en la ejecución de este proyecto, donde se da solución a un problema real dentro de la Carrera de Civil.

En el capítulo 2 se centra en comprender conceptos que son de utilidad para entender completamente el proyecto, conocer los parámetros que son importante tomar en cuenta.

En el capítulo 3 es donde se desarrolla el proyecto, mostrando un análisis más profundo del antes y después de la ejecución del proyecto, mediante cálculos matemáticos que demostrarán y darán validez a la problemática que se da solución, además se ira desarrollando paso a paso cada una de las funciones necesarias para la solución de la problemática.

Finalmente, el capítulo 4 donde se discutirá los resultados, dando conclusiones de los resultados obtenidos y como se ha mejorado el sistema a comparación del antes de dar solución.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Campus sustentable

2.1.1. Breve reseña histórica

El concepto de sustentabilidad según (Borowy, 2021), fue introducido por la Comisión Mundial en Desarrollo y Ambiente en el Reporte de Brundtland. Sin embargo, fue en la Declaración de Estocolmo de 1972 donde se mencionó por primera vez la importancia de la sustentabilidad en la educación superior, reconociendo la interdependencia entre humanidad y medio ambiente, y proponiendo formas para lograr la sustentabilidad ambiental en este contexto (Arruti & Enríquez, 2021). En 1990, aproximadamente 300 universidades de 40 países firmaron la Declaración de Tallories, un plan de acción de 10 puntos para incorporar principios de sustentabilidad y educación ambiental en la enseñanza, investigación, operación y difusión en universidades.

En 1991, administradores universitarios se reunieron en Halifax, Canadá, para discutir la degradación ambiental a nivel global y el papel de la pobreza en este proceso. Dos años después, en 1993, durante la Declaración de Swansea, representantes de unas 400 universidades de 47 países se enfocaron en cómo las universidades podían asignar recursos para equilibrar el desarrollo económico y tecnológico con la preservación ambiental (Ferreira Gomes, 2021). En las últimas décadas, ha aumentado el número de universidades que adoptan un enfoque más responsable hacia la gestión ambiental, reflejado en el interés por figurar en el ranking UI GreenMetric, que evalúa aspectos como agua, residuos y energía, y que ha visto un aumento de participantes de 95 universidades en 35 países en 2010 a 256 universidades en 80 países en 2021.

Este interés global en la sustentabilidad se ha manifestado en todos los continentes, incluyendo Europa, Asia, América, África y Australia. Como resultado de este compromiso creciente, muchas universidades están desarrollando proyectos y políticas para incorporar la sustentabilidad en sus sistemas, adaptándose a diferentes interpretaciones del concepto de sustentabilidad según los involucrados.

2.1.2. Definición

Para definir un campus sustentable, es importante entender primero los conceptos de sustentabilidad y desarrollo sustentable. La sustentabilidad busca fortalecer las bases de ecología, economía y sociedad para las generaciones presentes y futuras. Es un estado y un proceso continuo que asegura un entorno favorable y una calidad de vida adecuada para las futuras generaciones (Ruggerio, 2021). La sustentabilidad implica colaborar para crear un mundo en el que todos puedan prosperar, integrando ecología, salud, justicia social y medios de vida seguros.

Un campus sustentable es aquel que reduce su huella ecológica más allá de los estándares, promoviendo justicia, paz, respeto y acciones para proteger los sistemas naturales, y compartiendo esta información abiertamente (Adam, 2023). En resumen, un campus sustentable es un entorno que promueve una economía próspera basada en la conservación de recursos y la gestión ambiental eficiente, fomentando la equidad y la justicia social en sus actividades y extendiendo estos valores a la comunidad local y global.

Las universidades, muchas de las cuales funcionan como pequeñas ciudades, tienen un impacto significativo en el medio ambiente debido a sus grandes campus, población y actividades diversas. Por ejemplo, la Universidad Central del Ecuador tiene cerca de 45,000 estudiantes (Cadena Vela y Enríquez Reyes, 2017), la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí tiene 21,000

(ULEAM, 2019) y la Escuela Politécnica Nacional tiene alrededor de 10,000 (EPN, 2022), además de 3,000 estudiantes en su Centro de Educación Continua.

2.2. Prácticas orientadas a campus sustentables

Para promover la sustentabilidad en campus universitarios, tradicionalmente se han utilizado sistemas de gestión ambiental (EMS, por sus siglas en inglés), que pueden clasificarse en formales y no formales. Un ejemplo de EMS no formal es la iniciativa Green Building, mientras que entre los formales destacan la ISO 14001 y el Esquema Europeo de Ecogestión y Auditoría (EMAS).

La iniciativa Green Building se centra en reducir la producción de desechos y materiales peligrosos, así como el consumo de energía, promoviendo el diseño y construcción de edificios más eficientes. Esta iniciativa se basa en el diseño sustentable, ya que las construcciones dentro de un campus universitario tienen un impacto significativo en el medio ambiente. Utiliza materiales ambientalmente amigables y sistemas integrados para mejorar la calidad del aire y la eficiencia energética, además de adoptar prácticas seguras en la construcción para mitigar impactos ambientales como aguas residuales, ruido, polvo y tráfico. Asimismo, fomenta el uso de materiales locales para apoyar las economías locales y reducir costos de transporte y contaminación.

No obstante, Green Building presenta limitaciones para su aplicación en campus sustentables, ya que su enfoque está principalmente en las edificaciones y no considera aspectos fundamentales como la educación e investigación, que son clave en un campus universitario.

Otra práctica común es la implementación de la norma ISO 14001, que establece objetivos, políticas y responsabilidades ambientales para las organizaciones. Este estándar se ha implementado en universidades de Sudamérica, Norteamérica y Asia, y busca reducir

desperdicios, el agotamiento de recursos y la contaminación, además de promover la conciencia ambiental y un enfoque global en la gestión ambiental (ISO, 2024). Sin embargo, aunque ofrece beneficios significativos, su enfoque en el medio ambiente no está específicamente adaptado a las instituciones de educación superior, dejando de lado aspectos como la educación e investigación.

El EMAS, desarrollado por la Unión Europea en 1993, busca mejorar el desempeño ambiental de las organizaciones, aunque ha visto un descenso en su aceptación incluso en Europa, en parte debido a la falta de conocimiento sobre su implementación.

El UI GreenMetric World University Rankings es una iniciativa de la Universidad de Indonesia lanzada en 2010. Evalúa la sustentabilidad en universidades de todo el mundo, promoviendo acciones contra el cambio climático, la conservación del agua y energía, y el reciclaje de desechos (UI GreenMetric, 2023). Este ranking ha ganado importancia global como un indicador de desempeño ambiental en el ámbito universitario, destacando como un enlace entre universidades sostenibles y su rendimiento académico.

2.3. NFPA 70 National Electrical Code

El objetivo de este código es proteger efectivamente a las personas y la propiedad de los peligros que resultan del uso de la electricidad. Este código no es una guía de diseño para personas sin experiencia (Eaton, 2020).

2.4. Protección de Circuitos Derivados

La protección de los circuitos derivados es uno de los objetivos principales del NEC 2020, particularmente con respecto al uso de interruptores de circuito de falla a tierra (GFCI) y de arco eléctrico (AFCI). Estos dispositivos brindan protección adicional en áreas como cocinas, baños y

exteriores para prevenir incendios y choques eléctricos. NEC 2020 establece que la instalación de GFCI y AFCI es necesaria en una variedad de entornos para reducir los riesgos eléctricos.

Los disyuntores AFCI (interruptores de circuito por fallas de arco) son dispositivos que protegen contra incendios causados por arcos eléctricos involuntarios. Estos arcos pueden ocurrir debido a conexiones sueltas o cables dañados, generando altas temperaturas y chispas que pueden encender materiales combustibles. Los AFCI monitorean continuamente la corriente eléctrica en un circuito y lo desconectan si detectan la formación de arcos no deseados, previniendo así posibles incendios. (Andres, 2020)

Los disyuntores GFCI (interruptores de circuito por fallas a tierra) protegen contra descargas eléctricas causadas por fallas a tierra, que son caminos eléctricos no intencionales entre una fuente de corriente y una superficie con conexión a tierra. Si una persona entra en contacto con una parte energizada, el GFCI reduce el riesgo de electrocución al desconectar inmediatamente el circuito. Estos disyuntores se pueden instalar tanto en paneles de distribución como en tomacorrientes, proporcionando una protección crucial en áreas donde el contacto con superficies conectadas a tierra es común. (Andres, 2020)

Figura 1:
Disyuntores AFCI y GFCI



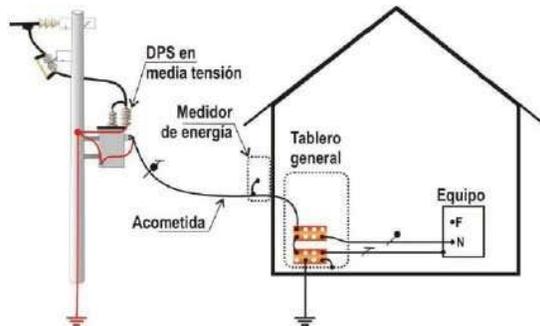
Nota: Tomada de (Andres, 2020)

2.5. Acometida

La acometida eléctrica consiste en un conjunto de conductores y equipos que se utilizan para suministrar energía eléctrica a los diferentes niveles de voltaje hasta las instalaciones del conductor (CNEL EP, 2012). También se las puede definir como la derivación desde la red eléctrica de distribución de la empresa suministradora hasta el medidor de energía correspondiente a la edificación o propiedad que hará uso de este servicio (Elkinntera, 2018).

Figura 2:

Acometida básica de una propiedad.



Nota: Tomada de Jerry Anderson, 2023.

2.6. Protección contra Sobrecorriente y Sobretensión

El NEC 2020 también establece estándares estrictos para proteger contra sobrecorriente y sobretensión. Para proteger los circuitos de sobrecargas y cortocircuitos, los dispositivos como fusibles y disyuntores deben ser seleccionados e instalados correctamente. Además, el artículo 230.67 enfatiza la necesidad de protección contra sobretensiones para los servicios de unidades de vivienda y destaca la importancia de evitar daños a los equipos eléctricos causados por picos de tensión. (Eaton, 2020)

2.7. Conductores

Los conductores eléctricos son materiales los cuales apenas presenta una resistencia a las cargas eléctricas conectadas, estos conductores entre los más habituales están el aluminio, plata, oro y el más usado el de cobre, los conductores de cobre son los más comunes en las instalaciones eléctricas debido a son económicos y con buena conductividad (Energy GO, 2023). En el pasado era muy utilizado el aluminio en la fabricación de conductores por que el costo es muy bajo pero su lado negativo se basa en lo menos eficiente a comparación del cobre, hoy en día se utiliza un tipo de cobre para fabricar conductores siendo un cobre electrolítico de pureza alta con valores de 99,99% (Altamirano, 2024).

Figura 3:

Conductores de cobre.



Nota: Tomada de Altamirano, 2023.

2.8. Parámetros eléctricos de un circuito de baja tensión

Los parámetros eléctricos que se encuentran presente en los circuitos de baja tensión están relacionados con sistemas eléctricos que operan a voltajes relativamente bajos, ya sea a 120V o 220V, conocer estos parámetros son de gran importa debido a que nos permite comprender y diseñar sistemas eléctricos seguros y de mayor eficiencia.

Entre los parámetros más importantes están:

- Resistencia
- Corriente
- Voltaje
- Potencia

2.8.1. Resistencia

La resistencia es el valor de oposición que tiene un material hacia la corriente, el flujo de electrones requiere de un material que permita fácilmente su desplazamiento por lo que la oposición que se encuentra a este flujo es conocida como resistencia. Existen elementos de alto valor en resistencia por lo que se les nombran como aislantes siendo la cerámica y los plásticos, al igual que existen elementos de tan baja resistencia como los conductores de cobre, aluminio y etc., en elementos con valores de resistencia bajos permiten que los electrones se muevan fácilmente con un valor de voltaje mínimo. La unidad de medida de la resistencia es en ohm (CONDUMEX, 2009).

2.8.2. Corriente

La corriente eléctrica se la describe como la velocidad a la que un flujo de electrones se desplaza por un punto de un circuito completo, la magnitud de la corriente dependerá de la carga y la diferencia de potencial existente en el circuito, además existen dos tipos de corrientes, las cuales son la corriente continua enfocado más en circuitos electrónicos donde la corriente fluye en un solo sentido y la corriente alterna para circuitos eléctricos donde la corriente fluye en forma de onda sinusoidal. La unidad de medida de la corriente es en amperios(A) (FLUKE, 2024).

2.8.3. Voltaje

La tensión o voltaje se lo define como la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos en un circuito o campo eléctrico, siendo el equivalente al trabajo realizado por una fuerza externa

invisible para trasladar la carga de un punto a otro, la unidad de medidas son los voltios(V) (CONDUMEX, 2009).

2.8.4. Conductancia

La conductancia en electricidad es lo opuesto a la resistencia, en otros términos, la conductancia se la define como la facilidad con la que la corriente fluye a través de los materiales, siendo en si una propiedad que se encuentra en los conductores de electricidad más usados, dando como ejemplo el aluminio y el cobre, la unidad de medida es el siemens (S) (Ibañez, 2023).

2.8.5. Potencia

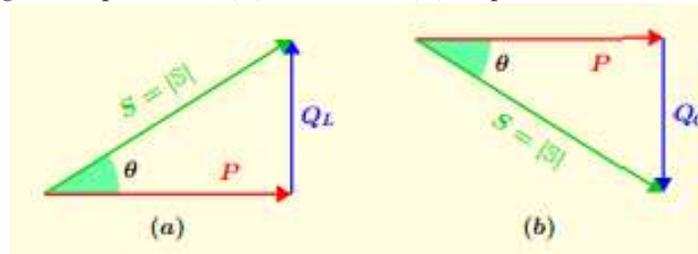
La potencia en términos generales consiste en la rapidez en la que se realiza trabajo o se gasta energía, dado el caso para enfocarnos netamente a la potencia en electricidad se puede decir que la potencia eléctrica es igual a la corriente por la tensión. En sistemas trifásicos de corriente alterna la potencia se divide en tres tipos de potencia diferentes, entre ellos están la potencia activa, potencia reactiva y potencia aparente (Acevedo, 2016).

2.9. Triangulo de Potencia

Cuando se hace mención del triángulo de potencia es que se está refiriendo a la relación que tienen los diferentes tipos de potencias entre si existentes en sistemas de corriente alterna representados en forma gráfica, siendo representados los valores de la potencia activa(P), la potencia reactiva(Q) y la potencia aparente(S) (Rivera, 2013). La relación triangular de estas potencias da como resultado un parámetro muy importante que es el ángulo entre la potencia activa y la aparente, mediante este valor se puede calcular y conocer el factor de potencia del sistema, para así tener conocimiento si el sistema está dentro del rango del factor de potencia permitido. (Rivera, 2013)

Figura 4:

Triángulo de potencia, (a) Inductivo, (b) Capacitivo.



Nota: Tomada de Perez, 2013.

2.9.1. Potencia Activa

La potencia activa se trata de la potencia que se ha utilizado dentro de un circuito eléctrico, siendo una forma energía que a mediado que pasa el tiempo esta incrementa constantemente, la potencia utilizada se convierte en trabajo efectivo (Ferro & Gustavo, 2016). La ecuación de la potencia activa en sistemas de corriente alterna es la siguiente:

2.9.2. Potencia Reactiva

La potencia reactiva se trata de una porción de la potencia total que el sistema no pudo convertir en trabajo efectivo y se origina por el uso de componentes reactivos, entre ellos están los elementos capacitivos como capacitores que generan campos eléctricos e inductivos siendo las bobinas que generan campos magnéticos (Macías, Contreras, & Zamora, 2023), por ende, se establece que la potencia reactiva se la representa mediante la siguiente ecuación:

2.9.3. Potencia Aparente

La potencia aparente se trata de la potencia asociada con un sistema o dispositivo de corriente alterna, en donde únicamente presentara valores cercanos a la potencial real cuando se trata de un sistema con cargas puramente resistivas, en sistemas donde las cargas son mixtas el

desfase entre la corriente y el voltaje dependerá de si el sistema está conformado por cargas inductivas o capacitivas (Macías, Contreras, & Zamora, 2023), se establece la siguiente ecuación:

O de forma rectangular:

2.9.4. Factor de Potencias

El factor de potencia consiste en un parámetro de mucha importancia que permite regular por completo la energía suministrada. (Boylestad, 2004)

La ecuación del factor de potencia es la siguiente:

2.10. Caída de tensión

Se trata del decremento del nivel de tensión de una línea eléctrica, tratándose de un problema de calidad de energía que afectara de forma grave o daños parciales a los equipos o maquinarias conectados a un circuito (NewLine, 2024).

2.11. Tablero de distribución

Es uno de los elementos principales que se encuentra en una instalación eléctrica, donde cada circuito está protegido mediante elementos como fusibles, interruptores termomagnéticos y diferenciales. La forma de clasificarlo es por el tipo, material, y la función (Edisonec, 2024).

2.12. Interruptor termomagnético

Funciona como un componente para proteger los cables o demás elementos eléctricos que se encuentran conectados en un circuito eléctrico, funcionando de la siguiente forma, interrumpe el paso de la corriente cuando se detecta que la misma sobrepasa los límites, ya sea si hay presencia de sobrecargas o cortocircuitos (transelec, 2024).

2.13. Centros de carga

Los centros de carga son paneles metálicos diseñados para contener una cantidad específica de disyuntores termomagnéticos, que tienen la función de proteger y desconectar circuitos eléctricos de menor voltaje.

Todos los tipos de edificios, independientemente de su propósito, requieren electricidad para iluminación y para alimentar equipos diversos. Para lograr esto, es necesario transportar la electricidad desde las líneas de suministro hasta el interior del edificio mediante conectores.

La energía eléctrica se concentra en el centro de carga y luego se distribuye a los diferentes ramales o tomas de circuito. En caso de que haya una sobrecarga en alguno de estos ramales, el centro de carga protege el circuito al desconectar la corriente eléctrica.

En función de su uso, un centro de carga puede ser denominado de distintas maneras. Por ejemplo, si solo contiene interruptores para iluminación, se le llama "tablero de alumbrado". Si alberga diferentes tipos de cargas, se le conoce como "tablero de fuerza". Si incluye interruptores tanto para iluminación como para fuerza, se le llama "tablero mixto".

Los centros de carga pueden contener una variedad de disyuntores, desde 1 hasta 80, dependiendo de las necesidades de la instalación eléctrica.

En cuanto al tipo de fase, los centros de carga pueden ser monofásicos (con una sola corriente) o trifásicos (con tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud). Esto permite soportar disyuntores monopolares, bipolares o tripolares según sea necesario. (Golfo, 2023)

Existen tres tipos principales de centros de carga:

Interruptor principal: Este tipo de centro de carga suministra y desconecta la energía eléctrica de todo el edificio de manera rápida y sencilla.

Zapata principal: A diferencia del interruptor principal, este tipo de centro de carga no incluye un interruptor principal para protegerse a sí mismo. En su lugar, se protege a través de un interruptor que se encuentra en un panel superior. Es comúnmente utilizado para proporcionar energía a un punto específico dentro del edificio y se le conoce como panel agregado, secundario o corriente abajo.

Convertible: Este tipo de centro de carga se entrega sin zapatas ni interruptores, y el electricista debe instalar el kit adecuado según el uso que se le dará.

