

Pregrado

Carrera: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Asignatura (UIC): PROYECTO DE

INTEGRACION CURRICULAR

Trabajo de titulación previo a la obtención del

**Título en: Tecnólogo Universitario en Gestión del
mantenimiento eléctrico y eficiencia energética**

**Tema: Repotenciación e implementación del sistema
eléctrico de la unidad educativa (Dolores Cacuango)**

Autor/s: Piza Vera Alex Saul

Piza Vera Geovanny Carlos

Tutor: Portero Donoso Paola Alexandra

Fecha: 28 de agosto del 2025



Autor:



Piza Vera Alex Saul

Título por obtener: Tecnólogo Universitario en Gestión de mantenimiento eléctrico y eficiencia energética.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: alex.piza@ister.edu.ec

Autor:



Piza Vera Geovanny Carlos

Título por obtener: Tecnólogo Universitario en Gestión de mantenimiento eléctrico y eficiencia energética.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: geovanny.piza@ister.edu.ec

Dirigido por:



Portero Donoso Paola Alexandra

Título: Máster en Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: paola.portero@ister.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2025 Tecnológico Universitario Rumiñahui

SANGOLQUÍ – ECUADOR

Piza Vera Alex Saul

Piza Vera Geovanny Carlos

***REPOTENCIACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA UNIDAD
EDUCATIVA FISCAL (DOLORES CACUANGO) UBICA EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS
CANTON GUAYAQUIL, PARROQUIA-PASCUALES.***

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3
Sangolquí, 28 de agosto del 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

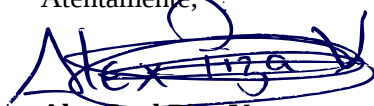
Presente

Por medio de la presente, yo, ALEX SAUL PIZA VERA declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **REPOTENCIACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA “ DOLORES CACUANGO” UBICADA EN LAPROVINCIA DE GUAYAS CIUDAD GUAYAQUIL, CANTON PASCUALES**, de la Tecnología Superior Universitaria Gestión de mantenimiento eléctrico y Eficiencia Energética; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



Alex Saul Piza Vera

C.I.: 0929042513

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

 **www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec**

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3
Sangolquí, 28 de agosto del 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Por medio de la presente, yo, GEOVANNY CARLOS PIZA VERA declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **REPOTENCIACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA “ DOLORES CACUANGO” UBICADA EN LAPROVINCIA DE GUAYAS CIUDAD GUAYAQUIL, CANTON PASCUALES**; de la Tecnología Superior Universitaria; Gestión de mantenimiento eléctrico y Eficiencia Energética; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



Geovanny Carlos Piza Vera

C.I.: 0921772752

FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS

EN BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR

TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE

UNIVERSITARIO

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA: TECNÓLOGO UNIVERSITARIO EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y ENERGÍA RENOVABLE.

AUTOR /ES:

ALEX SAUL PIZA VERA

GEOVANNY CARLOS PIZA VERA

TUTOR :

ING. PORTERO DONOSO PAOLA ALEXANDRA

ING. VICENTE PAUL ASTUDILO CORTEZ

CONTACTO ESTUDIANTE:

0981122013 - 0983560513

CORREO ELECTRÓNICO:

alexpizavera@outlook.com

TEMA:

REPOTENCIACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA “ DOLORES CACUANGO” UBICADA EN LA PROVINCIA DE GUAYAS CIUDAD GUAYAQUIL, CANTÓN PASCUALES

OPCIÓN DE TITULACIÓN: PROYECTO DE GRADO

RESUMEN EN ESPAÑOL:

EL PRESENTE PROYECTO TÉCNICO SE DESARROLLÓ EN LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL “DOLORES CACUANGO” DE GUAYAQUIL, CON EL OBJETIVO DE REPOTENCIAR EL SISTEMA ELÉCTRICO EN TRES AULAS DE EDUCACIÓN BÁSICA QUE PRESENTABAN UNA INFRAESTRUCTURA OBSOLETA Y DE ALTO RIESGO. EL DIAGNÓSTICO INICIAL IDENTIFICÓ PROBLEMAS CRÍTICOS COMO CABLEADO DETERIORADO Y EXPUESTO, AUSENCIA TOTAL

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL, Y UNA CANTIDAD INSUFICIENTE DE TOMACORRIENTES. LA METODOLOGÍA INCLUYÓ UN ENFOQUE CUANTITATIVO, CON UN DISEÑO DESCRIPTIVO-PROYECTIVO QUE COMPRENDIÓ LAS FASES DE: 1) INSPECCIÓN TÉCNICA Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN, 2) DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA (CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN, FUERZA Y TOMACORRIENTES) UTILIZANDO SOFTWARE ESPECIALIZADO (AUTOCAD PARA PLANOS Y DIALUX PARA SIMULACIÓN LUMÍNICA), CUMPLIENDO CON LA NORMATIVA NEC, Y 3) IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL NUEVO SISTEMA. LOS PRINCIPALES RESULTADOS FUERON LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN CON 6 LUMINARIAS LED POR AULA (LOGRANDO NIVELES ÓPTIMOS DE 400-600 LUX), LA COLOCACIÓN DE 4 TOMACORRIENTES POR AULA PARA USO GENERAL Y DOCENTE, Y LA REINSTALACIÓN SEGURA DEL MEDIDOR Y EL CABLEADO EN CANALETAS. SE CONCLUYE QUE EL PROYECTO FUE EXITOSO AL ELIMINAR LOS RIESGOS ELÉCTRICOS, GARANTIZAR UN SUMINISTRO ESTABLE Y SEGURO VERIFICADO CON MEDICIONES (123V FASE-NEUTRO), Y CREAR UN ENTORNO ADECUADO PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE, SENTANDO UN PRECEDENTE PARA LA REPLICABILIDAD DEL PROYECTO EN EL RESTO DE LA INSTITUCIÓN.

PALABRAS CLAVE:

Repotenciación Eléctrica, Eficiencia Energética, Seguridad Eléctrica, Instalaciones Educativas, Norma NEC, Iluminación LED.

ABSTRACT:

This technical project was carried out at the "Dolores Cacuango" Fiscal Educational Unit in Guayaquil, aiming to repower the electrical system in three basic education classrooms that had obsolete and high-risk infrastructure. The initial diagnosis identified critical problems such as deteriorated and exposed wiring, a complete lack of artificial lighting, and an insufficient number of power outlets. The methodology included a quantitative approach with a descriptive-projective design comprising the phases of: 1) technical inspection and data collection, 2) design of the new

system (lighting, power, and outlet circuits) using specialized software (AutoCAD for plans and DIALux for lighting simulation), complying with the NEC standards, and 3) implementation and testing of the new system. The main results were the installation of a lighting system with 6 LED luminaires per classroom (achieving optimal levels of 400-600 lux), the placement of 4 power outlets per classroom for general and teacher use, and the secure reinstallation of the meter and wiring in conduits. It is concluded that the project was successful in eliminating electrical risks, guaranteeing a stable and safe supply verified by measurements (123V phase-neutral), and creating a suitable environment for the teaching-learning process, setting a precedent for the replicability of the project in the rest of the institution.

PALABRAS CLAVE:

Electrical Repowering, Energy Efficiency, Electrical Safety, Educational Facilities, NEC Standard, LED Lighting.



Firma del Estudiante

Alex Saul Piza Vera

C.I.: 0929042513



Firma del Estudiante

Geovanny Carlos Piza Vera

C.I.:0921772752

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 28 de agosto del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo ALEX SAUL PIZA VERA con C.I.:0929042513 alumno de la Carrera de **GESTION DE MANTENIMIENTO ELECTRICO Y EFICIENCIA ENRGETICA**, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

Piza Vera Alex Saul

C.I.: 0929042513

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 28 de agosto del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo GEOVANNY PIZA VERA CARLOS con C.I.:0921772752 alumno de la Carrera de **GESTION DE MANTENIMIENTO ELECTRICO Y EFICIENCIA ENERGETICA**, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

Piza Vera Geovanny Carlos

C.I.: 0921772752

Dedicatoria:

Este proyecto lo dedicamos a Dios, por darnos fortaleza, salud y la sabiduría.

También lo dedicamos con cariño a nuestros padres quienes con esfuerzo, sacrificio y amor incondicional nos enseñaron a nunca rendirnos y a luchar por nuestros sueños, que siempre creyeron en nosotros y fueron nuestro motor para seguir adelante en los momentos difíciles y poder llegar hasta aquí. Gracias a su apoyo constante hoy logramos cumplir una meta más en nuestra vida académica.

Agradecimientos:

Quisiera comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a nuestras familias, por su amor incondicional y su apoyo constante. Su fe ha sido el motor que nos permitió completar este camino, por sus palabras de aliento, su presencia y cariño, gracias por ser el pilar en los momentos difíciles. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A mi tutor académico , cuya experiencia, paciencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su guía no solo me proporcionó claridad académica, sino también motivación en momentos de duda. Su confianza nos impulsó a seguir adelante y superar los desafíos.

Al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui, gracias por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente.

Mi gratitud también va a la Unidad Educativa “ Dolores Cacuango”, cuyo apoyo y disposición fueron esenciales para la culminación de este proyecto. Aprecié profundamente su confianza en mi trabajo y el ambiente de aprendizaje que me ofrecieron.

Resumen:

El presente proyecto técnico se desarrolló en la Unidad Educativa Fiscal “Dolores Cacuango” de Guayaquil, con el objetivo de repotenciar el sistema eléctrico en tres aulas de educación básica que presentaban una infraestructura obsoleta y de alto riesgo. El diagnóstico inicial identificó problemas críticos como cableado deteriorado y expuesto, ausencia total de iluminación artificial, y una cantidad insuficiente de tomacorrientes. La metodología incluyó un enfoque cuantitativo, con un diseño descriptivo-proyectivo que comprendió las fases de: 1) inspección técnica y levantamiento de información, 2) diseño del nuevo sistema (circuitos de iluminación, fuerza y tomacorrientes) utilizando software especializado (AutoCAD para planos y DIALux para simulación lumínica), cumpliendo con la normativa NEC, y 3) implementación y pruebas del nuevo sistema. Los principales resultados fueron la instalación de un sistema de iluminación con 6 luminarias LED por aula (logrando niveles óptimos de 400-600 lux), la colocación de 4 tomacorrientes por aula para uso general y docente, y la reinstalación segura del medidor y el cableado en canaletas. Se concluye que el proyecto fue exitoso al eliminar los riesgos eléctricos, garantizar un suministro estable y seguro verificado con mediciones (123V fase-neutro), y crear un entorno adecuado para el proceso de enseñanza-aprendizaje, sentando un precedente para la replicabilidad del proyecto en el resto de la institución.

Palabras claves: Repotenciación Eléctrica, Eficiencia Energética, Seguridad Eléctrica, Instalaciones Educativas, Norma NEC, Iluminación LED.

Abstract:

This technical project was carried out at the "Dolores Cacuango" Fiscal Educational Unit in Guayaquil, aiming to repower the electrical system in three basic education classrooms that had obsolete and high-risk infrastructure. The initial diagnosis identified critical problems such as deteriorated and exposed wiring, a complete lack of artificial lighting, and an insufficient number of power outlets. The methodology included a quantitative approach with a descriptive-projective design comprising the phases of: 1) technical inspection and data collection, 2) design of the new system (lighting, power, and outlet circuits) using specialized software (AutoCAD for plans and DIALux for lighting simulation), complying with the NEC standards, and 3) implementation and testing of the new system. The main results were the installation of a lighting system with 6 LED luminaires per classroom (achieving optimal levels of 400-600 lux), the placement of 4 power outlets per classroom for general and teacher use, and the secure reinstallation of the meter and wiring in conduits. It is concluded that the project was successful in eliminating electrical risks, guaranteeing a stable and safe supply verified by measurements (123V phase-neutral), and creating a suitable environment for the teaching-learning process, setting a precedent for the replicability of the project in the rest of the institution.

Keywords: Electrical Repowering, Energy Efficiency, Electrical Safety, Educational Facilities, NEC Standard, LED Lighting.

Índice de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	12
Contexto del problema.....	12
Planteamiento del problema	12
Alcance y resultados esperados	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos.....	13
Justificación.....	14
CAPÍTULO I:	15
MARCO TEÓRICO	15
1.1. Antecedentes.....	15
1.2. Norma NEC	16
1.3. Fundamentos de electricidad	17
1.3.1. Ley de Ohm.	17
1.3.2. Voltaje (Tensión eléctrica).	18
1.3.3. Corriente eléctrica.....	18
1.3.4. Resistencia eléctrica.	19

1.3.5.	Potencia eléctrica.....	19
1.4.	Instalaciones eléctricas en edificaciones educativas.	20
1.5.	Elementos de una instalación eléctricas.	21
1.5.1.	Conductores.....	21
1.5.2.	Panel de distribución.	22
1.5.3.	Breakers.....	23
1.5.4.	Luminarias.....	24
1.5.5.	Tomacorrientes.....	24
1.5.6.	Tablero de medición.....	25
1.5.7.	Sistema de puesta a tierra.	25
1.6.	Capacidad instalada	27
1.7.	Factores de carga o demanda.....	27
1.8.	Factor de potencia (FP).....	28
1.9.	Potencia activa (P).....	29
1.10.	Diagrama unifilar.....	29
1.11.	Planos eléctricos	29
1.12.	Software DIALux	30
CAPÍTULO II.....		32
METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TECNICO		32
2.1	Tipo de Investigación	32

2.2	Diseño de investigación.....	32
2.3	Ubicación del proyecto	33
2.4	Diagnóstico del Estado Actual del Sistema Eléctrico	34
2.2.1.	Infraestructura eléctrica actual existente.	34
2.2.2.	Levantamiento actual del sistema eléctrico.	39
2.5	Diseño y cálculos para la mejora de la instalación eléctrica.	40
2.3.1.	Nuevo diseño elaborado en DIALux.	40
2.3.2.	Rediseño del sistema eléctrico de las aulas.	42
2.3.3.	Cálculos de cargas para el nuevo diseño.	44
2.3.4.	Diagrama unifilar del nuevo sistema eléctrico.	46
CAPÍTULO III		49
DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO		49
3.1	Mejoras para el sistema eléctrico: Iluminación.	49
3.1.2	Prueba de iluminación	50
3.2	Mejoras para el sistema eléctrico: Tomacorrientes.	51
3.2.1.	Pruebas de voltaje en los tomacorrientes.....	52
3.3	Mejoras para el sistema eléctrico: Medidor de energía.	53
CAPÍTULO IV		56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		56
4.1	Conclusiones.....	56

4.2 Recomendaciones	58
Referencias Bibliográficas.....	59
Anexos	62

Índice de Figuras

Figura 1: Panel de distribución.....	22
Figura 2: Breakers.	23
Figura 3: Medidor CL-100.	25
Figura 4: Sistema de puesta a tierra.	27
Figura 5: Programa DIALux.....	31
Figura 6: Ubicación del centro educativo “Dolores Cacuango”.....	33
Figura 7: Caja de breakers y medición de voltaje entre línea y neutro.	34
Figura 8: Cables deteriorados.....	35
Figura 9: Aulas sin iluminación.....	36
Figura 10: Tomacorriente principal, ubicado en el área del docente.....	37
Figura 11: Estado actual del sistema de medición eléctrica	38
Figura 12: Levantamiento actual del sistema eléctrico	39
Figura 13: Simulación en DIALux con mediciones reales de las aulas.	40
Figura 14: Luminarias Sylvania LED 50W.....	42
Figura 15: Nuevo diseño elaborado en AutoCAD.....	43
Figura 16: Diagrama unifilar para el rediseño de las aulas.	48
Figura 18: Levantamiento de datos con el programa lux.	49
Figura 19: Instalación del sistema de tomacorrientes.....	51

Figura 20: Prueba de funcionamiento en tomacorriente.....	53
Figura 21: Medidor reinstalado y prueba de voltaje.....	54

Índice de Tablas

Tabla 1: Relación de variables fundamentales en circuitos eléctricos.	20
Tabla 2. Potencia total Instalada.....	45
Tabla 3. Cálculo de carga Aula 1	47
Tabla 4. Cálculo de carga Aula 2	47

INTRODUCCIÓN

Contexto del problema

La Unidad Educativa “Dolores Cacuango” se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil en la ciudadela Las Orquídeas. La unidad educativa ofrece tres niveles de educación las cuales son inicial, básica y de bachillerato en modalidades presencial y semipresencial en jornadas matutinas, vespertina y nocturna permitiendo el acceso a la educación de niños, jóvenes y adolescentes de la ciudad.

