

Pregrado

Carrera: Electricidad

Asignatura (UIC):

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título en: Tecnólogo Superior en Electricidad**

Tema:

REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

ILUMINACIÓN Y FUERZA DE SIETE AULAS, UN CENTRO

DE CÓMPUTO Y UN BAÑO EN LA UNIDAD EDUCATIVA

“CESAR ARROYO” UBICADA EN LA PARROQUIA OTÓN

DEL CANTÓN CAYAMBE EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA

Autor/s: Cumbal Paillacho Juan Fernando

Quishpe Jitala Willans Estuardo

Andrade Andrango Jorge Esteban

Tutor metodológico-técnico:

Andagoya Alba Luis Daniel.

Sangolquí, marzo del 2025



Autores: Juan Fernando Cumbal Paillacho

Título a obtener: Tecnólogo Superior en electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: juan.cumbal@ister.edu.ec



Autores: Jorge Esteban Andrade Andrango

Título a obtener: Tecnólogo Superior en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: jorge.andrade@ister.edu.ec



Autores: Willans Estuardo Quishpe Jitala

Título a obtener: Tecnólogo Superior en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: willameduardo9025@gmail.com



Dirigido por: Andagoya Alba Luis Daniel

Título: Master en Integración de las Energías Renovables en el Sistema Eléctrico/ Ingeniero Eléctrico.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: luis.andagoya@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 libredifusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2025 Tecnológico

Universitario Rumiñahui

SANGOLQUÍ – ECUADOR

JUAN CUMBAL

JORGE ANDRADE

WILLANS QUISHPE

REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN Y FUERZA DE SIETE AULAS, UN CENTRO DE CÓMPUTO Y UN BAÑO EN LA UNIDAD EDUCATIVA “CESAR ARROYO” UBICADA EN LA PARROQUIA OTÓN DEL CANTÓN CAYAMBE EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, Lunes 17 de Marzo 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, JUAN FERNANDO CUMBAL PAILLACHO declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO, ILUMINACIÓN Y FUERZA DE SIETE AULAS, UN CENTRO DE CÓMPUTO Y UN BAÑO EN LA UNIDAD EDUCATIVA "CESAR ARROYO" UBICADA EN LA PARROQUIA OTÓN DEL CANTÓN CAYAMBE EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, de la Tecnología Superior en Electricidad; 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,



JUAN FERNANDO CUMBAL PAILLACHO
C.I: 1718483793

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 17 de marzo del 2025

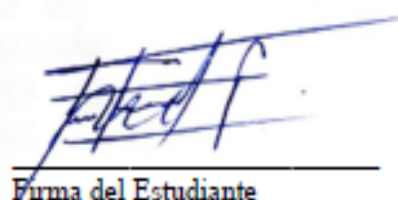
Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO

Presente

Yo, JUAN FERNANDO CUMBAL PAILLACHO con C.I.: 1718483793 alumno de la Carrera TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD, 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
Juan Fernando Cumbal
C.I.: 1718483793

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**CT-ANX-2025-ISTER-4**

Sangolquí, (17) de (Marzo) del 2025

Sres.-

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

YO, JORGE ESTEBAN ANDRADE ANDRANGO con C.I.:1003090790 alumno de la Carrera **TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD**, 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

Nombre del Estudiante

JORGE ESTEBAN ANDRADE ANDRANGO**C.I. 1003090790**

CARTA DE CESION DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACION

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, (17) de (Marzo) 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, **JORGE ESTEBAN ANDRADE ANDRANGO** declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN Y FUERZA DE SIETE AULAS, UN CENTRO DE CÓMPUTO Y UN BAÑO EN LA UNIDAD EDUCATIVA "CESAR ARROYO" UBICADA EN LA PARROQUIA OTÓN DEL CANTÓN CAYAMBE EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA**, de la Tecnología Superior en **ELECTRICIDAD**; 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,



JORGE ESTEBAN ANDRADE ANDRANGO
C.I.:1003090790

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**CT-ANX-2025-ISTER-4**

Sangolquí, 17 de marzo del 2025

Sres.-**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMINAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO****Presente**

WILLANS ESTUARDO QUISHPE JITALA, con C.I.:1724295983 alumno de la Carrera TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMINAHUI 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 EstudianteWILLANS QUISHPE
C.I.:1724295983

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí 17 de: marzo del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACION**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO RUMIÑAHUI CON CONDICION DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Por medio de la presente, yo, WILLANS ESTUARDO QUISHPE JITALA declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado REPOTENCIACION DEL SISTEMA ELECTRICO ILUMINACION Y FUERZA DE SIETE AULAS, UN CENTRO DE COMPUTO Y UN BANO EN LA UNIDAD EDUCATIVA "CESAR ARROYO" UBICADA EN LA PARROQUIA OTON DEL CANTON CAYAMBE EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, de la Tecnología Superior en ELECTRICIDAD; 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,



WILLANS ESTUARDO QUISHPE JITALA
C.I.: 0985550460

FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN
BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA:
TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD
AUTOR /ES:

JUAN CUMBAL
JORGE ANDRADE
WILLANS QUISHPE

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):

Andagoya Alba Luis Daniel

CONTACTO ESTUDIANTE:

0962791950

0983755129

0985550460

CORREO ELECTRÓNICO: juan.cumba@ister.edu.ec
jorge.andrade@ister.edu.ec
willans.quishpe@ister.edu.ec

TEMA:

REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN Y FUERZA DE
SIETE AULAS, UN CENTRO DE CÓMPUTO Y UN BAÑO EN LA UNIDAD
EDUCATIVA "CESAR ARROYO" UBICADA EN LA PARROQUIA OTÓN DEL
CANTÓN CAYAMBE EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA

OPCIÓN DE TITULACIÓN:
PROYECTO DE TITULACION

RESUMEN EN ESPAÑOL:

La repotenciación del sistema eléctrico en aulas escolares es un proceso esencial para garantizar la seguridad, eficiencia energética y el confort en el entorno educativo. Este proyecto busca modernizar la infraestructura eléctrica mediante la actualización de luminarias, cableado, tableros de distribución, protecciones eléctricas, sistemas de distribución de fuerza eléctrica tales como tomacorrientes, interruptores etc. El enfoque principal es la sustitución de luminarias tradicionales por tecnologías más eficientes, como las luces LED, que ofrecen mayor durabilidad, menor consumo energético y mejor calidad de iluminación.

Además, se contempla la optimización del sistema de fuerza para asegurar un suministro adecuado a equipos como proyectores, computadoras y ventiladores, mejorando así el desempeño académico y las condiciones de trabajo para estudiantes y docentes.

Finalmente, esta repotenciación permitirá cumplir con normativas eléctricas vigentes, reducir costos operativos y contribuir a la sostenibilidad ambiental mediante el uso eficiente de recursos energéticos.

Los instrumentos utilizados en la investigación incluyeron herramientas de medición como multímetros, analizador de energía, programa de DIALUX y Software de diseño eléctrico, (AUTOCAD) para la simulación de mejoras. Además, se aplicaron normativas nacionales e internacionales para garantizar la seguridad y eficiencia del rediseño eléctrico.

Los resultados obtenidos evidencian una reducción en el consumo energético y una mejora en la estabilidad del sistema eléctrico. La implementación en cuanto a protección, como puesta a tierra y cableado nuevo; así también, como el uso de tecnología LED y renovación en los sistemas de iluminación.

PALABRAS CLAVE: led, Dialux, renovación, software, AutoCAD

ABSTRACT:

The repowering of the electrical system in school classrooms is an essential process to ensure safety, energy efficiency, and comfort in the educational environment. This project aims to modernize the electrical infrastructure by upgrading lighting, wiring, distribution panels, electrical protections, and power distribution systems such as outlets and switches.

The main focus is the replacement of traditional lighting with more efficient technologies, such as LED lights, which offer greater durability, lower energy consumption, and improved lighting quality.

Additionally, the optimization of the power system is considered to ensure an adequate supply for equipment such as projectors, computers, and fans, thereby enhancing academic performance and working conditions for students and teachers.

Finally, this repowering will ensure compliance with current electrical regulations, reduce operating costs, and contribute to environmental sustainability through the efficient use of energy resources.

The instruments used in the research included measurement tools such as multimeters, energy analyzers, DIALUX software, and electrical design software (AUTOCAD) for improvement simulations. Furthermore, national and international standards were applied to guarantee the safety and efficiency of the electrical redesign.

The results obtained show a reduction in energy consumption and an improvement in the stability of the electrical system. The implementation included protection measures such as grounding and new wiring, as well as the use of LED technology and the renewal of lighting systems.

PALABRAS CLAVE: LED, Dialux, renovation, software, AutoCAD


Firma del Estudiante (AUTOR)
Juan Fernando Cumbal Paillacho
C.I: 1718483793
Firma del Estudiante (AUTOR)
Jorge Esteban Andrade Andrango
C.I: 1003090790
Firma del Estudiante (AUTOR)
Willans Estuardo Quishpe Jitala
C.I: 1724295983

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a las autoridades y al cuerpo de ingenieros del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR RUMIÑAHUI, por brindarnos la oportunidad de adquirir conocimientos valiosos en nuestra formación. Su compromiso con la enseñanza, el acceso a infraestructura adecuada y la orientación técnica han sido fundamentales para nuestro crecimiento profesional.

Gracias por su dedicación, por compartir su experiencia y por fomentar en nosotros la excelencia y la responsabilidad en el ejercicio de nuestra profesión.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a todas las personas y entidades que hicieron posible la repotenciación de luminarias y fuerza, contribuyendo así al desarrollo, seguridad y bienestar de nuestra comunidad.

A nuestros colegas y colaboradores, por su esfuerzo y compromiso en cada etapa del proyecto. A las autoridades y organismos involucrados, por su apoyo y visión en la mejora de la infraestructura eléctrica.

Finalmente, a nuestras familias y seres queridos, por su paciencia y aliento incondicional, que nos impulsan a seguir adelante en cada desafío.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	ANTECEDENTES:	1
1.2.	PROBLEMA.....	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN	4
1.4.	ALCANCE Y RESULTADOS ESPERADOS	6
1.5.	OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS	7
1.5.1.	OBJETIVO GENERAL:	7
1.5.2.	OBJETIVO ESPECIFICO:	7
2.	MARCO TEÓRICO	9
2.1.	REPOTENCIACION DEL SISTEMA ELECTRICO DE ILUMINACION Y FUERZA EN AULAS ESCOLARES	9
2.2.	FUNDAMENTOS DE LA REPOTENCIACION ELECTRICA	9
2.3.	ELEMENTOS DE UN SISTEMA ELÉCTRICO PRESENTES EN UNA REPOTENCIACIÓN DE UN SISTEMA ELÉCTRICO	10
2.3.1.	Sistemas de Fuerza:	10
2.3.2.	Luminarias:	11
2.3.3.	Tableros de distribución:	12
2.4.	NORMATIVAS APLICABLES.....	13
2.4.1.	Normas de seguridad eléctrica:.....	13
2.4.2.	Actualización del cableado:.....	13

2.4.3.	Instalación de paneles de distribución modernos:	13
2.4.4.	Normas de iluminación en espacios educativos	13
2.4.5.	Eficiencia energética y sostenibilidad	14
2.5.	ESTRATEGIAS Y TECNICAS DE REPONTENCIACION	14
2.5.1.	Sustitución de luminarias tradicionales por led	14
2.5.2.	Optimización del Cableado y tableros eléctricos	15
2.6.	BENEFICIOS DE LA REPOTENCIACIÓN	16
2.6.1.	Seguridad y cumplimiento normativo:	16
2.6.2.	Reducción de consumo energético:	17
2.6.3.	Mejora del ambiente educativo:	17
2.7.	CONSIDERACIONES TECNICAS Y ECONOMICAS	17
2.7.1.	Auditoría energética:	17
2.7.2.	Cálculo de la capacidad de carga:.....	18
2.7.3.	Análisis de costos y beneficios:.....	18
2.8.	IMPACTO SOCIAL Y EDUCATIVO	18
3.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	19
3.1.	REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN Y FUERZA DE SIETE AULAS, UN CENTRO DE CÓMPUTO Y UN BAÑO EN LA UNIDAD EDUCATIVA “CESAR ARROYO”	19
3.2.	DIAGNÓSTICO INICIAL	19
3.3.	DISEÑO DE ILUMINACION	20

3.3.1.	Simulación de aulas correspondientes en el programa Dialux	22
3.3.2.	Locaciones que serán intervenidas y sus respectivos cálculos en Dialux.	23
	AULA No. 5 CENTRO DE COMPUTO	26
	AULA No. 6	26
	AULA No. 7	27
	AULA No. 8 BIBLIOTECA	27
	BAÑO DE HOMBRES	28
	BAÑO DE MUJERES.....	28
3.4.	DISEÑO DEL CIRCUITO DE FUERZA	31
3.4.1.	Circuitos de Fuerza.....	31
3.4.2.	Cálculos para circuitos de fuerza, dimensionamiento del calibre de conductor y protecciones termomagneticas.....	32
3.5.	DISEÑO DEL CIRCUITO DE ILUMINACION.....	36
3.5.1.	Circuitos de Iluminación	36
3.5.2.	Cálculos para circuitos de iluminación, dimensionamiento del calibre de conductor y protecciones termomagneticas.....	37
3.5.3.	Calculo para dimensionamiento del calibre de la acometida del medidor hacia el tablero principal y su respectiva protección termomagneticas.	42
3.6.	SISTEMA DE PUESTA TIERRA	48
3.7.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	51
3.7.1.	Distribución de Circuitos.....	52

3.7.2.	Instalación de Equipos.....	52
3.7.3.	Cableado y Protección.....	52
3.8.	DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN EN CADA UNA DE LAS AULAS	
	53	
3.8.1.	Descripción antes de la implementación del aula 1.....	53
3.8.2.	Descripción antes de la implementación del aula 2.....	57
3.8.3.	Descripción antes de la implementación en aula n° 3	59
3.8.4.	Descripción antes de implementación en el aula No. 4.....	63
3.8.5.	Descripción antes de implementación centro de cómputo	66
3.8.6.	Descripción antes de implementación Aula 6	70
3.8.7.	Descripción antes de implementación Aula 7	73
3.8.8.	Descripción antes de implementación Aula 8	75
3.8.9.	Descripción antes de implementación Baños	78
3.8.10.	Descripción de sistema de puesta a tierra	81
4.	PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	83
4.1.	Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 1.....	84
4.2.	Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 2.....	85
4.3.	Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 3.....	86
4.4.	Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 4.....	88
4.5.	Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula de computación.	89
4.6.	Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 6.....	91

4.7. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 7.....	92
4.8. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 8.....	94
4.9. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Baños	95
4.9.1. Medición de la resistividad del suelo con Telurómetro.....	96
BIBLIOGRAFÍA	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Calculo de potencia por aula	33
Tabla 3-2 Calculo corriente nominal total de todo el circuito	34
Tabla 3-3 Cálculos totales del circuito	36
Tabla 3-4 Caculo de luminarias corriente total del circuito por aulas.....	38
Tabla 3-5 Tabla cálculos totales para todo el circuito de luminarias	40
Tabla 3-6 Tabla cálculo total para los circuitos de tomacorrientes	41
Tabla 3-7. Calculo total para los circuitos de luminarias	42
Tabla 3-8 valores para factor de demanda para luminarias y tomacorrientes.	44
Tabla 3-9 Calculo para dimensionamiento de breakers principal	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Sistema de fuerza eléctrico.....	10
Figura 2.2. Luminarias led.....	11
Figura 2.3. Tableros de distribución.....	12
Figura 2.4. Tabla de normas para iluminación	14

Figura 2.5. Sustitución de focos	15
Figura 2.6. Optimización en tableros eléctrico.....	16
Figura 3.1. Imagen plano de instalaciones	20
Figura 3.2. Nivel de lúmenes para ambientes.....	21
Figura 3.3. Diagrama Dialux	22
Figura 3.4. Diagrama Dialux con luces encendidas	23
Figura 3.5. Diagrama Dialux Aula1	24
Figura 3.6. Calculo Dialux Aula1.....	24
Figura 3.7. Diagrama Dialux Aula2	24
Figura 3.8. Calculo Dialux Aula2.....	24
Figura 3.9. Diagrama Dialux Aula 3	25
Figura 3.10. Calculo Dialux Aula 3.....	25
Figura 3.11. Diagrama Dialux Aula 4	25
Figura 3.12. Calculo Dialux Aula 4.....	25
Figura 3.13. Diagrama Dialux Aula 5	26
Figura 3.14. Calculo Dialux Aula 5.....	26
Figura 3.15. Diagrama Dialux Aula 6	26
Figura 3.16. Calculo Dialux Aula 6.....	26
Figura 3.17. Diagrama Dialux Aula 7	27
Figura 3.18. Calculo Dialux Aula 7.....	27
Figura 3.19. Diagrama Dialux Aula 8	27
Figura 3.20. Calculo Dialux Aula 8.....	27
Figura 3.21. Diagrama Dialux Baño.....	28
Figura 3.22. Calculo Dialux Baño	28
Figura 3.23. Diagrama Dialux Baño.....	28