2.14. Instalación monofásica

La energía monofásica se caracteriza por tener una sola fase y una corriente alterna que oscila entre 220 y 230 voltios. Este sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica se basa en una única fase o corriente alterna, lo que significa que el voltaje varía de la misma manera en todo el circuito. (tec-eos, 2021)

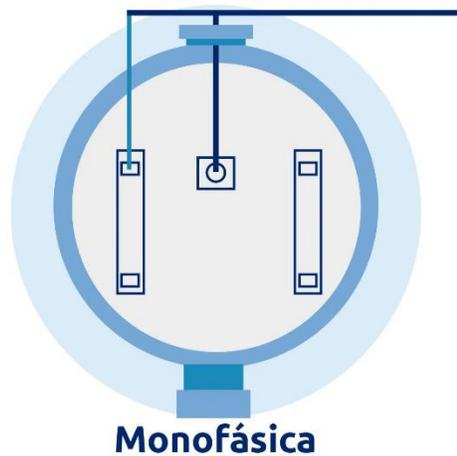
Este tipo de instalación es común en la mayoría de las viviendas debido a su menor costo y a la facilidad de controlar su uso, ya que se trata de una única potencia que se distribuye equitativamente entre todos los electrodomésticos y dispositivos eléctricos.

Las instalaciones monofásicas suelen constar de una sola fase con una única corriente alterna y una potencia contratada que normalmente no excede los 10 kW, lo cual es estándar en hogares.

Además, las instalaciones monofásicas pueden tener dos o tres cables:

- Bipolares: Estas instalaciones cuentan con dos cables, uno marrón que representa la fase por la cual circula la corriente eléctrica y otro azul que actúa como neutro.
- Tripolares: En este caso, se añade un tercer cable, de color amarillo-verde, que se utiliza como conexión a tierra. La toma de tierra tiene la función de proteger los dispositivos eléctricos contra posibles sobretensiones.

Figura 5:
Instalación Monofásica



Nota: Mono fase tomada de (tec-eos, 2021)

2.15. Instalación Bifásica

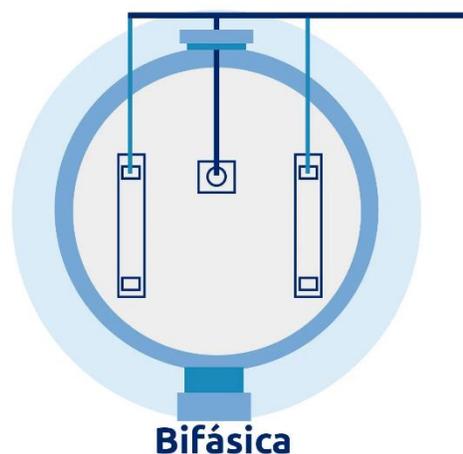
El sistema bifásico es un sistema de generación y distribución de energía eléctrica que se basa en dos tensiones eléctricas alternas que están desfasadas en su frecuencia por 90 grados. En un generador bifásico, el sistema se considera equilibrado y simétrico cuando la suma vectorial de las tensiones es nula, lo que se denomina punto neutro.

Este sistema se utiliza principalmente para distribuir electricidad cuando hay muchas cargas monofásicas, ya que permite una distribución eficiente. Por ejemplo, para una carga de 6 kW a 120 V en un sistema monofásico, se necesitarían 50 A de corriente. En cambio, con un

sistema bifásico y un neutro, solo se necesitarían 25 A para la misma potencia. Lo mismo ocurre con una tensión de 230 V, donde una carga de 11,5 kW requeriría 50 A en un sistema monofásico, pero solo 25 A en un sistema bifásico y neutro.

Las instalaciones bifásicas son especialmente adecuadas para hogares con un consumo de energía eléctrica más elevado debido a la presencia de múltiples servicios y comodidades. También son útiles para negocios que no superen una demanda de 10 kW y que no utilicen equipos eléctricos trifásicos. (tec-eos, 2021)

Figura 6:
Instalación Bifásica



Nota: Bi fase tomada de (tec-eos, 2021)

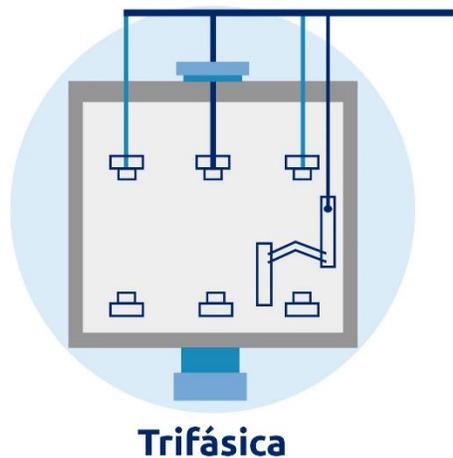
2.16. Instalación Trifásica

Las instalaciones eléctricas trifásicas son una de las acometidas de baja tensión más utilizadas en la actualidad debido al creciente uso de equipos electrónicos y eléctricos en la vida cotidiana, lo que aumenta la carga eléctrica. Estas instalaciones trifásicas constan de tres fases, es decir, tres corrientes alternas distintas que dividen la distribución eléctrica en varias partes, todas con una potencia constante.

Para funcionar, las instalaciones trifásicas utilizan cuatro cables eléctricos: tres de fase y uno de neutro. La tensión de suministro en este tipo de instalaciones puede alcanzar hasta 400 voltios.

Este tipo de instalación trifásica es muy común en comercios, naves industriales y fábricas, ya que, al dividir la potencia en tres fases diferentes, se logra una distribución de energía más eficiente y equilibrada, adecuada para alimentar maquinaria industrial y equipos pesados.

Figura 7:
Instalación Trifásica



Nota: Tri fase tomada de (tec-eos, 2021)

2.17. Descripción y Componentes de un Tablero de Distribución Eléctrica

Los tableros de distribución eléctrica son gabinetes de seguridad diseñados para instalaciones eléctricas. Su propósito principal es aislar y contener posibles fallas eléctricas para prevenir situaciones peligrosas. Además, facilitan las labores de mantenimiento, como el mantenimiento de plantas de energía y otros procedimientos correctivos. La implementación de un cuarto de control eléctrico en tu empresa o industria es una medida de seguridad esencial que te resguarda ante cualquier eventualidad. A continuación, se detallan más aspectos importantes.

Estos tableros reúnen componentes como disyuntores, fusibles y sistemas de conexión a tierra y contra fugas. Su función principal es asegurar la correcta distribución de la electricidad desde la fuente de suministro hacia el gabinete y, posteriormente, hacia los distintos circuitos derivados (Seoadmin, 2022).

2.17.1. Tipos de tableros de distribución eléctrica

Existen varios tipos de tableros de distribución eléctrica, cada uno con características específicas para diversas aplicaciones:

Tablero Metal Clad: Este tipo de tablero de media tensión se emplea en la distribución primaria de energía eléctrica. Está construido con un gabinete metálico robusto y seguro que alberga interruptores de carga o seccionadores, dispositivos de protección y otros componentes necesarios. Los tableros Metal Clad son adecuados para uso en interiores o exteriores y son ideales en aplicaciones que requieren un alto nivel de confiabilidad y seguridad. Su diseño compacto y modular facilita la instalación, operación y mantenimiento.

Figura 8:

Tablero Metal Clad



Nota: Celdas Metal Clad tomada de (García, 2017)

Tablero Metal Enclosed: Similar al Metal Clad, este tipo de tablero se utiliza en la distribución primaria de energía eléctrica. A diferencia del Metal Clad, en el Metal Enclosed, los componentes internos están completamente contenidos en compartimentos separados y sellados para mayor seguridad. Estos tableros son aptos para uso en interiores y se caracterizan por su alta confiabilidad y capacidad de aislamiento, lo que los hace adecuados para aplicaciones exigentes y entornos con alta contaminación.

Figura 9:

Tablero Metal Enclosed



Nota: Tablero Metal Enclosed sin sección de acoplamiento tomada de (Dicisa, 2016)

Tableros Encapsulados: Los tableros de distribución primaria de media tensión emplean un encapsulado de resina epóxica para aislar y proteger los componentes internos. Son compactos,

ligeros y ofrecen una excelente resistencia a la corrosión, lo que los convierte en una elección acertada para aplicaciones en ambientes agresivos. Además, su diseño modular y capacidad de encapsulamiento proporcionan una mayor seguridad y confiabilidad en la operación.

Figura 10:

Tableros Encapsulados



Nota: Tableros de traceado eléctrico encapsulados tomada de (Eaton, 2023)

Tablero de Distribución Primaria: Este tipo de tablero se usa para la distribución primaria de energía eléctrica desde una subestación o transformador de potencia hacia las cargas primarias o secundarias. Puede presentar diferentes configuraciones, como Metal Clad, Metal Enclosed o Encapsulado, e incluye interruptores de carga, seccionadores, fusibles, relés de protección y otros dispositivos de protección y control.

Figura 11:

Tablero de Distribución Primaria

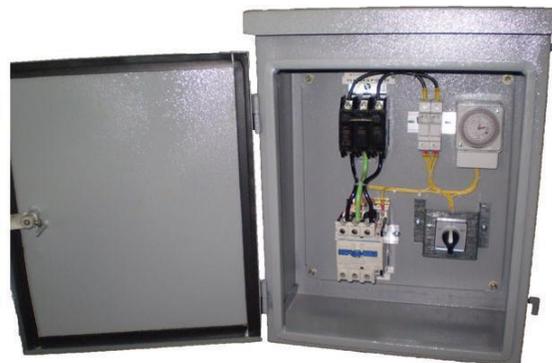


Nota: Tablero de Distribución Primaria en Media Tensión tomada de (Chintglobal, 2023)

Tablero de Distribución Secundaria: Este tipo de tablero se utiliza para la distribución secundaria de energía eléctrica desde el tablero de distribución primaria hasta los puntos de carga finales, como edificios, instalaciones industriales o comerciales. Estos tableros suelen ser más pequeños y se utilizan para alojar dispositivos de protección, control y medición destinados a cargas específicas.

Figura 12:

Tablero de Distribución Secundaria



Nota: Tableros para circuitos de iluminación arrancadores para motores instalación y prueba de seccionadores celda para control

Los tableros de distribución eléctrica en media tensión son componentes esenciales en los sistemas de distribución de energía eléctrica. Estos gabinetes, conocidos también como celdas o

gabinetes de media tensión, desempeñan un papel fundamental en la infraestructura de distribución eléctrica y cumplen varias funciones clave:

1. **Protección:** Estos tableros están equipados con dispositivos de protección, como interruptores de carga, seccionadores y fusibles. Estos elementos salvaguardan los equipos y circuitos de media tensión ante sobrecargas, cortocircuitos y otros eventos anómalos que podrían causar daños o interrupciones en el suministro eléctrico.
2. **Control:** Los tableros de distribución en media tensión incorporan dispositivos de control, como relés de protección y control, medidores y sistemas de automatización. Esto permite supervisar y gestionar la operación de los equipos y circuitos de media tensión. También se pueden llevar a cabo maniobras y ajustes necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.
3. **Conexión:** Estos tableros proporcionan puntos de conexión y desconexión para los equipos y circuitos de media tensión. Esto facilita las operaciones de mantenimiento, reparación y expansión de la red eléctrica al permitir la desconexión segura de secciones específicas.
4. **Distribución:** Los tableros eléctricos en media tensión desempeñan un papel importante en la distribución eficiente y segura de la energía eléctrica a cargas específicas. A través de dispositivos de protección y control adecuados, se asegura la entrega de la energía eléctrica a los diferentes usuarios finales de manera óptima.

Estos tableros desempeñan un papel crítico en la infraestructura eléctrica al garantizar la protección, control y distribución adecuada de la energía eléctrica en sistemas de media tensión.

2.18. Breaker bipolar

Un breaker bipolar es un dispositivo eléctrico que, aunque puede realizar la misma función que un interruptor unipolar convencional, tiene la particularidad de utilizar dos cables para interrumpir la corriente, uno correspondiente a la fase y otro al neutro.

Figura 13:

Breaker bipolar



Nota: Breaker bipolar atornillable tomada de (Jdelectricos, 2023)

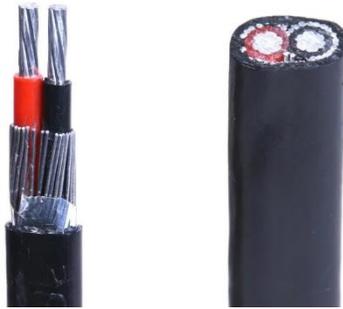
En una instalación eléctrica doméstica, la tensión eléctrica ingresa a través de tres cables: la fase (generalmente de color marrón o negro), el neutro (azul) y la toma de tierra (amarillo y verde). La fase es el cable más peligroso, ya que es el que suministra la tensión a la vivienda (normalmente 220V) y, por lo tanto, presenta un riesgo de electrocución. El neutro es el cable por el cual la corriente regresa, y aunque por sí solo no es peligroso, es esencial para que fluya la corriente. La toma de tierra no transporta tensión y se utiliza por motivos de seguridad.

Estos interruptores bipolares son considerados los más seguros y prácticos en la mayoría de las aplicaciones eléctricas. La referencia al "polo" se utiliza para indicar cuántos circuitos son controlados por un mismo interruptor. (Jdelectricos, 2023)

2.19. Cable Concéntrico

El cable antifraude es un tipo de cable concéntrico que se emplea para prevenir el robo de energía eléctrica en las conexiones desde la red de distribución hasta los medidores o paneles de los usuarios.

Figura 14:
Cable concéntrico



Notas: Se utiliza principalmente en las acometidas monofásicas a dos o tres hilos tomada de (Zmscable, 2023)

Lo característico de este cable es que el conductor neutro está compuesto por alambres desnudos dispuestos de manera concéntrica alrededor del conductor de fase, que se encuentra aislado con un material termoplástico. Esta configuración permite que, en caso de manipulación indebida del cable con la intención de realizar una conexión ilegal, se genere un cortocircuito que activará la protección, como un fusible o un interruptor de seguridad. (Zmscable, 2023)

La función del cable antifraude es establecer la conexión desde la red de distribución de energía hasta el medidor, y desde este último hasta el panel de distribución general. Esto asegura que todo el consumo de energía sea registrado por el medidor y que la empresa proveedora del servicio pueda facturar de manera precisa. El uso de este tipo de cable contribuye a prevenir pérdidas de energía y garantiza un registro adecuado del consumo eléctrico. (Zmscable, 2023)

2.20. Barras colectoras de cobre

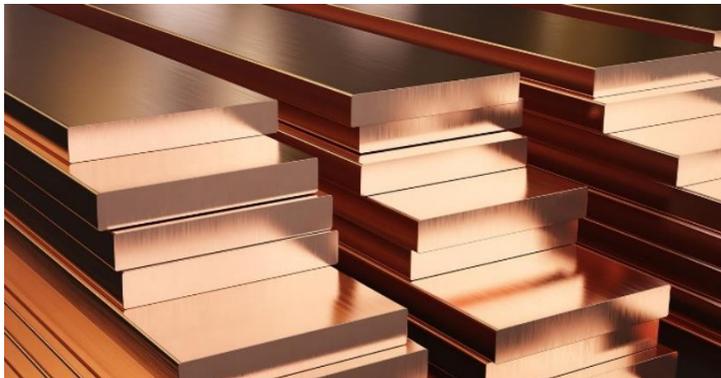
Las barras colectoras de cobre se caracterizan por su excelente capacidad de conducción de corriente eléctrica. Básicamente, estas barras están fabricadas en cobre sólido, típicamente electrolítico. Debido a la destacada conductividad eléctrica del cobre, este material se elige para la fabricación de barras colectoras que se utilizan en diversas aplicaciones, incluyendo:

- Tableros eléctricos.
- Enchufes.
- Cabinas eléctricas.
- Disyuntores.
- Marcos de luces.
- Tableros de distribución.

El cobre se aprecia por su eficiencia en la conducción de la corriente eléctrica, lo que lo convierte en un material óptimo para garantizar la transmisión segura y eficaz de la electricidad en diversas instalaciones eléctricas. (Coppermetal, 2023)

Figura 15:

Barra de cobre



Nota: Barras colectoras (Busbars) de cobre tomada de (Coppermetal, 2023)

2.21. Sistemas de climatización.

Cuando se aborda el tema de los sistemas de climatización, es fundamental comprender que existen diversas clasificaciones. Cada una de ellas persigue el objetivo principal de crear un entorno cómodo, el cual solo puede alcanzarse al regular varios factores, como la humedad, la temperatura, la limpieza y la distribución del aire en el espacio.

De acuerdo con lo mencionado por (Prentice-Hall, 2017) “Los sistemas se pueden clasificar en función del fluido encargado de compensar la carga térmica en el recinto climatizado”. Siendo que a partir de eso tenemos los siguientes sistemas de climatización:

- Sistemas de todo aire
- Sistemas de toda agua
- Sistemas aire-agua
- Sistemas refrigerantes

2.21.1. Sistemas de todo aire.

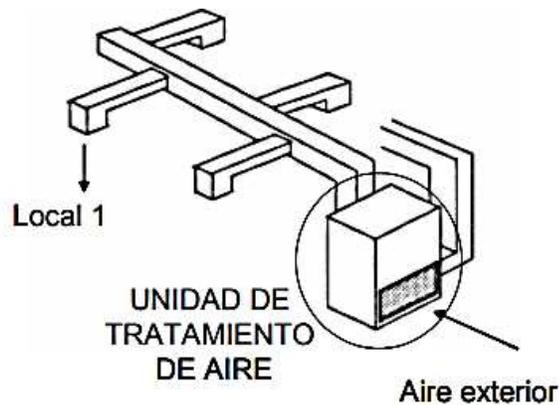
El papel esencial del aire en compensar las cargas térmicas en un entorno climatizado no implica ningún tratamiento adicional en este contexto. Los sistemas correspondientes tienen la capacidad de regular tanto la renovación del aire como los niveles de humedad en el entorno. En el caso de los sistemas tradicionales "todo aire", se refieren a aquellos en los que el aire ambiente se somete a procesos de acondicionamiento, ya sea de manera directa o mediante el uso de sistemas de agua fría y/o caliente en un equipo centralizado. Después de este acondicionamiento, el aire se dirige hacia un dispositivo llamado climatizador, comúnmente representado por una Unidad de Tratamiento de Aire (UTA). En la UTA, el aire se trata y ajusta para cumplir con los requisitos de temperatura, humedad y calidad del aire antes de ser distribuido a los espacios que se desean

climatizar. Este enfoque centralizado proporciona un mayor control sobre las condiciones ambientales en todo el edificio, contribuyendo así a la comodidad y eficiencia energética en el sistema de climatización en su conjunto.