La infraestructura de la unidad educativa tiene un área aproximada de 2,000 m^2 , la cual está distribuida con 50 aulas de estudio, 10 laboratorios de investigación, canchas deportivas, baños higiénicos, áreas verdes y otras instalaciones derivadas al desarrollo académico y extracurricular de los estudiantes y personal administrativo. Actualmente, la unidad educativa cuenta con un cuerpo de 146 docentes comprometidos con la enseñanza y el aprendizaje de 4,836 alumnos en todas sus modalidades.

Planteamiento del problema

El deterioro de la infraestructura eléctrica y los problemas con las conexiones eléctricas de la unidad Educativa Fiscal “Dolores Cacuango” han creado varios contratiempos repetitivos con el suministro energético y altos consumo en las planillas eléctricas. Estos desafíos van desde cortes de energía repentinos e impredecibles provocando variaciones de voltaje que elevan considerablemente los riesgos para equipos electrónicos sensibles y pueden causar daños permanentes a la propiedad y pérdidas financieras a la institución.

Estas anomalías energéticas en iluminación molestan el normal desarrollo de las actividades académicas y causan graves problemas de seguridad para los estudiantes y para el departamento académico. Los cortes de energía y las fluctuaciones del suministro eléctrico crean

un entorno riesgoso que amenaza la integridad de los equipos electrónicos, estudiantes, personal administrativo y cuerpo de docencia.

Alcance y resultados esperados

El proyecto se centra en el rediseño eléctrico de los circuitos de iluminación, circuitos de fuerza y circuitos de tomacorrientes de servicio general de tres aulas de clase del área de educación básica. El cambio de acometida suministrada por CNEL-Guayaquil, cambio de tablero de medidores, instalación de paneles de distribución con sus respectivas protecciones en cada aula, integración de un nuevo sistema de puesta a tierra. Instalación de luminarias LED de alta eficiencia para reducir el consumo eléctrico y mejorar la calidad lumínica basados en un estudio mediante el software DiaLux. Estas mejoras pretenden resolver de manera eficiente las variaciones de voltaje, los cortes imprevistos de energía eléctrica y así garantizar un entorno educativo más seguro y estable para estudiantes, docentes y cuerpo administrativo de la unidad educativa.

Objetivo general

Repotenciar el sistema eléctrico en 2 aulas de educación básica de la unidad educativa “Dolores Cacuango”.

Objetivos específicos

1. Realizar una inspección técnica para identificar fallas y áreas de mejora en el sistema eléctrico existente.
2. Diseñar el nuevo sistema eléctrico que cumpla con las normativas de seguridad y eficiencia energética actuales.
3. Implementar el diseño propuesto de la unidad educativa.
4. Verificar el correcto funcionamiento mediante pruebas técnicas y entrega del producto final.

Justificación.

La implementación del nuevo sistema eléctrico de la unidad educativa “Dolores Cacuango” tiene la finalidad de garantizar un entorno educativo más apropiado para el aprendizaje de los estudiantes con la continuidad de las clases y actividades. Repotenciar el sistema eléctrico de la institución mejorara las actividades académicas, y mejorar la integridad física y emocional de los estudiantes, docentes y cuerpo administrativo de la unidad educativa.

La implementación de nuevas tecnologías ayudara mejorar la calidad de iluminación presente en cada aula y a minimizar los riesgos eléctricos en la institución. La integración de un nuevo sistema de puesta a tierra mejorara la estabilidad del suministro eléctrico, reduciendo posibles fallas y prolongando la vida útil de los equipos electrónicos y eléctricos presentes en la institución.

CAPÍTULO I:

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Según (Ayrton y Mauricio; Guanoluisa, 2020) en este trabajo realizaron el diseño del sistema eléctrico de la Unidad Educativa Mariano Negrete con el objetivo de reducir fallas en la infraestructura eléctrica del plantel. Para lograrlo, se empezó con datos que ayudaron a ver fallas en las instalaciones. Después, hicieron un análisis de carga para distribuir correctamente los circuitos en los tres bloques de la escuela. También, se utilizó el programa DIALUX para calcular la cantidad de luminarias necesarias en cada área. Siguiendo la normativa NEC, se estableció el número de tomacorrientes y la configuración de los cuadros de carga, dando un diseño seguro y eficiente. Además, se instaló un sistema de puesta a tierra conforme a la normativa de la Empresa Eléctrica Quito, dando un valor de resistencia de 3.32 ohmios, que garantiza así la seguridad y protección del sistema eléctrico. Se identificaron y corrigieron fallas en el sistema existente, se normalizó la distribución de los circuitos eléctricos y se determinó correctamente la cantidad de luminarias necesarias para cada área.

Según (Nelson, 2022) el proyecto consistió en mejorar el sistema de iluminación del laboratorio 15 de la Escuela de Formación de Tecnólogos. Los objetivos principales fueron mejorar la eficiencia luminosa y garantizar el cumplimiento de las normas técnicas. Para lograrlo, se utilizó la herramienta DIALUX, junto con mediciones realizadas con un luxómetro, permitiendo analizar y rediseñar la distribución de las luminarias. Los resultados obtenidos evidenciaron una mejora significativa en la uniformidad y calidad de la iluminación, cumpliendo con los modelos establecidos. La metodología incluyó una evaluación inicial, el diseño del nuevo sistema, y su posterior implementación y análisis comparativo

Según (Eder, 2022) a investigación se realizó en el mercado “El Inca” en La Victoria, Chiclayo, donde se identificaron riesgos eléctricos debido a instalaciones antiguas y precarias. Se observó que los cables expuestos y las vigas de madera aumentan el peligro de incendio, además de la ausencia de interruptores diferenciales y la sobrecarga por comercio informal. Como solución, se propuso un nuevo diseño eléctrico con conductores libres de halógenos y lámparas LED para mejorar la seguridad. El sistema incluyó un Tablero General, 6 Tableros de Distribución y 420 centros de cargas.

Según (Guamán & Rodríguez, 2021) el proyecto se enfocó en la creación de un sistema de extracción de aire y el cableado de las mesas de trabajo en el laboratorio de Instalaciones Eléctricas del aula 33. Su objetivo principal fue mejorar la calidad del aire al reducir los gases generados por soldadura y garantizar un cableado seguro y eficiente que no interfiera con el flujo de estudiantes y profesores. Para esto, se analizaron las condiciones iniciales del laboratorio, se definieron parámetros técnicos para el diseño del sistema y se elaboró un manual de mantenimiento preventivo. Los resultados obtuvieron una mejora en la calidad del ambiente de trabajo y la seguridad eléctrica, favoreciendo la durabilidad de las instalaciones.

1.2. Norma NEC

En el país, la NEC, que significa Norma Ecuatoriana de la Construcción, establece una importante misión cuando se llevará a cabo instalaciones eléctricas, ya sea edificios nuevos o remodelaciones como en este caso, el centro educativo, Seguir estas normas es fundamental cumplirlas porque así se asegura que todo funcione de manera óptima y que toda la instalación sea confiable. Dentro de la instalación eléctrica, estas normas mencionan aspectos técnicos que van desde el diseño del circuito, la ubicación de los tableros hasta cómo se los protege, qué otras normas o requisitos hay que seguir para proteger los sistemas contra sobrecorrientes y haya una distribución eficiente de

carga en las fases. La idea fundamental de todo esto es sencillo: cuidar de riesgos o fallos eléctricos y hacer que de manera general sea lo más eficiente posible.

El NEC no está hecha simplemente al azar, tiene como referencia la NEC NFPA 70, conocida a nivel internacional, y se la adaptó a la realidad ecuatoriana, seguir estas normas permitió que se mantenga un estándar alto, pero manteniendo nuestras condiciones tanto en zonas residenciales como escuelas, hospitales o instituciones en particular, cuando se aplica estas normas, estamos creando ambientes seguros y funcionales y, en este caso, se está preservando la vida de los estudiantes, docentes y personal administrativo. Además, que se evitan fallas eléctricas que podría interrumpir las actividades cotidianas (Sandoya et al., 2023).

1.3. Fundamentos de electricidad

La electricidad es una forma de energía que está presente siempre en nuestras vidas, desde los aparatos más básicos como una refrigeradora, un foco; la electricidad está en todos los hogares y en todas las industrias por más grandes que estas sean. En la ingeniería eléctrica, saber el significado de electricidad es importante para poder entender cómo funcionan los circuitos eléctricos, tanto de baja como alta tensión. Algunos conceptos básicos son el voltaje, la corriente, la resistencia, la potencia y entre otros. Estas mediciones son la base fundamental para poder entender lo que es una instalación eléctrica, para luego hacer dicha instalación sea segura y eficiente.

1.3.1. Ley de Ohm.

Esta ley dice que la corriente que fluye a través de un cable conductor es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del conductor, para lograr cumplir esta ley, la temperatura debe ser constante. Matemáticamente se escribe como:

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

donde:

V = es el voltaje o tensión aplicada, en Voltios.

I = la corriente o intensidad, en Amperios o Ampers.

R = es la resistencia, en Ohmios.

Entender la Ley de Ohm es importante para poder hacer un correcto análisis y un buen diseño de circuitos eléctricos. Se puede calcular cualquiera de las tres variables cuando se conoce las otras dos. Su comprensión y saber cómo aplicarla es esencial para las posteriores instalaciones eléctricas.

1.3.2. Voltaje (Tensión eléctrica).

Al voltaje también se le dice diferencia de potencial o simplemente tensión, ahondando un poco lo que significa “voltaje”, esto relaciona cuánta energía potencial existe o se necesita para mover una carga eléctrica entre dos puntos dentro de un circuito. La unidad del voltaje es el Voltio o Volts y se lo representa con la letra V y dada la definición anterior, el Volt representa el “empuje” que permite el paso de corriente eléctrica a través del conductor.

En términos concretos, saber aplicar el concepto de voltaje en la vida real es esencial ya que determina el nivel de energía que hay disponible en y para los equipos eléctricos dentro de las instalaciones. Un valor de voltaje adecuado permite asegurar un funcionamiento seguro y óptimo de los dispositivos conectados (Coluccio, 2024b).

1.3.3. Corriente eléctrica.

Es el flujo de carga eléctrica o flujo de electrones que atraviesa un material conductor. Su unidad de medida es el Amperio y se la representa con la letra A.

En instalaciones eléctricas, comprender lo que significa la corriente eléctrica es esencial para poder dimensionar adecuadamente los conductores y dispositivos de protección, así, asegurando seguridad y eficiencia del sistema completo.

1.3.4. Resistencia eléctrica.

La resistencia significa, como su nombre lo indica, “oposición”, esto es que se opone al flujo de corriente eléctrica a través de un material conductor. Se mide en Ohmios (Ohm u Ω) y depende de factores como del material que está construido, la longitud del mismo y el área de la sección transversal del conductor.

En lo que respecta a las instalaciones eléctricas, la resistencia es una propiedad intrínseca del material que afecta la eficiencia del sistema y la disipación de energía, por lo que es útil considerar este factor al momento de hacer el diseño y la selección de materiales.

1.3.5. Potencia eléctrica.

La potencia es la magnitud que indica la cantidad de energía eléctrica que un dispositivo consume o transforma por unidad de tiempo. Se la representa con la letra P y se mide en Vatios o Watts (W) y en corriente continua, se calcula como:

$$P = V * I \quad (2)$$

donde:

P = es la potencia activa del sistema, en Watts.

V = es el voltaje, en Volts.

I = es la corriente, en Amperios.

Este valor es relevante para un adecuado dimensionamiento de componentes para una instalación eléctrica, ya que básicamente del valor de la potencia depende la selección de conductores, protecciones y equipos. Para este trabajo, una estimación precisa de potencia requerida permite diseñar redes eléctricas seguras, eficientes y acordes al uso previsto (Coluccio, 2024a).

Tabla 1:

Relación de variables fundamentales en circuitos eléctricos.

Concepto	Símbolo	Unidad	Fórmula Principal
Voltaje	V	Voltio (V)	$V = I * R$
Corriente	I	Amperio (A)	$I = V/R$
Resistencia	R	Ohmio (Ω)	$R = V/I$
Potencia	P	Vatio (W)	$P = V * I$

Fuente: (Bismarks, 2022)

1.4.Instalaciones eléctricas en edificaciones educativas.

En toda institución académica, las instalaciones eléctricas forman todo un sistema que resulta de vital importancia para un óptimo funcionamiento de todos los servicios que componen las edificaciones educativas. Al tratarse de electricidad y por conocimiento intuitivo, mencionadas instalaciones, deben ser obligatoriamente seguras y evitar interrupciones en las luminarias, tomacorrientes, aires acondicionados, ventiladores, laboratorios en general y más áreas importantes, lo que garantiza un desarrollo íntegro de buena calidad las actividades curriculares y administrativas. El diseño debe cumplir y garantizar una demanda variable, compleja y completa, esto permitiría adaptarse a varios niveles académicos y horarios de uso de la infraestructura.