Figura 3.24. Calculo Dialux Baño	28
Figura 3.25. Diagrama Dialux Aula 10	29
Figura 3.26. Calculo Dialux Aula 8.....	29
Figura 3.27. Diagrama Dialux Aula 11	29
Figura 3.28. Calculo Dialux Aula 11.....	29
Figura 3.29. Diagrama Dialux Aula 12	30
Figura 3.30. Diagrama Dialux Aula 12	30
Figura 3.31. Diagrama Dialux Aula 13	30
Figura 3.32. Diagrama Dialux Aula 13	30
Figura 3.33. Descripción luminarias a utilizar.	31
Figura 3.34. Tabla calibre de conductor	36
Figura 3.35. Tabla calibre de conductor	40
Figura 3.36. Tablero de distribución 1	43
Figura 3.37. Tablero de distribución 2	43
Figura 3.38. Tablero de distribución 3	43
Figura 3.39. Tablero de distribución 4	43
Figura 3.40. Tabla calibre de conductor	47
Figura 3.41. Diagrama unifilar	48
Figura 3.42. Tabla de resistividad del suelo	50
Figura 3.43. Ubicación Escuela Cesar Arroyo	51
Figura 3.44. Ubicación Escuela Cesar Arroyo	51
Figura 3.45. Luminarias anteriores aula 1	53
Figura 3.46. Luminarias anteriores aula 1	53
Figura 3.47. Tomas anteriores aula 1	54
Figura 3.48. Tomas anteriores aula 1	54

Figura 3.49. Tomas anteriores aula 1	55
Figura 3.50. Instalación de nuevos tomas aula 1	55
Figura 3.51. Luminarias nuevas instaladas aula 1	56
Figura 3.52. Tomacorrientes nuevos instalados aula 1.....	56
Figura 3.53. Tomacorrientes nuevos instalados aula 1.....	58
Figura 3.54. Instalaciones anteriores aula 2	58
Figura 3.55. Revisión caja de breakers aula 2	59
Figura 3.56. Instalación Luminarias aula 2	59
Figura 3.57. Luminarias anteriores aula 3	60
Figura 3.58. Cambio luminarias aula 3.....	61
Figura 3.59. Cambio Tomacorrientes aula 3	61
Figura 3.60. Luminarias instaladas aula 3	62
Figura 3.61. Instalación de tomacorrientes aula 3	62
Figura 3.62. Cambio de lámparas aula 4	63
Figura 3.63. Cambio de lámparas aula 4	64
Figura 3.64. Instalación de lámparas aula 4	64
Figura 3.65. Instalación de tomacorrientes aula 4.....	65
Figura 3.66. Luminaria instalada aula 4	65
Figura 3.67. Luminaria instaladas Centro de Computo.....	66
Figura 3.68. Tomas instalados Centro de computo	67
Figura 3.69. Tomas instalados Centro de computo	67
Figura 3.70. Tomas instalados Centro de computo	68
Figura 3.71. Tomas de piso Centro de computo.....	68
Figura 3.72. Instalación de luminarias Centro de computo	69
Figura 3.73. Luminarias instaladas Centro de computo	69

Figura 3.74. Luminarias instaladas aula 6	70
Figura 3.75. Luminarias instaladas aula 6	71
Figura 3.76. Instalación nueva acometida aula 6.....	71
Figura 3.77. Instalación lámparas aula 6	72
Figura 3.78. Instalación acometida para luminaria aula 6.....	72
Figura 3.79. Instalación lámparas aula 7	73
Figura 3.80. Doblado de tubería para luminaria aula 7	74
Figura 3.81. Doblado de tubería para luminaria aula 7	74
Figura 3.82. Instalación luminaria aula 7	74
Figura 3.83. Instalación luminaria aula 7	75
Figura 3.844. aula 8 sin luminarias.....	75
Figura 3.85. Instalación de luminarias aula 8.....	76
Figura 3.86. Instalación de luminarias aula 8.....	77
Figura 3.87. Antes de la implementación Baños	78
Figura 3.88. Antes de la instalación baños	78
Figura 3.89. Instalación luminarias baños	79
Figura 3.90. Instalación luminarias baños	80
Figura 3.91. Instalación acometida baños	80
Figura 3.92. Instalación luminarias baños	80
Figura 3.93. Instalación luminarias baños	80
Figura 3.94. Instalación interruptor baño	80
Figura 3.95. Instalación varilla cooperwell	81
Figura 3.96. enterrando varilla	81
Figura 3.97. varilla enterrada.....	82
Figura 3.98. varilla enterrada y conectada al cable de tierra	82

Figura 4.1. Encendido de luminarias sin novedad.....	84
Figura 4.2. Medición con luxómetro	84
Figura 4.3. Nuevos puntos de fuerza funcionando	84
Figura 4.4. Medición con multímetro de voltaje 122vac.....	84
Figura 4.5. Todas las luminarias encendidas	85
Figura 4.6. Punto de fuerza con Funcionamiento	86
Figura 4.7. Medición de voltaje 121 VAC	86
Figura 4.8. Luminarias encendidas sin novedad.....	87
Figura 4.9. medición con luxómetro.....	87
Figura 4.10. punto de fuerza sin novedad.....	87
Figura 4.11. medición de voltaje en puntos de fuerza	87
Figura 4.12. encendido correcto de luminarias.....	88
Figura 4.13. medición con luxómetro.....	88
Figura 4.14. punto de fuerza en correcto funcionamiento	89
Figura 4.15. medición de voltaje con pinza amperimétrica 123 VAC	89
Figura 4.16. funcionamiento de luminarias	90
Figura 4.17. medición de luxes con luxómetro	90
Figura 4.18. puntos de fuerza en correcto funcionamiento	90
Figura 4.19. medición de voltajes 123 VAC en puntos de fuerza	90
Figura 4.20. luminarias led nuevas encendidas	91
Figura 4.21. medición con luxómetro.....	91
Figura 4.22. comprobación de puntos de fuerza.....	92
Figura 4.23. medición de voltaje en puntos de fuerza 120 V	92
Figura 4.24. medición de voltaje en nueva acometida	93
Figura 4.25. luminarias tipo panel LEDs encendidos.....	93

Figura 4.26. medición con luxómetro.....	93
Figura 4.27. medición de voltajes con pinza amperimétrica 122 VAC.....	93
Figura 4.28. encendido correcto de luminarias led.....	94
Figura 4.29. medición con luxómetro.....	94
Figura 4.30. Comprobación de puntos de fuerza.....	95
Figura 4.31. Medición de voltaje con pinza amperimétrica en puntos de fuerza	95
Figura 4.32. luminaria led encendida	95
Figura 4.33. medición con luxómetro.....	95
Figura 4.34. Luminarias led encendidas sin novedad.....	96
Figura 4.35. medición con luxómetro.....	96
Figura 4.36. Colocación de Telurómetro.....	97
Figura 4.37. Medición con Telurómetro.....	97
Figura 4.38. Instalación de picas	97
Figura 4.39. Instalación de picas para medición	97

RESUMEN

La repotenciación del sistema eléctrico en aulas escolares es un proceso esencial para garantizar la seguridad, eficiencia energética y el confort en el entorno educativo. Este proyecto busca modernizar la infraestructura eléctrica mediante la actualización de luminarias, cableado, tableros de distribución, protecciones eléctricas, sistemas de distribución de fuerza eléctrico tales como tomacorrientes, interruptores etc. El enfoque principal es la sustitución de luminarias tradicionales por tecnologías más eficientes, como las luces LED, que ofrecen mayor durabilidad, menor consumo energético y mejor calidad de iluminación. Además, se contempla la optimización del sistema de fuerza para asegurar un suministro adecuado a equipos como proyectores, computadoras y ventiladores, mejorando así el desempeño académico y las condiciones de trabajo para estudiantes y docentes. Finalmente, esta repotenciación permitirá cumplir con normativas eléctricas vigentes, reducir costos operativos y contribuir a la sostenibilidad ambiental mediante el uso eficiente de recursos energéticos. Los instrumentos utilizados en la investigación incluyeron herramientas de medición como multímetros, analizador de energía, programa de DIALUX y Software de diseño eléctrico, (AUTOCAD) para la simulación de mejoras. Además, se aplicaron normativas nacionales e internacionales para garantizar la seguridad y eficiencia del rediseño eléctrico.

Los resultados obtenidos evidencian una reducción en el consumo energético y una mejora en la estabilidad del sistema eléctrico. La implementación en cuanto a protección, como puesta a tierra y cableado nuevo; así también, como el uso de tecnología LED y renovación en los sistemas de iluminación.

ABSTRACT

The repowering of the electrical system in school classrooms is an essential process to ensure safety, energy efficiency, and comfort in the educational environment. This project aims to modernize the electrical infrastructure by upgrading lighting, wiring, distribution panels, electrical protections, and power distribution systems such as outlets and switches.

The main focus is the replacement of traditional lighting with more efficient technologies, such as LED lights, which offer greater durability, lower energy consumption, and improved lighting quality. Additionally, the optimization of the power system is considered to ensure an adequate supply for equipment such as projectors, computers, and fans, thereby enhancing academic performance and working conditions for students and teachers.

Finally, this repowering will ensure compliance with current electrical regulations, reduce operating costs, and contribute to environmental sustainability through the efficient use of energy resources. The instruments used in the research included measurement tools such as multimeters, energy analyzers, DIALUX software, and electrical design software (AUTOCAD) for improvement simulations. Furthermore, national and international standards were applied to guarantee the safety and efficiency of the electrical redesign.

The results obtained show a reduction in energy consumption and an improvement in the stability of the electrical system. The implementation included protection measures such as grounding and new wiring, as well as the use of LED technology and the renewal of lighting systems.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES:

Actualmente los sistemas de instalaciones eléctricas que tienen distintas unidades educativas el en país es un amplio tema de discusión ya que debido a la falta de mantenimiento existe un completo descuido en estas poniendo en riesgo la seguridad de niños y docentes en general. Como es de conocimiento una adecuada instalación eléctrica tanto en iluminación como de fuerza son de suma importancia para el ambiente de aprendizaje en diferentes unidades educativas del País, mediante diferentes investigaciones se ha dado a conocer que la mala iluminación en un aula provoca diferentes consecuencias en los estudiantes tales como problemas de la visión, bajo rendimiento académico, mal comportamiento, fatiga y cansancio, estrés y ansiedad lo que conllevaría a tener daño visual en los estudiante y en si causaría problemas de salud a futuro. Por lo que una adecuada iluminación permite un estudio más cómodo y eficiente sin afectar la salud visual. (Muvit, 2023)

“El tema de la iluminación es un punto tan clave en el desarrollo de la humanidad ya que se requiere tener un amplio conocimiento de luminarias tanto para saber el número de lámparas, el modelo y en si la potencia requerida de iluminación de cada lámpara para poder brindar un excelente servicio de iluminación”. (Iluminet revista de iluminación, 2008)

Como es de conocimiento el uso de lámparas incandescentes es un tema que conlleva algunos problemas en primer lugar tendríamos el alto consumo energético donde se ve reflejados en la planilla de pagos y en si el impacto ambiental que genera al momento de utilizarlos. En la actualidad la tecnología led en el tema de lámparas está tomando fuerzas

en el mercado debido a que en primer lugar la durabilidad de estas lámparas es alta y ayuda a evitar gastos innecesarios, el ahorro energético que representa es de suma importancia debido a que la potencia de energético en la tecnología led es más bajo y eficaz en el tema de salud ya que hablamos de un 80 a 90 % menos de consumo en comparación a los focos incandescentes y un 50% menos en fluorescentes. (Mega Lámparas, Tienda de lámparas, 2024)

En general como la tecnología led tiene sus ventajas y desventajas ya que la manipulación de estas luminarias requiere de más cuidado y con requerimiento mantenimiento periódico aplicando todos los conocimientos técnicos requeridos en base a diferentes métodos de instalación y en especial el dimensionamiento para el requerimiento de cuantas luminarias, la potencia y sus respectivos puntos donde van a ser instaladas en el sitio evitando malas instalaciones o repotenciaciones que causaría incendios eléctricos y en si conllevaría a gastos excesivos en instalaciones. (Luz y Color 2000 | Proyectos de iluminación, 2023)

La tecnología led ha evolucionado significativamente ofreciendo mejoras notables en comparación a otras tecnologías de iluminación por lo que el uso de esta tecnología ayudaría tanto a la mejora económica como a la ergonómica, las luminarias LED ofrecen una combinación de ahorro energético, durabilidad, versatilidad y calidad de luz que las hace superiores a las tecnologías tradicionales. Además, permiten una adaptación mucho más precisa a los entornos modernos, contribuyendo a mejorar la eficiencia y el confort en diversos espacios. (Luz y Color 2000 | Proyectos de iluminación, 2023)

Tomemos en cuenta que la eficiencia energética en los últimos años avanzado muchísimo por lo que las nuevas tecnologías avanzan, ayudando en si a generar ahorro energético en la población, ya que el tiempo de consumo energético en las instituciones y hogares es elevado por lo que se debería concientizar en la población el uso de estas tecnologías lo que mejoraría la calidad de vida y en si disminuiría el alto nivel de consumo energético considerando las

ventajas con las nuevas tecnologías nos puedan brindar y poniéndolo en práctica por medio de las buen manejo de instalaciones de este tipo de luminarias. La Norma ISO 50001 es uno de los principales estándares para medir y calcular la eficiencia energética, en los hogares se calcula en base al óptimo funcionamiento de equipos y de instalaciones comparados con un consumo bajo. La eficiencia energética está íntimamente ligada a la intensidad de la energía pero de modo inversamente proporcional: cuanta más intensidad energética utilicemos en el hogar, menor será la eficiencia eléctrica que estamos llevando a cabo. (BBVA, 2021)

1.2. PROBLEMA

Los sistemas de iluminación y fuerza que se encuentra dentro de la Unidad Educativa “Cesar Arroyo” ubicado en la parroquia Otón del cantón Cayambe de la Provincia de Pichincha, se encuentran instalados de manera deficiente, donde podemos hallar luminarias que no funcionan, mal instaladas o aulas que no cuentan con luminarias, en la parte del sistema eléctrico de fuerza se pudo encontrar puntos de energía eléctrica sin tomacorrientes y algunos tomacorrientes que debido al paso del tiempo se han deteriorado y se encuentra en mal estado y en condiciones que pueden causar diferentes tipos de riesgos a los alumnos como a los docentes de la Unidad Educativa al momento que se requiera utilizar este tipo instalaciones eléctricas, en la parte de distribución de fuerza se encontró una caja térmica en mal estado y con una mala distribución de los puntos de energía lo que conllevaría a tener riesgos eléctricos tales como cortocircuitos, electrocutamiento o incendios. Al momento de iniciar con recopilación de información y datos de manera directa se observó la infraestructura de las instalaciones eléctricas de las aulas, se encuentran en un estado de deterioro, con referencia al cableado eléctrico, iluminación, tomacorrientes, protecciones termos magnéticos, acometida principal y tablero eléctrico.