Un ejemplo de un sistema que se basa exclusivamente en el uso del aire es el denominado Unidad de Tratamiento de Aire (UTA), que se ilustra en la figura 2. Sin embargo, también se utiliza el término "todo aire" para hacer referencia a sistemas que incorporan equipos de climatización encargados de acondicionar el aire de una zona específica, el cual luego se distribuye a los diferentes espacios del edificio. (Prentice-Hall, 2017)

Figura 16:

Sistemas de todo aire



Nota: Estos sistemas se encargan de la renovación del aire. (Prentice-Hall, 2017)

Tanto si se basan en una Unidad de Tratamiento de Aire (UTA) como en climatizadores, estos sistemas son fundamentales para establecer un entorno interior ideal en cuanto a temperatura y humedad. La variedad en el control de la temperatura realizada por estos sistemas de aire total da lugar a diversas variantes de instalaciones, que se clasifican de la siguiente manera:

- Un solo conducto con un volumen constantes
- Un solo conducto con volumen de aire variable

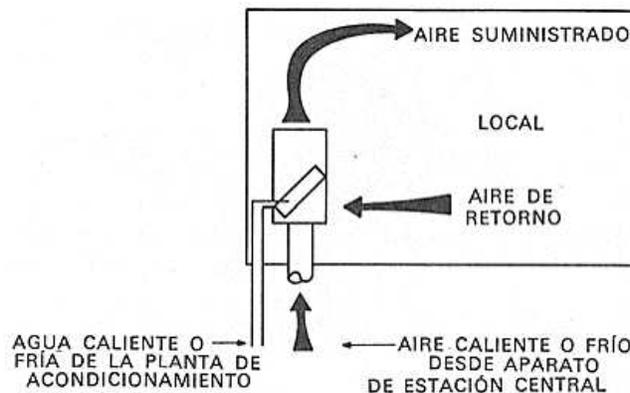
- Doble conducto

2.21.2. Sistema toda agua

Un sistema "todo agua" se fundamenta en la refrigeración mediante un circuito que utiliza agua enfriada para circular por las instalaciones. Durante este proceso, se lleva a cabo la transferencia de calor desde el aire del sistema hacia el agua. En situaciones en las que sea necesario calentar las instalaciones, se recurre a un generador de agua caliente para suministrar calor directamente al sistema o a través de un intercambiador. Estas dos alternativas pueden ser necesarias cuando es crucial regular la temperatura y la humedad en un espacio donde se procesa un material sensible a estos factores, o simplemente para mejorar las condiciones de comodidad de los empleados que trabajan en dicho entorno. (Klimafrio, 2021)

Figura 17:

Sistema toda agua



Nota: El esquema básico de una instalación toda agua. (Prentice-Hall, 2017)

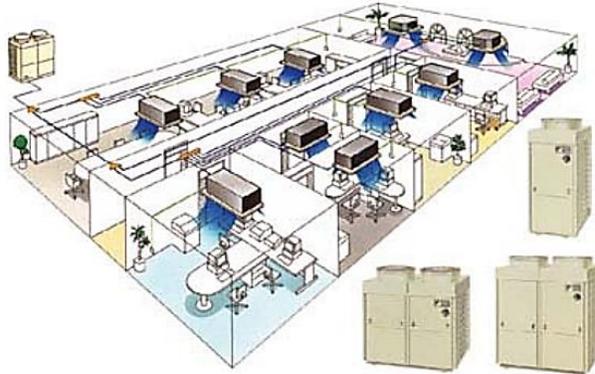
2.21.3. Sistemas aire-agua

Los sistemas de aire-agua constan de instalaciones de enfriamiento de agua y unidades de tratamiento de aire, generalmente situadas a cierta distancia del espacio acondicionado. A pesar de esto, utilizan unidades finales, llamadas intercambiadores de calor, que se colocan directamente en el espacio acondicionado. A través de tuberías, se dirige agua y aire previamente procesados

hasta estas unidades finales. En estos dispositivos, se realiza el intercambio de energía necesario para lograr el acondicionamiento de aire adecuado en el espacio. Un ejemplo de este tipo de sistemas son los sistemas de inducción.

Figura 18:

Sistemas aire-agua



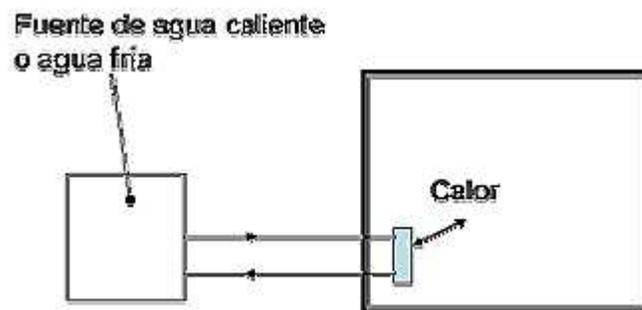
Nota: Sistema inducción (aire-agua) (Prentice-Hall, 2017)

2.21.4. *Sistemas todo refrigerante*

Según (Prentice-Hall, 2017) “Se trata de instalaciones donde el fluido que se encarga de compensar las cargas térmicas del local es el refrigerante. Dentro de estos sistemas podemos englobar los pequeños equipos autónomos (split y multisplit).”

Figura 19:

Sistema todo refrigerante



Nota: Sistema de refrigerante variable mediante inverter, (Prentice-Hall, 2017)

2.22. Normativas NEC

La instalación de los tableros de distribución debe cumplir con los siguientes criterios:

- a) Debe ubicarse en un lugar permanentemente seco, que sea el punto más cercano a todas las cargas parciales de la instalación y en paredes de fácil acceso para las personas encargadas de realizar reconexiones o labores de mantenimiento.
- b) En el lado interior de la tapa o puerta de los tableros, es obligatorio colocar el diagrama unifilar con el listado de los circuitos a los que protege cada uno de los interruptores.
- c) Las cargas asignadas a las fases deben balancearse en la medida de lo posible para evitar desequilibrios en la distribución de energía.
- d) Por cada cinco salidas que se alimenten del tablero de distribución, se debe dejar al menos una salida de reserva para futuras expansiones o necesidades.
- e) Cada circuito debe estar equipado con su respectivo dispositivo de protección de sobre corriente para garantizar la seguridad de la instalación eléctrica.
- f) La altura de instalación del tablero debe ser de 1.60 metros desde el nivel del piso hasta la base del tablero para facilitar el acceso y la operación del equipo.
- g) El tablero de distribución debe contar con una barra de neutro aislada y una barra de tierra para garantizar una correcta conexión a tierra y el funcionamiento adecuado de la instalación eléctrica. (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2018)

Estos criterios son fundamentales para asegurar la eficiencia y seguridad de las instalaciones eléctricas, así como para facilitar el mantenimiento y la operación de los sistemas eléctricos.

2.23. Norma IEC 60364.

Al referirnos a la normativa IEC 60364 "Instalaciones eléctricas en edificios", esta detalla muy minuciosamente los estándares necesarios para asegurar tanto la seguridad como el cumplimiento de las características de funcionamiento previstas en una amplia variedad de instalaciones eléctricas. Dado que esta norma debe ser integral y aplicable a nivel global, abarcando diversos tipos de productos y soluciones técnicas en uso en todo el mundo, su texto se vuelve intrincado y no está estructurado para ser aplicado de manera inmediata. En consecuencia, la norma no puede considerarse como un manual de instrucciones prácticas, sino más bien como un documento de consulta de referencia. (ELECTRIC, 2008)

2.24. Norma IEC 61439 - 1.

La normativa IEC 61439 – 1 son regulaciones válidas para la totalidad de los paneles de distribución y control de baja tensión, es decir, aquellos en los que la tensión nominal no excede los 1000 voltios para corriente alterna o los 1500 voltios para corriente continua. En este contexto, el término "panel" se emplea para mencionar un conjunto de dispositivos utilizados para la protección y gestión de sistemas eléctricos de baja tensión.

Según lo mencionado por (ABB, 2017) “La norma aborda las características, propiedades y rendimiento comunes a todos los cuadros, los cuales serán después detallados en las normas específicas relevantes.”. Por lo que tenemos que la norma se estructura a partir de la siguiente forma:

- IEC 61439-1: Cuadros de distribución y normas generales.
- IEC 61439-2: Cuadros de distribución de potencia y maniobra
- IEC 61439-3: “Cuadros de distribución”

CAPÍTULO III:

Metodología

3.1. Descripción del proyecto

El objetivo del proyecto "Reconfiguración de circuitos de baja tensión de la carrera de ingeniería civil en el contexto de un campus sostenible" es mejorar la infraestructura eléctrica del edificio de ingeniería civil en un campus universitario, alineándose con los principios de sostenibilidad y eficiencia energética. Actualmente, el sistema eléctrico está experimentando saturaciones y activaciones frecuentes de protecciones eléctricas debido a la incorporación de nuevas cargas sin una planificación adecuada. El análisis de la situación actual, el rediseño de la distribución de cargas y la mejora de componentes importantes del sistema eléctrico serán los principales objetivos del proyecto. Se desarrollarán diagramas unifilares, se definirán especificaciones técnicas y se seleccionarán nuevos tableros de distribución, conductores y dispositivos de protección. Para evitar saturaciones y equilibrar mejor el sistema, se realizará una redistribución de las cargas. El siguiente paso será aplicar una metodología descriptiva para definir soluciones específicas, con el objetivo de implementar un nuevo modelo. Esto incluirá la instalación de un nuevo tablero eléctrico, diseñado para organizar de manera eficiente todo el circuito del edificio de la Carrera de Ingeniería Civil.

3.2. Metodologías Aplicadas

3.2.1. Metodología Descriptiva

La metodología descriptiva se utilizará para diseñar un circuito eléctrico que mantenga un orden eficiente de cada uno de los circuitos existentes. Además, esta metodología facilitará el registro detallado de cada una de las cargas, promoviendo un sistema sostenible y con proyección a largo plazo.

3.2.2. Metodología Experimental

Para esta investigación, se ha elegido la metodología experimental porque es adecuada para alcanzar los objetivos establecidos. Contar con un enfoque que permita la recolección precisa de datos, mediciones y evaluaciones en condiciones controladas es esencial para analizar las fallas de sobrecargas y las protecciones que se activan innecesariamente. La metodología experimental permite realizar pruebas rigurosas y replicables, evaluando la eficiencia y el rendimiento del sistema bajo diferentes escenarios. Además, permite obtener datos cuantitativos que respaldan firmemente los hallazgos y sugerencias de la investigación, lo que ayuda a las personas a tomar decisiones informadas y basadas en evidencia.

El objetivo de las técnicas descriptivas y experimentales es identificar las relaciones potenciales entre las variables e identificar tendencias. Puede que no se tenga suficiente información sobre las anomalías durante el estudio de las cargas y protecciones en el área de estudio, lo que hace que la investigación exploratoria sea una buena opción para comenzar a investigar las posibles causas.

Esta metodología permite establecer un diseño experimental para aplicar el diseño del tablero en el edificio de la Facultad de Ingeniería Civil. Además, ayuda a recopilar datos importantes mediante mediciones y observaciones, análisis de datos y evaluación de los resultados.

3.3. Fuente de la Información

Los estudios de cargas en el campo de acción de este proyecto, en este caso, el edificio de la Carrera de Ingeniería Civil, obtienen información a través de mediciones reales. Las cargas eléctricas de todo el edificio, tanto de tomas de electricidad como de iluminación, se incluyen en los datos de campo recolectados para la instalación del tablero correspondiente. Formulación,

cálculo y dimensionamiento de circuitos eléctricos requieren estos datos. Se pueden obtener parámetros cruciales, como la selección de protecciones para el circuito, con la ayuda de estos datos.

3.4. Instrumentos y Técnicas

Para realizar un estudio de cargas, se recopilarán datos en el edificio de la carrera de ingeniería civil. Las luminarias y los tomacorrientes del edificio están incluidos en las cargas consideradas. El diseño del nuevo circuito se basará en un estudio de cargas realizado justo antes de la implementación para satisfacer las cargas estudiadas. Los métodos empleados incluyen:

- Técnicas de observación: Medición de cargas en tiempo real.
- Técnica de análisis de documentos: Revisión de artículos, informes y tesis.

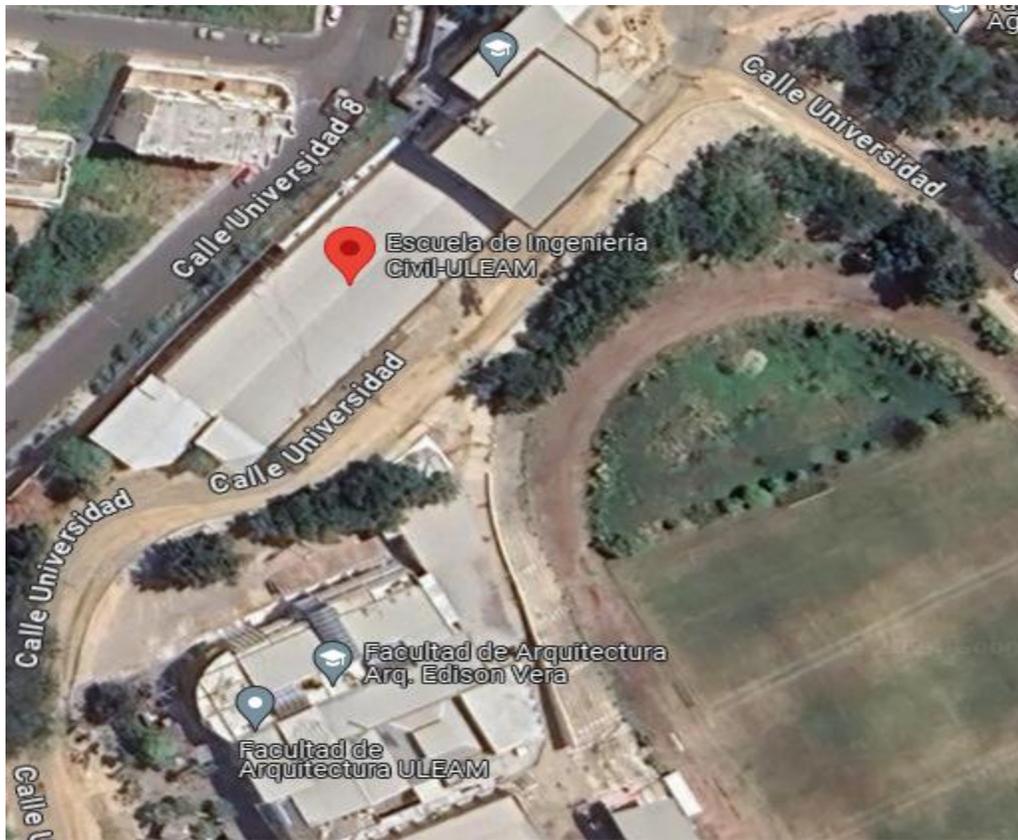
3.5. Procedimiento

3.5.1. Localización geográfica

El edificio de la carrera de ingeniería civil en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí es parte del área de estudio.

Figura 20:

Ubicación del área de estudio



Nota: Tomada de Google Maps

3.5.2. Evaluación Inicial y Levantamiento de Cargas

- Realizar una inspección técnica y visual de las instalaciones eléctricas existentes.
- Identificar problemas como falsos contactos, sulfataciones y sobrecargas registrando el estado actual de los circuitos.
- Realizar un levantamiento detallado de las cargas eléctricas, incluida su ubicación y características.

3.5.3. Diseño del Nuevo Sistema Eléctrico

- Crear planos y diagramas eléctricos que muestren la nueva distribución de componentes y cargas.

- Dimensionar correctamente los conductores y protecciones para garantizar una caída de tensión y capacidad de carga adecuadas.
- Preparar la reconfiguración de circuitos y la instalación de protecciones adicionales.

3.5.4. Desconexiones y Reconfiguración de Circuitos

- Desconectar los transformadores programadamente para realizar la repotenciación y las modificaciones necesarias.
- Reubicar el tablero principal del banco de transformadores y repotenciarlo.
- Mantener el transformador monofásico, el tablero de distribución del banco de transformadores y los circuitos independientes de otras facultades.
- Conectar los circuitos al sistema de barras recién construido y verificar todas las conexiones.

3.5.5. Pruebas y Verificación

- Realizar pruebas de continuidad para garantizar que todos los circuitos eléctricos estén conectados correctamente.
- Para identificar posibles fugas de corriente, mida la resistencia de aislamiento de los cables.
- Verifique que los interruptores automáticos y diferenciales funcionen correctamente.
- Medir la caída de tensión de los conductores y asegurarse de que esté dentro de los límites permitidos.
- Para asegurarse de que la protección contra fallas eléctricas sea adecuada, realice una prueba de resistencia de la puesta a tierra.

3.5.6. Supervisión y Monitoreo

- Controlar todas las actividades para garantizar que se cumplan los procedimientos de seguridad y los plazos.
- Realizar verificaciones finales después de cada día de trabajo para asegurarse de que todo esté bien y funcionando correctamente.

3.5.7. Documentación y Reporte

- Mantener un registro de todos los cambios y mejoras en las instalaciones eléctricas.
- Elaborar un informe técnico que describa los procedimientos, las pruebas, los resultados y las sugerencias para el mantenimiento futuro del sistema.

3.6. Equipos utilizados

- TABLERO PLÁSTICO HIBOX
- BREAKER 2 POLOS (40AMP)
- ROLLO DE CABLE CONCÉNTRICO #10 AWG (100M)
- CANALETA 20X40MM
- BARRA DE COBRE 1/4"x3/4" 315A 1MT
- CABLE 2 AWG SUPERFLEX 90°C 1KV ECUACABLE
- CABLE 4 AWG SUPERFLEX 1KV ECUACABLE
- Tubo 1 1/4" PVC ELECTRICO PLASTIGAMA
- Codo 1 1/4" PVC Plastigama
- CABLE 10 AWG THHN/THWN Flexible Ecuable
- CABLE 3X10 AWG CONCENTRICO 600V ECUACABLE
- CABLE 3X12 AWG CONCENTRICO 600V ECUACABLE
- GRAPA 1/4" PARED EMT
- MT TIRAFONDO MADERA 1/4" X 2"
- MT TACO FISHER # 10
- MT PERNO HEXAGONAL 1/4" X 1" GALVANIZADO
- MT TUERCA 1/4" GALVANIZADA
- MT ANILLO 1/4" PLANO
- MT ANILLO 1/4" PRESION INOX
- SPAGHETTI TERMOENCOGIBLE 10-5MM 6AWG F32-10/BL
- CANALETA GRIS RANURADA DEXSON 40X60MM
- CABLE 3X10 AWG CONCENTRICO 600V ECUACABLE
- PUESTA TIERRA - GRILLETE CONECTOR P. VARILLA COBI
- PUESTA TIERRA - VARILLA DE COBRE 5/8"x6' 1.8M ALTA C

- CABLE 10 AWG THHN FLEXIBLE
- TUBO 1/2" EMT 1.07M X 3050GV
- CONECTOR 1 1/4" EMT
- CAJA GABINETE DOBLE FONDO 20X20X15
- CAJA RIEL 8 ESPACIOS S/P IP-30
- CABLE FLEXIBLE #14 AWG Cu 600V 90C NEGRO CARRETE CUC
- TUBO CONDUIT TIPO PESADO 1/2x3m MB/BP PLASTIDOR
- CABLE THWN-2 12 AWG Cu (FLEX) CUC
- CODO 1/2" CONDUIT
- BREAKER P/CAJA FINO THQP 2X20
- BREAKER P/CAJA FINO 1X20 THQP 120 IP 20A
- CAJA HERMETICA 10X10 PERUANA
- PANEL P/BREAKER 4-8 ESP. TL412CLA 120/240V 25A 10KA G.E.
- CABLE TERMOFLEX 3X8
- CONECTOR DENTADO SMICO 16/95 DCNL2 CBS/CT95
- UNION DE COMPRESION #6
- CABLE FLEXIBLE THHN #6 CABLE CUC
- TORNILLO C/LENTAJA 1X9
- CINTA AISLANTE 10 YDS PEQUEÑA
- AMARRA FINA 20

3.6.1. Datos de los tableros principales

A través de un recorrido exhaustivo por las instalaciones de la facultad, se identificaron y evaluaron los tableros eléctricos de los transformadores. Como resultado, se implementó una distribución más organizada. A continuación, se detallan las características de los tableros antes y después de la reforma.

3.6.2. Obtención de datos previos

Se llevó a cabo una visita técnica al campo de estudio como primera medida para obtener datos visuales preliminares. Nos encontramos con un transformador trifásico de 75 kVA dentro del edificio de la facultad de ingeniería civil.

3.6.2.1. Transformador trifásico 75 kVA.

La distribución desordenada de las cargas en el transformador trifásico incluía conexiones oxidadas y sulfatadas. Después de la reforma, se llevó a cabo una distribución más organizada, lo que resultó en una disminución de la carga y una mejora en la eficiencia del sistema.