La normativa en ley permite establecer criterios técnicos para garantizar eficiencia y seguridad de estos sistemas. En el país, el diseño de las instalaciones debe estar bajo los reglamentos técnicos emitidos por organismos como Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) y tomado con referencia el National Electric Code (NEC), esta permite establecer normas para un seguro manejo de conductores eléctricos, protecciones, puesta a tierra y resistencia de materiales (National Fire Protection Association, 2023), además, de las guías y recomendaciones técnicas del IEEE, que habla acerca de la confiabilidad, coordinación de protecciones, mantenimiento y calidad de suministro de sistemas eléctricos en instalaciones tanto públicas como educativas (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2023).

Cuando se hace un uso correcto de todas estos estándares y normativas, se evita accidentes y fallos de electricidad, también asegura una optimización de consumo energético, prolonga la vida útil de los equipos instalados y, en consecuencia, se reduce los costos operativos. En instituciones educativas, no sólo interactúan menores de edad sino también docentes, entonces, un diseño deficiente y carente de seguridad, puede representar un alto riesgo para la integridad física de las personas y una barrera para el proceso educativo. Entonces, todas las instalaciones deben estar correctamente concebidas desde lo técnico hasta lo social.

Un sistema eléctrico eficiente de un establecimiento educativo es importante porque ahí radica su impacto directo en la calidad del aprendizaje. Una red eléctrica confiable permite el uso ininterrumpido de tecnologías pedagógicas, una correcta iluminación, de igual manera la climatización como la conectividad digital. Por otro lado, ayuda a generar un ambiente de enseñanza más seguro, moderno y resiliente ante interrupciones del servicio.

1.5.Elementos de una instalación eléctricas.

1.5.1. Conductores.

El conductor es el material que generalmente está hecho de cobre o aluminio, este decide el paso de corriente eléctrica con baja resistencia, a causa de la presencia de electrones libres en la estructura atómica del material. Estos cables están normalizados para que sean seguros en cualquier ambiente, donde la confiabilidad y la protección de los usuarios siempre son prioritarias.

La correcta selección del calibre del conductor vital, este calibre permite determinar cuánta corriente puede transportar dicho conductor sin sobrecalentarse, este debe ser elegido en función de la carga, así como la longitud del recorrido y las condiciones del entorno. Si se elige mal, puede provocar caídas de voltaje, fallos en los equipos, incluso incendios (Superintendencia de electricidad y combustibles, 2021). Hay varios aspectos a considerar, y estos son:

- **Sección transversal:** También se le conoce como calibre o grosor, su capacidad está relacionada de manera directa, como su nombre lo indica, con su sección transversal, cuanto mayor sea esta área, mayor será la cantidad de corriente que se puede transportar. Esta área o sección está dado por milímetros cuadrados o en calibre AWG (American Wire Gauge).
- **Temperatura:** Dada la naturaleza del movimiento o flujo de electrones a través de un material conductor, este debe estar hecho de tal manera que soporte la temperatura que genera la corriente, cuánta mayor capacidad tenga, el conductor no se verá afectado y será más seguro.
- **Longitud:** La longitud o el largo del conductor también tendrá su espacio cuando se trate de hacer una correcta instalación, a medida que la longitud aumenta, la resistencia eléctrica también crece y en consecuencia se ve afectada la capacidad del conductor.

1.5.2. Panel de distribución.

También conocidos como tableros de distribución. En cualquier instalación eléctrica, un tablero o panel de distribución son elementos esenciales. Permiten distribuir la energía eléctrica a través de los circuitos y áreas de un edificio o espacio de manera segura y eficiente.

Figura 1:
Panel de distribución.



Fuente: (Enprelec, 2023)

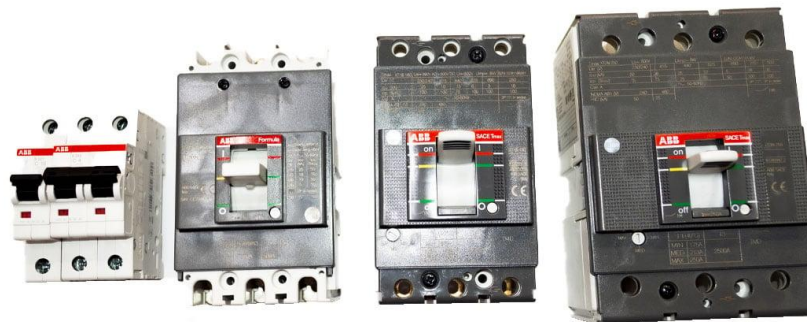
Estos cumplen varias funciones claves:

- **Distribución de energía:** Permiten distribuir la energía eléctrica de manera equilibrada y segura, garantizando que el suministro sea confiable en todo el edificio.
- **Protección contra sobrecargas:** Los paneles están armados con interruptores y dispositivos de protección que previenen daños causados por sobrecargas, cortocircuitos o algún otro problema eléctrico.
- **Organización y control:** Brindan organización para la gestión de los circuitos eléctricos, lo que facilita el control y la monitorización de la energía en cada área específica (Sandoval, 2023).

1.5.3. Breakers.

Son un componente importante en todo sistema eléctrico porque protegen de sobrecargas o algún cortocircuito, cuando pasa esto se interrumpe la corriente eléctrica. Estas protecciones se encuentran básicamente en todos los edificios, desde viviendas residenciales hasta grandes instalaciones industriales, incluido, los centros educativos; su correcto funcionamiento es importante para garantizar la seguridad de todo el personal y los equipos instalados.

Figura 2:
Breakers.



Fuente: (Dielco, 2023)

La amperacidad varía según el tipo de breaker. Hay aplicaciones en donde se necesitan protecciones desde menos de 1 A hasta varios miles como 2500 A. Esta selección de breaker dependerá de las características del proyecto que se está realizando (Dielco, 2023).

1.5.4. Luminarias.

Las luminarias son como las estructuras que se usan para sostener y proteger las lámparas o focos. Su función principal es dar luz, pero también sirven para dirigirla mejor según se necesite, como por ejemplo en oficinas, casas o en calles. Hay de distintos tipos como empotradas, colgantes o de techo, dependiendo de donde se vayan a instalar. Algunas ya vienen con sus propias lámparas incluidas. Es importante elegir bien el tipo de luminaria por el ahorro energético y también por estética. A veces uno cree que solo es poner un foco, pero la luminaria también influye en cómo se ve y se reparte la luz.

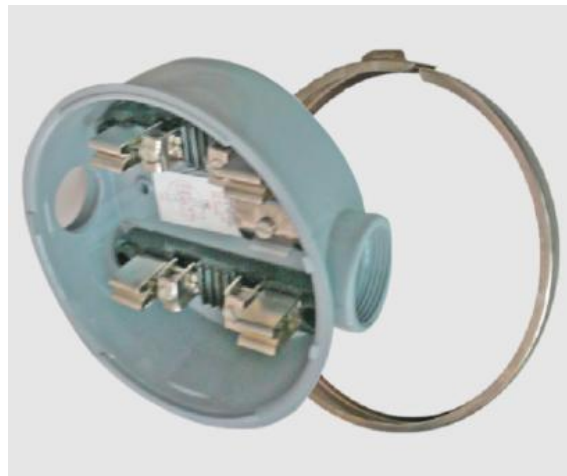
1.5.5. Tomacorrientes.

Los tomacorrientes o también llamados enchufes son dispositivos eléctricos donde se conectan aparatos eléctricos o electrónicos, por ejemplo, una licuadora, una computadora de escritorio, etc. Estos puntos de conexión están conectados al sistema eléctrico de la casa o edificio y permiten que la corriente llegue a los equipos. Hay diferentes modelos, unos con tres entradas, otros con dos; algunos tomacorrientes más modernos tienen incluidos puertos USB. En Ecuador, la mayoría de los tomacorrientes funcionan con 120V y 60Hz, aunque también existen de 240V para ciertos electrodomésticos más potentes como los aires acondicionados o las lavadoras. Existen también los tipos A y B, la principal diferencia entre estos tipos de enchufes es la clavija para conexión a tierra.

1.5.6. Tablero de medición.

Son componentes importantes en los sistemas eléctricos, se los utiliza para poder cuantificar y monitorear el consumo de energía en una instalación eléctrica, en este caso, para el centro educativo. Los tableros de medición están contruidos para guardar medidores eléctricos, transformadores de corriente y otros componentes de medición. También proporcionan datos precisos sobre la carga eléctrica lo que contribuye a la gestión eficiente de energía, una facturación moderada y ayuda a descifrar patrones del consumo para así hallar formas de ahorrar.

Figura 3:
Medidor CL-100.



Fuente: (DEMACO, 2025)

Los tableros de medición se los usa para medir distintos parámetros eléctricos como el consumo eléctrico, de igual manera se puede medir la calidad del suministro. Es esencial poder tener visualización y registro de estos datos para poder tomar mejores decisiones sobre optimizaciones o si es conveniente aplicar cambios o mejoras al sistema eléctrico.

1.5.7. Sistema de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra es una conexión que une partes metálicas de una instalación eléctrica directamente al suelo, donde el potencial es cero. Es muy importante debido a la protección que

ofrece al personal, equipos y las instalaciones frente a corrientes de falla, las sobretensiones o descargas atmosféricas. Tener instalado este sistema es crucial por:

- **Estabilidad del sistema y cumplimiento normativo:** Proporciona una referencia segura al sistema eléctrico, esto de aquí mejora la estabilidad de la tensión y hace más fácil el funcionamiento de los componentes de protección como los disyuntores diferenciales. Además, colocar un sistema de puesta a tierra es obligatorio en las normativas internacionales como el NEC e IEC, cumplir con estas normativas garantiza que la institución educativa cumpla estándares de seguridad y legalidad (Thiele, 2024).
- **Protección de equipos y prevención de incendios:** Este sistema de puesta a tierra tiene como función principal estabilizar los niveles de tensión y ofrece una ruta segura para la descarga de sobretensiones, impidiendo que se dañen los equipos más sensibles a los cambios bruscos de voltaje. Reduce de manera significativa el riesgo de incendios ocasionados por los arcos eléctricos protegiendo a la infraestructura y los equipos educativos (Dohono, 2023).
- **Protección sobre descargas eléctricas:** Proporciona una trayectoria con baja resistencia eléctrica para que cuando exista alguna falla con las corrientes, estas se desvíen al suelo, así evita que fluyan a través de las personas que puedan estar en contacto directo con los equipos o materiales de metal. El sistema de puesta a tierra es vital en instituciones educativas donde el riesgo de contacto accidental puede llegar a ser alto, especialmente con los estudiantes y el personal que esté en constante interacción con estos equipos eléctricos.

Figura 4:

Sistema de puesta a tierra.



Fuente: (Hidalgo, 2022)

1.6.Capacidad instalada

“La capacidad instalada se refiere al potencial máximo de producción de una empresa, departamento o sección en un periodo dado. Esto se calcula considerando todos los recursos disponibles, como equipos, instalaciones, personal tecnología y conocimientos” (Chamba Valverde, 2023)

La carga instalada es un indicador estrictamente técnico que se relaciona con la configuración del usuario para el uso de la energía eléctrica. Esta condición debe ser reconocida y comprobada por la compañía que concede el cargo, antes de que el solicitante necesite aceptarla.

1.7.Factores de carga o demanda

Estos son coeficientes que se utilizan para ajustar la potencia total que se tiene instalada, para eso también se tiene en consideración que no todos los equipos estarán trabajando al mismo tiempo. Al tener esto en cuenta permite hacer un dimensionamiento de las instalaciones más eficientes y económicas. Existen algunos factores, entre ellos:

- **Factor de diversidad:** Este factor considera que no todos los equipos eléctricos, electrónicos, electrodomésticos o dispositivos en general están encendidos de manera simultánea. Es muy extraño que todos los equipos estén trabajando al mismo tiempo porque

dicho factor tiene grana aplicación para reducir o liberar la carga máxima espera. Matemáticamente es:

$$Fdiv = \frac{\sum DM\ individuales}{DM\ coincidente} \quad (3)$$

Es el cociente entre la sumatoria de la Demanda máxima individual y la demanda máxima coincidente.

- **Factor de coincidencia:** Indica el peso que tiene la demanda de manera individual de un cliente en todo el sistema de distribución, en otras palabras, es la no coincidencia entre las demás máximas de un grupo de usuarios que se conocen como demandas diversificadas (Santander, 2022):

$$FC = \frac{Demanda\ máxima\ coincidente}{\sum DM\ individuales} \quad (4)$$

- **Factor de carga específica:** Varios electrodomésticos o, de manera general, algunos dispositivos tienen factores de carga específicos, uno de estos son los hornos o secadoras de ropa, que pueden tener un factor alto, ya que tiene un uso intensivo de energía en cuanto se compara con otros equipos.
- **Factor de demanda:** Es cociente de la demanda máxima en un sistema eléctrico y la carga total que se conecta en ese sistema. Cuando se lo tiene ayuda a determinar la eficiencia del uso de la energía y la capacidad útil y necesaria.

1.8.Factor de potencia (FP).

El FP es el cociente entre la potencia activa y la potencia aparente en un sistema de corriente alterna. Un factor de potencia aproximado a 1 quiere decir que existe un buen aprovechamiento de la energía eléctrica, mientras un FP bajo expresa lo contrario, existe una pérdida significativa de la energía, es decir, no se la está utilizando eficazmente, lo que se traduce a pérdidas y costos adicionales a la planilla de electricidad. En estos casos, es importante estar al tanto monitoreando

y corregir el factor de potencia en las instalaciones eléctricas, de manera especial en aquellas cargas inductivas significativas como son los motores y transformadores. Para mejorar o corregir este FP se hace uso de banco de capacitores u otros dispositivos que compensen la potencia reactiva (Tractian, 2025).

1.9.Potencia activa (P).

Es la que convierte la energía eléctrica en acción, es decir, es la energía que establece la capacidad del circuito para realizar trabajo en un tiempo determinado. Se mide en Watts (W). La normativa ARCERNNR 001/2021, forma parte de las normas del país y su función principal es controlar y regular el autoabastecimiento mediante diferentes fuentes de energías limpias. En relación con la norma Arconel 005/18, se fija un factor de potencia de 0.92, que se considera el estándar para dicho FP (Calidad del servicio de distribución y comercialización, 2020).