Revisando esta problemática se está tomando cuenta que las personas que utilizan este servicio son niños y jóvenes que pueden resultar afectados tanto en problemas de aprendizaje, problemas a la salud y además puede ocasionar un gran impacto psicológico debido a la mala iluminación y también pueden estar en riesgo de cortocircuitos o electrocutamiento ya que las instalaciones eléctricas que se pudo recopilar en los diferentes puntos no están cumpliendo con la norma de instalaciones eléctricas vigentes aplicables del País y su respectiva seguridad lo que no garantiza un correcto funcionamiento de las mismas. Cabe mencionar que en zonas rurales o en comunidades vulnerables, la falta de un buen sistema eléctrico y de iluminación agrava la brecha educativa por lo que los estudiantes que se encuentran en estas condiciones tienen menos oportunidades de acceder a una educación de calidad, si se toma en consideración que la tecnología está creciendo a nivel educativo la que podría encontrar muchas soluciones a esta problemática.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En base a que la educación es un derecho fundamental y su calidad depende en gran parte de las condiciones físicas donde se imparte. Una mala iluminación y un sistema eléctrico deficiente en las aulas tiene graves consecuencias que afectan directamente al rendimiento académico, la salud y seguridad de los estudiantes y docentes de la unidad educativa por lo que justificar la atención a esta problemática que presenta la Unidad Educativa, es esencial para garantizar una educación equitativa y de calidad , este proyecto se basa en la necesidad de repotenciar las instalaciones eléctricas tanto de luminaria y fuerza de las siete aulas, un centro de cómputo y un baño público, ya que debido a la mala distribución del sistema eléctrico y luminarias en las aulas propuestas se empezara realizando el diseño en AutoCAD de las aulas, sus respectivos puntos eléctricos y diagrama unifilar de fuerza respectivo, una vez realizado el plano y diagrama correspondiente se hará la medición de la iluminación de

las aulas propuestas en el proyecto con el luxómetro para hacer las respectivas mediciones de luminarias instaladas y luego corregirlas donde utilizaremos el programa Dialux para su corrección y nuevo diseño.

Inicialmente basándonos en los diseños de planos propuestos a realizar se instalara un tablero de distribución de fuerza y sus respectivos dispositivos de protección los cuales estarán amparados bajo la normativa de instalaciones eléctricas vigentes NEC, lo que conllevaría la utilización de materiales implementos adecuados para la instalación garantizando que el proyecto sea funcional y sin que presente problema alguno al momento de la instalación, además buscando en si la eficiencia energética tanto en el consumo de energía y en base al diseño que se realizara en el software Dialux para la instalación de las iluminarias que son requeridas en las diferentes aulas propuestas en el proyecto se utilizara luminaria led las cuales tecnológicamente brinda una iluminación adecuada y un completo ahorro energético lo que beneficiaria en costos a la Unidad Educativa, así como la ergonomía el confort que se debe proporcionar a los estudiantes y docentes de esta Unidad Educativa.

Este proyecto que se eligió es de gran importancia a nivel académico y de la Unidad Educativa los cuales no solo saldrán beneficiados los estudiantes de esta época sino las futuras generaciones los cuales gozaran de ambientes cómodos y seguros donde desarrollaran sus actividades académicas con absoluta tranquilidad y gozaran de una adecuada iluminación y contarán con instalaciones eléctricas adecuadas cumpliendo estándares de normativas de instalaciones eléctricas vigentes que garantizaran el uso de esta nueva repotenciación.

Abordar la problemática de la iluminación y el sistema eléctrico deficiente de las aulas es un asunto prioritario que repercute en la calidad educativa, la salud, la equidad y la seguridad. Invertir en estas mejoras no solo resuelve problemas inmediatos, sino que también fomenta un entorno educativo sostenible que contribuye al desarrollo integral de la comunidad.

1.4. ALCANCE Y RESULTADOS ESPERADOS

Se debe mencionar que la Unidad Educativa “Cesar Arroyo” al momento de iniciar con recopilación de información y datos de manera directa se observó la infraestructura de las instalaciones eléctricas de las aulas, se encuentran en un estado de deterioro, con referencia al cableado eléctrico, iluminación, tomacorrientes, protecciones termos magnéticos, acometida principal y tablero eléctrico. Una vez mencionado estos problemas, lo primero será realizar un diseño en el software Dialux con las medidas reales de las siete aulas, un centro de cómputo y un baño público para identificar el problemática de luminarias y tomacorrientes presentes.

1. Se realizó un estudio por toda la institución para identificar y analizar las aulas que estén las instalaciones más deterioradas lo que corresponde a la parte eléctrica lo más principal son los cableados y luminarias que están en mal estado de todas las ocho aulas y un centro de cómputo.
2. Se identificará en un plano las aulas que van a ser repotenciadas el sistema eléctrico de iluminación y fuerza, con los elementos que se necesita para cada aula dando el alcance de presupuesto para la compra de material.
3. Se llevará a cabo un análisis con cálculos de cada una de las aulas con sus respectivos circuitos de iluminación y fuerza con el fin de realizar una correcta implementación de los materiales eléctricos en las aulas.
4. Se analizará la normativa vigente en instalaciones eléctricas para proceder a desarrollar el proyecto con el fin de realizar de manera correcta las instalaciones eléctricas en cada una de las aulas.
5. Se llevará a cabo pruebas y mediciones de los elementos eléctricos instalados para el correcto funcionamiento de acuerdo a la normativa que se diseñó para cada aula.

6. Se realizará un dibujo final del diseño de las nuevas ubicaciones de los elementos eléctricos lo que corresponde a luminarias nuevas.

1.5. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL:

Mejorar el sistema eléctrico de iluminación y fuerza, implementando normas vigentes del área eléctrica NEC en siete aulas y un centro de cómputo y un baño público, dentro de la Unidad Educativa” Cesar Arroyo” de la parroquia Otón cantón Cayambe para tener un funcionamiento correcto en las instalaciones eléctricas de las aulas y mejorar la calidad de educación de la unidad educativa para beneficio tecnológico de los estudiantes.

1.5.2. OBJETIVO ESPECIFICO:

Realizar un diagnóstico de manera precisa y detallada del estado de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa “Cesar Arroyo” para empezar un levantamiento de información con todos los elementos que necesiten ser remplazados por nuevos elementos esta información será identificada mediante un plano dibujado en primera instancia.

Diseñar el dibujo en el programa Dialux, la cantidad de luminarias necesarias cada aula según su uso.

Diseñar, calcular y hacer un nuevo plano eléctrico con todos los elementos eléctricos necesitados en el proyecto, con su adecuada capacidad de corriente y voltaje, siguiendo la norma ecuatoriana de la construcción en instalaciones eléctricas NEC

Hacer la adquisición del material eléctrico con el presupuesto acorde y diseñado a la disponibilidad de los distribuidores ubicados en el sector cerca de la institución.

Implementar el diseño de la parte eléctrica y de luminaria en cada uno de las ocho aulas y un centro de cómputo.

Verificar mediante mediciones eléctricas, las correctas instalaciones y el cumplimiento de normativas de cada circuito instalado.

Realizar entregables para que el proyecto culmine bien

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. REPOTENCIACION DEL SISTEMA ELECTRICO DE ILUMINACION Y FUERZA EN AULAS ESCOLARES

La repotenciación del sistema eléctrico en entornos educativos es un paso crucial hacia la modernización y optimización de los espacios de aprendizaje. Lo que este marco teórico va explorar son los aspectos fundamentales de este proceso, con un enfoque especial en la eficiencia energética, la seguridad y el impacto en el ambiente educativo. Una de las fuentes esenciales y cruciales en el sistema de repotenciación es reconsiderar todo el sistema eléctrico lo cual va ser algo muy crucial en la repotenciación. Incluyendo luminarias, interruptores, cableado, protecciones, cableado y tableros eléctricos los cuales son conjuntos de dispositivos y componentes eléctricos utilizados para proporcionar iluminación y energía en los diferentes entornos de las aulas escolares. (Grupo Industronic, 2023)

2.2. FUNDAMENTOS DE LA REPOTENCIACION ELECTRICA

La repotenciación de un sistema eléctrico se va a referir a un proceso de actualización y mejora de los sistemas eléctricos presentes en las aulas de unidades educativas lo que implica aumentar su capacidad, eficiencia y seguridad lo que va implicar el reemplazo de luminarias, actualización de redes eléctricas y acometidas lo cual va significar un ahorro energético significativo lo que implica:

- a. **Aumento de la Capacidad:** Dentro de las principales funciones de este aumento va ser la de soportar la creciente demanda de dispositivos electrónicos presentes en la educación moderna.

- b. **Mejora de la eficiencia:** Reducción de los costos en las planillas y reducción del consumo energético lo cual va a ser una ayuda fundamental tanto en ahorro energético como en ahorro económico en las planteles y unidades educativas del país.
- c. **Actualización Tecnológica:** Implementación de nuevas tecnologías para la mejora de la iluminación. (Muvit, 2023).

2.3. ELEMENTOS DE UN SISTEMA ELÉCTRICO PRESENTES EN UNA REPOTENCIACIÓN DE UN SISTEMA ELÉCTRICO

2.3.1. Sistemas de Fuerza:

Los sistemas de fuerza van a ser los indispensables para la alimentación de diferentes equipos tales como proyectores, computadores, ventiladores o equipos de aire acondicionado entre estos vamos a encontrar los tomacorrientes y circuitos eléctricos fundamentados con planos eléctricos y unifilares en AutoCAD, rediseños eléctricos con sus respectivos cálculos para la implementación de protecciones en tableros y cajas de distribución (BBVA, 2021)

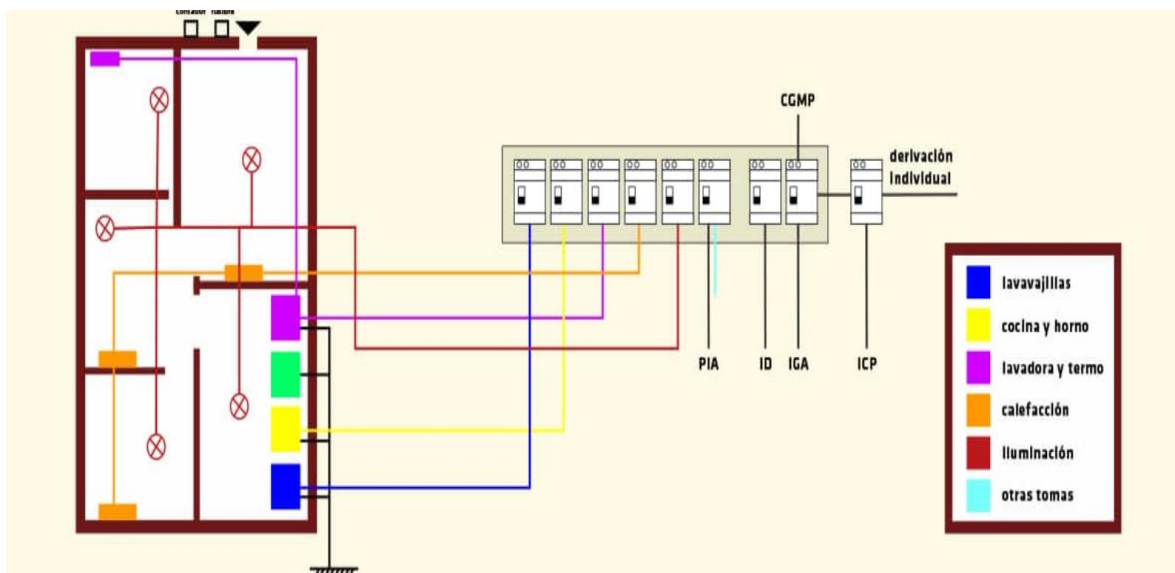


Figura 2.1. Sistema de fuerza eléctrico.

Fuente: Projectum, 2022.

2.3.2. Luminarias:

Los sistemas de iluminación en las aulas deben proporcionar niveles de iluminación adecuados para actividades académicas, evitando el deslumbramiento y mejorando el confort visual. Para este tipo de luminarias es preferible tomar en cuenta la tecnología led debido a su eficiencia y larga vida útil. (Luz y Color 2000 | Proyectos de iluminación, 2023)

Los lugares destinados para actividades académicas, tales como laboratorios, salas de profesores, aulas, oficinas, requieren un nivel de iluminación adecuado que permita realizar las actividades permitiendo tener un buen desempeño laboral y académico. Según la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) instalaciones electromecánicas, capítulo 15, se presentan los niveles establecidos, referente a iluminación promedio en edificaciones destinadas a centros educativos (NEC, 2013).



Figura 2.2. Luminarias led.

Fuente: SICA, 2018

2.3.3. Tableros de distribución:

Los tableros eléctricos son los elementos más importantes ya que son los encargados de distribuir la energía de manera eficiente y segura, con protecciones como interruptores termomagnéticos y diferenciales para evitar sobrecargas y cortocircuitos.

En la ubicación e instalación de los diferentes elementos eléctricos se debe considerar que los tomacorrientes, de uso general, deben ser polarizados para la instalación del cable de protección a tierra (NEC-SB-IE, 2018).



Figura 2.3. Tableros de distribución.

Fuente: Electro Persa

2.4. NORMATIVAS APLICABLES

2.4.1. Normas de seguridad eléctrica:

Son los reglamentos nacionales e internacionales aplicables a la electricidad tales como el código eléctrico nacional (NEC) o su equivalente local, que garantizan instalaciones eléctricas seguras en ambientes educativos. La modernización implica:

2.4.2. Actualización del cableado:

Sustitución de cables antiguos por nuevos con mayor capacidad y mejor aislamiento. Lo que va a prevenir a futuro de riesgos eléctricos tales como cortocircuitos e incendios por lo que se proveerá hacer el cálculo del conductor correspondiente para cada circuito.

2.4.3. Instalación de paneles de distribución modernos:

Con protecciones más eficientes y capacidad de monitoreo.

2.4.4. Normas de iluminación en espacios educativos

Son normas aplicables según la actividad visual. Por ejemplo las normas estándares internacionales sugieren que exista niveles de 300 a 500 lux para actividades de lectura y escritura en las aulas. Para este proyecto la norma NEC-10 es la más indicada porque contiene información de niveles de iluminación, tipo de conductor, canalizaciones y tablero de control para el diseño y construcción del sistema de iluminación exterior e interior (NEC-SB-IE, 2018)

NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN	CLASE DE TAREA O ACTIVIDAD
20 - 30 - 50	Áreas exteriores de trabajo o zonas de circulación
50 - 100 - 150	Áreas utilizadas durante cortos periodos de tiempo
100 - 150 - 200	Locales de trabajo no usadas de forma continua
200 - 300 - 500	Tareas con exigencias visuales pequeñas
300 - 500 - 750	Tareas con exigencias visuales medias
500 - 750 - 1000	Tareas con exigencias visuales difíciles
750 - 1000 - 1500	Tareas con exigencias visuales particulares
1000 - 1500 - 2000	Tareas con exigencias visuales particulares
Mayores de 2000	Realización de tareas de gran precisión visual

Figura 2.4. Tabla de normas para iluminación

Fuente: Satirnet.com

2.4.5. Eficiencia energética y sostenibilidad

Políticas y normativas que promueven el uso de las tecnologías eficientes, como la iluminación LED y fomenten el ahorro energético en instituciones públicas. Conllevando en si utilizar tecnología que sea apta para la modernización en unidades educativas. (Bascotel.cl)

2.5. ESTRATEGIAS Y TECNICAS DE REPONTENCIACION

2.5.1. Sustitución de luminarias tradicionales por led

Esta medida mejora la eficiencia energética, reduce el consumo eléctrico y aumentan la vida útil del sistema. Las luminarias LED también generan menos calor lo que contribuyen al confort y ergonomía del aulas o aulas.

La tecnología LED permite tener nuevas y mejores soluciones dentro de los sistemas de Iluminación, son dispositivos semiconductores capaces de emitir luz al polarizarse a través de una corriente eléctrica. Su consumo de energía eléctrica es muy bajo y su vida útil es prolongada, sus principales ventajas son: tamaño de lámparas reducidas, muy resistentes a fenómenos climáticos, rápida respuesta al encendido y un alto nivel de eficiencia (TECNOLOGÍA LED, 2017).



Figura 2.5. Sustitución de focos

Fuente: Bascotel.cl

2.5.2. Optimización del Cableado y tableros eléctricos

El rediseño de la red eléctrica garantiza la capacidad adecuada para las nuevas cargas y mejora la seguridad del sistema eléctrico instalado.

Por otro lado, los cables eléctricos tienen un aislamiento de alguno de los siguientes colores normalmente: Azul, bicolor verde y amarillo, marrón, gris o negro (NEC-SB-IE, 2018). Todos los cables de colores excepto aquellos que tienen una raya son cables de corriente o de carga. El de uso más común es el rojo. Cuando hay muchos cables, es más fácil identificar dónde va cada cable si usas los de colores (CEPROING S.R.I., 2020).