Voltajes:

Fase a neutro: 127 V

Fase a fase: 220 V

Corrientes:

Corriente máxima registrada Fase A: 285 A

Corriente máxima registrada Fase B: 193 A

3.6.2.2. Cargas del Transformador Monofásico

Las tablas **Anexo 1** muestran los datos de las cargas del transformador monofásico, que se encuentran en los anexos:

La comparación de la carga antes y después de la implementación del nuevo sistema muestra mejoras significativas en la distribución y el balance de las cargas eléctricas, lo que maximiza la eficiencia y la seguridad del sistema.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de la situación actual

4.1.1. Transformador 75 kVA

En las afueras de la universidad, en la parte de atrás de la facultad de ingeniería civil, hay un poste donde se encuentra el transformador de 75 kVA que abastece a la facultad. Este transformador tiene especificaciones de un voltaje de 13.8 kVA a 220/127V, conectado directamente al medidor exterior de 3 polos y 197 amperios.

4.1.2. Diagrama Unifilar (antes)

4.1.2.1. Diagrama unifilar(antes)

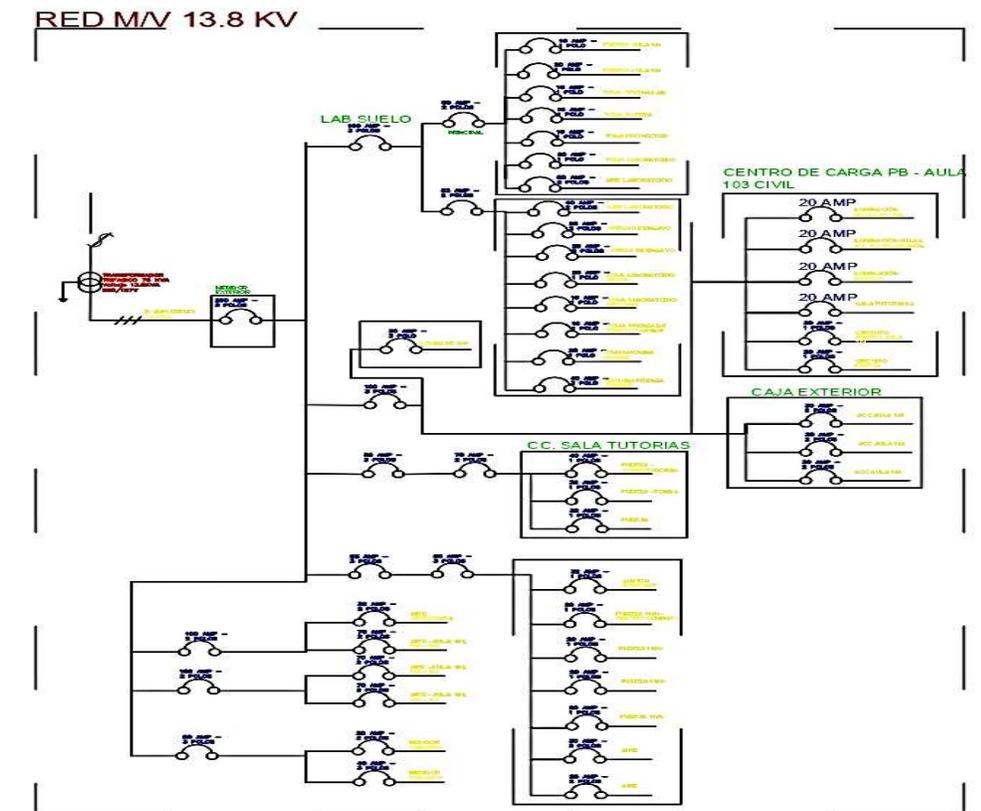


Figura 21:

Diagrama unifilar antes de la redistribución

4.1.3. Problemas Identificados.

Para la recopilación de datos se utilizó un multímetro para medir el corriente y el voltaje de las cargas las cuales dieron mediciones irregulares (Ver figura 29), obteniendo las siguientes mediciones en amperios: 23 A, 22.5 A, 23.6 A y 22.5 A. Estas mediciones reflejan una ligera variación en las corrientes, lo que podría indicar un pequeño desbalance en las cargas medidas.

Figura 22:
Mediciones de cargas



Nota: Elaboración propia datos tomados de la facultad de Ingeniería Civil, ULEAM

A continuación, se presenta una tabla con los datos recopilados utilizando el equipo Sentron PAC 3200. Las mediciones incluyen valores de corriente, kilovoltios-amperios reactivos (kVAR), voltaje, frecuencia y kilovatios (kW) en un sistema eléctrico. Las diferencias en los valores entre las tres líneas indican un desbalance en el sistema. Estos datos son esenciales para

identificar y corregir las causas subyacentes del desbalance, logrando así un funcionamiento más equilibrado y eficiente del sistema eléctrico.

Tabla 1:

Recopilación de datos

Recopilación de datos	
Parametro	Observaciones
	<p>Se registraron los siguientes valores: para la línea 1 (L1) se midieron 105 amperios (A), para la línea 2 (L2) 98 amperios (A), y para la línea 3 (L3) 62 amperios (A). La diferencia significativa entre estos valores indica un desbalance en el sistema eléctrico, ya que, en un sistema equilibrado, las corrientes deberían ser iguales o al menos muy cercanas entre las tres líneas.</p>
	<p>Respecto a los kVAR, que representan la potencia reactiva, las mediciones fueron -2.89 kVAR, -1.67 kVAR y -1.19 kVAR. Estos valores negativos indican que el sistema tiene potencia reactiva capacitiva. Al igual que con la corriente los valores de la potencia reactiva también deberían ser similares entre las tres mediciones para indicar un sistema equilibrado, lo cual no se observa en este caso.</p>
	<p>Para el voltaje, las mediciones fueron 121 voltios (V), 117 V y 119 V. Aunque los valores de voltaje están más cerca entre sí comparados con los de la corriente y la potencia reactiva, todavía hay una ligera variación que podría contribuir al desbalance general del sistema.</p>



En cuanto a los kilovatios (kW), las mediciones fueron las siguientes: para la línea 1 (L1) se midieron 10.22 kW, para la línea 2 (L2) 9.59 kW, y para la línea 3 (L3) 7.22 kW. Estas diferencias también indican un desbalance en la carga de potencia activa entre las líneas.



Finalmente, la frecuencia registrada es de 60 hercios (Hz), siendo esta una medición única y constante, no presenta variación en el tiempo o entre las diferentes líneas.

Nota: Elaboración propia datos tomados de la facultad de Ingeniería Civil, ULEAM

4.2. Propuesta de mejora.

Durante la inspección del tablero de distribución, se observó un estado de desorganización significativo. Se encontraron varios conectores con sulfataciones y terminales quemados debido a sobrecargas, lo cual representa un riesgo considerable para la seguridad y la continuidad del sistema eléctrico.

Los datos muestran un evidente desbalance en el sistema eléctrico, con diferencias notables en los valores de la corriente, voltaje, potencia activa y reactiva entre las tres líneas. Este desbalance puede afectar negativamente la eficiencia y la estabilidad del sistema.

Por otro lado, se encontró aires acondicionados conectados al mismo breaker siendo fuente de una mala distribución de cargas

Figura 23:

Sistema actual de cargas



Nota: Elaboración propia, se encontró aires acondicionados conectados directamente a la barra de cobre

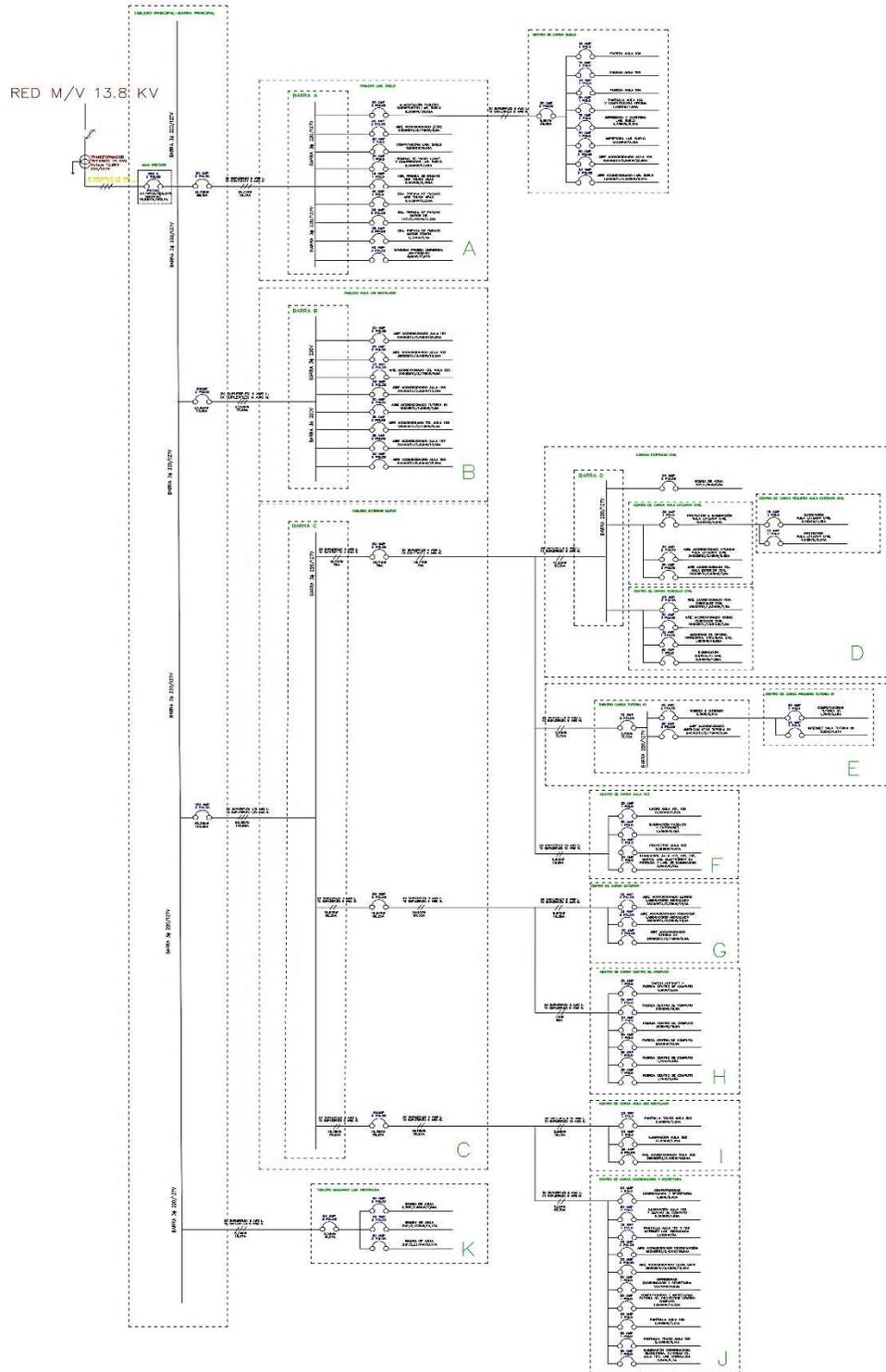
4.2.1. Transformador trifásico de 75 kVA después.

Para optimizar el servicio eléctrico en el caso de estudio, se llevará a cabo una reconfiguración completa del circuito de baja tensión. Esta acción no solo mejorará la eficiencia del sistema, sino que también garantizará un balance adecuado entre las cargas de los equipos de climatización. Además, se procederá a reemplazar las protecciones antiguas y deterioradas por nuevas y más eficientes. Asimismo, se instalará un tablero de distribución secundario para facilitar una gestión más organizada y segura de las cargas eléctricas.

4.2.2. Diagrama unifilar (después).

Figura 24:

Diagrama unifilar post-intervención



4.2.3. Presupuesto.

Podemos ver representado el tablero trifásico principal del laboratorio suelo-3Fases. Al observar en primera instancia que será repartido en 10 Fases, donde podemos observar que existen cambios significativos es tomando en cuenta el Total de PI(W) referente a la potencia instalada y el total DMU(KW) referente a la demanda máxima unitaria, al estar enfocados en la determinación del tablero a las cargas tomando en cuenta las dos fases donde existe el aire acondicionado zitro 24000BTU laboratorio suelo podemos tomar los valores de PI(W) el cual es 2179.00. y el valor del DMU (kw) el cual es 1852.15.

El total de estos valores considerando todas las fases de cargas, tomando en cuenta los dos valores unitarios de antes, el total es: Total PI(W): 21732.70 y Total DMU (W) 14148.47.

Figura 25:

Análisis de carga tablero trifásico principal

TABLERO TRIFÁSICO PRINCIPAL LABORATORIO SUELO -3FASES												
FASES(φ)	CARGA	Per.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pr(w)	PI(w)	FFu(%)	DM(w)	FSnt(%)	DMU(w)	
2	ALIMENTACIÓN CENTRO DE CARGA SOBREPUESTO LAB. SUELO	63	50	38,95	1	8569,20	8569,20	100	5628,01	100	5628,01	
2	AIRE ACONDICIONADO ZITRO 24000BTU LABORATORIO SUELO	40	16	9,90	1	2179,00	2179,00	85	1852,15	85	1574,33	
1	COMPUTADORA LAB. SUELO	20	20	5,45	1	600,00	600,00	50	300,00	50	150,00	
1	BOMBAS DE VACIO 1/4HP	20	20	5,87	2	373,00	746,00	50	373,00	50	186,50	
1	COMPENSADOR	20	20	11,81	1	1500,00	1500,00	50	750,00	50	375,00	
1	ILUMINACIÓN AULA 104, LAB. SUELO	16	16	3,15	10	40,00	400,00	100	400,00	85	340,00	
1	ADR TOUCH DE PRENSA DE ENSAYO 1	16	16	0,25	1	31,75	31,75	100	31,75	25	7,94	
1	ADR TOUCH DE PRENSA DE ENSAYO 2	16	16	0,25	1	31,75	31,75	100	31,75	25	7,94	
2	MOTOR US PRENSA DE ENSAYO 1	25	10	3,39	1	745,00	745,00	100	745,00	25	186,25	
2	MOTOR ZENITH PRENSA DE ENSAYO 2	25	10	1,50	1	330,00	330,00	100	330,00	25	82,50	
2	MAQUINA PRUEBA UNIVERSAL	40	30	17,67	1	6600,00	6600,00	100	6600,00	85	5610,00	
	PROTECCION PRINCIPAL ACTUAL (A):	100		IL (A):	58,197	TOTAL PI(w):	21732,70	IL DMU (A):	37,888	TOTAL DMU (w):	14148,47	
										DMU(kw):	14,15	
										FD%:	65,10	

Nota: Elaboración propia

Tenemos la tabla de la distribución de cargas de breakers principales, las fases representadas son 4, las cuales hablan de los 4 tableros existentes. Tomamos como valores determinantes nuevamente el PI Total (W) el cual tomaremos en cuenta el que determina un valor general de todos los 4 tableros: Los kilovatios amperios podemos observar es de 111.19. Después

tomaremos en cuenta el DMU Total (W) para observar el mismo resultado general, pero en kilovatios amperios que es de 73.81.

Figura 26:

Análisis de cargas distribución de cargas de breakers principales

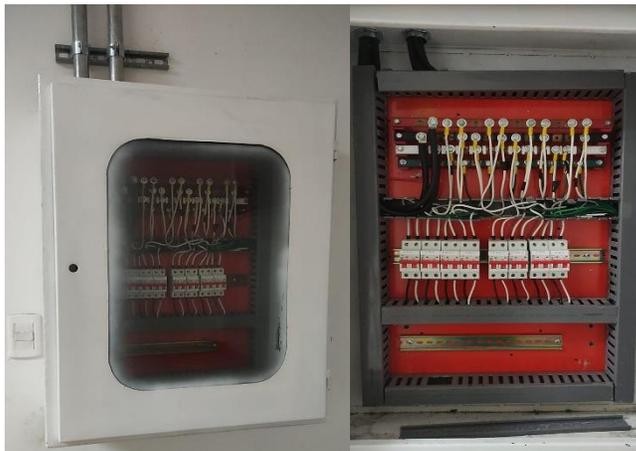
DISTRIBUCIÓN DE CARGAS BREAKERS PRINCIPALES							
FASES(φ)	CARGA	CARGA TOTAL					
		Pres.(A)	IL PI(A)	IL DMU(A)	PI(w)	DMU(w)	
3	TABLERO PRINCIPAL TRIFÁSICO LABORATORIO SUELO	60	58,19	37,83	21730,00	14148,47	CARGA PESADA
3	TABLERO MAGUINAS LAB. HIDRAULICA	DIRECTO A BARRA	16,71	4,10	6240,00	1531,05	CARGA SUAVE
3	TABLERO AULA 109 TRIFÁSICO	80	73,96	53,45	27620,00	19961,23	CARGA PESADA
3	BARRA C	100	142,95	98,26	53380,00	36694,96	ARGA INTERMEDIA
			IL DMU(A)	193,7061234	TOTAL (w):	108970,00	72335,71
			IL PI(A)	285,3720856	TOTAL (Kw):	108,97	72,3357075
					TOTAL (KVA):	111,19	73,81

Nota: Elaboración propia

Se optó por un tablero de 85x27x69 cm que sería adecuado para la instalación de diez disyuntores bifásicos. Este tablero proporciona el espacio necesario para que los breakers se distribuyan de manera ordenada y eficiente. Esto permite una instalación segura y de acuerdo con las normas vigentes. La elección de este tamaño específico garantiza que los disyuntores se coloquen con el espacio adecuado para el mantenimiento y la ventilación, lo que contribuye a la seguridad y durabilidad del sistema eléctrico en su conjunto.

Figura 27:

Tablero Seleccionado



Nota: Elaboración propia

Es crucial elegir los cables adecuados para cada tipo de carga cuando se reconfiguran los circuitos de baja tensión, especialmente cuando se trata de equipos que requieren mucha energía, como los aires acondicionados. En función de la capacidad de los aires acondicionados, se han utilizado dos tipos de cables concéntricos en este caso:

- **Cable calibre 10 concéntrico:** Este cable se ha empleado para aires acondicionados con una capacidad mayor o igual a 32,000 BTU. Su mayor capacidad de corriente y robustez lo hacen ideal para manejar la alta demanda energética de estos equipos.
- **Cable calibre 12 concéntrico:** Este cable se ha utilizado para aires acondicionados con una capacidad menor a 32,000 BTU. Su diseño permite una instalación segura y eficiente para equipos con menores requerimientos de potencia.

Las especificaciones técnicas de ambos tipos de cables se presentan a continuación (ver tabla 2). Estas especificaciones son esenciales para garantizar que un diseño eléctrico cumpla con las normas de seguridad y eficiencia energética.

Tabla 2:

Especificaciones cable concéntrico

CONDUCTOR					Peso Total Aprox (kg/km)	SEMIDURO		SUAVE	Capacidad de Corriente (A)
Calibre (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos	Clase de Trenzado	Diámetro del conductor (mm)		Carga de Rotura (kgf)	Resistencia C.C. a 20°C (ohm/km)	Resistencia C.C. a 20°C (ohm/km)	
FORMACIÓN CABLEADO CONCÉNTRICO									
12	3.31	7	B	2.32	29.78	110	5.412	5.35	45
10	5.261	7	B	2.93	47.33	175	3.401	3.35	68

Nota: Elaboración propia tomada de (Electrocable, 2020)

Primero se ensambló el esqueleto del tablero. La instalación de las barras laterales, que miden 85x27x69 cm, fue el primer paso. Estas barras laterales fueron elegidas por su resistencia y resistencia, lo que garantizó una estructura sólida que podría soportar todos los componentes eléctricos que se instalarían más tarde. La fijación y alineación correctas de estas barras fueron esenciales para garantizar la estabilidad y seguridad del tablero en su conjunto. Este paso estableció las bases para el montaje seguro y ordenado de las barras de cobre y breakers posteriores.