1.10. Diagrama unifilar

En pocas palabras, el diagrama unifilar es el plano que se tendrá en cuenta para realizar un análisis de todo el sistema eléctrico. Es el paso inicial porque aquí se mostrará cada una de las conexiones de los componentes principales del sistema eléctrico, además, permite conocer la distribución de los equipos que se van a instalar. Estos diagramas deben cumplir ciertos requisitos recomendados por la NFPA-70E, que son las normas para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo, para proteger al personal encargado de llevar a cabo la instalación, estos requisitos reducen la exposición a peligros eléctrico como choques eléctricos, electrocuciones, etc (NFPA, 2024).

1.11. Planos eléctricos

Los planos eléctricos son una representación gráfica donde se indica la conexión, la ubicación y las características de los elementos del sistema eléctrico en una instalación, incluyendo circuitos, transformadores, tableros y otros componentes, lo que facilita su diseño, su interpretación,

ejecución y, por ende, posteriormente su mantenimiento. Cuando se trata de un centro educativo, contar con estos planos eléctricos es de mucha ayuda ya que permite visualizar de forma clara todo el camino del cableado, la ubicación tanto las luminarias como de los tomacorrientes, interruptores, tableros de distribución y otros elementos esenciales. Un plano bien elaborado da la certeza que cumple con los requerimientos de seguridad, funcionalidad, eficiencia energética, además, un correcto uso de las normativas locales e internacionales.

Para mejorar la presentación, los diseños se elaboran comúnmente en AutoCAD, este programa tiene una muy buena precisión para el desarrollo de planos constructivos; se trabaja por capas lo que permite diferenciar el circuito de alumbrado, tomacorrientes, fuerza, control y entre otros. El elaborar el diseño en AutoCAD permite facilitar tanto la interpretación como la modificación del diseño, además, es indispensable usar la simbología normalizada para que el plano sea legible y entendible por todo personal especializado en la electricidad, al igual que contratistas y fiscalizadores.

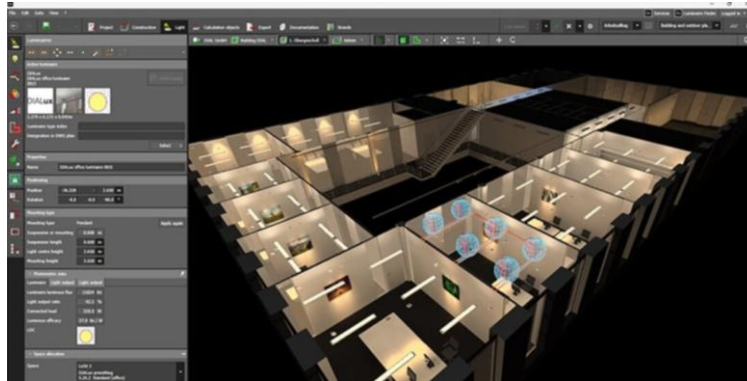
Adicionalmente, los planos eléctricos incluyen un cuadro de carga asociado, este cuadro muestra la potencia que se instaló en cada circuito y su correspondiente demanda. Tener a mano este plano, también ayuda a determinar el calibre de los conductores, calcular las protecciones térmicas y la capacidad del transformador. Los planos eléctricos constituyen una base técnica para la ejecución, fiscalización y mantenimiento eficiente de las instalaciones eléctricas desarrolladas en el centro educativo.

1.12. Software DIALux

DIALux es software completo, es una herramienta de planificación, ofrece de manera gratuita todas las funciones necesarias para un diseño profesional de iluminación. También se podrá calcular y visualizar la iluminación de espacios tanto interiores como exteriores, desde edificios enteros, como

centros educativos, y habitaciones individuales hasta lugares de estacionamiento, carreteras; se puede incorporar iluminación artificial, luz diurna y de emergencia. Además, permite verificar las normas regionales e internacionales, lo que ayuda a documentar esta información.

Figura 5:
Programa DIALux.



Fuente: (DIALux, 2025).

Los conceptos explicados en este capítulo son necesarios e importantes para comprender los principios fundamentales de un sistema eléctrico y la aplicación práctica. Cada uno de los elementos seleccionados han sido desarrollados con base a la relevancia directa para cumplir con el objetivo general de repotenciar el sistema eléctrico en las tres aulas de educación básica de la Unidad Educativa Fiscal “Dolores Cacuango”. Así mismo, para este contexto se ha tomado en cuenta las normativas vigentes, en especial lo que dictamina la NEC, de igual manera las necesidades puntuales del funcionamiento y seguridad de un entorno educativo.

La comprensión clara desde los fundamentos de la electricidad hasta el software a utilizar para la simulación total del proyecto permite explicar de manera técnica y coherente las decisiones que se adopten en el rediseño. A partir de aquí, estos conceptos serán la base para justificar y explicar la elección de materiales, distribución de circuitos, la ubicación de los puntos eléctricos y demás consideraciones para así garantizar un sistema eléctrico eficiente, seguro y que se alineen a los objetivos del proyecto.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TECNICO

2.1 Tipo de Investigación

El presente proyecto tiene un enfoque cuantitativo debido a que se fundamenta principalmente en el análisis de datos objetivos y medibles, que se relacionan con el estado presente de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa “Dolores Cacuangó”. Se consideraron variables técnicas tales como la capacidad instalada, la demanda eléctrica, la distribución de cargas, de igual manera, el consumo energético y las normativas vigentes aplicadas al desarrollo del proyecto. Basarse con este enfoque cuantitativo permitió elaborar evaluaciones precisas y fundamentadas, que son sumamente necesarias para el planteamiento de la propuesta de repotenciación eficiente, segura y conforme a los estándares establecidos.

2.2 Diseño de investigación

Además, el diseño de investigación utilizado es de tipo descriptivo y proyectivo. Primero se hizo una revisión general de cómo están actualmente las instalaciones eléctricas. Esto ayudó a identificar las fallas, qué riesgos podrían presentarse y qué limitaciones estaban afectando su uso, esta fue la fase descriptiva. Luego, en la fase proyectiva, con la información preliminar, se planteó una propuesta para mejorar el sistema eléctrico en las aulas seleccionadas. La propuesta fue no solo hacerlo más seguro, sino también más funcional. En este proceso se tomaron en cuenta las normas técnicas que aplican, la viabilidad económica y, sobre todo, lo que realmente necesita la institución.

2.3 Ubicación del proyecto

El presente proyecto se desarrolló en la Unidad Educativa “Dolores Cacuango”, situada en Guayaquil, provincia del Guayas, específicamente en la ciudadela Las Orquídeas, Mz. 79-80 – solar 47. Este centro educativo oferta de modo presencial: Educación Básica y Bachillerato. El hecho de que esté en un sector urbano y de fácil acceso facilitó mucho las visitas técnicas. En cuanto al sistema eléctrico que ya estaba en el lugar, se notó que era bastante antiguo y con capacidad limitada, lo cual llevó a elegir esta escuela como el sitio adecuado para el proyecto. El objetivo fue mejorar tanto la seguridad como el funcionamiento eléctrico de las aulas que más lo necesitaban.

Figura 6:
Ubicación del centro educativo “Dolores Cacuango”.



Fuente: (Google, 2025)

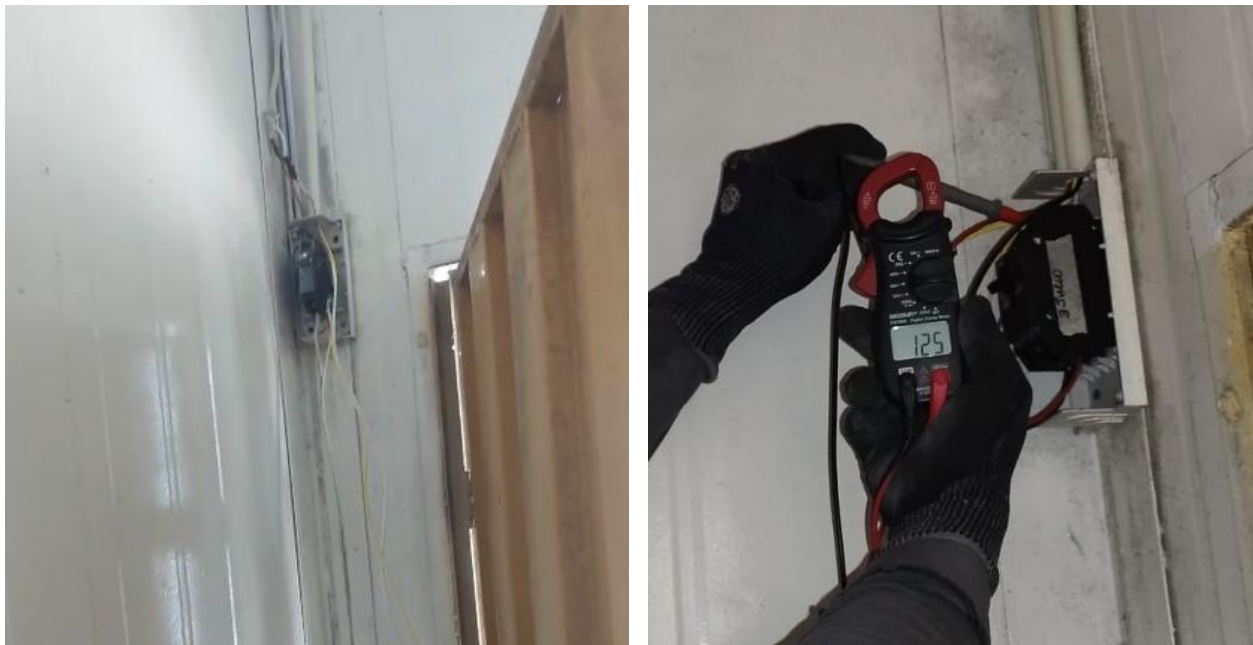
2.4 Diagnóstico del Estado Actual del Sistema Eléctrico

2.2.1. Infraestructura eléctrica actual existente.

Para empezar, se necesita hacer un levantamiento eléctrico de donde se va a realizar el proyecto, información de los niveles de voltaje, ubicación de la caja de breakers, tuberías o canaletas. Durante la inspección se observaron muchas anomalías como algunos cables en mal estado, faltas de tomacorrientes e iluminación. No nos facilitaron los planos eléctricos actuales, lo que complicó en parte la trazabilidad de los circuitos existentes. Esta situación deja en evidencia la necesidad de un rediseño técnico que garantice organización, continuidad operativa y sobre todo seguridad para los estudiantes y personal docente.

Figura 7:

Caja de breakers y medición de voltaje entre línea y neutro.



Nota: Elaboración propia, 2025

Como se muestra en la Figura 7, la caja de breakers se encuentra ubicada en la parte interior, detrás de la puerta y el voltaje medido entre la línea y el neutro es de 125V

Figura 8:

Cables deteriorados.

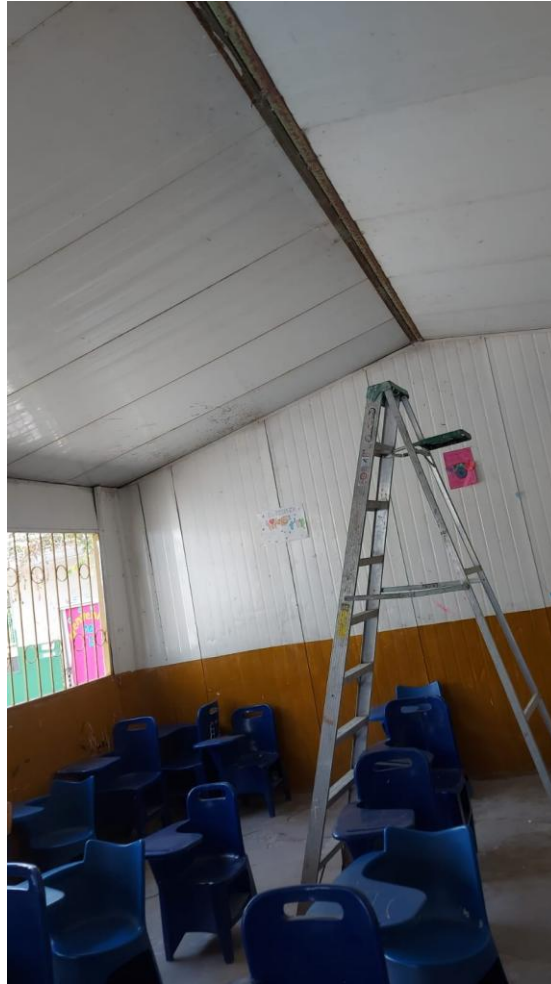


Nota: Elaboración propia, 2025

En la Figura 8, se puede apreciar claramente el cable de la acometida con daños visibles en el aislamiento exterior, dejando parte del conductor a la intemperie lo que representa un riesgo eléctrico, esto podría provocar un cortocircuito, fugas de corriente o algunas descargas eléctricas. El estado actual deja en evidencia la necesidad urgente de cambios y reemplazos del cableado para garantizar mayor seguridad del sistema eléctrico.

Figura 9:

Aulas sin iluminación.



Nota: Elaboración propia, 2025

La Figura 9, muestra de manera clara cómo está actualmente la infraestructura del aula del colegio. Se puede ver que no hay iluminación artificial, por lo que toda la claridad del lugar depende únicamente de la luz natural del sol. Esto, con el tiempo, podría afectar la visibilidad y la comodidad de los estudiantes, sobre todo en días nublados o cuando empieza a oscurecer. Por otro lado, se presenció la falta de tomacorrientes en las paredes, lo cual sería un problema si se quisiese

instalar ventiladores o para el uso de dispositivos electrónicos que son necesarios para el desarrollo de actividades académicas. Además, se nota la presencia de cables sueltos y expuestos en las paredes del aula, lo cual no solo representa una condición antiestética, sino que también constituye un riesgo eléctrico latente tanto para estudiantes como para el personal docente.

Figura 10:

Tomacorriente principal, ubicado en el área del docente.