Se considera cargas especiales aquellas salidas para equipos cuya potencia sobrepasa los 1.500 W, como por ejemplo cocina eléctrica, vehículos eléctricos, calefacción, aire acondicionado, ducha eléctrica, equipos hidroneumáticos, ascensores, equipo médico, entre otros; debiendo considerarse para el diseño la potencia de placa de cada uno de los equipos y la cantidad de equipos a ser utilizados (NEC-SB-IE, 2018).

TABLERO ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN

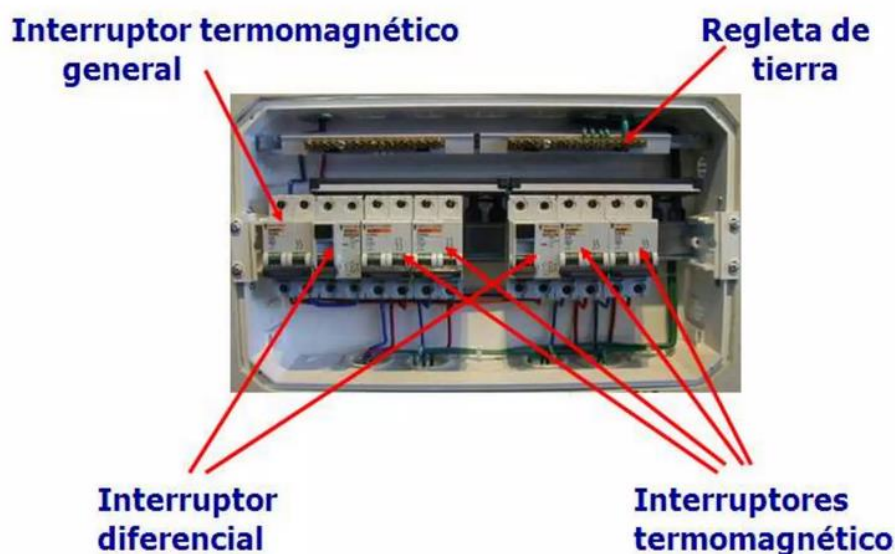


Figura 2.6. Optimización en tableros eléctrico

Fuente: SlideShare

2.6. BENEFICIOS DE LA REPOTENCIACIÓN

2.6.1. Seguridad y cumplimiento normativo:

La actualización de la infraestructura eléctrica minimiza riesgos de accidentes y garantiza el cumplimiento de normas eléctricas vigentes y sus respectivos estándares de seguridad lo que

garantizara la seguridad en las instalaciones evitando posibles incendios u otro tipo de riesgo de peligro.

2.6.2. Reducción de consumo energético:

La instalación de luminarias led va a reducir el gasto energético de la unidad educativa y brindara una iluminación óptima en las aulas.

Contribución a la sostenibilidad:

El uso de tecnologías eficientes y la reducción del consumo energético contribuyen a la sostenibilidad y al cumplimiento de objetivos ambientales y a su vez dará motivación al resto de personas para que utilicen este tipo de luminarias en los hogares.

2.6.3. Mejora del ambiente educativo:

Una iluminación adecuada mejora el rendimiento académico, la concentración y el bienestar de los estudiantes y docentes lo que mantendrá un equilibrio en la salud visual y no tengan problemas futuros de salud.

2.7. CONSIDERACIONES TECNICAS Y ECONOMICAS

2.7.1. Auditoría energética:

Evaluación del estado actual del sistema eléctrico y determinación de necesidades específicas para cada aula. Evalúa el funcionamiento de los sistemas eléctricos, ya sean sistemas existentes o proyectados.

2.7.2. Cálculo de la capacidad de carga:

Verificación de que el sistema eléctrico soporta las nuevas demandas de equipos y luminarias. Evaluación del sistema eléctrico para adaptarle sistemas de protección y actualización de elementos.

2.7.3. Análisis de costos y beneficios:

Estudio de la viabilidad económica del proyecto, considerando el ahorro en consumo energético disminución de costos en la planilla y el retorno de la inversión. (Electrosell.pe).

2.8. IMPACTO SOCIAL Y EDUCATIVO

La repotenciación de los sistemas eléctricos en las aulas no solo contribuye a la sostenibilidad y el ahorro económico, sino que también mejora la calidad del ambiente de aprendizaje, creando espacios más confortables y seguros para los estudiantes y docentes permitiendo en si una educación digna para las futuras generaciones y proporcionado el uso de las nuevas tecnologías existentes no solo en el país sino en el mundo entero y dando a conocer lo que implica la utilización de esta tecnología y la repercusión que se va tener a largo plazo contribuyendo con el ambiente, la sociedad y la reducción de los costos energéticos. (Muvit, 2023)

CAPITULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1. REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN Y FUERZA DE SIETE AULAS, UN CENTRO DE CÓMPUTO Y UN BAÑO EN LA UNIDAD EDUCATIVA “CESAR ARROYO”

La unidad educativa “CESAR ARROYO” se encuentra ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Cayambe, Parroquia Otón. Es un centro educativo de Ecuador perteneciente a la coordinación zonal 2 es un centro educativo rural, su modalidad es presencial en jornada matutina cuya implantación va empezar por el estudio de luminarias existentes y las requeridas para el nuevo diseño por medio del programa DIALUX el cual nos va indicar los lúmenes necesarios y el número de luminarias requeridas para cada ambiente en donde se va a implementar propuestas en el proyecto y a su vez realizar el nuevo rediseño en AutoCAD con sus respectivos cálculos para la instalación de cableado y distribución de breakers para cada circuito de tomas y luminarias.

3.2. DIAGNÓSTICO INICIAL

Antes de proceder con el diseño, es necesario realizar un diagnóstico detallado del sistema actual, que incluya:

Evaluación de la capacidad de carga actual: Determinar la potencia instalada, los circuitos existentes y la carga conectada en cada espacio (aulas, centro de cómputo, baño).

Identificación de problemas: Detectar sobrecargas, conexiones defectuosas, equipos obsoletos, falta de protección, etc.

Medición de consumo energético: Usar medidores para obtener datos del consumo promedio de energía para las aulas, centro de cómputo y baño.

3.3. DISEÑO DE ILUMINACION

Para el estudio del diseño de iluminación en la unidad educativa “CESAR ARROYO” que se encuentra ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Cayambe, Parroquia Otón, de inicio no se contaba con un plano arquitectónico del lugar y por ende no se contaba con un plano eléctrico de las instalaciones por lo que se tuvo que recopilar información de manera presencial realizando mediciones del lugar en escala 1:100 para poder realizar un plano inicial actual del sitio donde nos indica el cableado, las luminarias el centro de carga y los tomacorrientes existentes en la escuela.

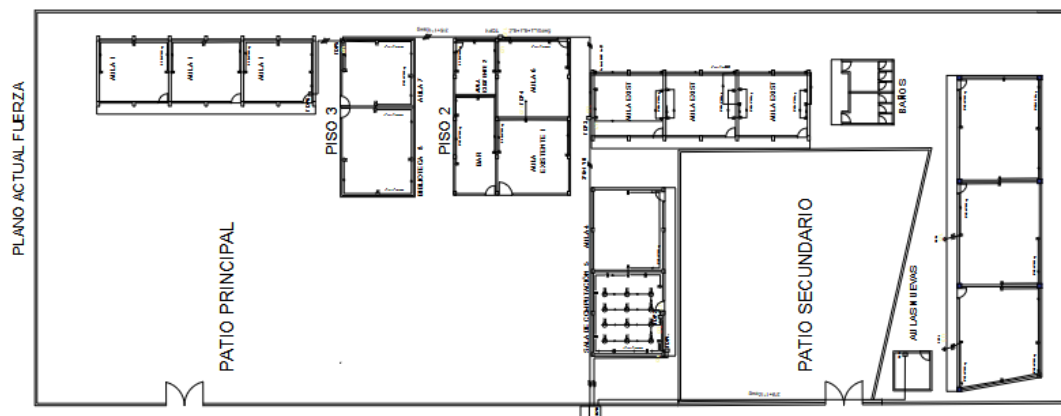


Figura 3.1. Imagen plano de instalaciones

Fuente: Propia

Una vez realizado el levantamiento utilizaremos el programa especializado en el área de instalaciones eléctricas Dialux el cual nos proporcionara la dimensión del área y los lúmenes necesarios para la iluminación de las áreas requeridas tomando en cuenta baños, corredores pasillos etc. Para realizar el levantamiento en el programa nos basaremos en la normativa técnica ecuatoriana INEN 2969-1 la cual nos indica los lúmenes requeridos para los niveles iluminación de lugares de trabajo la cual nos indica en la tabla a continuación:

TIPO DE INTERIOR, TAREA, ACTIVIDAD	NIVEL DE ILUMINANCIA MANTENIDA $\overline{E_M}$
Zonas de tráfico dentro de edificio	
Áreas de circulación (pasillos, corredores, etc.)	100 luxes
Escaleras, escaleras automáticas, cintas transportadoras, ascensores, montacargas.	100 luxes
Áreas generales dentro de edificios	
Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200 luxes
Almacenes y cuarto de almacén	100 luxes
Oficinas	
Salas de conferencias y reuniones	500 luxes
Mostrador de recepción y áreas de venta	300 luxes
Lugares de pública concurrencia	
Salas de ensayos	300 luxes
Área de lectura (Bibliotecas)	500 luxes
Áreas de aparcamiento	75 luxes
Establecimientos educativos	
Aulas, aulas de tutoría	300 luxes
Auditorio, sala de lectura	500 luxes
Escaleras	150 luxes
Salas de deportes, gimnasios, piscinas	300 luxes

Figura 3.2. Nivel de lúmenes para ambientes

Fuente: Satirnet.com

Para nuestro caso utilizaremos el cuarto ítem donde indica tareas con exigencias visuales medias los cuales van desde 300, 500 lúmenes (lx) dependiendo de ámbito donde se vaya a trabajar puede ser un aula, un centro de cómputo o una biblioteca en donde el programa calculara e indicara las luminarias necesarias para la locación requerida en el ámbito donde vamos a trabajar, encontrándonos con 13 locaciones en la escuela en donde vamos a presentar todas las locaciones propuestas en el plano pero tomando en cuenta que el proyecto

se basa en 9 locaciones subdivididas en 6 aulas, un centro de cómputo, una biblioteca y un baño de hombre y mujeres, enfocándonos en si en las aulas propuestas en el proyecto y las cuales se presentan a continuación:

3.3.1. Simulación de aulas correspondientes en el programa Dialux

En las siguientes tablas se va indicar las aulas propuestas para el proyecto en Dialux y sus respectivos cálculos para el diseño en la implementación.

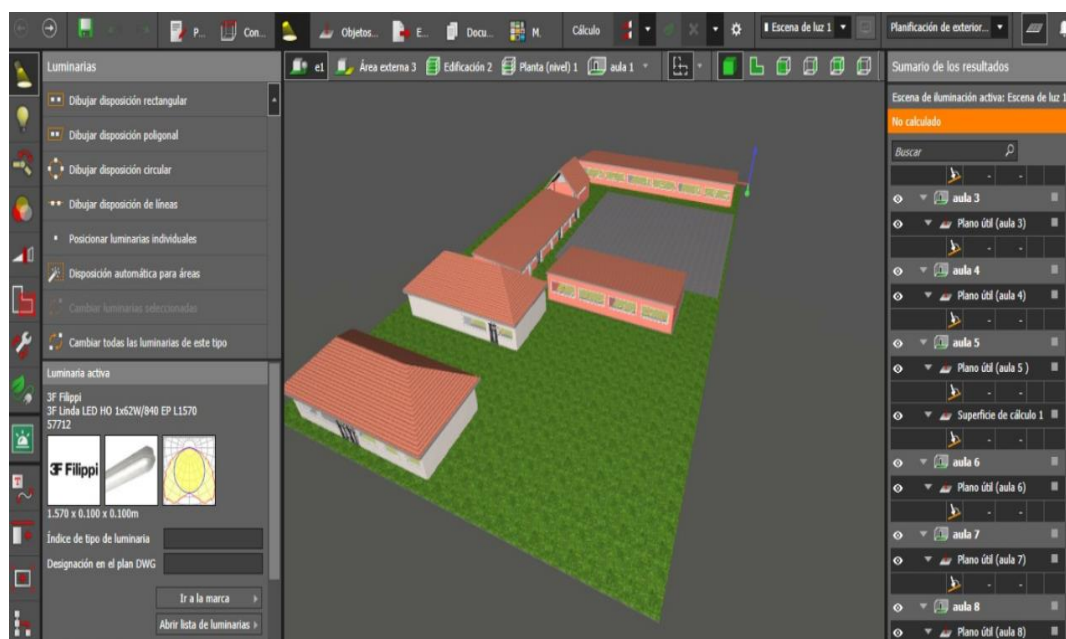


Figura 3.3. Diagrama Dialux

Fuente: Propia

En la figura 3.3 nos indica las áreas propuestas en el programa Dialux de cada aula a ser intervenida en la implementación

Realizando sus respectivos cálculos de los luxes permitidos mediante la normativa de luminarias de todos los ambientes y vistos en la figura 3.4.

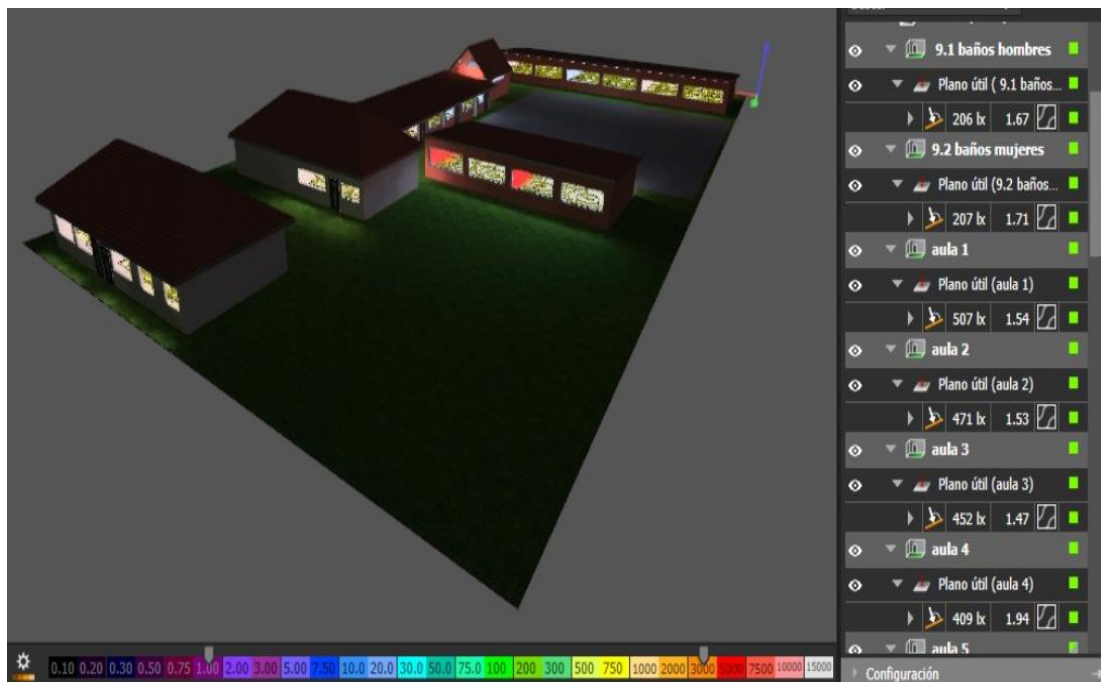


Figura 3.4. Diagrama Dialux con luces encendidas

Fuente: Propia

3.3.2. Locaciones que serán intervenidas y sus respectivos cálculos en Dialux.

En las siguientes tabla vamos a encontrar todas los ambientes propuestos en el plano e ingresado al programa Dialux en donde observaremos las aulas que van y no van a intervenir en el proyecto propuesto y constaran con sus respectivos cálculos necesarios de luminarias para cada ambiente y así es donde nos indicara el número de lámpara led necesarias a utilizar con sus respectivos lúmenes necesarios y sus respectivas potencias.

Además encontraremos las aulas que no serán intervenidas pero si se requiere el respectivo cálculo para futuras intervenciones ya que los circuitos de luminarias que se va intervenir requieren de los circuitos de algunas aulas que se unen a las que serán intervenidas.