Figura 28:

Ensamble de tablero



Nota: Elaboración propia

Se procedió al montaje de las barras de cobre. Las tres barras destinadas a las líneas principales (L1, L2 y L3) se montaron de manera que permitieran una distribución eficiente y

segura de la corriente hacia los circuitos derivados. También se colocó una barra de cobre destinada a la conexión a tierra, asegurando la protección contra posibles fallos eléctricos.

Figura 29:

Montaje de las barras de cobre



Nota: Elaboración propia

A continuación, se llevó a cabo la instalación de los breakers de protección. Cada barra de cobre fue equipada con los 8 breakers bifásicos necesarios, asegurando la protección de cada circuito conectado al tablero. Estos breakers están diseñados para interrumpir el flujo de corriente en caso de sobrecarga o cortocircuito, protegiendo tanto el cableado como los dispositivos conectados.

Figura 30:

Instalación de los breakers de protección



Nota: Elaboración propia

Después de completar y probar el ensamblaje del tablero, este fue transportado a la universidad para su instalación final. Se aseguró que el tablero fuera colocado en un lugar accesible y seguro, siguiendo todas las normas y regulaciones de seguridad eléctrica.

Figura 31:

Montaje en la facultad



Nota: Elaboración propia

Luego, se procedió con la redistribución de los aires acondicionados al nuevo tablero. Este paso fue esencial para optimizar la distribución de la carga eléctrica y mejorar la eficiencia energética del sistema. Se desconectaron cuidadosamente los aires acondicionados del tablero antiguo, asegurando que todas las conexiones fueran manejadas de manera segura para evitar cualquier riesgo de daño o cortocircuito.

Figura 32:

Redistribución de los aires acondicionados



Nota: Elaboración propia

Posteriormente, se realizaron las nuevas conexiones en el tablero recientemente ensamblado, asegurando que cada aire acondicionado estuviera correctamente conectado a los breakers bifásicos correspondientes. Este proceso no solo garantizó una distribución equilibrada de la carga, sino que también permitió una gestión más eficiente del consumo de energía en las instalaciones de la universidad.

Figura 33:

Reconexión de aires acondicionados

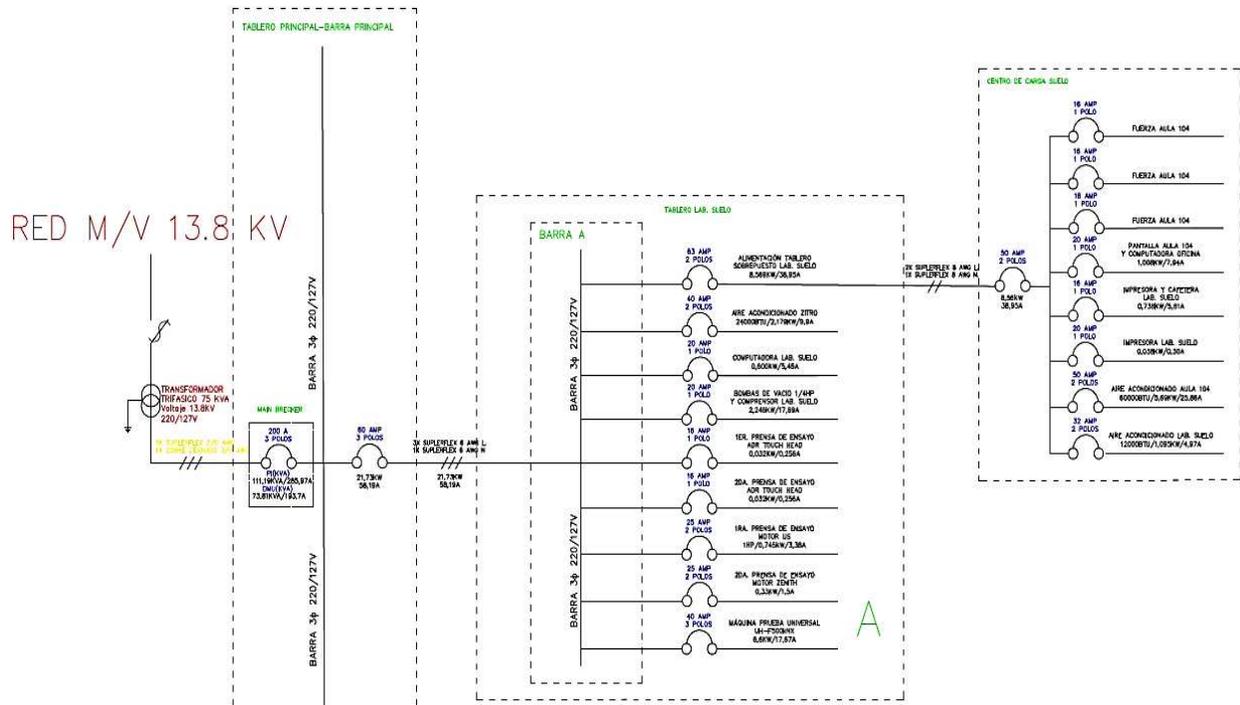


Nota: Elaboración propia

Podemos observar el respectivo transformador trifásico de 75 KVA el cual va dirigido al tablero principal o también llamado barra principal, este de aquí estará listo para repartición de energía eléctrica a cada uno de los dispositivos en los cuales estará dado, se puede observar en el plano que son respectivamente otro tablero al tablero principal, el cual se llamara tablero Lab.suelo: en el laboratorio de suelo una alimentación de tablero sobrepuesto, el aire acondicionado zitro, computadoras del laboratorio de suelo, las bombas de vacío, 1era prensa de ensayo ADR touch head, 2da prensa de ensayo ADR touch head, 1era prensa de ensayo motor US, 2da prensa de ensayo motor zenith, maquina prueba universal.

Figura 34:

Motor US, Motor Zemith

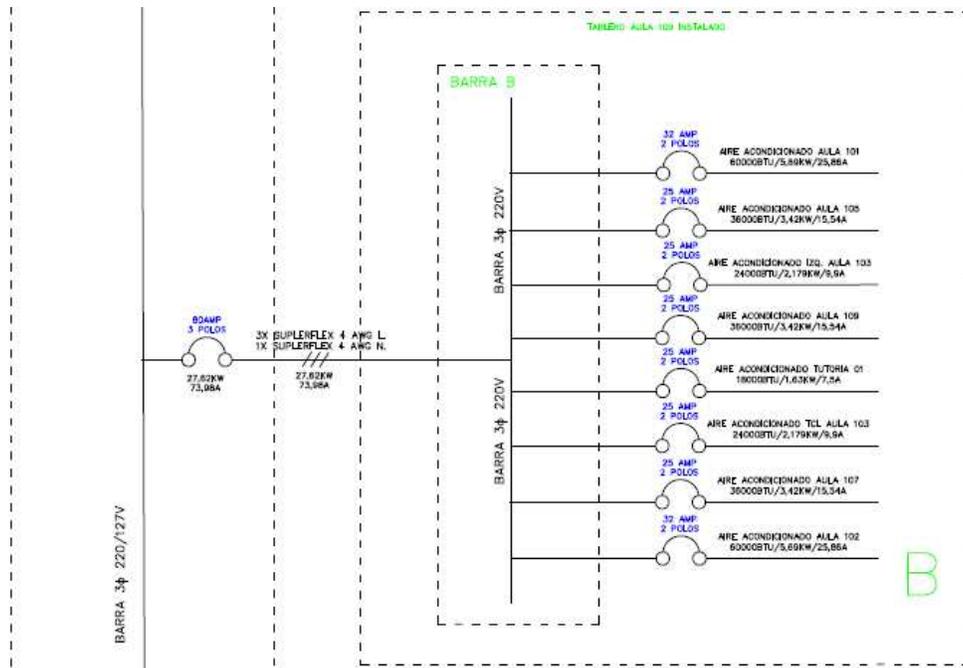


Nota: Elaboración propia tomada de la facultad de Ingeniería civil, ULEAM

El siguiente sería el centro de carga suelo el cual se divide en: fuerza aula 104, fuerza aula 104, fuerza aula 104, pantalla aula 104 y computadora oficina, impresora y cafetera lab. Suelo, impresora lab. suelo, aire acondicionado aula 104, aire acondicionado lab suelo.

Figura 35:

Centro de carga suelo



Nota: Elaboración propia tomada de la facultad de Ingeniería civil, ULEAM

El tablero del aula 109 ya instalado se divide en la barra B: aire acondicionado 101, Aire acondicionado 105, Aire acondicionado 103, Aire acondicionado 109, Aire acondicionado 01, Aire acondicionado 103, Aire acondicionado 107, Aire acondicionado 102.

Después de una intervención para corregir el desequilibrio, se realizó una nueva medición de cargas con un multímetro y se obtuvieron las siguientes mediciones en amperios: 42.4 A, 43.9 A y 35.2 A (Ver figura 42). Estas nuevas mediciones indican una mejora significativa en la distribución de las corrientes, lo que demuestra que la intervención ha mejorado el sistema. El sistema eléctrico ha alcanzado un nivel de estabilidad y eficiencia aceptable, aunque todavía existen algunas diferencias entre las mediciones. Considerando estos hallazgos ventajosos y el hecho de que las corrientes ahora están dentro del rango funcional apropiado.

Figura 36:

Mediciones post intervención



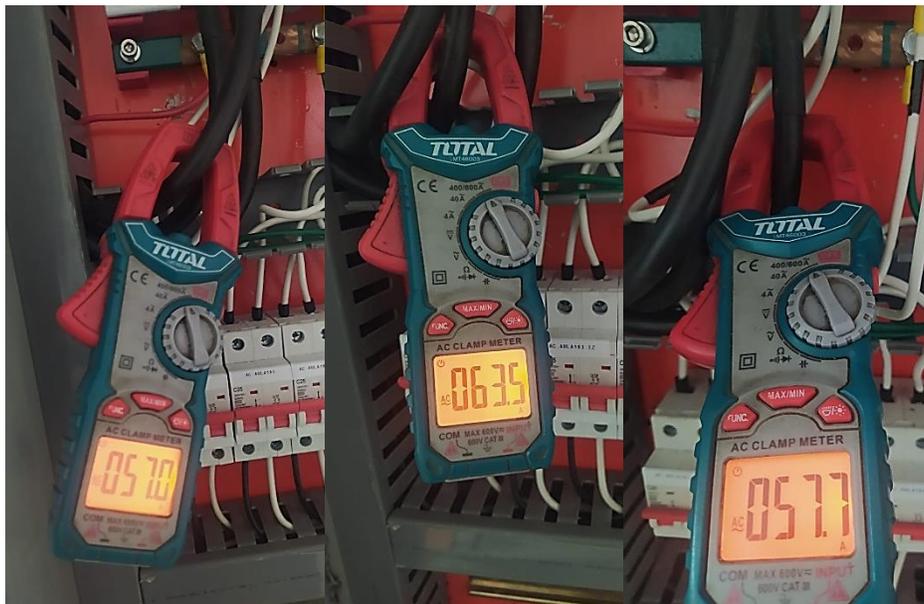
Nota: Elaboración propia

Se realizaron mediciones adicionales para evaluar el desempeño de un nuevo centro de carga, además de las mediciones realizadas en el sistema eléctrico original. Las siguientes mediciones en amperios se obtuvieron con un multímetro: 57 A, 57.7 A y 63.5 A. En comparación con las mediciones anteriores, estas mediciones muestran una distribución de corriente más

equilibrada, lo que indica que el nuevo centro de carga está funcionando de manera efectiva. Las corrientes tienen poca variación, lo que indica una mayor estabilidad y eficiencia en la distribución de la carga. Esta implementación complementa los esfuerzos realizados durante la intervención inicial y ha contribuido significativamente a la mejora general del sistema eléctrico.

Figura 37:

Mediciones del nuevo centro de carga



Nota: Elaboración propia

La comparación de las mediciones de la corriente antes y después de la intervención en el sistema eléctrico se muestra a continuación. La redistribución de cargas fue implementada para corregir el notable desequilibrio entre las líneas que se evidenció en los datos iniciales. Las nuevas mediciones muestran una mejora significativa en la distribución de corriente, lo que demuestra la eficacia de las medidas correctivas tomadas. Los resultados de las mediciones antes y después de la intervención se detallan aquí.

Tabla 3:

Comparación de mediciones

Comparación de mediciones		
<i>Antes</i>	Observación	<i>Después</i>
	<p>Al principio, las mediciones de la corriente con el equipo Sentron PAC 3200 fueron: L1 con 259 A, L2 con 161 A y L3 con 180 A, mostrando un desbalance de 29.5% en el sistema eléctrico.</p> <p>Después de la intervención y la redistribución de cargas, las nuevas mediciones registraron 171 A, 185 A y 165 A. Estas cifras demuestran una mejora considerable en la distribución de corriente, con un balance oscilante de 6% a 2% lo que muestra una mejora en el sistema. El ajuste ha eliminado la necesidad de futuras intervenciones, resultando en una operación más estable y eficiente.</p>	
<i>Antes</i>	Observación	<i>Después</i>



Antes

Antes de la intervención, L1 tenía 93 amperios (A), L2 68 amperios (A) y L3 15 amperios (A), lo que indicaba un desbalance de 58.51% en la distribución de corriente. Después de redistribuir las cargas, se encontraron 93 amperios (A) en L1, 89 amperios (A) en L2 y 100 amperios (A) en L3. Estas estadísticas muestran una mejora significativa en el balance de las corrientes entre las líneas de 6%, lo que confirma la eficacia de la intervención para crear un sistema eléctrico más estable.



Despues



Observaciones
Antes de la intervención, L1 tenía 124 amperios (A), L2 155 amperios (A) y L3 2 amperios (A), lo que indicaba un desequilibrio en la distribución de corriente. Después de redistribuir las cargas, se encontraron 94 amperios (A) en L1, 109 amperios (A) en L2 y 89 amperios (A) en L3. Estas estadísticas muestran una mejora significativa en el equilibrio de las corrientes entre las líneas, lo que confirma la eficacia de la intervención para crear un sistema eléctrico más estable y eficiente.

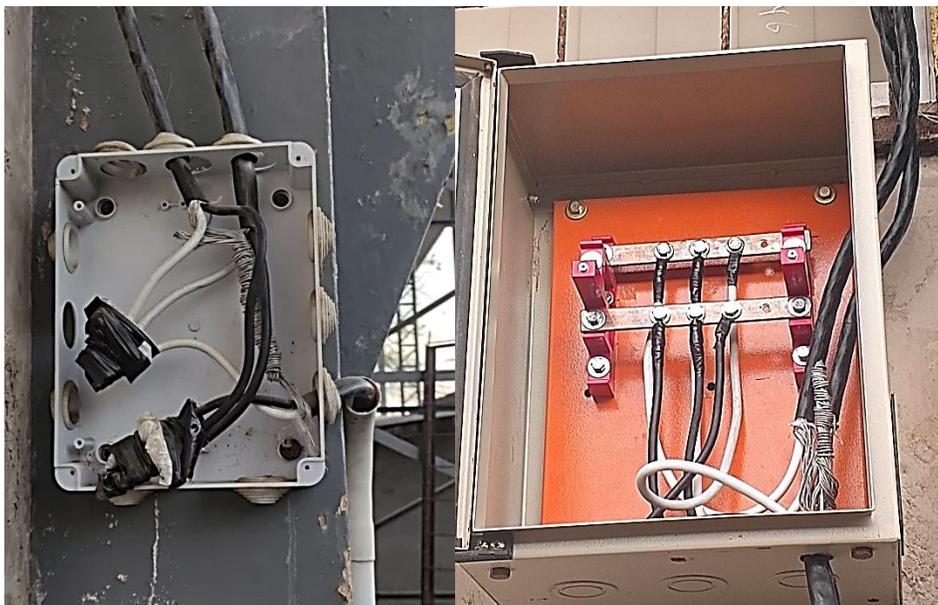


Nota: Elaboración propia

La acometida estaba en un estado desordenado y peligroso antes de la intervención, con cables de diferentes calibres y colores conectados de manera improvisada, uniones envueltas en cinta aislante negra y cables parcialmente pelados y expuestos. Además, la caja no estaba completamente sellada, lo que permitió que el polvo y la humedad entraran. Después de la intervención, la nueva instalación muestra una acometida mucho más segura y organizada, con barras de cobre y aisladores rojos para una distribución ordenada, cables bien aislados y conectados con terminales y tornillos, y una caja completamente cerrada y protegida contra el polvo y la humedad. Esta mejora es un reflejo del gran aumento en la seguridad, organización y eficiencia del sistema eléctrico.

Figura 38:

Antes y después de la acometida



Nota: Elaboración propia

El cálculo de la caída de tensión es esencial en instalaciones eléctricas para asegurar que los equipos reciban el voltaje adecuado para funcionar correctamente. La caída de tensión se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$I = \frac{DMU}{\sqrt{3} \times FP \times V_{LL}}$$

Donde:

- DMU es la demanda máxima unitaria de potencia del centro de carga.
- FP es el factor de potencia del centro de carga.
- V_{LL} es el voltaje que del centro de carga

La caída de tensión se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times I \times L}{S}$$

Donde:

- ρ es la resistividad
- I es la corriente
- L es la longitud del conductor.
- S es la sección del conductor.

Caída de tensión acometida del tablero principal con conductor 2//0.

$$I = \frac{72635.72 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 207.19 \text{ A}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 \text{ mm}^2 \times 207.19 \text{ A} \times 32 \text{ mts}}{67.4 \text{ mm}}$$

$$\Delta V = 2.92 \text{ v}$$

$$\Delta V\% = \frac{2.92}{220} \times 100 = 1.32 \% \text{ Caída de tensión}$$

Para el centro de carga de laboratorio de suelos con conducto 10 AWG.

$$I = \frac{5628.1 W}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 20 A$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 mm^2 \times 20 A \times 26 mts}{5.26}$$

$$\Delta V = 2.99$$

$$\Delta V\% = \frac{2.99}{220} \times 100 = 1.74\% \text{ Caida de tension}$$

Centro de carga externo Civil con conductor 6 AWG.

$$I = \frac{3598.80 W}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 12.83 A$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 mm^2 \times 12.83 A \times 26 mts}{5.26}$$

$$\Delta V = 1.45$$

$$\Delta V\% = \frac{1.45}{220} \times 100 = 0.66\% \text{ Caida de tension}$$

Centro de carga laboratorio de suelos con conductor 6 AWG.

$$I = \frac{14148.47 W}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 40.35 A$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 mm^2 \times 40.35 A \times 60 mts}{67.4 mm}$$

$$\Delta V = 4.27$$

$$\Delta V\% = \frac{4.67}{220} \times 100 = 1.94 \% \text{ Caida de tension}$$

Centro de carga de Laboratorio de hidráulica con conductor 6 AWG.

$$I = \frac{1531.05 W}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 5.46 A$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 \text{ mm}^2 \times 5.46 \text{ A} \times 80 \text{ mts}}{67.4 \text{ mm}}$$

$$\Delta V = 0.1928$$

$$\Delta V\% = \frac{0.1928}{220} \times 100 = 0.087\% \text{ Caída de tensión}$$

Centro de carga de cargas especiales (Aires acondicionados).

$$I = \frac{19961.23 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 71.17 \text{ A}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 \text{ mm}^2 \times 71.17 \text{ A} \times 66 \text{ mts}}{33.6 \text{ mm}}$$

$$\Delta V = 4.15$$

$$\Delta V\% = \frac{4.15}{220} \times 100 = 1.89\% \text{ Caída de tensión}$$

Tablero de bus de distribución con conductor 6 AWG.

$$I = \frac{8142.66 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 23.22 \text{ A}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 \text{ mm}^2 \times 23.22 \text{ A} \times 45 \text{ mts}}{67.4 \text{ mm}}$$

$$\Delta V = 0.46$$

$$\Delta V\% = \frac{0.46}{220} \times 100 = 0.21\% \text{ Caída de tensión}$$

Centro de carga de Coordinación y secretaria 6 AWG.

$$I = \frac{762815 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 27.2 \text{ A}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 \text{ mm}^2 \times 27.2 \text{ A} \times 24 \text{ mts}}{67.4 \text{ mm}}$$

$$\Delta V = 0.25$$

$$\Delta V\% = \frac{0.25}{220} \times 100 = 0.11\% \text{ Caída de tensión}$$

Centro de carga aula 302 civil conductor 6 AWG.

$$I = \frac{2953.75 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 10.53 \text{ A}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 \text{ mm}^2 \times 10.53 \text{ A} \times 36 \text{ mts}}{67.4 \text{ mm}}$$

$$\Delta V = 0.167$$

$$\Delta V\% = \frac{0.167}{220} \times 100 = 0.07\% \text{ Caída de tensión}$$

Centro de carga centro de cómputo con conductor 6 AWG.

$$I = \frac{7504 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 0.92 \times 220} \times 1.25 = 26.77 \text{ A}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 \text{ mm}^2 \times 26.77 \text{ A} \times 27 \text{ mts}}{67.4 \text{ mm}}$$

$$\Delta V = 0.32$$

$$\Delta V\% = \frac{0.32}{220} \times 100 = 0.15\% \text{ Caída de tensión}$$

Estos resultados nos muestran que la caída de tensión está dentro de los parámetros aceptables en el campo eléctrico.