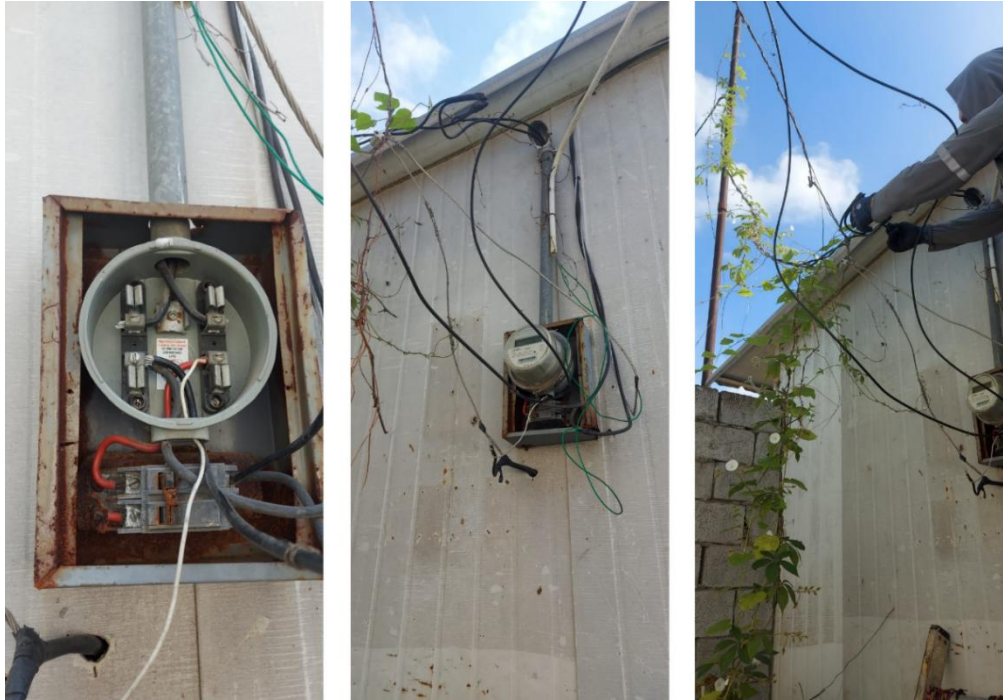


Nota: Elaboración propia, 2025

Siguiendo con la inspección de la infraestructura y antes de realizar las mejoras en las aulas, se puede apreciar en la Figura 10 que existe un solo tomacorriente que es el usado por el personal docente para dictar sus clases en caso de traer algún equipo electrónico como una radio o alguna computadora portátil y usarlos como guía.

Figura 11:

Estado actual del sistema de medición eléctrica



Nota: Elaboración propia, 2025

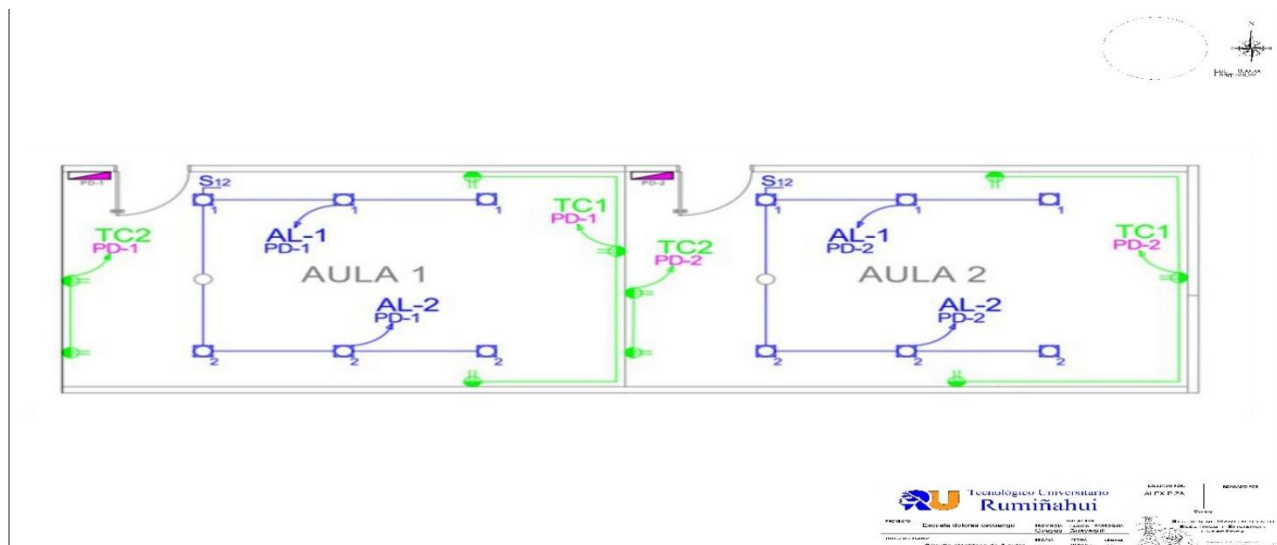
En la Figura 11 se muestra el medidor eléctrico encargado de registrar el consumo de energía del aula, este medidor forma parte del sistema de distribución que alimenta la instalación. Como se puede observar el estado general del sistema presenta varias deficiencias tanto estructurales como funcionales. El gabinete de metal que cubre el medidor se observa un deterioro avanzado por desgaste de óxido de metal, también se encuentra sin tapa y la protección contra la intemperie no existe, dejando a los componentes energizados al contacto directo con el entorno. También se deja en evidencia en la Figura 11 conductores sin una canalización pertinente, algunos cables colgando al aire libre y en contacto directo con los árboles del alrededor, lo dicho incrementa el riesgo de fallas por cortocircuito o descargas eléctricas. Por otro lado, esta instalación no sigue un orden o

una normativa técnica de seguridad: no se observan etiquetados de identificación, protecciones, ni separación adecuada entre circuitos. Estas observaciones representan un incumplimiento de normas mínimas de seguridad eléctrica y destaca la necesidad urgente de una intervención técnica que garantice un sistema de distribución confiable y seguro para los usuarios del aula.

2.2.2. Levantamiento actual del sistema eléctrico.

Figura 12:

Levantamiento actual del sistema eléctrico



Nota: Elaboración propia, 2025

En la Figura 12 se presenta el plano eléctrico del aula, elaborado en AutoCAD, en este diseño se dispone tanto los circuitos de iluminación como de los tomacorrientes actualmente instalados, es decir, antes de las mejoras propuestas. Se identifican de manera clara y detallada los caminos de los conductores, de igual manera la ubicación de los puntos de luz, también se muestra la posición de cada tomacorriente distribuido en todo el espacio. También se incluyen los tableros de distribución que van conectados a las aulas a mejorar y se muestra cómo se conectan con el tablero

principal y el de medición. Realizando el plano, se puede ver claramente cómo está configurado el sistema actual, lo que permite revisarlo y evaluar su estado.

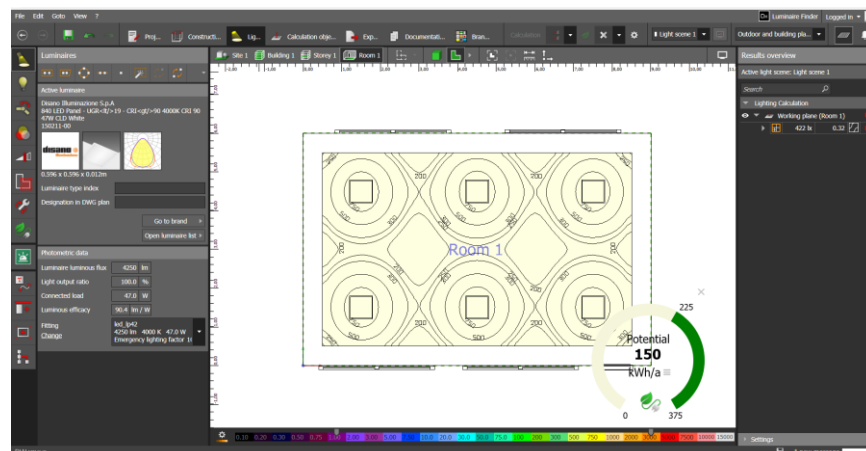
2.5 Diseño y cálculos para la mejora de la instalación eléctrica.

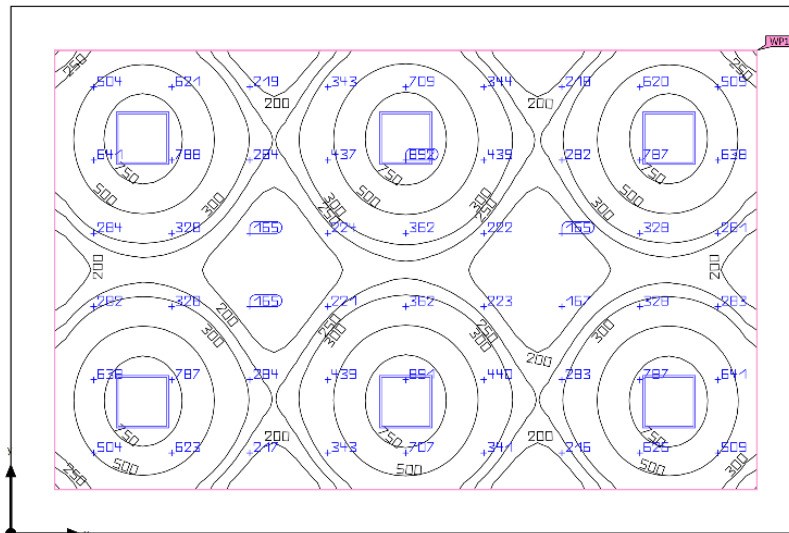
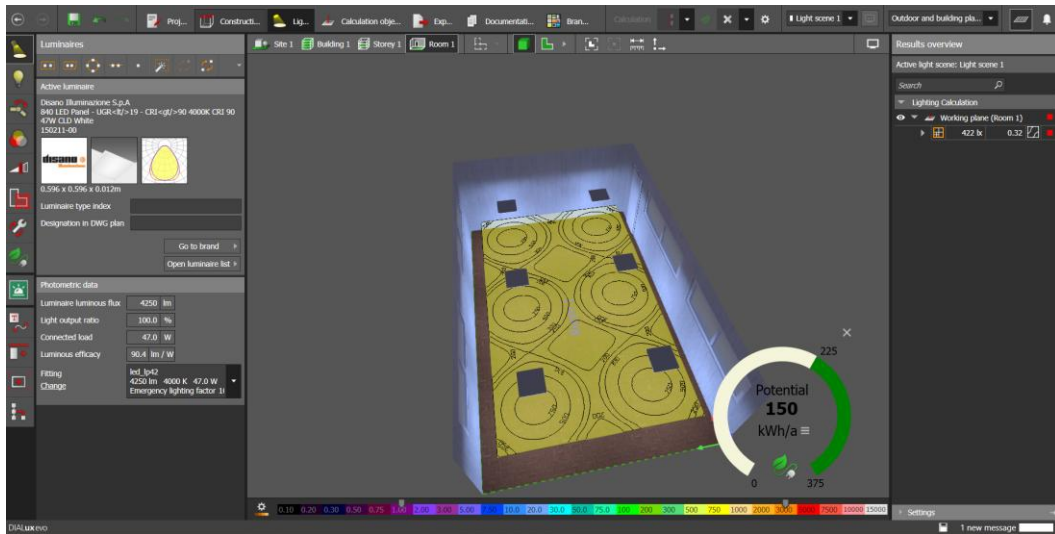
2.3.1. Nuevo diseño elaborado en DIALux.

Para empezar con el rediseño del sistema eléctrico de las aulas cabe recalcar las dos aulas son similares en construcción por eso se trabajará solo con un diseño en DIALux, se procede con una simulación de la iluminación usando el programa DIALux, que es bastante común y útil para este tipo de trabajos. Las medidas reales del aula (9 metros de largo por 6 metros de ancho) permiten que el modelo sea lo más parecido posible al espacio físico real. La simulación se hizo siguiendo la norma UNE-EN 12464-1, que indica cuánta luz mínima debe haber en espacios interiores como las aulas en este caso en un rango de 400 a 600 lúmenes. Esta parte del proceso es importante porque ayuda a diseñar una iluminación adecuada, que cumpla con los estándares y haga que el espacio sea cómodo, funcional y seguro para estudiar.

Figura 13:

Simulación en DIALux con mediciones reales de las aulas.





Luminaire list

pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	R _{UG}	P	Φ	Luminous efficacy
6	Disano Illuminazione S.p.A	150211-00	840 LED Panel - UGR<lt>19 - CRI<gt>90 4000K CRI 90 47W CLD White	20	47.0 W	4250 lm	90.4 lm/W

En el diagnóstico inicial se notó que las aulas no tenían luces instaladas en el techo y dependían solo de la luz natural, lo cual era un problema en días nublados o con poca luz solar. Por eso, se decidió colocar luminarias LED Sylvania de 50 W, que duran aproximadamente unas 20000 horas y son eficientes en cuanto a energía y mantenimiento. Se eligieron porque iluminan bien y cumplen con lo que exige la norma UNE-EN 12464-1. Además, se usaron en la simulación con DIALux para ver cómo se distribuía la luz y asegurarse de que el aula tuviera una iluminación pareja y adecuada para estudiar.

Figura 14:

Luminarias Sylvania LED 50W.

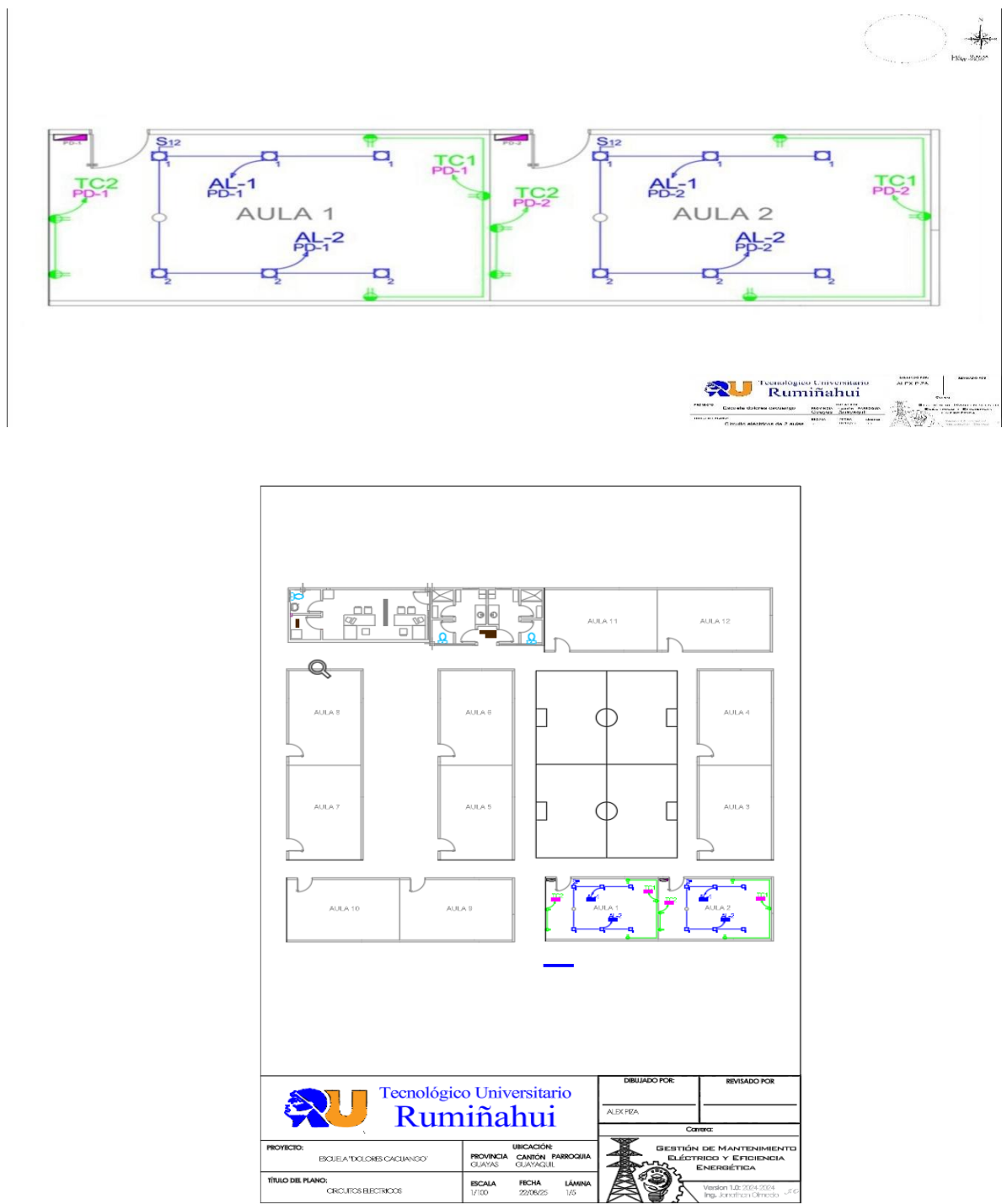


Fuente: (Sylvania,2025)

2.3.2. Rediseño del sistema eléctrico de las aulas.

Figura 15:

Nuevo diseño elaborado en AutoCAD.