No. AULA	CALCULO DE ILUMINACION
-----------------	-------------------------------

AULA No. 1

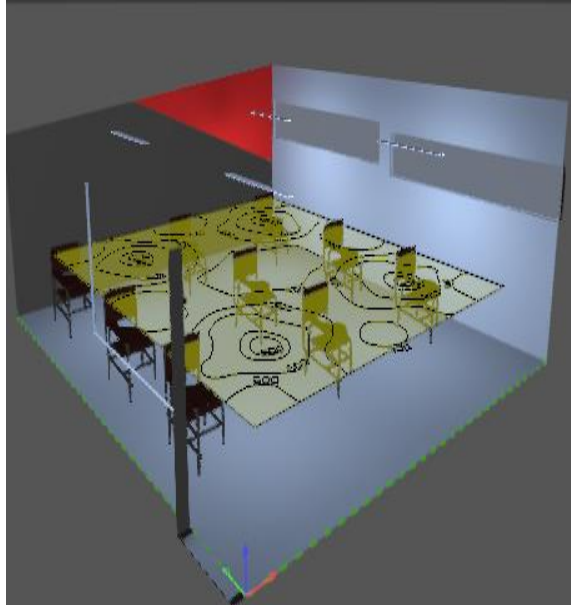


Figura 3.5. Diagrama Dialux Aula1

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (aula 1)	507 lx	1.54	
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	507 lx	≥ 500 lx	
Min	330 lx	-	
Max	841 lx	-	
Medio/mín	1.54	≤ 3.00	
Máx/Mín	2.55	-	
Parámetros			
Altura	0.760 m		

Figura 3.6. Calculo Dialux Aula1

Fuente: Propia

AULA No. 2

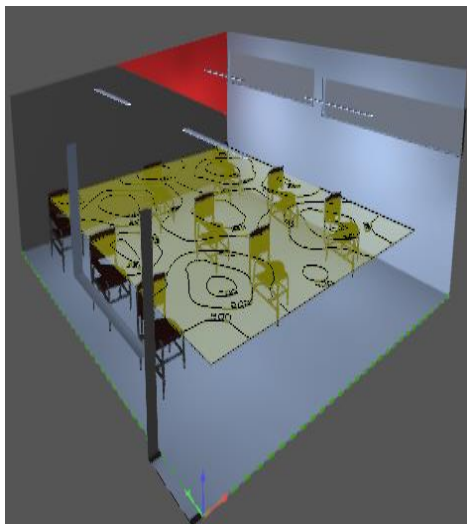


Figura 3.7. Diagrama Dialux Aula2

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (aula 2)	471 lx	1.53	
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	471 lx	≥ 400 lx	
Min	307 lx	-	
Max	739 lx	-	
Medio/mín	1.53	≤ 2.00	
Máx/Mín	2.41	-	
Parámetros			
Altura	0.760 m		

Figura 3.8. Calculo Dialux Aula2

Fuente: Propia

AULA No. 3

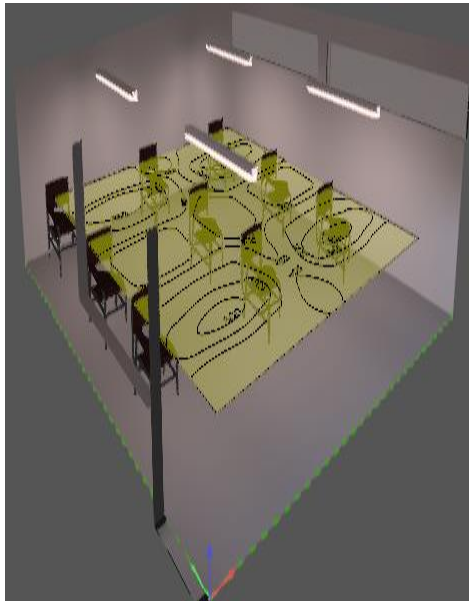


Figura 3.9. Diagrama Dialux Aula 3

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (aula 3)			
	452 lx	1.47	
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	452 lx	≥ 400 lx	
Min	307 lx	-	
Max	622 lx	-	
Medio/mín	1.47	≤ 2.00	
Máx/Mín	2.03	-	
Parámetros			
Altura	0.760 m		

Figura 3.10. Calculo Dialux Aula 3

Fuente: Propia

AULA No. 4

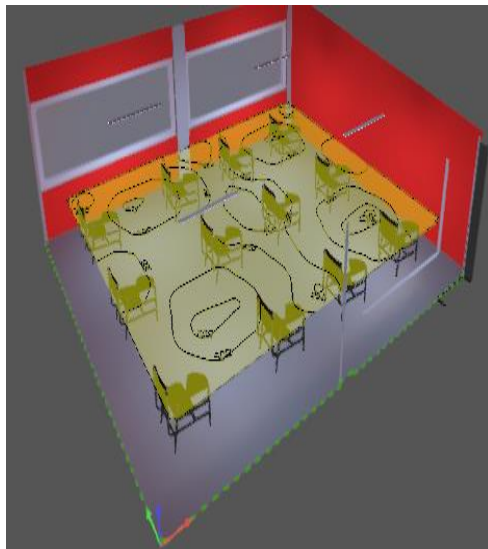


Figura 3.11. Diagrama Dialux Aula 4

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (aula 4)			
	409 lx	1.94	
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	409 lx	≥ 400 lx	
Min	211 lx	-	
Max	761 lx	-	
Medio/mín	1.94	≤ 2.00	
Máx/Mín	3.61	-	
Parámetros			
Altura	0.760 m		

Figura 3.12. Calculo Dialux Aula 4

Fuente: Propia

AULA No. 5 CENTRO DE COMPUTO

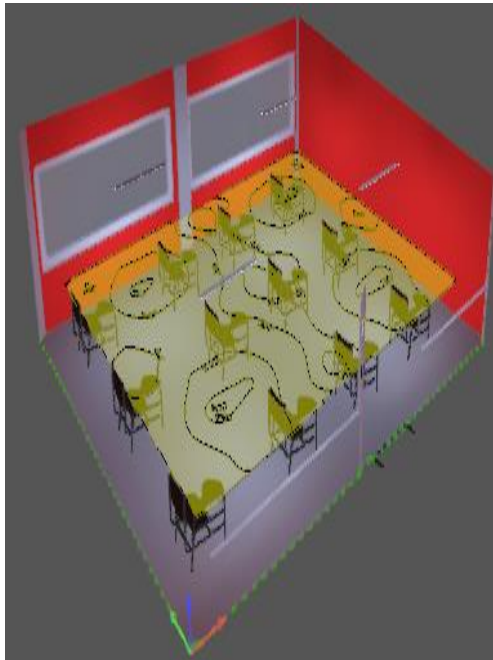


Figura 3.13. Diagrama Dialux Aula 5

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (aula 5)			
	426 lx	1.93	
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	426 lx	≥ 400 lx	
Min	221 lx	-	
Max	803 lx	-	
Medio/mín	1.93	≤ 2.00	
Máx/Mín	3.63	-	
Parámetros			
Altura	0.760 m		

Figura 3.14. Calculo Dialux Aula 5

Fuente: Propia

AULA No. 6



Figura 3.15. Diagrama Dialux Aula 6

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (aula 6)			
	427 lx	1.26	
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	427 lx	≥ 400 lx	
Min	339 lx	-	
Max	507 lx	-	
Medio/mín	1.26	≤ 2.00	
Máx/Mín	1.50	-	
Parámetros			
Altura	0.760 m		

Figura 3.16. Calculo Dialux Aula 6

Fuente: Propia

AULA No. 7



Figura 3.17. Diagrama Dialux Aula 7

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (aula 6)			
427 lx	1.26		
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	427 lx	≥ 400 lx	
Min	339 lx	-	
Max	507 lx	-	
Medio/mín	1.26	≤ 2.00	
Máx/Mín	1.50	-	
Parámetros			
Altura	0.760 m		

Figura 3.18. Calculo Dialux Aula 7

Fuente: Propia

AULA No. 8 BIBLIOTECA

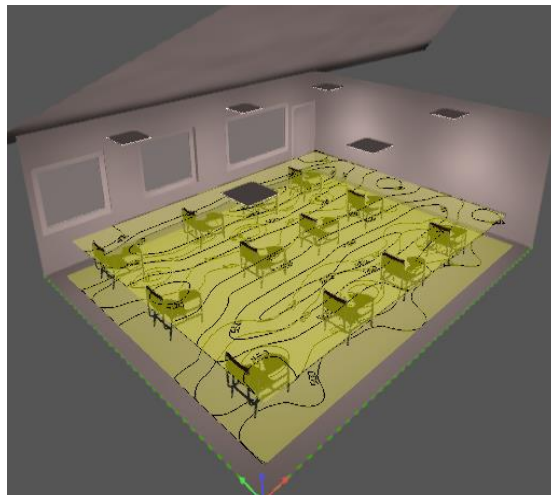


Figura 3.19. Diagrama Dialux Aula 8

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (aula 8)			
504 lx	1.33		
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	504 lx	≥ 500 lx	
Min	380 lx	-	
Max	621 lx	-	
Medio/mín	1.33	≤ 3.00	
Máx/Mín	1.63	-	
Parámetros			
Altura	0.760 m		

Figura 3.20. Calculo Dialux Aula 8

Fuente: Propia

BAÑO DE HOMBRES

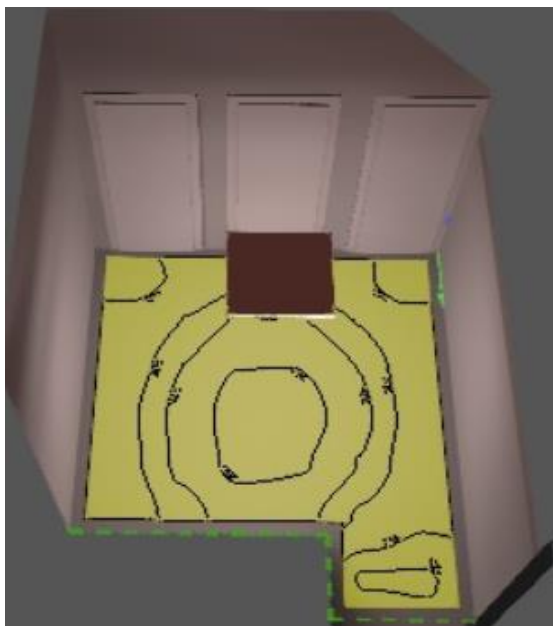


Figura 3.21. Diagrama Dialux Baño

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (9.1 baños hombr...			
206 lx	1.67		
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	206 lx	≥ 200 lx	
Min	123 lx	-	
Max	276 lx	-	
Medio/mín	1.67	≤ 3.00	
Máx/Mín	2.24	-	
Parámetros			
Altura	0.000 m		

Figura 3.22. Calculo Dialux Baño

Fuente: Propia

BAÑO DE MUJERES

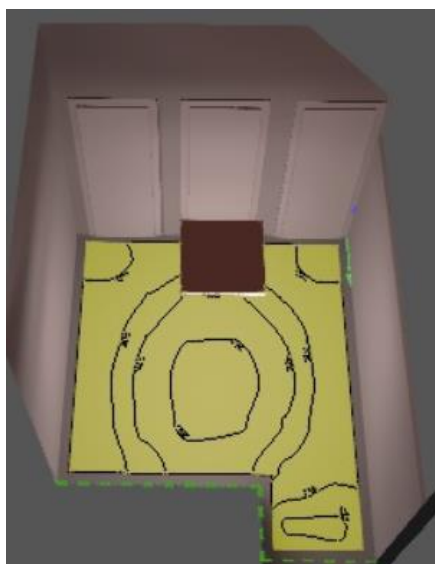


Figura 3.23. Diagrama Dialux Baño

Fuente: Propia

Cálculo de iluminación			
Plano útil (9.2 baños mujeres)			
207 lx	1.71		
Plan... (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	207 lx	≥ 200 lx	
Min	121 lx	-	
Max	279 lx	-	
Medio/mín	1.71	≤ 2.00	
Máx/Mín	2.31	-	
Parámetros			
Altura	0.000 m		

Figura 3.24. Calculo Dialux Baño

Fuente: Propia

AULA No. 10 NO SERA INTERVENIDA

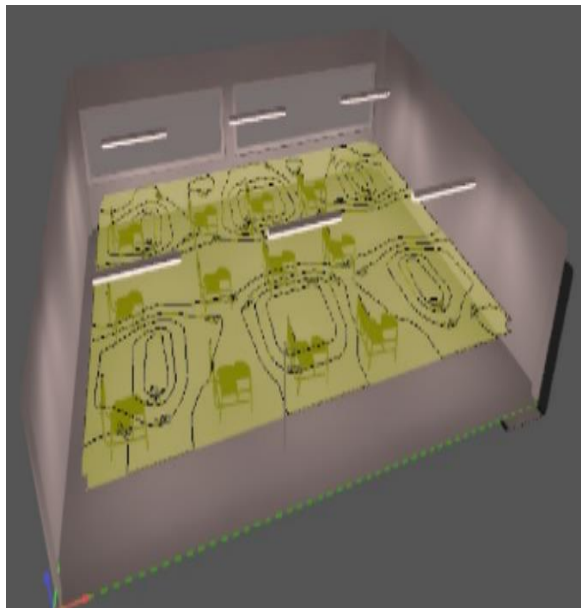


Figura 3.25. Diagrama Dialux Aula 10

Fuente: Propia



Figura 3.26. Calculo Dialux Aula 8

Fuente: Propia

AULA No. 11 NO SERA INTERVENIDA

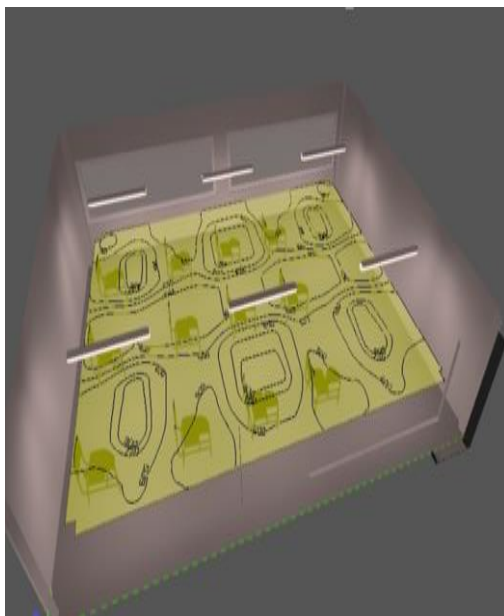


Figura 3.27. Diagrama Dialux Aula 11

Fuente: Propia



Figura 3.28. Calculo Dialux Aula 11

Fuente: Propia

AULA No. 12 NO SERA INTERVENIDA

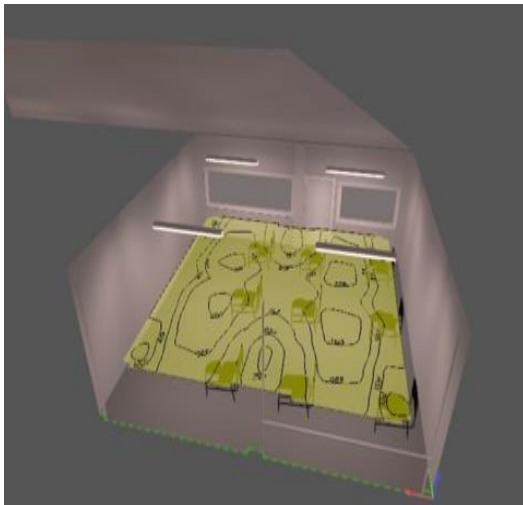


Figura 3.29. Diagrama Dialux Aula 12

Fuente: Propia

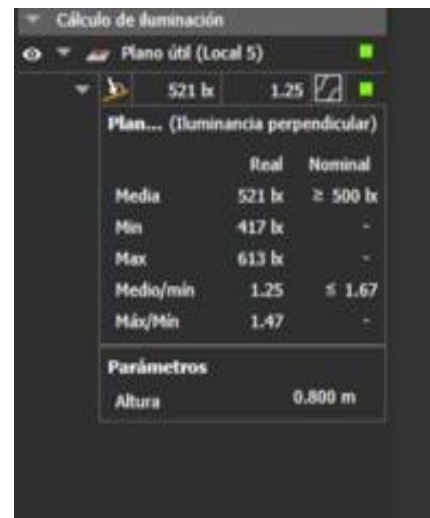


Figura 3.30. Diagrama Dialux Aula 12

Fuente: Propia

AULA No. 13 NO SERA INTERVENIDA

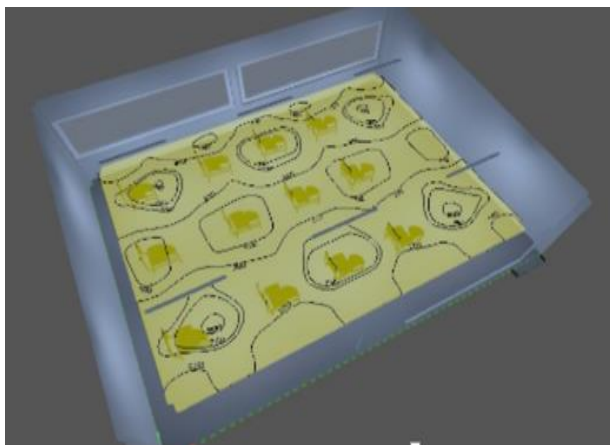


Figura 3.31. Diagrama Dialux Aula 13

Fuente: Propia

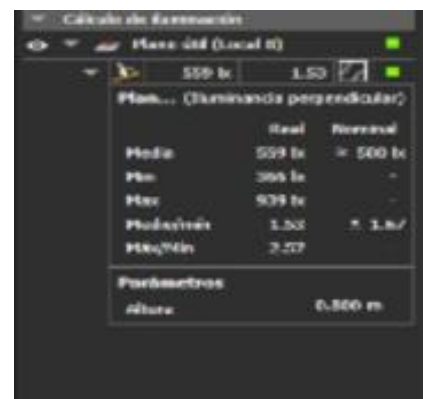


Figura 3.32. Diagrama Dialux Aula 13

Fuente: Propia

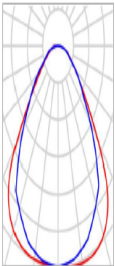
  				 	
Fabricante	TRIALED	P	35.0 W	Nº de artículo	4058075541122
Nº de artículo	11101	$\Phi_{Luminaria}$	7000 lm	P	36.0 W
Nombre del artículo	595-11-2835-4000WW 35W	$\Phi_{Lámpara}$	-	$\Phi_{Luminaria}$	4100 lm
Lámpara	1x LED-Panel Series 11	η	-	Rendimiento lumínico	113.9 lm/W
		CCT	6500 K	CRI	80

Figura 3.33. Descripción luminarias a utilizar.