Por otro lado, se realizaron medidas de puesta a tierra y se obtuvieron valores importantes en ohmios. El primer valor registrado fue de 30,9 ohmios, mientras que el segundo valor, correspondiente al tablero, fue de 21,22 ohmios. Estos datos son cruciales para el monitoreo y control del sistema de puesta a tierra para garantizar que todo funcione correctamente y cumpla con los parámetros de seguridad establecidos.

Figura 39:
Medición a tierra



Nota: Elaboración propia

Tabla 4:

Detalle de los recursos humanos y su aporte en el desarrollo del proyecto.

Nombre	Función o cargo	Aporte al proyecto
Ing. Pazmiño Ordoñez, MSc	Docente	Tutor del Proyecto
Darwin Gabriel Burgos	Estudiante	Autor
Gustavo Israel Napa	Estudiante	Autor

Nota: Elaboración propia

Tabla 5:

Detalle de los recursos institucionales y lugar de origen.

Equipo/laboratorio/software (otros)	Área	Carrera
Pinza Amperimétrica	Laboratorio de Potencia	Ingeniería Eléctrica
Voltímetro	Laboratorio de Potencia	Ingeniería Eléctrica

Nota: Elaboración propia

Los recursos materiales y los rubros económicos para invertir en el presente proyecto se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6:

Detalle de los recursos materiales y económicos necesarios para la elaboración del proyecto.

N°	Descripción	Cantidad U	Valor unitario \$	Valor total \$
1	TABLERO PLÁSTICO HIBOX	1	\$ 40,00	\$ 40,00
2	BREAKER 2 POLOS (40AMP)	9	\$ 15,00	\$ 135,00
3	ROLLO DE CABLE CONCÉNTRICO #10 AWG (100M)	1	\$ 160,00	\$ 160,00
4	CANAleta 20X40MM	20	\$ 5,00	\$ 100,00
5	BARRA DE COBRE 1/4"x3/4" 315A 1MT	2	\$ 30,75	\$ 41,82

6	CABLE 2 AWG SUPERFLEX 90°C 1KV ECUACABLE	66	\$ 5,21	\$ 343,83
7	CABLE 4 AWG SUPERFLEX 1KV ECUACABLE	25	\$ 5,10	\$ 85,43
8	Tube 1 1/4" PVC ELECTRICO PLASTIGAMA	10	\$ 9,91	\$ 69,37
9	Codo 1 1/4" PVC Plastigama	8	\$ 1,87	\$ 10,47
10	CABLE 10 AWG THHN/THWN Flexible Ecuable	30	\$ 1,40	\$ 28,14
11	CABLE 3X10 AWG CONCENTRICO 600V ECUACABLE	100	\$ 4,20	\$ 281,40
12	CABLE 3X12 AWG CONCENTRICO 600V ECUACABLE	46	\$ 2,85	\$ 87,84
13	GRAPA 1/4" PARED EMT	10	\$ 0,31	\$ 2,08
14	MT TIRAFONDO MADERA 1/4" X 2"	10	\$ 0,15	\$ 1,01
15	MT TACO FISHER # 10	10	\$ 0,09	\$ 0,60
16	MT PERNO HEXAGONAL 1/4" X 1" GALVANIZADO	30	\$ 0,10	\$ 2,01
17	MT TUERCA 1/4" GALVANIZADA	30	\$ 0,09	\$ 1,81
18	MT ANILLO 1/4" PLANO	30	\$ 0,05	\$ 1,05
19	MT ANILLO 1/4" PRESION INOX	30	\$ 0,06	\$ 1,88
20	SPAGHETTI TERMOENCOGIBLE 10-5MM 6AWG F32-10/BL	3	\$ 3,60	\$ 7,75
21	CANALETA GRIS RANURADA DEXSON 40X60MM	2	\$ 15,45	\$ 21,01
22	CABLE 3X10 AWG CONCENTRICO 600V ECUACABLE	93	\$ 4,45	\$ 281,42
23	PUESTA TIERRA - GRILLETE CONECTOR P. VARILLA COBI	1	\$ 1,60	\$ 1,15
24	PUESTA TIERRA - VARILLA DE COBRE 5/8"x6' 1.8M ALTA C	1	\$ 12,00	\$ 12,00

25	CABLE 10 AWG THHN FLEXIBLE	20	\$ 1,20	\$ 16,08
26	TUBO 1/2" EMT 1.07M X 3050GV	2	\$ 4,40	\$ 6,16
27	CONECTOR 1 1/4" EMT	4	\$ 1,56	\$ 4,37
28	CAJA GABINETE DOBLE FONDO 20X20X15	1	\$ 24,44	\$ 24,44
29	CAJA RIEL 8 ESPACIOS S/P IP-30	1	\$ 7,70	\$ 7,70
30	CABLE FLEXIBLE #14 AWG Cu 600V 90C NEGRO CARRETE CUC	50	\$ 23,00	\$ 23,00
31	TUBO CONDUIT TIPO PESADO 1/2x3m MB/BP PLASTIDOR	5	\$ 3,50	\$ 3,50
32	CABLE THWN-2 12 AWG Cu (FLEX) CUC	50	\$ 33,00	\$ 33,00
33	CODO 1/2" CONDUIT	2	\$ 0,25	\$ 0,25
34	BREAKER P/CAJA FINO THQP 2X20	1	\$ 13,86	\$ 13,86
35	BREAKER P/CAJA FINO 1X20 THQP 120 IP 20A	2	\$ 11,73	\$ 11,73
36	CAJA HERMETICA 10X10 PERUANA	1	\$ 2,98	\$ 2,98
37	PANEL P/BREAKER 4-8 ESP. TL412CLA 120/240V 25A 10KA G.E.	1	\$ 37,99	\$ 37,99
38	CABLE TERMOFLEX 3X8	4	\$ 22,00	\$ 22,00
39	CONECTOR DENTADO SMICO 16/95 DCNL2 CBS/CT95	3	\$ 10,50	\$ 10,50
40	UNION DE COMPRESION #6	1	\$ 0,46	\$ 0,46
41	CABLE FLEXIBLE THHN #6 CABLE CUC	1	\$ 2,55	\$ 2,55
42	TORNILLO C/LENTAJA 1X9	6	\$ 0,13	\$ 0,13
43	CINTA AISLANTE 10 YDS PEQUEÑA	10	\$ 7,00	\$ 7,00
44	AMARRA FINA 20	200	\$ 6,16	\$ 6,16
45	CABLE 3X10 AWG CONCENTRICO 600V ECUACABLE	57	\$ 4,45	\$ 227,53

46	TUBO 1 1/4" EMT 1.65MM X 3050GV	1	\$15,00	\$10,50
47	GRAPA 1 1/4" EMT CHANNEL CON PERNO 1/4X1	6	\$ 0,90	\$ 3,78
48	CAJA PLASTICA JSL 220X170X120MM. LISA 224-L	2	\$12,30	\$ 8,61
49	MT TIRAFONDO MADERA 1/4" X 2"	4	\$ 0,15	\$ 0,42
50	MT TACO FISHER # 10	4	\$ 0,09	\$ 0,25
51	CABLE 4 AWG SUPERFLEX 1KV ECUACABLE	4	\$ 5,50	\$15,84
52	UNION LARGA P. CABLE # 4AWG CAMSCO L25	5	\$ 0,51	\$ 1,85
				\$ 2.219,71

Nota: Elaboración propia

TOTAL: Dos mil doscientos diecinueve dólares con setenta y un centavo.

Tabla 7:

Cronograma

Actividades	Año 2023																				Año 2024	
	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Petición de tutor para trabajo de titulación	■	■	■																			
Designación de tutor				■																		
Desarrollo de tutorías					■	■	■	■														
Desarrollo del tema de anteproyecto									■	■												
Desarrollo de los objetivos											■											
Desarrollo del resumen												■	■									
Revisión de fuentes bibliográficas														■								
Desarrollo de antecedentes															■	■						
Desarrollo de justificación del anteproyecto																■						
Desarrollo del marco teórico																	■	■				
Diseño del proyecto																		■	■			
Revisión y corrección del anteproyecto por el Tutor																				■		
Entrega del anteproyecto																						■

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

La reconfiguración del sistema eléctrico de baja tensión en la Carrera de Ingeniería Civil ha demostrado ser altamente efectiva. Inicialmente, el sistema presentaba un notable desequilibrio en la distribución de corriente, con mediciones de la corriente desiguales entre las líneas. Tras la intervención, se lograron valores de corriente más equilibrados, indicando una mejora significativa en la uniformidad y eficiencia del sistema. Las nuevas mediciones mostraron una reducción en la variabilidad de la corriente entre las líneas, lo que sugiere una operación más estable y eficiente. Además, la implementación de un nuevo centro de carga con distribuciones de corriente equilibradas ha contribuido a la estabilidad general del sistema.

Mediante la implementación de la propuesta de reconfiguración, se realizaron cambios significativos, incluyendo la optimización del balance de cargas, el reemplazo de protecciones obsoletas y la instalación de un tablero de distribución secundario. Estos cambios han resultado en una mejora notable en la uniformidad de la distribución de la corriente, con mediciones de corriente más equilibradas entre las líneas. Esta uniformidad no solo contribuye a una operación más estable y eficiente del sistema, sino que también reduce el riesgo de fallas eléctricas y prolonga la vida útil de los componentes del sistema.

Este proyecto no solo resuelve problemas operativos inmediatos, sino que también contribuye a la sostenibilidad a largo plazo del campus, estableciendo un modelo para futuras mejoras en otras áreas de la infraestructura universitaria.

5.2. Recomendaciones

- Es crucial mantener un monitoreo continuo del sistema eléctrico para asegurar que las cargas permanezcan equilibradas y para detectar posibles problemas antes de que se conviertan en fallas significativas.
- Implementar un programa de mantenimiento preventivo regular para inspeccionar y reemplazar componentes desgastados o defectuosos. Esto incluye la revisión periódica de los disyuntores y conexiones eléctricas.
- Considerar la actualización de equipos antiguos o subestimados que puedan no ser adecuados para las cargas actuales. Equipos modernos pueden ofrecer mejores rendimientos y mayor seguridad.
- Proveer capacitación continua al personal técnico en las últimas normas y prácticas de seguridad eléctrica para garantizar que estén preparados para manejar cualquier problema que surja y mantener el sistema en condiciones óptimas.
- Realizar evaluaciones periódicas del sistema eléctrico para identificar áreas de mejora y asegurar que el sistema sigue cumpliendo con las necesidades operativas de la Carrera de Ingeniería Civil.

Bibliografía.

- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC. (5 de Febrero de 2018). *Instalaciones electricas*.
Obtenido de NEC: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Electricas.pdf>
- ABB. (2017). *Cuaderno de aplicaciones tecnicac n9 Guia para la construccion de un cuadro electrico de baja tension conforme a las normas IEC 61439*. Obtenido de https://library.e.abb.com/public/05999db1911e4c6ec125791a003cfa4f/1TXA007110G0701_CT9.pdf
- Acevedo, F. M. (2016). *educacionmediasuperior*. Obtenido de Voltaje, corriente y potencia eléctrica:
<https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/12235/5/images/voltaje-ciencias.pdf>
- Adam, C. (2023). *What is a Sustainable Campus?* Obtenido de [dawsoncollege.qc.ca: https://www.dawsoncollege.qc.ca/sustainable-campus/about-us/what-is-a-sustainable-campus/](https://www.dawsoncollege.qc.ca/sustainable-campus/about-us/what-is-a-sustainable-campus/)
- Altamirano, S. (2024). *Blog Control +*. Obtenido de Conductores Eléctricos:
<https://blog.suileraltamirano.com/conductores-electricos/>
- Andres. (2020). *Que son las proteccines electricas - breaker GFCI y AFCI*. Obtenido de [electricaplicada.com: https://electricaplicada.com/proteccion-electrica-breaker-gfci-agfci/](https://electricaplicada.com/proteccion-electrica-breaker-gfci-agfci/)
- Arruti, C. I., & Enríquez, A. J. (2021). Las Instituciones de Educación Superior. Su aporte a las Políticas de Gestión Ambiental, y algunas constricciones por la Covid-19. *Economía, Gobernanza y Sustentabilidad en América Latina*.
- Borowy, I. (2021). “The Social Dimension of Sustainable Development at the UN: From Brundtland to the SDGs.”. En *The Struggle for Social Sustainability* (págs. 89-108).
- Boylestad. (2004). *Introducción al análisis de circuitos*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2023, de <https://notasfisicados.files.wordpress.com/2016/05/boylestd-1-1.pdf>

- Chintglobal. (2023). *Tablero de Distribución Primaria en Media Tensión, Metal Clad, con Interruptor en Vacío tipo extraíble*. Obtenido de chintglobal.mx: <https://chintglobal.mx/product/kynmetalclad-enclosed-switchgear-ca/>
- CNEL EP. (2012). *Manual para la instalación de la acometida y sistema de medición a los consumidores de CNEL EP*. Obtenido de <https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/MN-COM-AC-001-Manual-de-instalaciones-acometida-y-sistema-de-medici%C3%B3n-CNEL-EP-vf.pdf>
- CONDUMEX. (06 de 2009). *Manual de Instalaciones*. Obtenido de Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión: <https://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/10/Manual-de-Instalaciones-Elctricas-en-BT-2009.pdf>
- Coppermetal. (2023). *Barras colectoras (Busbars) de cobre: ¿qué son y para qué sirven?* Obtenido de coppermetal.com.br: <https://www.coppermetal.com.br/es/blog/es-blog-es-2/>
- Dicisa. (2016). *Tablero tipo Metal Enclosed*. Obtenido de dicisa.mx: <https://dicisa.mx/pdf/TableroMetalEnclosed.pdf>
- Eaton. (2020). *Cambios en el código NEC 2020*. Obtenido de eaton.com: <https://www.eaton.com/content/dam/eaton/products/residential/electrical-safety/electrical-safety-national-electrical-code-2020-spanish-br610062es.pdf>
- Eaton. (2023). *Tableros de traceado eléctrico encapsulados e iluminación para áreas peligrosas SynergEX*. Obtenido de eaton.com: <https://www.eaton.com/mx/es-mx/catalog/low-voltage-power-distribution-controls-systems/synergex-encapsulated-hazardous-area-lighting-and-heat-tracing-p.html>
- Edisonec. (2024). *Tableros edisonec*. Obtenido de Tableros Eléctricos de distribución: <https://www.edisonec.com/tableros-de-distribucion>
- ELECTRIC, S. (2008). *GUIA DE DISEÑO E INSTALACIONES ELECTRICAS*. Obtenido de <https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/946/946-guia-instalaciones-electricas-2008-s.e.pdf>

- Electricoindustrial. (2024). *Breaker Caja Moldeada 3VM1 SIEMENS 2 polos*. Obtenido de electricoindustrial.com.ec: <https://electricoindustrial.com.ec/producto/breaker-caja-moldeada-3vm1-siemens-2-polos/>
- Electro Sertec. (2024). *PLATINAS, BARRAS DE COBRE Y AISLADORES* . Obtenido de electrosertec.com: <https://electrosertec.com/105-platinas-barras-de-cobre-y-aisladores>
- Electrocable. (2020). *CATÁLOGO DE PRODUCTOS*. Obtenido de electrocable.com: <http://www.electrocable.com/uploads/catficha/cata-logo-electrocables-2018.pdf>
- Elkinnatera. (2018). *SCRIBD*. Obtenido de Acometidas: [https://es.scribd.com/document/406387916/Acometidas#:~:text=Se%20llama%20acometida%20en%20las,derivación%20desde%20la%20red%20de&text=donde%20se%20hará%20uso%20de,\(normalmente%20conocido%20como%20usuario\).](https://es.scribd.com/document/406387916/Acometidas#:~:text=Se%20llama%20acometida%20en%20las,derivación%20desde%20la%20red%20de&text=donde%20se%20hará%20uso%20de,(normalmente%20conocido%20como%20usuario).)
- Emis. (2024). *PRODUCTOS INDUSTRIALES Y ELECTRICOS S.A. PRIEL (ECUADOR)*. Obtenido de emis.com: https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Productos_Industriales_y_Electricos_SA_Priel_es_3963749.html
- Energy GO. (2023). *Blog EnergyGO*. Obtenido de ¿Qué es un conductor eléctrico?: <https://blog.energygo.es/glosario/definicion-conductor-electrico/>
- Ferreira Gomes, S. (Diciembre de 2021). *Sustainable Development in Higher Education in Business Sciences: a multidimensional analysis in the Portuguese context*. Obtenido de estudogeral.uc.pt: https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/100363/2/SUSTAINABLE%20DEVELOPMENT%20IN%20HIGHER%20EDUCATION%20IN%20BUSINESS%20SCIENCES_%20A%20MULTIDIMENSIONAL%20ANALYSIS%20IN%20THE%20PORTUGUESE%20CONTEXT.pdf
- Ferro, & Gustavo. (2016). *Potencia eléctrica en CC y CA*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2023, de http://www3.fi.mdp.edu.ar/dtoelectrica/files/electrotecnia/e_im_5_potencia_electrica_en_ca_y_cc.pdf

- FLUKE. (2024). *Fluke.com*. Obtenido de ¿Qué es la corriente?: <https://www.fluke.com/es-es/informacion/blog/electrica/que-es-la-corriente>
- García, L. E. (6 de Abril de 2017). *Celdas Metal Clad*. Obtenido de new.abb.com: <https://new.abb.com/docs/librariesprovider78/eventos/jjts-2017/presentaciones-peru/%28luis-garcia%29-celdas-metal-clad-m%C3%A1xima-confiabilidad-y-seguridad-para-el-usuario.pdf?sfvrsn=2>
- Golfo, M. D. (Abril de 2023). *¿Qué son los centros de carga? tipos y usos*. Obtenido de mndelgolfo.com: <https://www.mndelgolfo.com/blog/reportaje/que-son-los-centros-de-carga-tipos-y-usos/>
- Ibañez, A. (2023). *Slideshare*. Obtenido de La Conductancia: https://electronicaonline.net/electricidad/conductancia-electrica/#%C2%BFQue_es_Conductancia_en_Electricidad?
- Ingelcom. (2024). *AISLADOR PARA BARRA 25 MM COD: 051420*. Obtenido de ingelcom.com.ec: <https://www.ingelcom.com.ec/shop/aislador-para-barra-25-mm-ingelcom-16567>
- Inter Electricas. (2024). *Breaker de Riel Bipolar 2 X 40 A - 6 KA Ref: CILES PT349386 3SB1-63N*. Obtenido de interelectricas.com.co: <https://interelectricas.com.co/breakers/1382-breaker-ciles-riel-bipolar-2x-40-amp-6ka-cobre.html>
- ISO. (2024). *ISO 14001 - Key benefits*. Obtenido de iso.org: <https://www.iso.org/publication/PUB100372.html>
- Jdelectricos. (2023). *BREAKER BIPOLAR ATORNILLABLE*. Obtenido de jdelectricos.com.co: <https://jdelectricos.com.co/breaker-bipolar-atornillable/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20un%20breaker%20bipolar,la%20fase%20y%20el%20neutro.>
- Macías, Contreras, & Zamora. (2023). *Energía eléctrica: Conceptos y principios básicos*. Recuperado el 13 de Octubre de 2023, de Impedancia en circuitos eléctricos de CA: <https://learning.edx.org/course/course->

v1:TecdeMonterreyX+EECY18032X+2T2022/block-

v1:TecdeMonterreyX+EECY18032X+2T2022+type@sequential+block@04e98d04f4c9436bb2bc9ff0682c3406/block-

v1:TecdeMonterreyX+EECY18032X+2T2022+type@vertical+block@371eeba3c2ad4b8db8

NewLine. (2024). *Corpnewline*. Obtenido de Caída de Tensión y bajo voltaje: <https://corpnewline.com/caida-de-tension.htm>

Rivera, P. (2013). *Analisis de Circuitos Eléctricos*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2023, de https://dctrl.fi-b.unam.mx/academias/aca_ace/papime/Formulario3.pdf

Ruggerio, C. (2021). Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of The Total Environment*.