Nota: Elaboración propia(2025)

Para realizar el nuevo diseño eléctrico en AutoCAD como se observa en la Figura 15 se plantea una mejor distribución de las luces y de los tomacorrientes para que el aula sea más cómoda y funcional. Para la mejora de las luminarias, se propuso instalar seis luminarias LED Sylvania de 50 W, repartidas de forma pareja en el techo, tres luces en cada lado mitad, asegurando así que la iluminación sea totalmente uniforme. Esta decisión fundamentó debido a que antes no había luces artificiales, solo prevalecía la luz natural.

En cuanto a los tomacorrientes, se colocaron cuatro en total, uno en cada pared. Dos de ellos están pensados como reserva por si en el futuro se quieren poner ventiladores. El tercer tomacorriente se instaló en la pared de atrás del aula para uso general de los estudiantes y el último está al frente, destinado principalmente para el docente por si ocupa algún equipo para dictar sus clases. Con este nuevo diseño lo que se busca no solo es cubrir las necesidades actuales sino también dejar espacio para posibles mejoras más adelante.

2.3.3. Cálculos de cargas para el nuevo diseño.

El cálculo de cargas es de vital importancia en el rediseño del sistema eléctrico, debido a que se puede hacer el dimensionamiento lo más real posible, al igual que dimensionar los conductores, protecciones y equipos instalados o que se vayan a instalar, garantizando así la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico. En esta tesis se hizo el cálculo de carga tomando en cuenta cuántas luminarias se van a instalar y de qué tipo son, en este caso son de tecnología LED. También se consideró la potencia de cada una. Además de la iluminación, se incluyeron los tomacorrientes y posibles cargas futuras, como por ejemplo los ventiladores. Todo esto se tuvo en cuenta para asegurarse de que la instalación soporte bien la demanda eléctrica, sin sobrecargas, caídas de

tensión o problemas. También permite cumplir con la normativa actual y dejar listo un sistema que se pueda ampliar o mejorar más adelante si es necesario.

Se puede calcular la capacidad del breaker mediante la fórmula:

$$P = V * I * fp \quad (1)$$

$$I_n = \frac{P}{V * fp} \quad (2)$$

$$I_{Breaker} = 1.25 * I_n \quad (3)$$

Para calcular la capacidad o la corriente que un breaker puede operar sin ningún problema, se multiplica la corriente nominal por 1.25, al multiplicar por este factor, básicamente se garantiza el cumplimiento de las normas eléctricas NFPA 70- 210.20, que exigen un margen de seguridad en cargas continuas, como en este caso la iluminación o ventilación del aula. Entonces, este factor hace que no se opere al límite de la capacidad, lo que evita disparos innecesarios, es decir, que el breaker no se abra automáticamente y o que exista sobrecalentamientos. Así se asegura un funcionamiento confiable y seguro del sistema eléctrico.

Tabla 2.
Potencia total Instalada

BREAKER PRINCIPAL TM	
POTENCIA INSTALADA [W]	5340
VOLTAJE	240
FACTOR DE POTENICA	0,92
CORRIENTE NOMINAL	20,47
CORRIENTE DE DISYUNTOR	25,5875
DISYUNTOR	50 A-2P

Por ende, la capacidad del breaker principal es de 50 A-2P polos.

Para calcular el calibre de conductores se usará la fórmula de caída de tensión, teniendo en cuenta que existe una distancia de 20 m desde el tablero de medidores hacia el poste de la red eléctrica

$$\Delta V = 2 * \frac{\rho * I * L}{S} \quad (4)$$

Donde:

I: Corriente en amperios A

ρ : Resistividad de Cu (0.0172) .mm²/m a 20 C

L: longitud del conductor en m

S: Sección del conductor en mm²

Según la norma IEC 60364-5-52 el valor permitido de caída de tensión es del 2% para circuitos de alimentación desde el tablero de medidores hacia el panel de distribución, con este valor podemos hallar nuestra sección mínima en mm², de nuestro calibre de conductor.

$$S \geq 100 * \frac{\rho * I * L}{V} \quad (5)$$

$$S \geq 100 * \frac{0.0172 * 25,58 * 20}{120} \quad (6)$$

$$S \geq 7.33 \text{ mm}^2 \text{ (16 mm}^2 \text{ – 6 AWG)} \quad (7)$$

Una vez calculado la sección mínima del calibre del conductor, usará cable tríplex de calibre 3*6 de aluminio para poder alimentar el tablero de medidores desde la red eléctrica.

2.3.4. Diagrama unifilar del nuevo sistema eléctrico.

El diagrama unifilar eléctrico (ver Figura 17) es una representación técnica que muestra de manera simplificada y clara cómo están conectados los componentes principales de una instalación eléctrica. Para este proyecto de repotenciación, este esquema tiene a detalle el trayecto desde la acometida de la red hacia los distintos tableros de distribución. En el diagrama se visualizan los

elementos como el medidor, el breaker principal y secundarios, barras de cobre, los cables utilizados con sus respectivas protecciones. También permite una planificación con mayor orden, lo que facilita todo el análisis, mientras se cumple las normas de seguridad operativa.

Tabla 3.
Cálculo de carga Aula 1

CÁLCULO DE CARGA UNIDAD EDUCATIVA "DOLORES CACUANGO"

ANÁLISIS DE CARGA Y DEMANDA MÁXIMA											
PANEL - 1	CLIENTE: UNIDAD EDUCATIVA "DOLORES CACUANGO"					VOLTAJE NOMINAL: 240/120 [V]					DESCRIPCIÓN DE SERVICIO
	CIRCUITO	CONDUCTOR	NÚMERO DE PUNTOS	POTENCIA INSTALADA [W]	POTENCIA INSTALADA CIRCUITO [W]	VOLTIOS [V]	FACTOR DE CARGA	POTENCIA TOTAL [W]	DISYUNTOR		
									AMPERIOS	POLOS	
PD-1 1Ø 4 ESPACIOS 120/240 [V]	AL-1	2#14	3	50	150	120	0,9	135	15	1	ALUMBRADO AL-1
	AL-2	2#14	3	50	150	120	0,9	135	15	1	ALUMBRADO AL-2
	TC-1	2#12+1#14	1	2000	2000	120	0,6	1200	20	1	TOMACORRIENTE SERVICIO GENERAL
	TC-2	2#12+1#14	1	2000	2000	120	0,6	1200	20	1	TOMACORRIENTE SERVICIO GENERAL

POTENCIA INSTALADA [W]	2670
VOLTAJE	240
FACTOR DE POTENICA	0,92
CORRIENTE NOMINAL	12,092391
CORRIENTE DE DISYUNTOR	15,115489
DISYUNTOR	30 A-2P

Tabla 4.
Cálculo de carga Aula 2

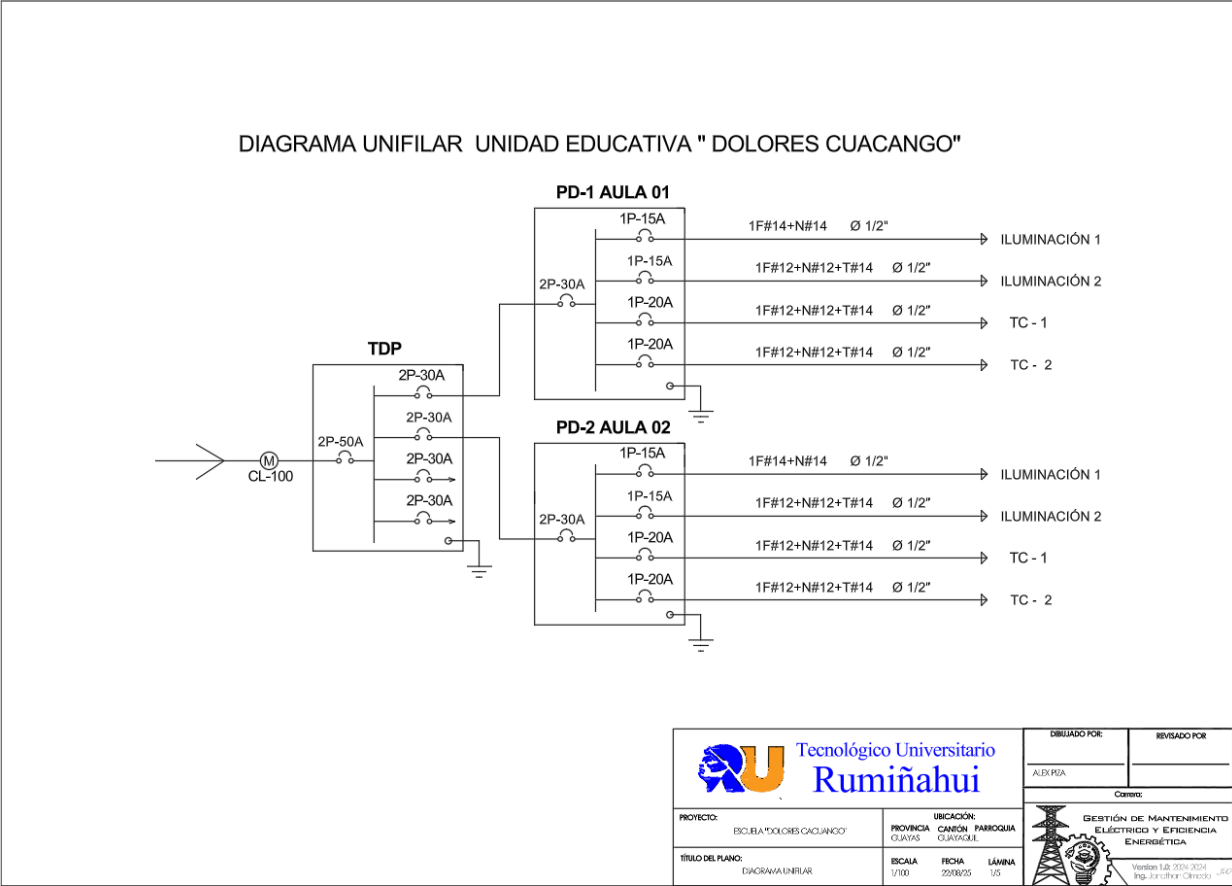
ANÁLISIS DE CARGA Y DEMANDA MÁXIMA											
PANEL - 2	CLIENTE: UNIDAD EDUCATIVA "DOLORES CACUANGO"					VOLTAJE NOMINAL: 240/120 [V]					DESCRIPCIÓN DE SERVICIO
	CIRCUITO	CONDUCTOR	NÚMERO DE PUNTOS	POTENCIA INSTALADA [W]	POTENCIA INSTALADA CIRCUITO [W]	VOLTIOS [V]	FACTOR DE CARGA	POTENCIA TOTAL [W]	DISYUNTOR		
									AMPERIOS	POLOS	
PD-1 1Ø 4 ESPACIOS 120/240 [V]	AL-1	2#14	3	50	150	120	0,9	135	20	1	ALUMBRADO AL-1
	AL-2	2#14	3	50	150	120	0,9	135	20	1	ALUMBRADO AL-2
	TC-1	2#12+1#14	1	2000	2000	120	0,6	1200	20	1	TOMACORRIENTE SERVICIO GENERAL
	TC-2	2#12+1#14	1	2000	2000	120	0,6	1200	20	1	TOMACORRIENTE SERVICIO GENERAL

POTENCIA INSTALADA [W]	2670
VOLTAJE	240
FACTOR DE POTENICA	0,92
CORRIENTE NOMINAL	12,09239
CORRIENTE DE DISYUNTOR	15,11549
DISYUNTOR	30 A-2P

Nota: Elaboración propia

Figura 16:

Diagrama unifilar para el rediseño de las aulas.



Nota: Elaboración propia(2025)

CAPÍTULO III

DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO

3.1 Mejoras para el sistema eléctrico: Iluminación.

Como parte del trabajo de repotenciación eléctrica en la Unidad Educativa “Dolores Cacuango”, se instaló un nuevo sistema de iluminación en las aulas. En la Figura 17 se puede ver cómo se colocaron de forma ordenada las luminarias tipo rosca (E27), distribuidas a lo largo del techo y sujetas con soportes apropiados. Los focos fueron conectados usando cableado canalizado, fijado cuidadosamente para seguir un recorrido recto, lo que no solo mejora la apariencia del aula, sino que también ayuda a evitar accidentes por cables sueltos. La distancia uniforme entre luminarias permite una iluminación pareja en todo el espacio. Además, se usaron equipos sencillos y de bajo costo, pero funcionales, lo cual se ajusta bien a la infraestructura de la institución y representa una mejora importante en las condiciones visuales para estudiantes y docentes.

Figura 17:

Instalación del sistema de iluminación.



Nota: Elaboración propia, 2025.

3.1.2 Prueba de iluminación

Las mediciones tomadas en 6 puntos del aula indicaron valores entre 478 y 567 lux, con un promedio de 501 lux. De acuerdo con Estas mediciones permiten validar la eficacia del sistema de iluminación instalado, asegurando que se cumplan los niveles exigidos la norma UNE-EN 12464-1, que indica cuánta luz mínima debe haber en espacios interiores como las aulas en este caso en un rango de 400 a 600 lúmenes. El resultado promedio supera ligeramente el límite superior recomendado, lo cual indica que el aula cuenta con una iluminación suficiente para las actividades educativas.