Fuente: Propia

3.4. DISEÑO DEL CIRCUITO DE FUERZA

3.4.1. Circuitos de Fuerza

Para el diseño del circuito de fuerza, nos basamos en el primer plano de levantamiento de información ANEXO 1, tomando en cuenta cada una de las áreas a implementar en donde se pudo notar que existían tomacorrientes en mal estado, sin conexión en deterioro y sin las respectivas normas del categorizado del cable basado en la Norma NEC.

Tomando referencia la necesidad de mejora del sistema eléctrico de la Unidad Educativa, se realizó el nuevo sistema de fuerza en el programa AutoCAD. Como nos indica en el ANEXO 1.

Una vez que se tiene el número de tomacorrientes y luminarias especificadas a continuación, se procede hacer los cálculos mediante fórmulas específicas que serían para el calibre del conductor para los diferentes circuitos, las protecciones termomagnéticas el dimensionamiento del cable de acometida y la protección termomagnética principal que iría en la caja de distribución de cargas principal donde se concentraran los diferentes puntos de todos los circuitos calculados y diseñados, donde los cálculos mencionados se realizarán en una tabla de EXCEL.

3.4.2. Cálculos para circuitos de fuerza, dimensionamiento del calibre de conductor y protecciones termomagnéticas.

Como dice en la normativa los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados tomando en cuenta sus salidas polarizadas (fase, neutro, tierra), para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por cada circuito y no exceder más de 10 conexiones o salidas.

Para cada espacio, se realizará un cálculo de carga eléctrica:

Para realizar un ejemplo de cálculo del circuito de tomacorrientes analizaremos en las tres primeras aulas en donde las aulas 1, 2 y 3 cuentan con 9 tomacorrientes, 3 por cada aula donde la potencia unitaria va ser de 200 W por cada tomacorriente y basándonos en la normativa NEC la cual nos indica que no se debe sobrepasar de los 10 puntos de tomacorrientes por circuito de tomas.

Siendo así la Potencia Total se calculará multiplicando el número de tomacorrientes por la potencia de cada uno y su resultado nos dará en vatios.

$$POTENCIA\ AULA\ 1 = POTENCIA\ UNITARIA * \#\ TOMAS\ (1)$$

$$POTENCIA\ AULA1 = 200\ W * 3 = 600\ W$$

En la siguiente tabla se encuentra detallado el número de tomas de cada aula para poder encontrar el valor de la potencia total del circuito el cual se realiza mediante la sumatoria de las potencias cada aula y representada en el siguiente calculo:

Tabla 3-1 Calculo de potencia por aula

ÁREA	# TOMAS	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA TOTAL DE CADA AULA (W)
AULA 1	3	200	600
AULA 2	3	200	600
AULA 3	3	200	600
		Potencia total para el circuito (W)	1800

$$\Sigma PTC = \text{Sumatoria potencia total circuito}$$

$$\Sigma PTC = \text{Potencia aula 1} + \text{Potencia aula 2} + \text{Potencia aula 3} \quad (2)$$

$$\Sigma PTC = 600 W + 600 W + 600 W$$

$$POTENCIA TOTAL CIRCUITO = 1800 W$$

Una vez en encontrada la potencia total del circuito de tomacorrientes, vamos a encontrar le valor de Corriente nominal de cada aula donde se determinará por la siguiente ecuación:

$$CORRIENTE NOMINAL AULA 1 = \frac{POTENCIA TOTAL}{VOLTAJE NOMINAL * fp} \quad (3)$$

En donde el voltaje nominal es 120VCA y el valor del factor de potencia requerido va ser $fp = 0.95$

$$CORRIENTE\ NOMINAL\ aula\ 1 = \frac{600\ W}{120\ V * 0,95} = 5,26\ A$$

Tabla 3-2 Calculo corriente nominal total de todo el circuito

CALCULO CIRCUITO DE TOMAS	VOLTAJE NOMINAL (V)	CORRIENTE NOMINAL (A)
AULA 1	120	5,26
AULA 2	120	5,26
AULA 3	120	5,26
	Corriente nominal total del circuito (A)	15,8

En la siguiente tabla vamos a encontrar los cálculos de corriente nominal para cada aula y el valor de la corriente total el cual se lo realizo mediante la sumatoria de las corrientes nominales de cada aula, la normativa NEC nos indica que un circuito no debe exceder los 20 Amperios por tanto la corriente total del circuito de tomas va estar representado en la siguiente ecuación:

$$\Sigma CT = Corriente\ nominal\ aula\ 1 + Corriente\ nominal\ aula\ 2 +$$

$$Corriente\ nominal\ aula\ 3 \quad (4)$$

$$\Sigma CT = 5,26\ A + 5,26\ A + 5,26\ A$$

$$CORRIENTE\ TOTAL = 15,8\ A$$

Otra forma de obtener la corriente total del circuito es la de dividir la potencia total del circuito dividido para el voltaje nominal 120 V por el factor de potencia 0,95 representada en la siguiente ecuación:

$$CORRIENTE\ TOTAL = \frac{POTENCIA\ TOTAL\ CIRCUITO}{VOLTAJE\ NOMINAL * fp} \quad (5)$$

$$CORRIENTE\ TOTAL = \frac{1800\ W}{120\ V * 0,95} = 15,8\ A$$

Según la normativa los conductores de los alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente máxima a servir por lo que la corriente del circuito con el 125 % va ser la siguiente:

$$CORRIENTE\ DEL\ CIRCUITO\ CON\ EL\ 125\% = CORRIENTE\ DE\ CIRCUITO * 1.25 \quad (6)$$

$$CORRIENTE\ DEL\ CIRCUITO\ CON\ EL\ 125\% = 15,8\ A * 1,25 = 19,75\ A$$

Por lo que la carga del conductor al va ser:

$$CARGA\ TOTAL\ DEL\ CIRCUITO\ AL\ 100\% = \frac{19,75\ A}{20\ A} = 98.70\ \%$$

Con los datos calculados anteriormente y según la tabla que nos indica la normativa NEC, se puede deducir y comprobar que calibre de conductor vamos a utilizar para la implementación en este circuito va ser un calibre de conductor # 12 AWG y la protección termomagnética que se va utilizar va ser de 20 A.

Como se puede registrar en la siguiente tabla:

Tabla 3-3 Cálculos totales del circuito

CARGA TOTAL DE CIRCUITO (W)	VOLTAJE DEL CIRCUITO (VCA)	CORRIENTE TOTAL DEL CIRCUITO (A)	CORRIENTE DEL CIRCUITO CON EL 125% (A)	CARGA DEL CONDUCTOR
1800	120	15,8	19,75	98,75

Y según el cuadro de la normativa NEC nos indica de la siguiente manera:

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Figura 3.34. Tabla calibre de conductor

Fuente: (NEC, 2018)

En donde nos indica la imagen marcada el número de calibre necesario para la implementación del circuito de toma de esa área.

3.5. DISEÑO DEL CIRCUITO DE ILUMINACION

3.5.1. Circuitos de Iluminación

Para determinar el cálculo de los circuitos de iluminación vamos a realizar tomando en cuenta el diseño realizado en el programa Dialux y basándonos en la normativa NEC la cual nos indica que los circuitos de iluminación deben ser diseñados para alimentar máximo una carga de 15 Amperios y no se debe exceder los 15 puntos de iluminación.

3.5.2. Cálculos para circuitos de iluminación, dimensionamiento del calibre de conductor y protecciones termomagnéticas.

Selección de lámparas de bajo consumo (LEDs) para eficiencia energética. Se lo realiza en función a la descripción del programa Dialux de acuerdo a los datos ingresados en el programa.

Cálculo de la potencia total de iluminación (potencia de cada lámpara multiplicada por el número de lámparas). Por lo que para este cálculo tomaremos como ejemplo las aulas antes mencionadas Aula 1,2 y 3 en donde cada aula se encuentra implementada con 4 lámparas de 36 W, basándonos en la normativa NEC la cual nos indica que no debemos pasarnos más de 15 lámparas por circuito realizaremos los siguientes cálculos:

Siendo así la Potencia Total se calculara multiplicando el número de luminarias por la potencia de cada uno de estos en vatios.

$$POTENCIA\ AULA1 = POTENCIA\ UNITARIA * \# LUMINARIAS \quad (7)$$

$$POTENCIA\ A1 = 36\ W * 4 = 144\ W$$

Para el ejemplo en la ecuación vamos a calcular el valor de la potencia del aula 1 el cual sería multiplicando el valor de la potencia unitaria de cada lámpara por el número de lámparas instaladas dándonos como resultado la potencia del aula 1, para luego mediante la ecuación encontrar el valor de la corriente nominal del aula 1 dividiendo la potencia del aula 1 dividido para el voltaje nominal que es 120 V por el factor de potencia que sería 0.95 interpretado en la siguiente ecuación:

$$CORRIENTE\ NOMINAL\ AULA\ 1 = \frac{POTENCIA\ AULA\ 1}{VOLTAJE\ NOMINAL * fp} \quad (8)$$

$$CORRIENTE NOMINAL AULA 1 = \frac{144 W}{120 V * 0.95} = 1.26 A$$

En el siguiente recuadro se indica los valores obtenidos de cada aula para así poder calcular la corriente total del circuito mediante la sumatoria de las corrientes nominales de cada aula:

Tabla 3-4 Cáculo de luminarias corriente total del circuito por aulas

VOLTAJE NOMINAL (V)	CORRIENTE NOMINAL (A)
120	1,26
120	1,26
120	1,26
Corriente nominal total del circuito (A)	3,79

La normativa NEC nos indica que un circuito de luminarias no debe exceder los 15 puntos basándonos en esta normativa se realizó el ejemplo donde se tiene tres aulas de 4 lámparas cada aula con un consumo de corriente total nominal de 3.79 A esto se da como indica en el recuadro sumando el valor de corriente nominal de cada aula para obtener el valor de la carga total del circuito.

$$\sum CT = \text{Corriente nominal aula 1} + \text{Corriente nominal aula 2} +$$

$$\text{Corriente nominal aula 3 (9)}$$

$$\sum CT = 1,26 A + 1,26 A + 1,26 A$$

$$CT = 3,79 A$$

Luego de realizados los cálculos del ejemplo de un aula buscaremos el cálculo correspondiente a la potencia total del circuito basándonos en la sumatoria de la potencia de cada aula presentados en la siguiente ecuación:

$$\Sigma PT = POTENCIA AULA 1 + POTENCIA AULA 2 + POTENCIA AULA 3 \quad (10)$$

$$\Sigma PT = 144 W + 144 W + 144 W$$

$$PTL = 432 W$$

Otra forma de obtener el valor de la corriente total del circuito también será dividiendo el valor de la potencia total del circuito de luminarias dividido para el voltaje nominal 120 V multiplicado por el factor de potencia 0,95 representado en la siguiente ecuación

$$CORRIENTE TOTAL = \frac{PTL}{VOLTAJE NOMINAL * fp} \quad (11)$$

$$CORRIENTE TOTAL = \frac{432 W}{120 V * 0,95} = 3.79 A$$

Según la normativa los conductores de los alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente máxima a servir por lo que la corriente del circuito con el 125 % va ser la siguiente:

$$CORRIENTE DEL CIRCUITO CON EL 125\% = CORRIENTE DE CIRCUITO * 1.25 \quad (12)$$

$$CORRIENTE DEL CIRCUITO CON EL 125\% = 3,78 A * 1.25 = 4.73 A$$

Por lo que la carga del conductor al 100% va ser

$$CARGA TOTAL DEL CIRCUITO 100\% = \frac{4.73 A}{16 A} = 29.5 \%$$

Con los datos calculados anteriormente y según la tabla que nos indica la normativa NEC, se puede deducir y comprobar que calibre de conductor vamos a utilizar para la implementación en este circuito va ser un calibre de conductor # 14 AWG y la protección termomagneticas que se va utilizar va ser de 16 A.

Como se puede registrar en la siguiente tabla:

Tabla 3-5 Tabla cálculos totales para todo el circuito de luminarias

POTENCIA TOTAL DE CIRCUITO (W)	VOLTAJE DEL CIRCUITO (V)	CORRIENTE DEL CIRCUITO (A)	CORRIENTE DEL CIRCUITO CON EL 125% (A)	CARGA DEL CONDUCTOR
432	120	3,6	4,5	22,50

Y según el cuadro de la normativa NEC nos indica de la siguiente manera:

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Figura 3.35. Tabla calibre de conductor

Fuente: (NEC, 2018)

En donde nos indica la imagen marcada el número de calibre necesario para la implementación del circuito de toma de esa área.

Según los cálculos para este proyector se va requerir 7 circuitos de tomacorrientes y 5 circuitos de iluminación donde podremos encontrar de forma detallada el cálculo de diferentes circuitos así como el dimensionamiento de los calibres del conductor y sus respectivas protecciones termomagnéticas para el circuito que esta propuesto en el proyecto.

Tabla 3-6 Tabla cálculo total para los circuitos de tomacorrientes

AREA # CIRCUITO DE TOMAS	CARGA TOTAL DE CIRCUITO (W)	VOLTAJE DEL CIRCUITO (VCA)	CORRIENTE TOTAL DEL CIRCUITO (A)	CORRIENTE DEL CIRCUITO CON EL 125% (A)	CARGA DEL CONDUCTOR	CALIBRE DEL CONDUCTOR	PROTECCIÓN No. DE POLOS
AULA 1, 2, 3 (TDP6)	1800	120	15,8	19,74	98,7	12	20
AULA 4, 5 (TDP1)	1800	120	15,8	19,74	98,7	12	20
S COMPUTO 1 (TDP2)	1200	120	10,5	13,16	65,8	12	20
S COMPUTO 2 (TDP2)	1200	120	10,5	13,16	65,8	12	20
AULA 6 – AULA EX 1 (TDP4)	1400	120	12,3	15,35	76,8	12	20
AULA EX 2 – BAR (TDP4)	1400	120	12,3	15,35	76,8	12	20
AULA 7, 8 (TDP5)	1600	120	14,0	17,54	87,7	12	20

Tabla 3-7. Calculo total para los circuitos de luminarias

ÁREA DESCRITA	CARGA TOTAL DE CIRCUITO (W)	VOLTAJE DEL CIRCUITO (V)	CORRIENTE TOTAL DEL CIRCUITO (A)	CORRIENTE DEL CIRCUITO CON EL 125% (A)	CARGA DEL CONDUCTOR	CALIBRE DEL CONDUCTOR	PROTECCION No. DE POLOS
AULA 1,2,3 (TDP6)	432	120	3,8	4,74	23,7	14	16
AULA 4,5 (TDP1)	333	121	2,9	3,65	18,3	14	16
AULA 6 – AULA EX 1 (TDP4)	288	122	2,5	3,16	15,8	14	16
AULA EX 2 – BAR (TDP4)	360	123	3,2	3,95	19,7	14	16
AULA 7,8 (TDP5)	360	124	3,2	3,95	19,7	14	16
BAÑO (TDP3)	72	125	0,6	0,79	3,9	14	16

3.5.3. Calculo para dimensionamiento del calibre de la acometida del medidor hacia el tablero principal y su respectiva protección termomagneticas.