Seoadmin. (2 de Septiembre de 2022). *¿Qué son los tableros de distribución?* Obtenido de rentadeplantas.com.mx: <https://rentadeplantas.com.mx/que-son-los-tableros-de-distribucion/>

tec-eos. (4 de Noviembre de 2021). *Diferencias entre una instalación monofásica, bifásica y trifásica*. Obtenido de tec-eos.com: <https://tec-eos.com/instalacion-monofasica-bifasica-y-trifasica/>

transelec. (2024). *Transelec.com*. Obtenido de FUNCIONAMIENTO DE UN INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO: <https://www.transelec.com.ar/soporte/18632/funcionamiento-de-un-interruptor-termomagnetico/>

UI GreenMetric. (2023). Obtenido de greenmetric.ui.ac.id: <https://greenmetric.ui.ac.id/>

Zmscable. (2023). *¿Qué Es El Cable Antifraude y Cómo Se Utiliza?* Obtenido de zmscable.es: <https://zmscable.es/cable-antifraude-como-utiliza/#:~:text=Este%20tipo%20de%20cable%20conc%C3%A9ntrico,la%20empresa%20prestadora%20del%20servicio.>

Anexos.

TABLERO GENERAL	
CUADRO DE CARGAS PRINCIPALES	
CUADRO DE CARGAS DERIVADOS	
CUADRO DE CARGAS ESPECIFICO	

ABREVIACIÓN	DESCRIPCIÓN
Fsn	FRECUENCIA DE SIMULTANEIDAD
Ffu	FRECUENCIA DE USO
PI	POTENCIA INSTALADA
DM	DEMANDA MAXIMA
DMU	DEMANDA MAXIMA UNITARIA
FD	FACTOR DE DEMANDA
FP	FACTOR DE POTENCIA
IN	CORRIENTE NOMINAL
Pex.	PROTECCIÓN EXISTENTE
Prec.	PROTECCIÓN RECOMENDADA
Pinst.	PROTECCIÓN INSTALADA
IL	CORRIENTE DE LINEA
NC	NO NECESARIO

TABLERO TRIFÁSICO PRINCIPAL LABORATORIO SUELO -3FASES											
FASES(φ)	CARGA	Pex.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	Fsn(%)	DMU(W)
1	ALIMENTACIÓN CENTRO DE CARGA SOBREPUESTO	63	50	38,95	1	8569,20	8569,20	100	5628,01	100	5628,01
2	AIRE ACONDICIONADO ZITRO 24000BTU LABORATORIO SUELO	40	16	9,90	1	2179,00	2179,00	85	1852,15	85	1574,33
1	COMPUTADORA LAB. SUELO	20	20	5,45	1	600,00	600,00	50	300,00	50	150,00
1	BOMBAS DE VACIO 1/4HP	20	20	5,87	2	373,00	746,00	50	373,00	50	186,50
1	COMPRESOR			11,81	1	1500,00	1500,00	50	750,00	50	375,00
1	ILUMINACIÓN AULA 104, LAB. SUELO	16	16	3,15	10	40,00	400,00	100	400,00	85	340,00
1	ADR TOUCH DE PRENSA DE ENSAYO 1	16	16	0,25	1	31,75	31,75	100	31,75	25	7,94
1	TALADRO	16	16	10,00	1	1200,00	1200,00	100	1200,00	25	300,00
1	ADR TOUCH DE PRENSA DE ENSAYO 2	16	16	0,25	1	31,75	31,75	100	31,75	25	7,94
2	MOTOR US PRENSA DE ENSAYO 1	25	10	3,39	1	745,00	745,00	100	745,00	25	186,25
2	MOTOR ZENITH PRENSA DE ENSAYO 2	25	10	1,50	1	330,00	330,00	100	330,00	25	82,50
1	MAQUINA PRUEBA UNIVERSAL	40	30	17,67	1	6600,00	6600,00	100	6600,00	85	5610,00
PROTECCION PRINCIPAL ACTUAL (A):		100		IL (A):	61,411	TOTAL PI(W):	22932,70	IL DMU (A):	38,691	TOTAL DMU (W):	14448,47
										DMU(KW):	14,45
										FD%:	63,00

CENTRO DE CARGA SOBRE PUESTO LAB. SUELO-2FASES											
FASES(φ)	CARGA	Pex.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	Fsn(%)	DMU(W)
2	AIRE ACONDICIONADO AULA 104 60000BTU	50	30	25,86	1	5690,00	5690,00	85	4836,50	85	4111,03
1	PANTALLA INTELIGENTE TOUCH AULA 104	20	20	3,21	1	408,00	408,00	100	408,00	85	346,80
1	COMPUTADORA OFICINA			4,72	1	600,00	600,00	50	300,00	50	150,00
1	IMPRESORA OFICINA	16	16	0,30	1	38,10	38,10	100	38,10	25	9,53
1	CAFETERA OFICINA			5,51	1	700,00	700,00	100	700,00	30	210,00
1	IMPRESORA LAB. SUELO	20	10	0,30	1	38,10	38,10	100	38,10	25	9,53
2	AIRE ACONDICIONADO OFICINA LABORATORIO SUELO 12000BTU	32	10	4,98	1	1095,00	1095,00	85	930,75	85	791,14
PROTECCION PRINCIPAL ACTUAL (A):		50		IL (A):	38,951	TOTAL PI(W):	8569,20	IL DMU (A):	25,582	TOTAL DMU (W):	5628,01
										DMU(KW):	5,63
										FD%:	65,68

2	AIRE ACONDICIONADO LENNOX LAB. HIDRÁULICA 36000BTU	32	20	15,23	1	3350,00	3350,00	85	2847,50	85	2420,38
2	AIRE ACONDICIONADO FRIGOSTAR LAB. HIDRÁULICA 36000BTU	32	20	15,23	1	3350,00	3350,00	85	2847,50	85	2420,38
2	AIRE ACONDICIONADO TUTORIA 02 24000BTU	32	15	9,90	1	2179,00	2179,00	85	1852,15	85	1574,33
IL (A):				40,359	TOTAL PI(W):	8879,00	IL DMU (A):	29,159	TOTAL DMU (W):	6415,08	
										DMU(KW):	6,42
										FD%:	72,25

CENTRO DE CARGA AULA DE COMPUTO-2FASES											
FASES(φ)	CARGA	Pex.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	Fsn(%)	DMU(W)
1	INTERNET	20	20	1,57	1	200,00	200,00	100	200,00	80	160,00
1	COMPUTADORAS			7,87	2	500,00	1000,00	85	850,00	80	680,00
1	COMPUTADORAS	50	50	15,75	4	500,00	2000,00	85	1700,00	80	1360,00
1	COMPUTADORAS	50	50	15,75	4	500,00	2000,00	85	1700,00	80	1360,00
1	COMPUTADORAS	50	50	15,75	4	500,00	2000,00	85	1700,00	80	1360,00
1	COMPUTADORAS	20	20	7,87	2	500,00	1000,00	85	850,00	80	680,00
1	COMPUTADORAS	20	20	7,87	2	500,00	1000,00	85	850,00	80	680,00
2-φ	AIRE ACONDICIONADO 36000	25	25	15,23	1	3350	3350	85	2847,5	80	2278
IL (A):				57,045	TOTAL PI(W):	12550,00	IL DMU (A):	38,900	TOTAL DMU (W):	8558,00	
										DMU(KW):	8,56
										FD%:	68,19

CENTRO DE CARGA AULA EXTERIOR CIVIL-2FASES											
FASES(φ)	CARGA	Pex.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	Fsn(%)	DMU(W)
2	CENTRO DE CARGA PEQUEÑO AULA EXTERIOR CIVIL	30	30	0,00	1	0,00	0,00	100	55,40	100	55,40
2	AIRE ACONDICIONADO HYUNDAI AULA EXTERIOR	40	15	9,82	1	2160,00	2160,00	100	2160,00	85	1836,00
2	AIRE ACONDICIONADO TCL AULA EXTERIOR CIVIL	20	10	7,41	1	1630,00	1630,00	100	1630,00	85	1385,50
IL (A):				17,227	TOTAL PI(W):	3790,00	IL DMU (A):	14,895	TOTAL DMU (W):	3276,90	
										DMU(KW):	3,28
										FD%:	86,46

CENTRO DE CARGA PEQUEÑO AULA EXTERIOR CIVIL											
FASES(φ)	CARGA	Pex.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	FSn(%)	DMU(W)
1	ILUMINACIÓN AULA EXTERIOR CIVIL	15	15	1,26	4	40,00	160,00	100	160,00	85	136,00
	PROYECTOR	15	20	2,24	1	284,00	284,00	100	284,00	85	241,40
	PROTECCION PRINCIPAL ACTUAL (A):	30		IL (A):	4,036	TOTAL PI(W):	444,00	IL DMU (A):	3,431	TOTAL DMU (W):	377,40
										DMU(kW):	0,38
										FD%:	85,00

CENTRO DE CARGA CUBICULOS CIVIL-2FASES											
FASES(φ)	CARGA	Pex.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	FSn(%)	DMU(W)
2	AIRE ACONDICIONADO RCA CUBICULO CIVIL 18000BTU	25	10	7,41	1	1631,00	1631,00	85	1386,35	85	1178,40
2	AIRE ACONDICIONADO ICHIGO CUBICULO CIVIL	32	10	7,41	1	1631,00	1631,00	85	1386,35	85	1178,40
1	INTERNET	32	32	1,57	1	200,00	200,00	100	200,00	100	200,00
	IMPRESORA			0,30	1	38,10	38,10	50	19,05	25	4,76
	DVR			0,16	1	20,00	20,00	100	20,00	100	20,00
	CAFETERA			5,51	1	700,00	700,00	50	350,00	20	70,00
	TELEVISIÓN			1,18	1	150,00	150,00	50	75,00	20	15,00
	REFRIGERADOR			0,57	1	72,00	72,00	100	72,00	100	72,00
1	MICROONDA	32	16	6,30	1	800,00	800,00	50	400,00	25	100,00
	CODIFICADOR TV			0,09	1	12,00	12,00	50	6,00	20	1,20
	ILUMINACIÓN CUBICULO CIVIL			1,89	6	40,00	240,00	100	240,00	85	204,00
	IL (A):			24,973	TOTAL PI(W):	5494,10	IL DMU (A):	13,835	TOTAL DMU (W):	3043,76	
										DMU(kW):	3,04
										FD%:	55,40

BOMBA DE AGUA 2HP-2FASES											
FASES(φ)	CARGA	Pex.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	FSn(%)	DMU(W)
2	BOMBA DE AGUA 2HP	30	20	6,82	1	1500,00	1500,00	100	1500,00	100	1500,00
	IL (A):			6,818	TOTAL PI(W):	1500,00	IL DMU (A):	6,818	TOTAL DMU (W):	1500,00	
										DMU(kW):	1,50

CENTRO DE CARGA PEQUEÑO TUTORIA 01											
FASES(φ)	CARGA	Pex.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	FSn(%)	DMU(W)
1	COMPUTADORA TUTORIA 01	15	15	9,45	2	600,00	1200,00	50	600,00	50	300,00
1	INTERNET TUTORIA 01	15	15	1,57	1	200,00	200,00	50	100,00	100	100,00
	PROTECCION PRINCIPAL ACTUAL (A):	30		IL (A):	6,364	TOTAL PI(W):	1400,00	IL DMU (A):	1,818	TOTAL DMU (W):	400,00
										DMU(kW):	0,40
										FD%:	28,57

CENTRO DE CARGA AULA 103-2FASES											
FASES(φ)	CARGA	Pinst.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	FSn(%)	DMU(W)
1	ILUMINACIÓN AULA 101, 102	30	15	2,52	8	40,00	320,00	100	320,00	85	272,00
1	ILUMINACIÓN PASILLOS Y EXTERIORES	30	20	9,76	31	40,00	1240,00	100	1240,00	85	1054,00
1	PROYECTOR AULA 103	30	30	4,47	2	284,00	568,00	50	284,00	25	71,00
1	ILUMINACIÓN AULA 103, 105, 106, BAÑOS, LAB. ELECTRÓNICA DE POTENCIA, LAB. DE ILUMINACIÓN	20	20	6,30	20	40,00	800,00	100	800,00	85	680,00
	IL (A):			13,309	TOTAL PI(W):	2928,00	IL DMU (A):	9,441	TOTAL DMU (W):	2077,00	
										DMU(kW):	2,08
										FD%:	70,94

CENTRO DE CARGA COORDINACIÓN Y SECRETARIA-2FASES												
FASES(φ)	CARGA	Pex (A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	Fsn(%)	DMU(W)	
1	COMPUTADORAS COORDINACIÓN Y SECRETARIA	20	20	9,45	2	600,00	1200,00	50	600,00	25	150,00	
1	ILUMINACIÓN AULA 109 Y CENTRO DE COMPUTO	20	10	1,89	6	40,00	240,00	100	240,00	85	204,00	
1	PANTALLA INTELIGENTE TOUCH AULA 101 Y 102	30	30	6,43	2	408,00	816,00	100	816,00	85	693,60	
1	INTERNET LAB. DE HIDRÁULICA			1,57	1	200,00	200,00	50	100,00	25	25,00	
2	AIRE ACONDICIONADO COORDINACIÓN 36000BTU	30	25	15,55	1	3420,00	3420,00	85	2907,00	85	2470,95	
2	AIRE ACONDICIONADO SECRETARIA 36000BTU	30	25	15,55	1	3420,00	3420,00	85	2907,00	85	2470,95	
1	IMPRESORAS COORDINACIÓN Y SECRETARIA	30	20	0,60	2	38,10	76,20	50	38,10	25	9,53	
1	TUTORIA 02 COMPUTADORAS	30	30	9,45	2	600,00	1200,00	50	600,00	25	150,00	
1	PROYECTOR CENTRO DE COMPUTO			4,47	2	284,00	568,00	50	284,00	25	71,00	
1	TUTORIA 02 IMPRESORAS			0,60	2	38,10	76,20	50	38,10	25	9,53	
1	PANTALLA INTELIGENTE TOUCH AULA 109	20	20	3,21	1	408,00	408,00	100	408,00	85	346,80	
1	ILUMINACIÓN COORDINACIÓN, SECRETARIA, TUTORIAS 01. AULA 107, LAB. HIDRÁULICA	30	15	6,30	20	40,00	800,00	100	800,00	85	680,00	
1	PANTALLA INTELIGENTE TOUCH AULA 107	20	20	3,21	1	408,00	408,00	100	408,00	85	346,80	
				IL (A):	58,329	TOTAL PI(W):	12832,40	IL DMU (A):	34,673	TOTAL DMU (W):	7628,15	
										DMU(KW):	7,63	
										FD%:	59,44	

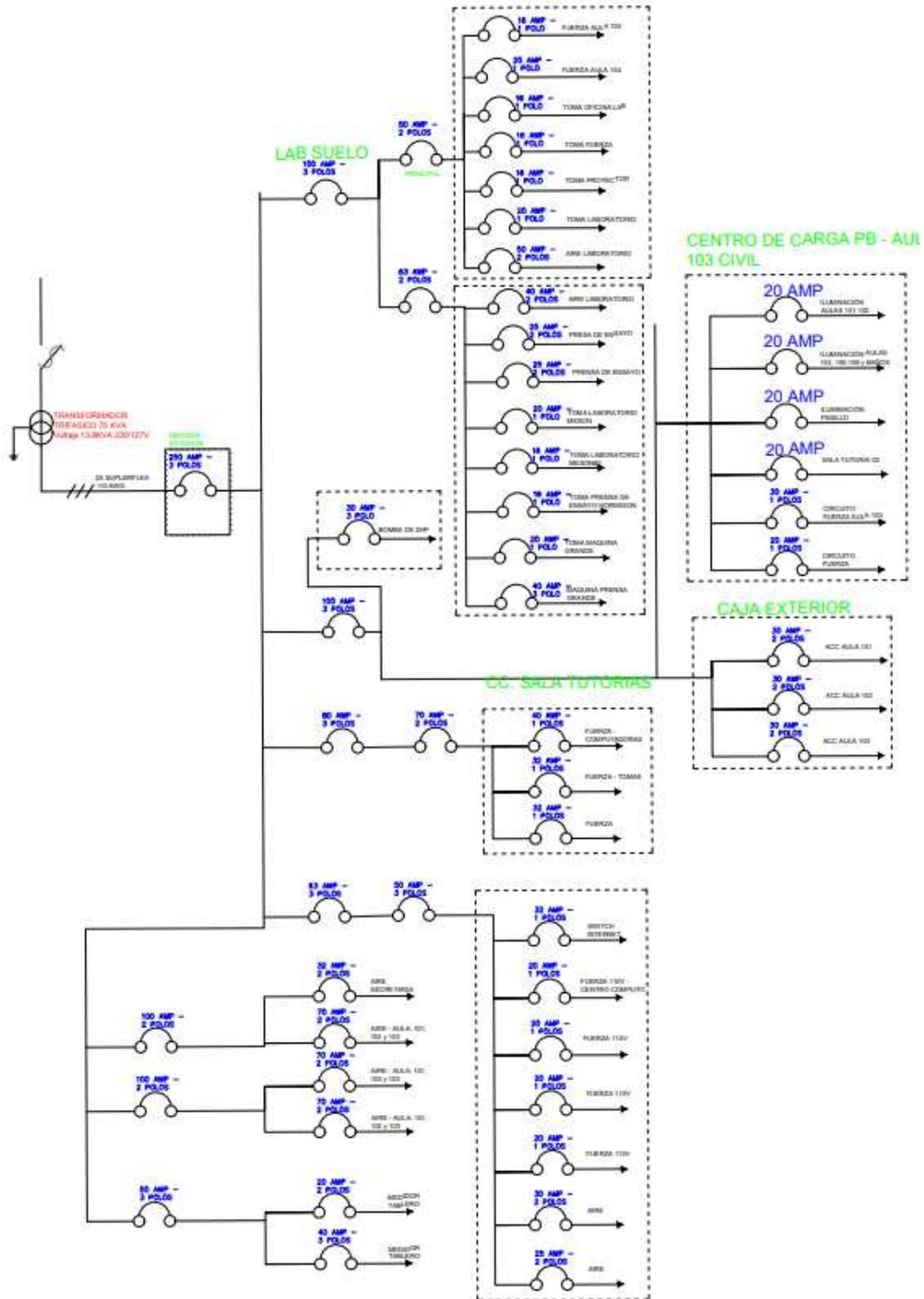
CENTRO DE CARGA AULA 302 CIVIL 2FASES												
FASES(φ)	CARGA	Pinst.(A)	Prec.(A)	IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	Fsn(%)	DMU(W)	
1	PANTALLA INTELIGENTE TOUCH	20	20	3,21	1	408,00	408,00	100	408,00	85	346,80	
2	AIRE ACONDICIONADO TCL AULA 302 CIVIL 36000BTU	50	25	15,55	1	3420,00	3420,00	85	2907,00	85	2470,95	
1	ILUMINACIÓN AULA 302	20	10	1,26	4	40,00	160,00	100	160,00	85	136,00	
				IL (A):	18,127	TOTAL PI(W):	3988,00	IL DMU (A):	13,426	TOTAL DMU (W):	2953,75	
										DMU(KW):	2,95	
										FD%:	74,07	