A continuación, en la Tabla 5 se detalla los luxes medios obtenidos en cada aula lo que indica que si se cumple con la normativa.

Tabla 5.

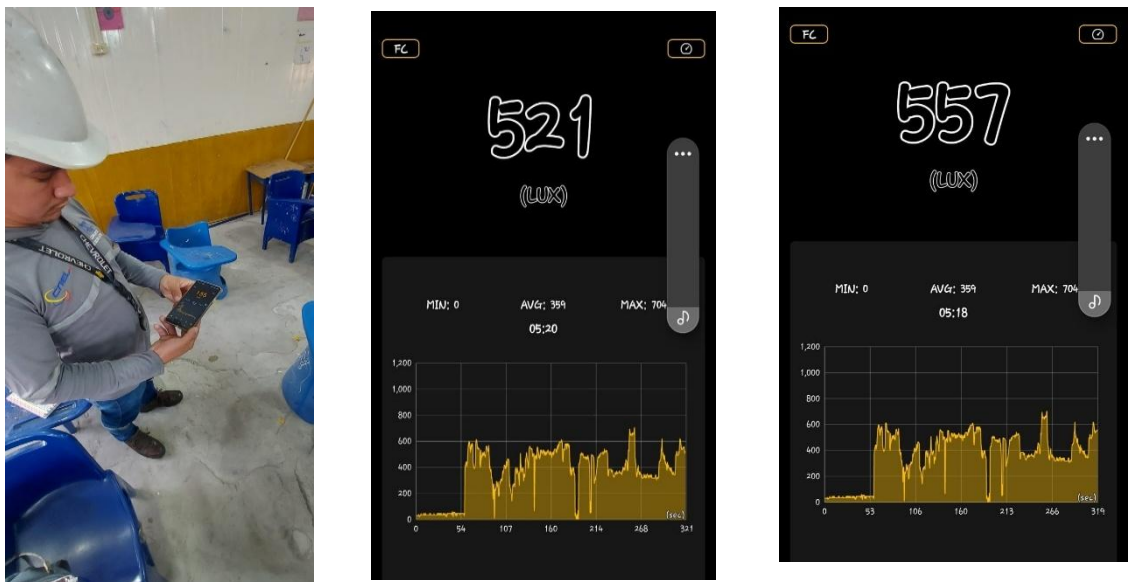
Niveles de luxes en la implementación

Mediciones	Luxes Aula 1 antes	Luxes Aula 1	luxes Aula 2 antes	Luxes Aula 2
1	155	404	sin iluminación	429
2	95	448		572
3	80	462		535
4	126	405		485
5	157	439		465
6	110	497		486
7	91	508		498
8	87	521		545
9	67	557		567
10	75	539		425
promedio	104,3	478		501

Nota: Elaboración propia

Figura 18

Levantamiento de datos con el programa lux



Nota: Elaboración propia 2025

3.2 Mejoras para el sistema eléctrico: Tomacorrientes.

Figura 19:

Instalación del sistema de tomacorrientes



Nota: Elaboración propia, 2025.

Antes de realizar la intervención eléctrica, las aulas contaban únicamente con un tomacorriente ubicado en el área del docente, esto limitaba bastante el uso de equipos eléctricos o electrónicos por parte de los estudiantes. Ahora, en la repotenciación como se observa en la Figura 19 se instaló en total cuatro tomacorrientes, incluido el ya existente mencionado anteriormente, distribuidos en las cuatro paredes del aula, esto con el fin de garantizar un acceso igualitario a la energía que viene de la red. Con esta solución, se cuenta con una conexión eléctrica segura para equipos como laptops o como en este caso que el diseño está enfocado en futuro uso para ventiladores, sin embargo, está dispuesto para cualquier otro dispositivo que se use en clase. La instalación se hizo cumpliendo con las normas básicas de seguridad. Para proteger el cableado, se colocaron canaletas plásticas, manteniendo una altura adecuada que ayuda a evitar accidentes, para la instalación, se los colocó a una altura de 1.50 m. En general, esta intervención no solo mejora el funcionamiento del aula, sino que también apoya al desarrollo de los procesos educativos al facilitar el uso de tecnología.

3.2.1. Pruebas de voltaje en los tomacorrientes.

En la Figura 20 se presenta la correcta instalación de todos los tomacorrientes, para comprobar su funcionamiento, la medición de voltaje entre línea y neutro debe rondar los 120V y como se observa, está en 123 V lo que indica que está listo para su uso.

Toda la canalización se ejecutó con ductos y accesorios plásticos rígidos que protegen el cableado, facilitan el mantenimiento y ofrecen un acabado limpio y alineado con la pared. Durante la prueba se emplearon equipos de protección personal (EPP) como los guantes dieléctricos y herramientas aisladas para garantizar la seguridad del operario y evitar descargas accidentales. El resultado combina funcionalidad eléctrica, cumplimiento normativo y una presentación ordenada que mejora la estética del aula y refuerza la seguridad en el entorno educativo.

Figura20:

Prueba de funcionamiento en tomacorriente.



Nota: Elaboración propia, 2025

3.3 Mejoras para el sistema eléctrico: Medidor de energía.

Luego de la intervención, el medidor fue reinstalado de forma segura dentro de una caja metálica cerrada, siguiendo una mayor organización y estando más protegido como se observa en la Figura 21. Además, el cableado fue canalizado de manera correcta, de tal manera que ya no existen ramas o plantas estorbando alrededor del medidor, ni existen conductores sueltos y expuestos que presentaba la instalación anterior. Ahora, los cables entran y salen de la caja por tuberías específicas, al permitirnos hacer esto, se reduce considerablemente los riesgos eléctricos y mejora la estética del entorno. Conjuntamente, se instaló el medidor dejando todo firme y anclado a la pared, teniendo cuidado y trabajando con profesionalismo al no dejar elementos colgados ni conexiones improvisadas. Por último, se hizo las mediciones correspondientes dando pruebas de que el medidor opera normalmente, con un voltaje de 252 V entre línea y línea.

Figura 21:

Medidor reinstalado y prueba de voltaje.



Nota: Elaboración propia, 2025

La revisión de la caída de voltaje se realizó mediante mediciones con multímetro digital, corroborando los valores en el módulo del medidor principal y en los tomacorrientes de las aulas. En el módulo se obtuvo un valor de 125 V (fase-neutro) y un valor de 123 V (fase-neutro) en los tomacorrientes de las aulas como se puede observar en las (figura 20-201), lo cual demuestra que la caída de voltaje es prácticamente aceptable y se encuentra dentro de los parámetros normativos.

Caída de voltaje en volts:

$$\Delta V = V_i - V_f \quad (1)$$

$$\Delta V = 125V_i - 123V_f = 2V \quad (2)$$

Porcentaje de caída (regla de tres):

$$\% \Delta V = \frac{V_i - V_f}{V_i} \times 100 \quad (3)$$

$$\% \Delta V = \frac{125V - 123V}{125V} \times 100 = 1,6\% \quad (4)$$

Según la norma IEC 60364-5-52 con este valor de 1,6% se encuentra dentro de los límites establecido x lo tanto cumple con el valor estimado propuesto por la normativa que es del 3%.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se concluyó que el sistema eléctrico original de las aulas de la Unidad Educativa “Dolores Cacuango” presentaba condiciones de alto riesgo e insuficiencia operativa, caracterizadas por cableado deteriorado y expuesto, ausencia total de iluminación artificial, y una cantidad mínima de tomacorrientes que limitaba severamente el desarrollo académico. Esta situación confirmó la necesidad urgente de una intervención técnica.

El rediseño del sistema eléctrico, realizado bajo los estándares de la Norma NEC y utilizando software especializado como AutoCAD y DIALux, demostró ser técnicamente viable. El cálculo de cargas permitió dimensionar correctamente los componentes, seleccionando un breaker principal de 50 A-2P y un conductor de alimentación de calibre 6 Al, lo que garantiza la seguridad y eficiencia del nuevo sistema (Tablas 2, 3, 4 y Figura 17).

La instalación de seis luminarias LED Sylvania de 50W, distribuidas uniformemente según la simulación en DIALux resolvió por completo la dependencia de la luz natural. Esto proporciona un nivel de iluminación adecuado (entre 400-600 lux) que cumple con la norma UNE-EN 12464-1, mejorando el confort visual y creando un entorno óptimo para el aprendizaje. A su vez, la instalación de cuatro tomacorrientes, estratégicamente distribuidos en todas las paredes del aula, superó la limitación crítica del diseño anterior (que contaba con uno solo). Esto facilita el uso seguro de tecnología educativa por parte de docentes y estudiantes, cumple con la normativa y prepara el aula para futuras necesidades, como la instalación de ventiladores.

La reinstalación y protección del medidor eléctrico dentro de una caja metálica cerrada, junto con la canalización de todo el cableado eliminó los riesgos eléctricos latentes documentados en el diagnóstico inicial. Las pruebas de funcionamiento, que registraron voltajes estables de 123V (fase-neutro) y 252V (fase-fase), verifican que el nuevo sistema opera dentro de los parámetros normativos y garantiza un entorno seguro para la comunidad educativa .

4.2 Recomendaciones

Basados en los resultados exitosos de la repotenciación eléctrica en las dos aulas de educación básica, se recomienda extender el proyecto al resto de aulas y bloques de la institución.

Se sugiere realizar una intervención general en todas las áreas de la Unidad Educativa, con el fin de reducir de manera esencial los riesgos eléctricos y asegurar que todo el plantel cuente con los mismos modelos de seguridad y funcionalidad.

Para preservar la inversión realizada y garantizar la durabilidad del nuevo sistema, se recomienda elaborar e implementar un protocolo de mantenimiento preventivo. Este programa debe incluir la revisión y limpieza de tableros, la verificación del sistema de puesta a tierra y la inspección visual de canaletas y tomacorrientes.

Finalmente, se recomienda instruir al personal docente y de mantenimiento en el uso adecuado y seguro de las instalaciones eléctricas para así consérvalas de mejor manera. Esto permitirá prevenir sobrecargas, reportar oportunamente fallas y fomentar una cultura de seguridad eléctrica en la institución.

Referencias Bibliográficas

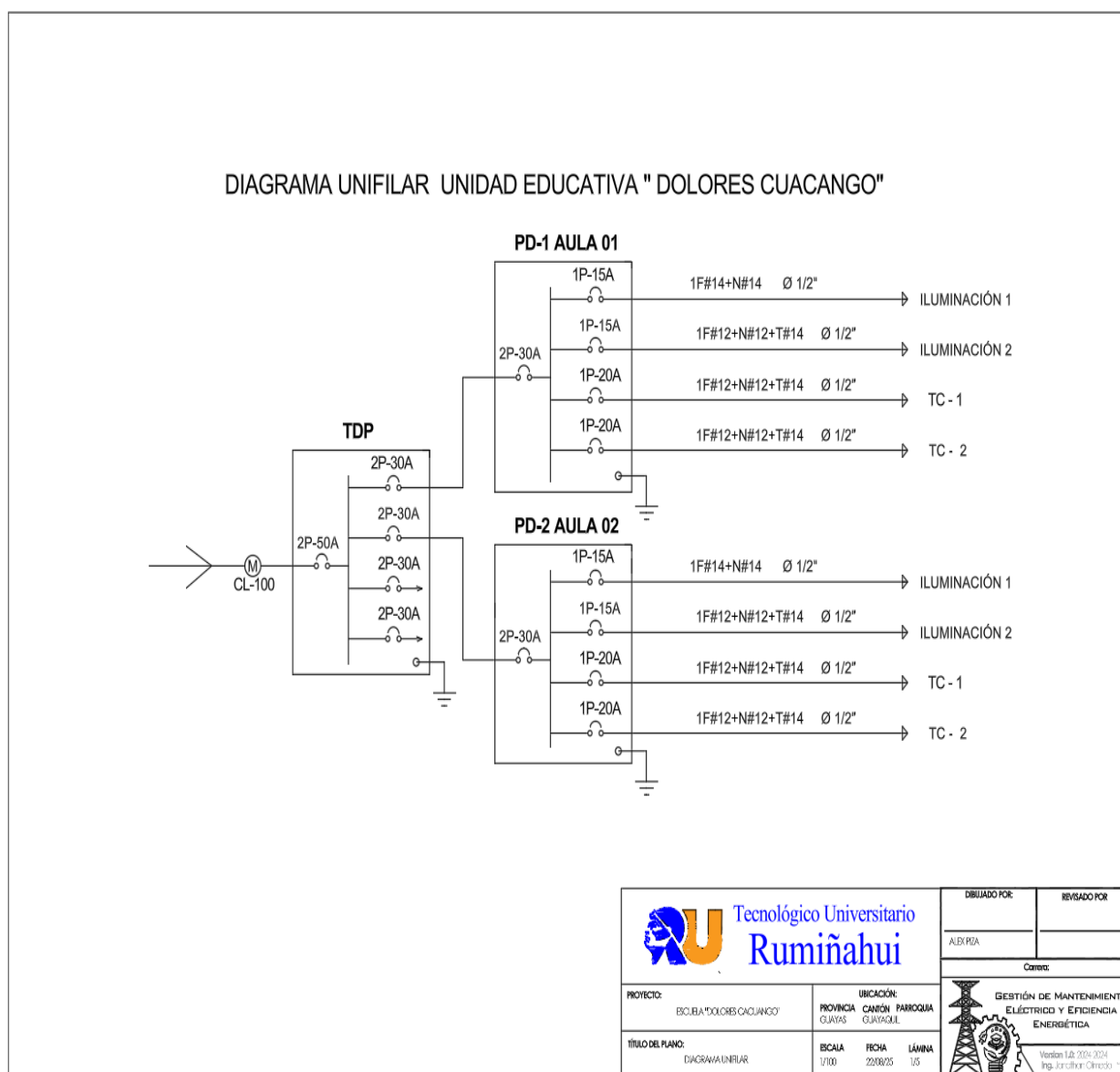
- Ayrton, C., & Mauricio; Guanoluisa. (2020, febrero). *Diseño de las instalaciones eléctricas e implementación de la puesta a tierra de protección de la “Unidad Educativa Mariano Negrete”*. Para reducir las fallas del sistema. repositorio.utc.
<https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6784>
- Calidad del servicio de distribución y comercialización, Pub. L. No. 005/18, ARCONEL (2020).
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-06/Documento_ARCONEL-005-18-Calidaddel%20servicio%20de%20distribuci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n.pdf
- Chamba Valverde, D. (2023). *Cálculo de la carga instalada, máxima demanda y alimentación de instalaciones eléctricas a las edificaciones*.
<https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7c64116c-f138-4500-b800-a037530d79ca/content>
- Coluccio, E. (2024a, octubre 24). *Potencia*. Enciclopedia Concepto. <https://concepto.de/potencia-en-fisica/>
- Coluccio, E. (2024b, octubre 24). *Voltaje*. Enciclopedia Concepto. <https://concepto.de/voltaje/>
- Dielco. (2023, mayo 29). *Conoce Todo Sobre Los Breakers Eléctricos (Interruptor Automático)*.
Dielco. <https://www.dielco.co/articulos/conoce-todo-sobre-los-breakers-el%C3%A9ctricos-interruptor-autom%C3%A1tico>
- Dohono, J. (2023, mayo 31). *The Importance of Grounding in Electrical Systems*. J&D Electric.
<https://www.jdelectricllc.com/the-importance-of-grounding-in-electrical-systems>