“El calibre mínimo recomendado para un alimentador, desde el medidor hasta el tablero de distribución único, debe ser el No. 6 AWG de cobre aislado tipo THHN” (NEC, 2018, pág. 10)

Durante la inspección del sistema eléctrico de la Institución se pudo identificar ausencia de tableros de distribución lo que generaba un riesgo en la seguridad eléctrica.

Debido a esto se llevó a cabo a la instalación de nuevos tableros de distribución este fueron diseñados para organizar y distribuir las carga eléctricas de manera equilibrada, cumpliendo la normativa eléctrica y la seguridad de la Unidad Educativa tanto de sus estudiantes y docentes.

Como parte de la instalación eléctrica se implementaron sub tableros de 4, 6 y 8 puntos organizados sistema en cascada con su respectiva conexión a tierra lo que nos permite una distribución progresiva y equilibrada de la energía en función de las necesidades de la cada área de la Unidad educativa y así evitando sobrecargas en un solo punto.



Figura 3.36. Tablero de distribución 1

Fuente: Propia



Figura 3.37. Tablero de distribución 2

Fuente: Propia



Figura 3.38. Tablero de distribución 3

Fuente: Propia



Figura 3.39. Tablero de distribución 4

Fuente: Propia

Entre tanto los cálculos para determinar las cargas de los tableros en cascada vamos a utilizar el siguiente método para este ejemplo vamos a utilizar las como ejemplo las aulas 1, 2 y 3 tomadas en base al proyecto.

Tomando en cuenta que para desarrollar el ejemplo vamos a analizar los factores de demanda tanto de luminarias y de tomacorrientes que estarán representadas en la siguiente figura:

Tabla 3-8 valores para factor de demanda para luminarias y tomacorrientes.

Tipo de vivienda	F.D. LUMINARIAS	F.D. TOMACORRIENTES
Pequeñas	0,7	0,5

Para el cálculo de la potencia de demanda de cada circuito tomacorrientes utilizaremos la potencia total del circuito de tomas multiplicado por el factor de demanda específico para tomas que sería 0,5 propuestos en la siguiente ecuación:

$$POTENCIA\ DEMANDA\ tomas = P.TOTAL\ TOMAS\ A1,2,3 * FD\ TOMAS \quad (14)$$

$$POTENCIA\ DEMANDA\ TDP6 = 1800\ W * 0.5 = 900\ W$$

Realizando los cálculos emplearemos el mismo método para el cálculo de la potencia de demanda de luminarias utilizando la potencia total del circuito de luminarias de las aulas 1, 2, 3 multiplicando por el factor de demanda que para luminarias es 0,7

$$POTENCIA\ DEMANDA\ luminarias = P.TOTAL\ LUMINARIAS\ A1,2,3 * FD\ LUMINARIAS \quad (12)$$

$$POTENCIA\ DEMANDA\ luminarias = 432\ W * 0.5 = 216\ W$$

Para el cálculo de la corriente tanto de luminarias y de tomacorrientes de las aulas 1, 2 y 3 emplearemos la siguiente ecuación:

$$CORRIENTE\ TOTAL = \frac{POTENCIA\ TOTAL\ CIRCUITO}{VOLTAJE\ NOMINAL * fp} \quad (15)$$

$$CORRIENTE\ TOTAL\ TOMAS = \frac{900\ W}{220\ VCA * 0,95} = 4,3A$$

$$CORRIENTE\ TOTAL\ LUMINARIAS = \frac{216\ W}{220\ VCA * 0,95} = 1,0\ A$$

Para encontrar la corriente total del circuito TDP6 (tablero de distribución principal No. 6) emplearemos la sumatoria de la corriente total de tomas más la corriente total de luminarias mediante la siguiente ecuación:

$$\Sigma CT = Corriente\ total\ tomas + Corriente\ total\ luminarias \quad (16)$$

$$\Sigma CT = 4,3\ A + 1\ A$$

$$CT\ TDP\ 6 = 5,3\ A$$

En base a este ejemplo se analizara mediante una tabla Excel los valores de las corrientes totales de cada TDP que se pusieron en cascada hasta llegar al Tablero del medidor principal de energía

Tabla 3-9 Calculo para dimensionamiento de breakers principal

AREA # CIRCUITO DE TOMAS	CARGA TOTAL DE CIRCUITO (W)	FACTOR DE DEMANDA	POTENCIA DE DEMANDA (W)	CORRIENTE TOTAL (A)
AULA 1, 2, 3	1800	0,5	900,0	4,3
AULA 1,2,3	432	0,7	216,0	1,0
	2232,0		1116,0	
			IT TDP6	5,3
AULA 4, 5	1800	0,5	900,0	4,3
AULA 4,5	333	0,7	233,1	1,1
			1133,1	
			IT TDP5	5,4
AULA 6 - 1	1600	0,5	800,0	3,8
AULA 6 - 2	1400	0,5	700,0	3,3
AULA 6	288	0,7	201,6	1,0

AULA 6	360	0,7	252,0	1,2
			1953,6	
			IT TDP4	9,3
BAÑO	72	0,7	50,4	0,2
AULA 10, 11, 12	1800	0,5	900,0	4,3
AULA 1,2,3	432	0,7	216,0	1,0
			1166,4	
			IT TDP3	5,6
S COMPUTO 1	1200	0,5	600,0	2,9
S COMPUTO 2	1200	0,5	600,0	2,9
			1200,0	
			IT TDP2	5,7
AULA 7, 8	1600	0,5	800,0	3,8
AULA 7,8	360	0,7	252,0	1,2
			1052,0	
			IT TDP1	5,0
			7621,1	36,5

Para el cálculo de la protección termomagnéticas del tablero e distribución principal se la calculara la sumatoria de las corrientes de todos los tableros en cascada mediante la ecuación:

$$\sum CT = I1 + I2 + I3 + I4 + I5 + I6 \quad (17)$$

$$\sum CT = 5 + 5,7 + 5,6 + 9,3 + 5,4 + 5,3$$

$$\sum CT = 36,5 A$$

Según la normativa los conductores de los alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente máxima a servir por lo que la corriente del circuito con el 125 % va ser la siguiente:

$$CORRIENTE\ DEL\ CIRCUITO\ CON\ EL\ 125\% = CORRIENTE\ DE\ CIRCUITO * 1.25$$

(18)

$$CORRIENTE\ DEL\ CIRCUITO\ CON\ EL\ 125\% = 36,5 * 1.25 = 45.62\ A$$

Por lo que la protección para el tablero principal va ser de 50 A.

Tomando en cuenta que la normativa NEC la cual nos indica que para circuitos que tiene como corriente máxima 50 A se necesita un calibre de conductor # 6 para instalar la acometida principal desde el tablero principal hacia el tablero de distribución desde el medidor. Los interruptores automáticos y disyuntores deben dimensionarse de acuerdo con la carga máxima esperada en cada circuito.

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Figura 3.40. Tabla calibre de conductor

Fuente: (NEC, 2018)

En los cálculos anteriormente se realizó los cálculos de todos los circuitos de los TDP en cascadas de todas las aulas intervenidas representadas en la figura 4.41.

DESCRIPCION	ELEMENTOS CONECTADOS	MEDICION
DISEÑO PUESTA A TIERRA	• 4 BARILLAS COPPERWELD • DISTANCIA ENTRE BARILLAS 2M • SOTERRAMIENTO DE LA BARILLA 80 CM • DISTANCIA ENRE PICAS	5 OHMIOS

En el siguiente cálculo se puede indicar los materiales instalados para el sistema de puesta a tierra con sus respectivos cálculos:

1. Tipo de electrodo de varilla cooperwell: (L) 1.8 mt.
2. Diámetro de la varilla (d) 5/8
3. Resistividad del suelo (ρ)
4. Valor de la resistencia (1.5Ω)

La resistencia de un electrodo cilíndrico vertical se puede calcular con la siguiente ecuación.

$$R_g = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \left(\frac{4l}{d} \right) \quad (19)$$

R_g = Resistencia de puesta a tierra (Ω)

ρ = Resistividad del suelo ($\Omega \cdot m$)

L = Longitud de la varilla (m)

d = Diámetro de la varilla (m)

$\ln = \text{Logaritmo natural}$

NATURALEZA DEL TERRENO	Resistividad en $\Omega \cdot m$
Terrenos Pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba Húmeda	5 a 100
Arcilla Plástica	50 a 100
Marga y Arcillas Compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena Arcillosa	50 a 500
Arena Silícea	200 a 3000
Suelo Pedregoso Cubierto de Césped	300 a 500
Suelo Pedregoso Desnudo	1,500 a 3,000
Calizas Blandas	100 a 300
Calizas Compactas	1,000 a 5,000
Calizas Agrietadas	500 a 1,000
Pizarras	50 a 300
Granito y Gres procedentes de	1,500 a 10,000
Alteraciones	5,000 a 15,000
Roca Ígnea	

Figura 3.42. Tabla de resistividad del suelo

Fuente: Propia

Donde la rho va ser:

$\rho = \text{Resistividad del suelo } (\Omega \cdot m)$ Cómo indica en el recuadro la rho va ser tipo de tierra turba húmeda de 5 a 100 en este caso seria 30Ω

Sustituyendo los valores conocidos.

$$Rg = \frac{\rho}{2\pi(1.8)} \ln \left(\frac{4(1.8)}{0.016} \right)$$

$$Rg = \frac{\rho}{11.31} \ln (450)$$

$$Rg = \frac{\rho}{11.31} \times 6.11$$

$$Rg = \frac{6.11\rho}{11.31}$$

$$Rg = \frac{6.11 \cdot 30}{11.31}$$

$$Rg = 16.66 \Omega$$

Este resultado indica que el terreno tiene una baja resistividad, lo que permite obtener buenos valores de puesta a tierra con una sola varilla.

3.7. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Ubicación de la unidad educativa “CESAR ARROYO”



Figura 3.43. Ubicación Escuela Cesar Arroyo

Fuente: Propia



Figura 3.44. Ubicación Escuela Cesar Arroyo

Fuente: Google maps.

3.7.1. Distribución de Circuitos

Iluminación: Cada aula debe tener su propio circuito independiente para iluminación, lo que mejora la seguridad y el control. El centro de cómputo debe contar con un circuito propio para evitar interferencias con otros equipos.

Fuerza: Se debe instalar un circuito para cada aula, el centro de cómputo y el baño, garantizando la correcta distribución de energía.

3.7.2. Instalación de Equipos

Lámparas: Se instalarán lámparas LED en todas las aulas y el baño, asegurando una buena distribución de luz en todo el espacio. También se pueden usar sensores de movimiento para optimizar el uso de energía.

Enchufes y tomacorrientes: Se instalarán enchufes suficientes en cada espacio, tomando en cuenta la cantidad de equipos que se conectarán. Se debe asegurarse de que los tomacorrientes sean de calidad y que la instalación esté protegida.

Centro de Cómputo: Se instalarán regletas de protección para las computadoras y otros equipos, con sistemas UPS para garantizar que los equipos sigan funcionando durante un corte de energía.

3.7.3. Cableado y Protección

El cableado debe cumplir con las normativas locales e internacionales (como la NEC, NTC o IEC). Se utilizarán cables de cobre para evitar sobrecalentamientos y pérdidas de energía.

El sistema debe tener una puesta a tierra adecuada para proteger a los usuarios de posibles descargas eléctricas.

Se instalarán interruptores termomagnéticos y disyuntores para cada circuito, asegurando la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

3.8. DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN EN CADA UNA DE LAS AULAS

3.8.1. Descripción antes de la implementación del aula 1.

Al momento de inspeccionar físicamente esta aula se encontró la instalación eléctrica deteriorada y deficiente las luminarias y los tomacorrientes en mal estado y sin funcionamiento los elementos fuera de sus cajetines con riesgo de cortocircuito



Figura 3.45. Luminarias anteriores aula 1

Fuente: Propia

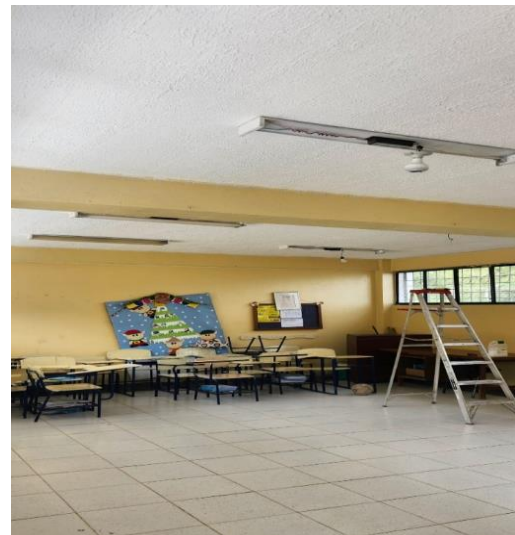


Figura 3.46. Luminarias anteriores aula 1

Fuente: Propia



Figura 3.47. Tomas anteriores aula 1

Fuente: Propia



Figura 3.48. Tomas anteriores aula 1

Fuente: Propia

De acuerdo a los estudios del Dialux se instaló las luminarias requeridas en esta aula se colocó conductores de calibre AWG 14 en color rojo para la fase y retorno y en color blanco para el neutro de la instalación

Se instaló 4 luminarias de 36 w de marca led Vance tipo led garantizando su correcto funcionamiento de cada una de las luminarias

En cuanto al circuito de fuerza los toma corrientes no constan con la conexión a tierra y los conductores están en mal estado, por este motivo se procede a retirar el cableado existente de acuerdo a los planos de implementación de 4 puntos en esta aula se coloca tres cables de calibre AWG 12 de color negro, blanco y verde para la conexión a tierra, se cambia todos los tomacorrientes existente por nuevos realizando su respectiva medición de voltaje 120 V.

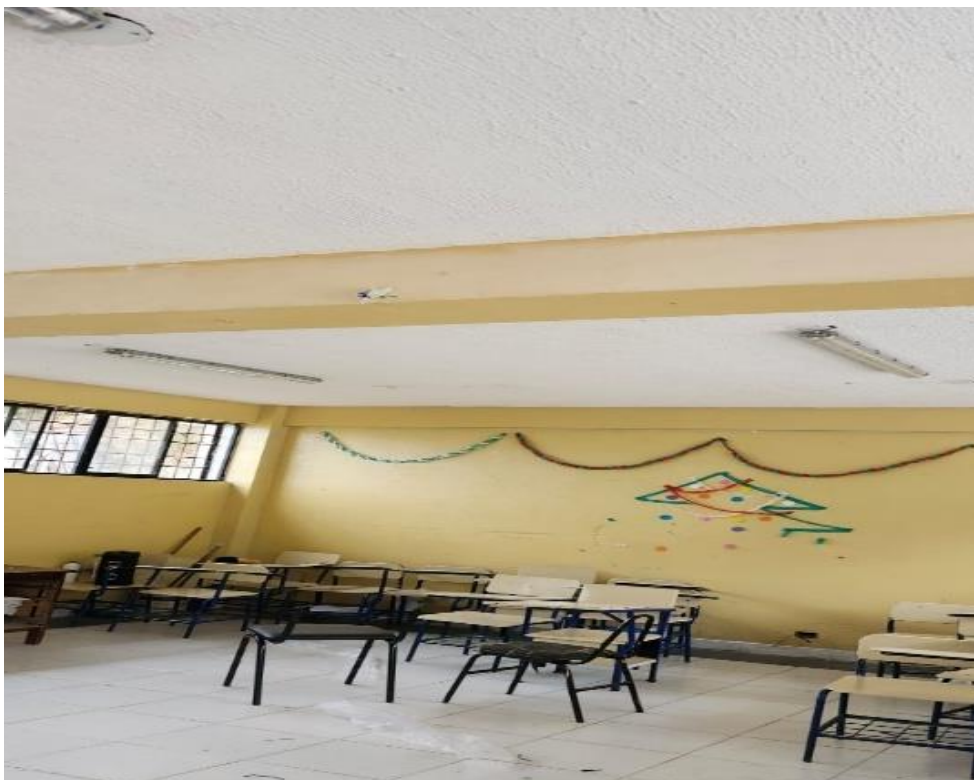


Figura 3.49. Tomas anteriores aula 1

Fuente: Propia



Figura 3.50. Instalación de nuevos tomas aula 1

Fuente: Propia

- **Aula 1 después de la implementación**



Figura 3.51. Luminarias nuevas instaladas aula 1

Fuente: Propia



Figura 3.52. Tomacorrientes nuevos instalados aula 1

Fuente: Propia

3.8.2. Descripción antes de la implementación del aula 2.

En esta aula se encuentra con luminarias de mercurio sin funcionar con un solo foco led de 10 w se procede a retirar el cableado existente y colocar nuevos cables conductores de calibre 14 AWG y realizar la instalación de 4 luminarias led de 36 w marca led Vance.