CUADRO DE CARGAS BARRA D-2FASES												
FASES(φ)	CARGA			IN(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	FFu(%)	DM(W)	Fsn(%)	DMU(W)	
3	CENTRO DE CARGA CUBICULOS CIVIL			24,97	1	5494,10	5494,10	100	3043,76	100	3043,76	
2	BOMBA DE AGUA 2HP			6,82	1	1500,00	1500,00	100	1500,00	100	1500,00	
2	CENTRO DE CARGA EXTERIOR CIVIL			19,25	1	4234,00	4234,00	100	3598,90	100	3598,90	
				IL (A):	51,037	TOTAL PI(W):	11228,10	IL DMU (A):	37,012	TOTAL DMU (W):	8142,66	
										DMU(KW):	8,14	

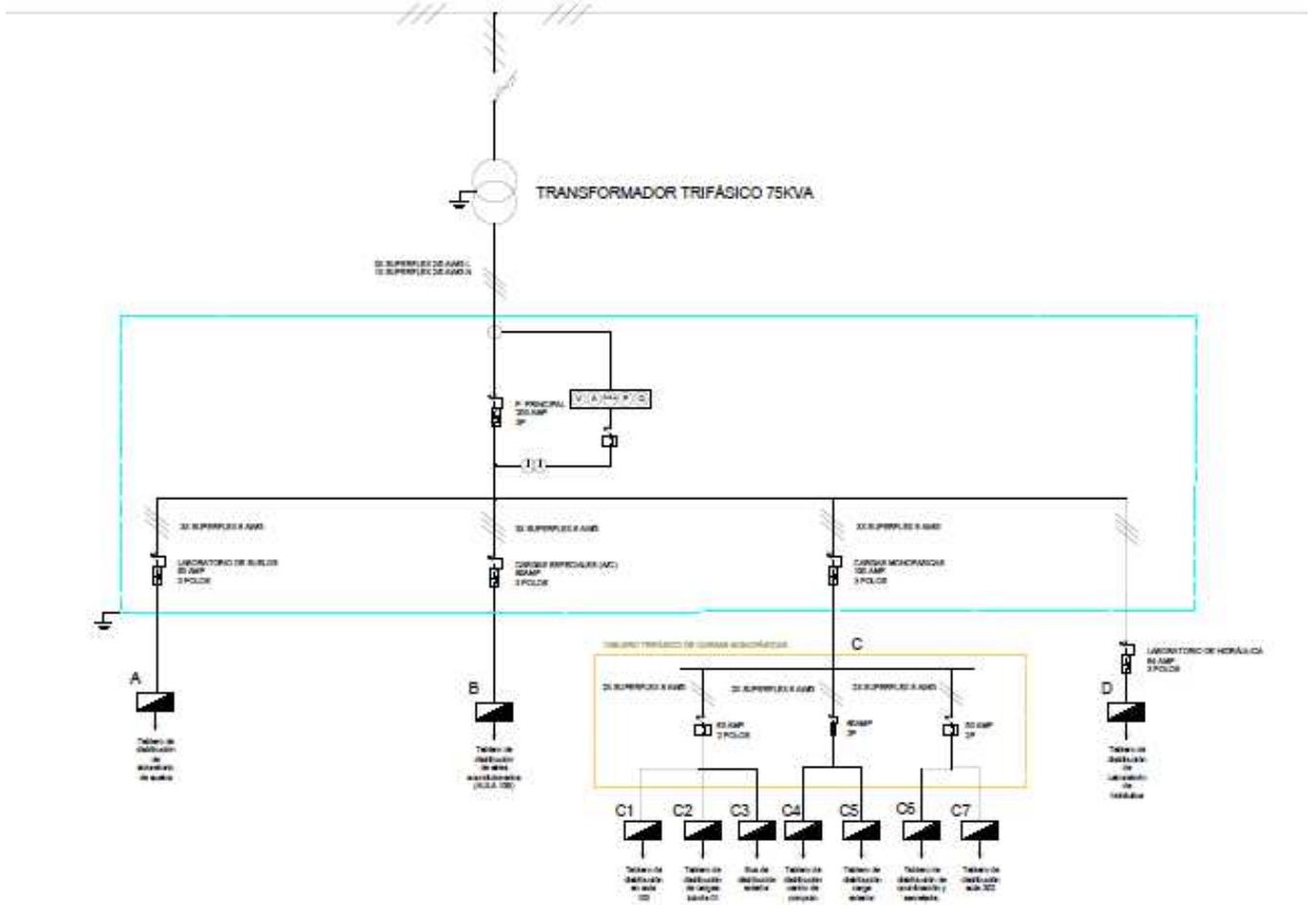
CUADRO DE CARGAS BARRA C TRIFÁSICA												
FASES(φ)	CARGA			IN PI (A)	IN DMU(A)	CANT	Pn(W)	PI(W)	DM(W)	Fsn(%)	DMU(W)	
2	CARGAS MONIFASICAS 1			76,03	55,43	1	16727,00	16727,00	12193,99	100	12193,99	
2	CARGAS MONIFASICAS 2			76,27	48,10	1	16780,00	16780,00	10581,90	100	10581,90	
2	CARGAS MONIFASICAS 3			90,36	63,23	1	19879,00	19879,00	13919,08	100	13919,08	
				IL PI (A):	142,961	TOTAL PI(W):	53386,00	IL DMU (A):	98,265	TOTAL DMU (W):	36694,97	
										DMU(KW):	36,69	
										FD%:	68,74	

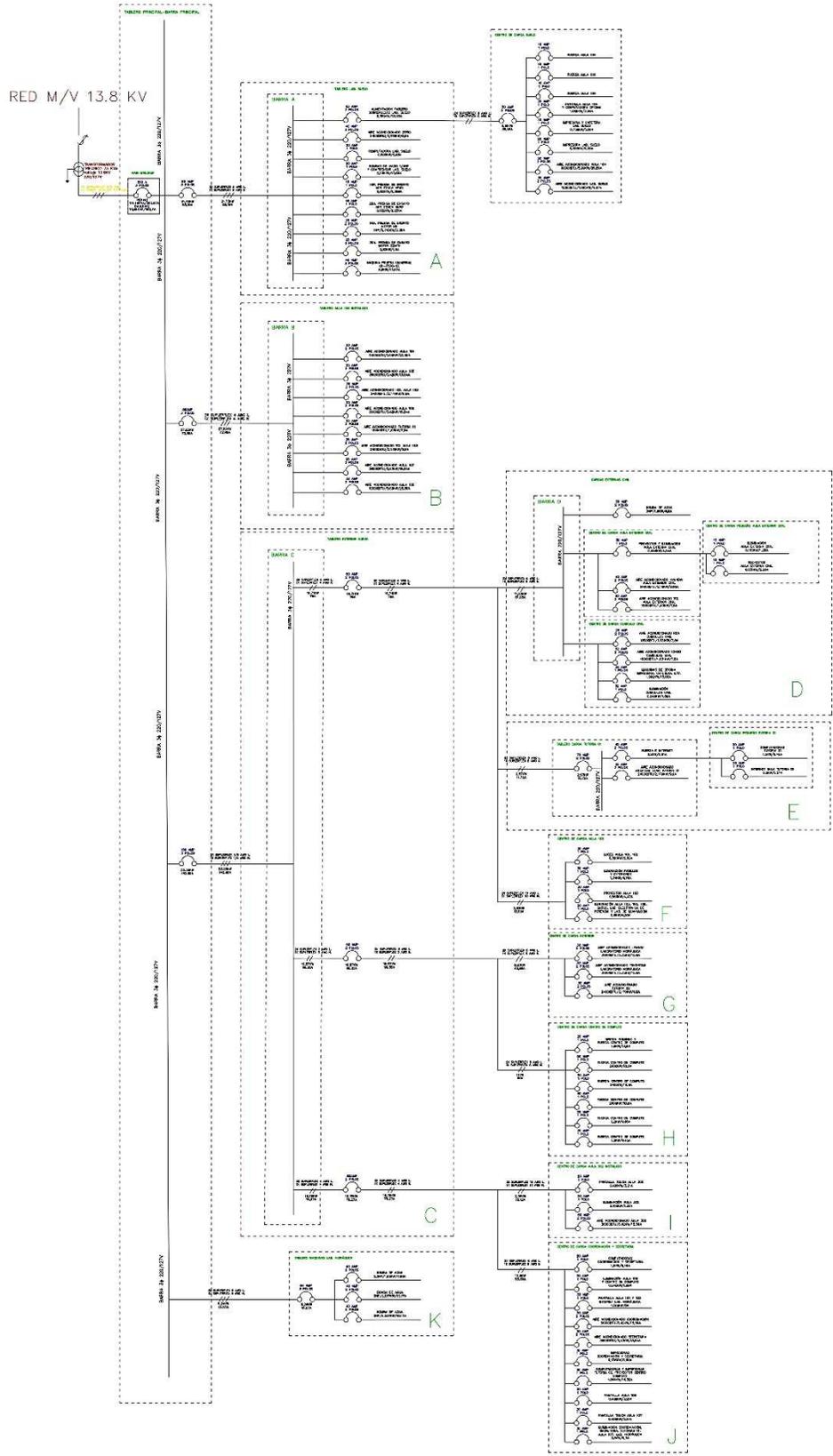
DISTRIBUCIÓN DE CARGAS BREAKERS PRINCIPALES						
FASES(φ)	CARGA	CARGA TOTAL				
		Ppincipal	IL PI(A)	IL DMU(A)	PI(W)	DMU(W)
3	TABLERO PRINCIPAL TRIFÁSICO LABORATORIO SUELO	63	61,40	38,69	22930,00	14448,47
3	TABLERO MAQUINAS LAB. HIDRAULICA	DIRECTO A BARRA	16,40	4,10	6124,00	1531,15
3	TABLERO AULA 109 TRIFÁSICO	80	73,96	53,45	27620,00	19961,23
3	BARRA C	100	142,95	98,26	53380,00	36694,97
		IL DMU(A)	194,5097743	TOTAL (W):	110054,00	72635,82
		IL PI(A)	288,8168478	TOTAL (KW):	110,054	72,635815
				TOTAL (KVA):	112,30	74,12

Plano completo pre-intervención



Plano pos-intervencion





OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD
TUTIVEN PAREDES MARCIA PIEDAD
DIRECCION : CALLE 106 AV 108 FONO : 2630275 / 2636614
RUC : 1304058645001 ID 47545 EMISION 12/6/2024 14:53:20
CLIENTE BURGOS LAINA DARWIN GABRIEL
DIRECCION MANTA * DOC 002-002-0006996 120620240113040586450012002002000006 CAJA: Sistemas
RUC 1350670822 VENEDOR: LUIS A. 9960000000116 55555555

Codigo	Cant	DETALLE	%DCTO	PVP	SUBTOTAL
S BEA002	1.00	CAJA GABINETE DOBLE FONDO 20X20X15	0.00%	24.4375	24.4375
S MV002	1.00	CAJA RIEL 8 ESPACIOS S/P IP-30	0.00%	7.7001	7.7001
S 2001C	50.00	CABLE FLEXIBLE #14 AWG Cu 600V 90C NEGRO CARRETE CUC	0.00%	0.4600	23.0000
S PVC008	5.00	TUBO CONDUIT TIPO PESADO 1/2x3m MB/BP PLASTIDOR	0.00%	0.7000	3.5000
S CA01	50.00	CABLE THWN-2 12 AWG Cu (FLEX) CUC	0.00%	0.6600	33.0000
S PVC012	2.00	CODO 1/2" .CONDUIT	0.00%	0.1232	0.2464
S GE07	1.00	BREAKER P/CAJA FINO THQP 2X20	0.00%	13.8616	13.8616
S GE02	2.00	BREAKER P/CAJA FINO 1X20 THQP120 1P 20A	0.00%	5.8650	11.7300
S HER65656	1.00	CAJA HERMETICA 10X10 PERUANA	0.00%	2.9777	2.9777
S PRO-04	1.00	PANEL P/BREAKER 4-8 ESP. TL412CLA 120/240V25A 10KA G.E.	0.00%	37.9911	37.9911
S CA50	4.00	CABLE TERMOFLEX 3X8	0.00%	5.5000	22.0000
S ALTA910	3.00	CONECTOR DENTADO SMICO 16/95 DGNL2 CBS/CT95	0.00%	3.5000	10.5000
S TER28	1.00	UNION DE COMPRESION #6	0.00%	0.4621	0.4621
S CA4547	1.00	CABLE FLEXIBLE THHN #6 CABLEC CUC	0.00%	2.5500	2.5500
S EMT28	6.00	TORNILLO C/LENTEJA 1X8	0.00%	0.0206	0.1236
S C03	10.00	CINTA AISLANTE 10 YDS PEQUEÑA	0.00%	0.7000	7.0000
S PVC054	200.00	AMARRA FINA 20	0.00%	0.0308	6.1600

Consulte su Factura HTTP://FACTURAS.INTEGRAL.EC
USUARIO 1350670822 CLAVE 1350670822 Base 15% Base 0% Subtotal Iva 15% Neto
180.21 0.00 0.00 180.21 27.03 207.24



PRODUCTOS INDUSTRIALES Y ELECTRICOS
PRIEL S A
Dir Matriz: CALLE 10 AVE. 10 # 944
Dir Sucursal: CALLE 10 AVE. 10 # 944
Contribuyente Especial Nro: 0000
Obligado a llevar Contabilidad: SI
Agente de Retención Resolución No 1

R.U.C.: 1391702396001 Pag. 1 de 1
FACTURA
No. 001-003-000030184
NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
2705202401139170239600120010030000301841234567818
FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 28/05/2024 10:37:14
AMBIENTE: PRODUCCION
EMISIÓN: NORMAL
CLAVE DE ACCESO

2705202401139170239600120010030000301841234567818

Razón Social: BURGOS LAINA DARWIN GABRIEL RUC / CI: 1350670822
Fecha de Emisión: 27/05/2024 Dirección: MANTA BARRIO 4 DE NOVIEMBRE

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
1173		57.000	CABLE 3X10 AWG CONCENTRICO 600V ECUACABLE	4.45010	55.804254	197.85

Forma de Pago	Valor
TARJETA DE CREDITO	227.53

Información Adicional	
Correo Electronico	darwin22chello@gmail.com
Forma de Pago	CREDITO
Orden No.	000030184
Vendedor	100 BODEGA
Comentario	NO DEFINIDO
Dirección	BARRIO 4 DE NOVIEMBRE

SUBTOTAL 15%	253.66
SUBTOTAL 0 %:	0.00
SUBTOTAL no objeto de IVA	0.00
SUBTOTAL Exento de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	253.66
DESCUENTO	55.80
ICE	0.00
IVA 15%	29.68
VALOR TOTAL	227.53



PRODUCTOS INDUSTRIALES Y ELECTRICOS
PRIEL S A
 Dir Matriz: CALLE 10 AVE. 10 # 944
 Dir Sucursal: CALLE 10 AVE. 10 # 944
 Contribuyente Especial Nro: 0000
 Obligado a llevar Contabilidad: SI
 Agente de Retención Resolución No 1

R.U.C.: 1391702396001 Pag. 1 de 1
FACTURA
No. 001-003-000030246
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
 3105202401139170239600120010030000302461234567810
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 31/05/2024 17:29:22
 AMBIENTE: PRODUCCION
 EMISIÓN: NORMAL
 CLAVE DE ACCESO

 3105202401139170239600120010030000302461234567810

Razón Social: BURGOS LAINA DARWIN GABRIEL RUC / Ci: 1350670822
 Fecha de Emisión: 31/05/2024 Dirección: MANTA BARRIO 4 DE NOVIEMBRE

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
1040		1.000	TUBO 11/4" EMT 1.65MM X 3050GV	15.00000	4.5	10.50
808		6.000	GRAPA 11/4" EMT CHANNEL CON PERNO 1/4X1	0.90000	1.62	3.78
1967		1.000	CAJA PLASTICA JSL 220X170X120MM. LISA 224-L	12.30000	3.69	8.61
5913		4.000	MT TIRAFONDO MADERA 1/4" X 2"	0.15000	0.18	0.42
5914		4.000	MT TACO FISHER # 10	0.09000	0.108	0.25

Forma de Pago		Valor	SUBTOTAL 15%	33.66
SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO		27.10	SUBTOTAL 0 %:	0.00

Información Adicional
 Correo Electronico: darwin22cheito@gmail.com
 Forma de Pago: CONTADO
 Orden No.: 000030246
 Vendedor: 100 BODEGA
 Comentario: NO DEFINIDO
 Dirección: BARRIO 4 DE NOVIEMBRE

SUBTOTAL no objeto de IVA	0.00
SUBTOTAL Exento de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	33.66
DESCUENTO	10.10
ICE	0.00
IVA 15%	3.53
VALOR TOTAL	27.10



PRODUCTOS INDUSTRIALES Y ELECTRICOS
PRIEL S A
 Dir Matriz: CALLE 10 AVE. 10 # 944
 Dir Sucursal: CALLE 10 AVE. 10 # 944
 Contribuyente Especial Nro: 0000
 Obligado a llevar Contabilidad: SI
 Agente de Retención Resolución No 1

R.U.C.: 1391702396001 Pag. 1 de 1
FACTURA
No. 001-003-000030314
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
 0406202401139170239600120010030000303141234567819
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 06/06/2024 08:10:48
 AMBIENTE: PRODUCCION
 EMISIÓN: NORMAL
 CLAVE DE ACCESO



0406202401139170239600120010030000303141234567819

Razón Social: BURGOS LAINA DARWIN GABRIEL RUC / CI: 1350670822
 Fecha de Emisión: 04/06/2024 Dirección: MANTA BARRIO 4 DE NOVIEMBRE

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
6441		4.000	CABLE 4 AWG SUPERFLEX 1KV ECUACABLE	5.50000	6.16	15.84
696		5.000	UNION LARGA P. CABLE # 4AWG CAMSCO L25	0.51500	0.721	1.85
Forma de Pago			Valor			
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO			20.35			
				SUBTOTAL 15%		24.58
				SUBTOTAL 0 %:		0.00
				SUBTOTAL no objeto de IVA		0.00
				SUBTOTAL Exento de IVA		0.00
				SUBTOTAL SIN IMPUESTOS		24.58
				DESCUENTO		6.88
				ICE		0.00
				IVA 15%		2.65
				VALOR TOTAL		20.35

Información Adicional
 Correo Electronico: darwin22ohelto@gmail.com
 Forma de Pago: CREDITO
 Orden No.: 000030314
 Vendedor: 100 BODEGA
 Comentario: TRANS
 Dirección: BARRIO 4 DE NOVIEMBRE