- Eder, L. (2022). *Propuesta de mejoramiento de las instalaciones eléctricas para la protección contra riesgos eléctricos en el mercado el inca ubicado en la victoria Chiclayo- Lambayeque*. repositorio.unprg. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10916>
- Guamán, D., & Rodríguez, M. (2021, julio). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE AIRE Y CABLEADO DE LAS MESAS DE TRABAJO DEL LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL AULA 33*. bibdigital.epn. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21804/1/CD%2011290.pdf>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1993). *IEEE recommended practice for electric power distribution for industrial plants*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://protergia.com/descargas/141-1993-IEEE-Electric-Power-Distribution-for-Industrial-Plant.pdf>
- Maeléctricos. (s/f). *Calibre de cables para instalaciones eléctricas*. Maélectricos. <https://maelectricos.com/cables-y-alambrs-electricos/los-cables-para-instalaciones-electricas/>
- National Fire Protection Association. (2023). *NFPA 70 National Electrical Code International Electrical Code® Series* (2024a ed.). NFPA. <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://aulavirtual.espol.edu.ec/courses/13191/files/2634643/download?verifier%3DGdHqw29wiBXKtI9xfbZ124WUaUpuURrnONSE8hO6>
- Nelson, J. (2022, enero). *Implementación de un nuevo sistema de iluminación y alimentación eléctrica para el laboratorio 15 de la ESFOT*. bibdigital.epn. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22600/1/CD%2012092.pdf>

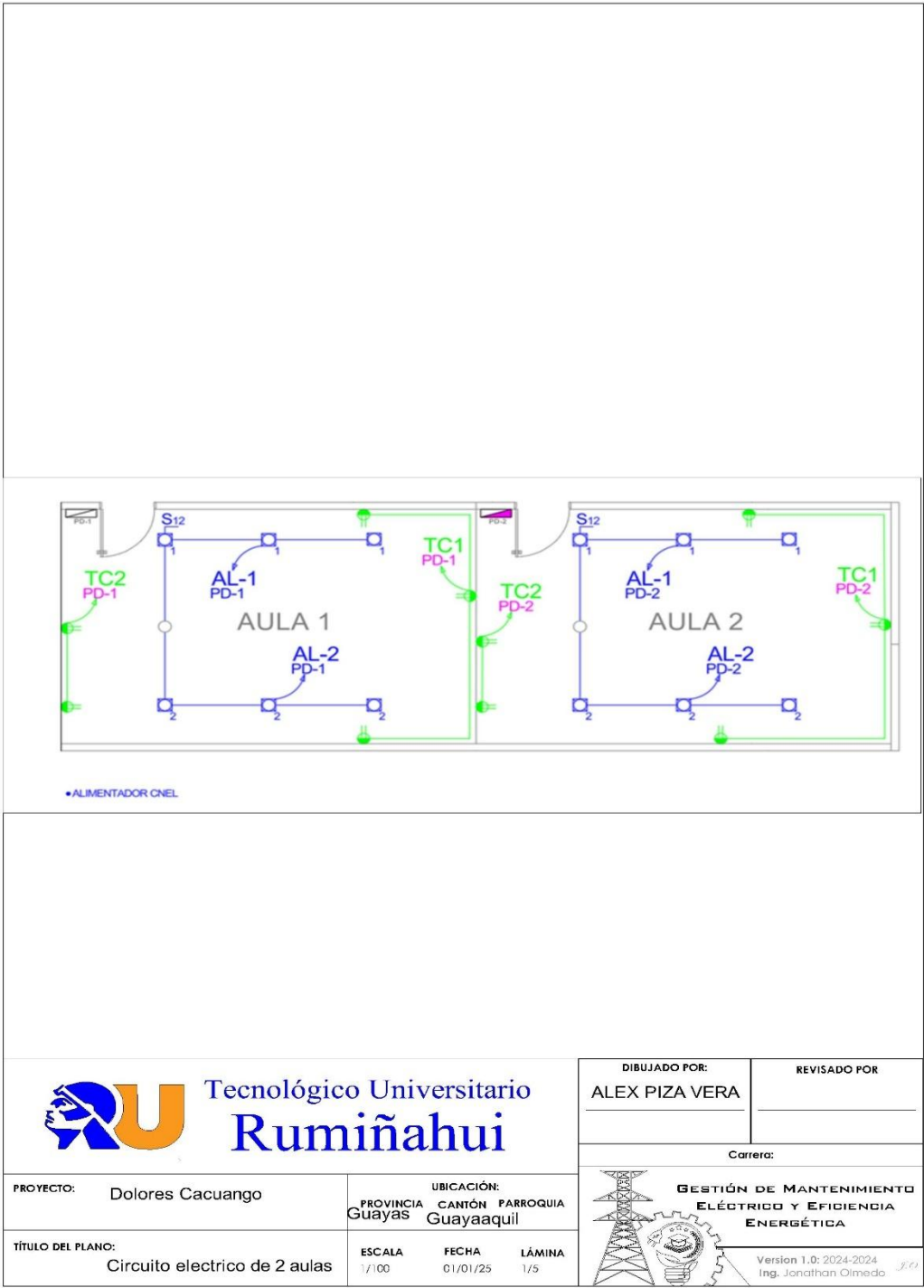
- NFPA. (2024). *Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo*. (S. Llana, Trad.).
<https://hseradio.com/wp-content/uploads/2020/02/NFPA-70-E-2018-Seguridad-electrica-en-lugares-de-trabajo.pdf>
- Sandoval, T. (2023, julio 10). *Paneles y Tableros de Distribución: Una solución confiable para la gestión eléctrica*. Blog de Schneider Electric. <https://blogespanol.se.com/gestion-de-la-energia/2023/07/10/paneles-y-tableros-de-distribucion-una-solucion-confiable-para-la-gestion-electrica/>
- Sandoval, A., Chica, L., Ordoñez, G., Arias, J., Iza, M., Medina, F., Parra, C., Chimarro, D., Rosero, R., Bonifaccini, L., Terán, S., Poveda, M., & Parra, F. (2023). *NEC, Norma Ecuatoriana de la Construcción*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>
- Santander, F. (2022). *ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DIMENSIONAMIENTO DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN, UTILIZADOS EN EDIFICIOS DEL CENTRO NORTE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO*.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19560/3/CD-8957.pdf>
- Thiele, T. (2024, noviembre 18). *Understanding Electrical Grounding and How It Works*. Spruce.
<https://www.thespruce.com/what-is-grounding-1152859>
- Tractian. (2025, mayo 23). *Qué es el factor de potencia y cuál su impacto en los activos industriales*. Tractian. <https://tractian.com/es/blog/que-es-el-factor-de-potencia-y-cual-su-impacto-en-los-activos-industriales>

Anexos

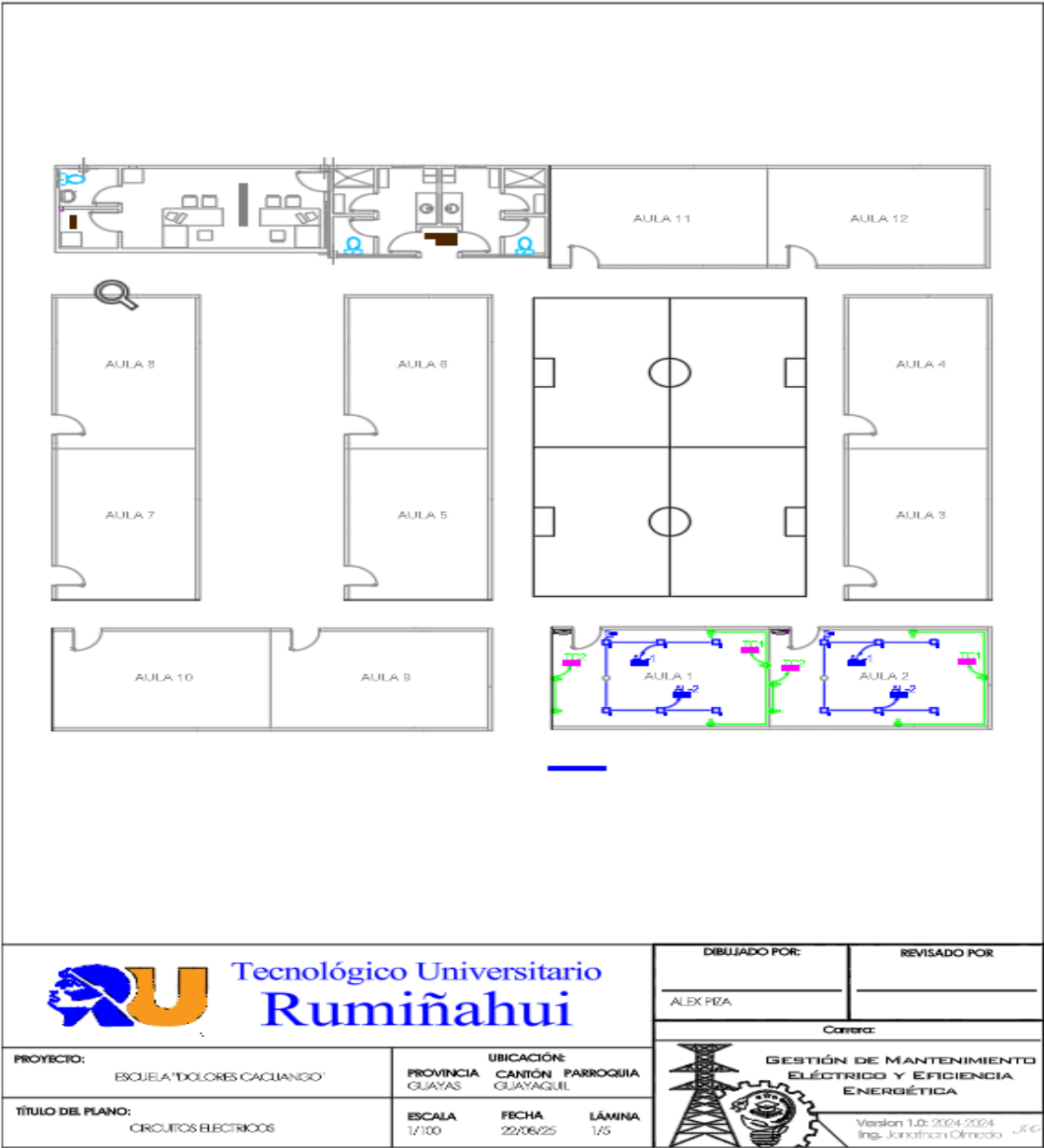
Anexo A. Diagrama unifilar de la unida educativa “Dolores Cacuango”



Anexo B . Circuito eléctrico de las aulas intervenidas



Anexo C. Circuito eléctrico de la escuela



Anexo D. Certificado de entrega del proyecto

 REPÚBLICA DEL ECUADOR		Ministerio de Educación
UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "DOLORES CACUANGO" Orquídeas Mz. 1024 Solar 47 Emblemático - Mz. 79-80 Campamento Guayaquil-Ecuador PERIODO LECTIVO 2025 - 2026		
Guayaquil, 27 de Agosto del 2025		
<u>CERTIFICADO</u>		
A petición verbal de la parte interesada en debida y legal forma.		
Yo, Noé José Paredes Velasco, con C.I. 0200997112, en calidad de Rector de la Unidad Educativa Fiscal Dolores Cacuango, ubicada en la Cdla. Orquídeas, de la Parroquia Pascuales, del Cantón Guayaquil, Provincia de Guayas, por medio del presente dejo en constancia que el Sr. Geovanny Carlos Piza Vera, con C.I. 0921772752, y el Sr. Alex Saúl Piza Vera, con C.I. 0929042513, estudiantes del Instituto Tecnológico Superior "Rumiñahui", culminó el Proyecto de Titulación: "Repotenciación del Sistema Eléctrico y de Iluminación" de las aulas de la Unidad Educativa Fiscal Dolores Cacuango, localizada en la Cdla. Orquídeas, habiendo cumplido fielmente a la propuesta y características ofertadas, sin contratiempos y a cabalidad.		
Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad permitiendo al interesado hacer uso del presente en lo que creyere conveniente dentro de los límites legales.		
Atentamente,		
 MSc. Noé Paredes Velasco RECTOR		
		

Anexo E. Link del video

[https://ister-my.sharepoint.com/:v/g/personal/paul_astudillo_ister_edu_ec/EUqzkfZbXp9Mn-zb06tSk3gBurPk0bZjkMX4ukzjctoTmg?nav=eyJyZWZlcnJhbEluZm8iOncicmVmZXJyYWxBcHBAiOiJPbmVEcmI2ZUZvckJ1c2luZXNzIiwicmVmZXJyYWxBcHBAiOiJPbmVEcmI2ZUZvckJ1c2luZXNzIiwicmVmZXJyYWxBcHBQbGF0Zm9ybSI6IldlYiIsInJlZmVycmFsTW9kZSI6InZpZXciLCJyZWZlcnJhbFZpZXciOiJNeUZpbGVzTGlua0NvcHkifX0&e=AomKWa](https://ister-my.sharepoint.com/:v/g/personal/paul_astudillo_ister_edu_ec/EUqzkfZbXp9Mn-zb06tSk3gBurPk0bZjkMX4ukzjctoTmg?nav=eyJyZWZlcnJhbEluZm8iOncicmVmZXJyYWxBcHBAiOiJPbmVEcmI2ZUZvckJ1c2luZXNzIiwicmVmZXJyYWxBcHBQbGF0Zm9ybSI6IldlYiIsInJlZmVycmFsTW9kZSI6InZpZXciLCJyZWZlcnJhbFZpZXciOiJNeUZpbGVzTGlua0NvcHkifX0&e=AomKWa)