En cuanto al sistema de fuerza se encuentran en mal estado los cajetines sin tomacorrientes se procede a retirar el cableado existente para poner nuevos conductores de calibre 12 AWG con colores negro y blanco y verde para tierra.



Figura 3.53. Tomacorrientes nuevos instalados aula 1

Fuente: Propia



Figura 3.54. Instalaciones anteriores aula 2

Fuente: Propia

Una vez ya instalado se procede a realizar las mediciones de voltaje para garantizar su correcto funcionamiento.

- **AULA 2 DESPUES DE LA IMPLEMENTACION**

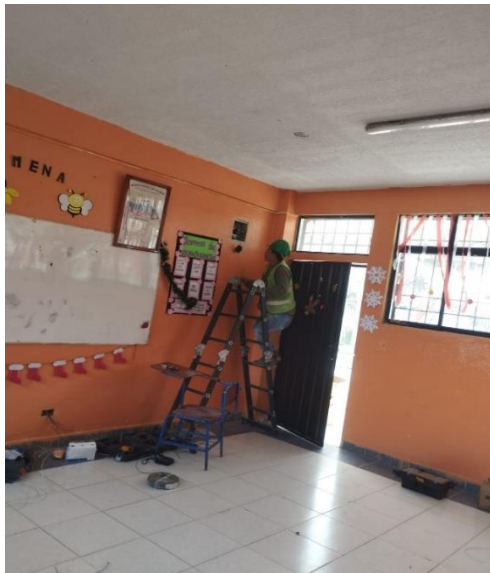


Figura 3.55. Revisión caja de breakers aula 2

Fuente: Propia



Figura 3.56. Instalación Luminarias aula 2

Fuente: Propia

3.8.3. Descripción antes de la implementación en aula n° 3

En esta aula se encontró el mismo problema en instalaciones eléctricas que en las aulas 1 y 2 sus luminarias sin funcionamiento con 2 focos LEDs de 18 w se procede a hacer el levantamiento de luminarias y hacer la instalación de 4 nuevas luminarias LEDs de 36w también se cambia el cableado calibre 14 AWG por que se encuentran en mal estado con riesgo de cortocircuito.

En cuanto al sistema de fuerza los tomacorrientes se encuentran en deterioro y otro solo está con sus cables en los cajetines, se realiza el cambio de nuevos conductores de calibre 12 AWG rojo para fase y blanco para neutro y verde para tierra, se realiza el cambio de nuevos tomacorrientes en los cajetines.



Figura 3.57. Luminarias anteriores aula 3

Fuente: Propia

Una vez analizado la problemática se procede a cambiar todo lo propuesto en el aula empezado por la luminarias y luego cambiando los tomacorrientes.



Figura 3.58. Cambio luminarias aula 3

Fuente: Propia



Figura 3.59. Cambio Tomacorrientes aula 3

Fuente: Propia

- **DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN AULA N°3**



Figura 3.60. Luminarias instaladas aula 3

Fuente: Propia

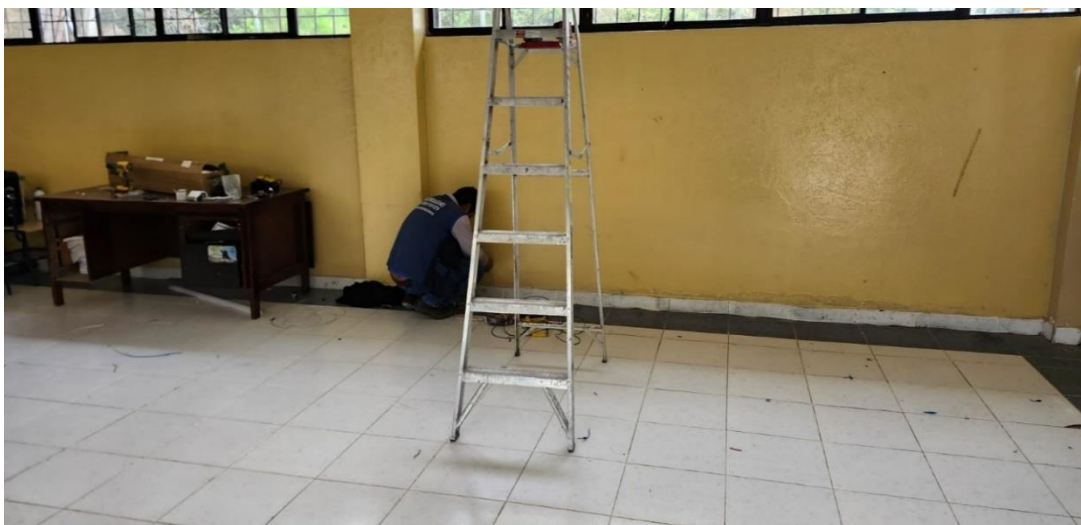


Figura 3.61. Instalación de tomacorrientes aula 3

Fuente: Propia

3.8.4. Descripción antes de implementación en el aula No. 4

En este ambiente se encuentra con problemas de iluminación solo dos focos de 10 w funcionando se realiza la revisión de los cables y se observa que hay un solo cable de color amarillo para todas las luminarias al igual que las otras aulas se realiza el cambio de cableado nuevo por el existente, rojo para fase y retorno y blanco para neutro de calibre 14 AWG se instalan 4 nuevas luminarias led de 36 w tipo led de acuerdo al estudio de Dialux todas quedan en correcto funcionamiento.

En el sistema de fuerza se encuentra en mal estado los puntos de fuerza sin sus elementos y otros elementos sin funcionar, se cambia todo el cableado de fuerza los conductores de calibre 12 AWG de color negro fase, blanco para neutro y verde para tierra todo el sistema de fuerza queda en correcto funcionamiento y voltaje.



Figura 3.62. Cambio de lámparas aula 4

Fuente: Propia



Figura 3.63. Cambio de lámparas aula 4

Fuente: Propia

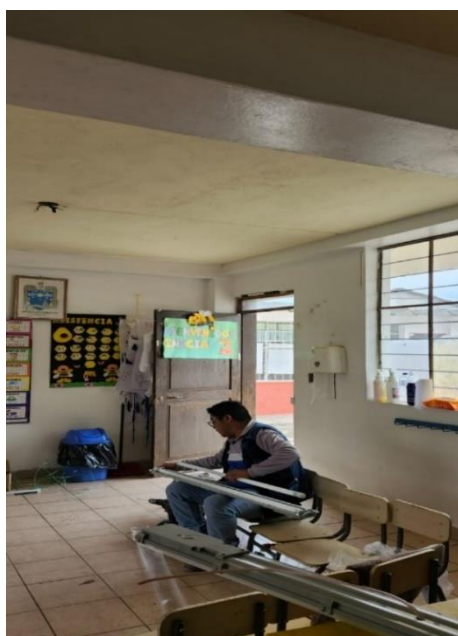


Figura 3.64. Instalación de lámparas aula 4

Fuente: Propia



Figura 3.65. Instalación de tomacorrientes aula 4

Fuente: Propia

- **DESPUES DE LA IMPLEMENTACION**

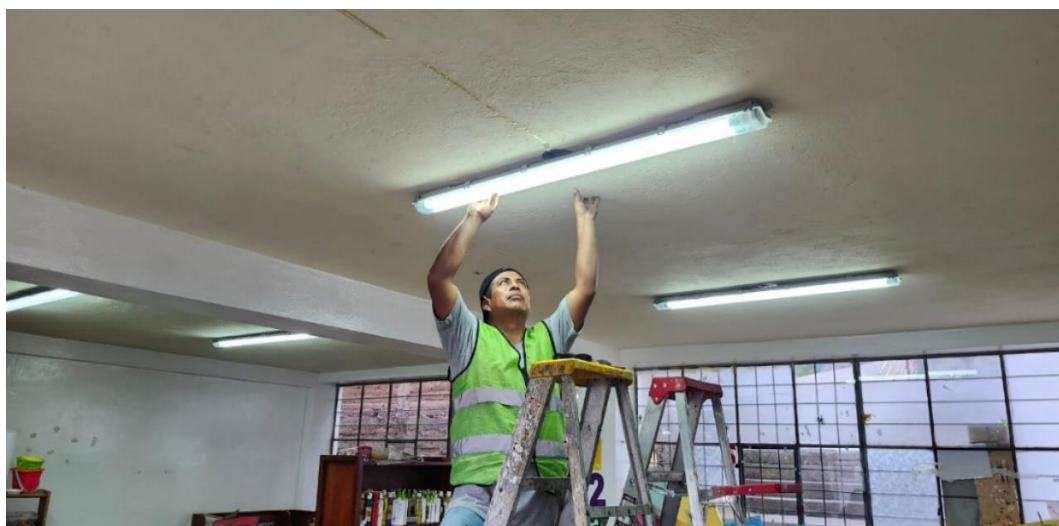


Figura 3.66. Luminaria instalada aula 4

Fuente: Propia

3.8.5. Descripción antes de implementación centro de cómputo

En este centro de cómputo el ambiente no cuenta con la adecuada iluminación por lo tanto se procede a revisar cada iluminación donde se verifica que los conductores se encuentran en mal estado , las boquillas están deterioradas y solo en funcionamiento 2 focos LEDs de 10 w para lo cual se procede hacer el retiro de todo el sistema de iluminación existente , se coloca nuevo cableado de calibre 14 AWG colores rojo y blanco para fase / retorno y neutro respectivamente se instalan 4 nuevas luminarias de 36 w

En cuanto al sistema de fuerza la instalación eléctrica para las computadoras se encuentra en mal estado sus toma corrientes en deterioro con posible riesgo a un accidente eléctrico por lo cual se procede a retirar la instalación existente y hacer nueva instalación de cada elemento de fuerza, se coloca nuevas cajas dexion y canaletas de piso por donde alimentan de energía a las computadoras una vez ya hecho la nueva instalación queda en correcto funcionamiento todos los equipos.



Figura 3.67. Luminaria instaladas Centro de Computo

Fuente: Propia



Figura 3.68. Tomas instalados Centro de computo

Fuente: Propia



Figura 3.69. Tomas instalados Centro de computo

Fuente: Propia



Figura 3.70. Tomas instalados Centro de computo

Fuente: Propia



Figura 3.71. Tomas de piso Centro de computo

Fuente: Propia

- **DESPUES DE LA IMPLEMENTACION**



Figura 3.72. Instalación de luminarias Centro de computo

Fuente: Propia



Figura 3.73. Luminarias instaladas Centro de computo

Fuente: Propia

3.8.6. Descripción antes de implementación Aula 6

En esta aula se hizo la inspección de la parte eléctrica de luminarias y puntos de fuerza donde se encontró sin funcionamiento todas las luminarias existentes , se observa el cableado en mal estado los empalmes eléctricos en los cajetines con riesgo de cortocircuito se procede a retirar luminarias y cableados existentes para instalar nuevo cableado calibre 14 AWG rojo y blanco para fase/retorno y neutro respectivamente , se cambia de posición el interruptor con tubería Conduit para comodidad de los estudiantes.

El sistema de fuerza de esta aula se encuentra en estado de deterioro, el cableado existente sin conexión a tierra los puntos de fuerza incompletos cajetines vacíos por lo cual se retira todo el cableado con sus elementos para instalar nuevos conductores calibre 12 AWG color negro y blanco para fase / neutro y verde para tierra, se realiza nueva acometida para esta aula por problemas de conexión.



Figura 3.74. Luminarias instaladas aula 6

Fuente: Propia



Figura 3.75. Luminarias instaladas aula 6

Fuente: Propia



Figura 3.76. Instalación nueva acometida aula 6

Fuente: Propia

- **DESPUES DE LA IMPLEMENTACION.**



Figura 3.77. Instalación lámparas aula 6

Fuente: Propia

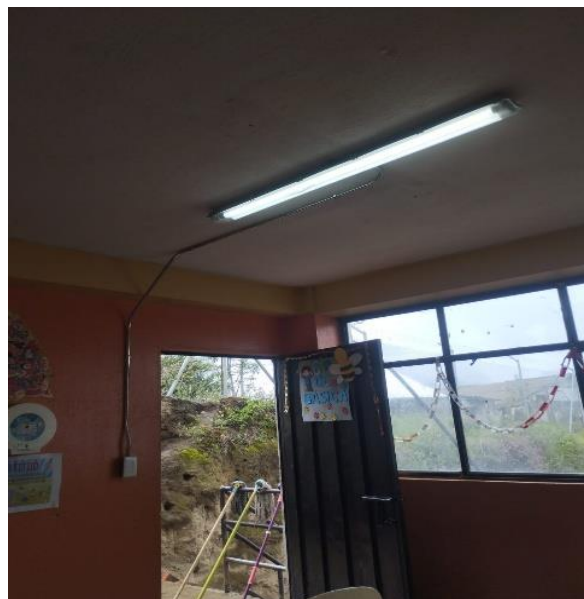


Figura 3.78. Instalación acometida para luminaria aula 6

Fuente: Propia

3.8.7. Descripción antes de implementación Aula 7



Figura 3.79. Instalación lámparas aula 7

Fuente: Propia

Las aulas 7 y 8 son nuevas las cuales no cuentan con sistema de iluminación y circuito de fuerza tampoco tienen su acometida eléctrica se procede a realizar el cableado de calibre 14 AWG se coloca tubería Conduit para distribuir el cableado , de acuerdo al estudio Dialux en esta aula se colocan 4 luminarias cuadradas 40cm x 40 cm para ser colocadas en el cielo raso, se realiza la acometida eléctrica para las 2 aulas con breakers de 16 amperios para luminarias y 20 amperios para el circuito de fuerza.

En cuanto el sistema de fuerza de esta aula se encuentra sin cableado, se realiza el cableado con calibre 12 AWG color negro y blanco para fase y neutro y color verde para tierra una vez ya hecha la instalación quedan en correcto funcionamiento.



Figura 3.80. Doblado de tubería para luminaria aula 7

Fuente: Propia



Figura 3.81. Doblado de tubería para luminaria aula 7

Fuente: Propia

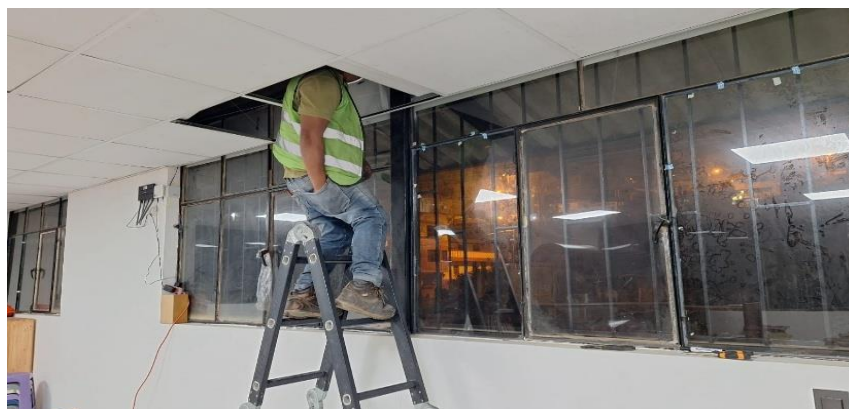


Figura 3.82. Instalación luminaria aula 7

Fuente: Propia

- **DESPUES DE LA IMPLEMENTACION.**



Figura 3.83. Instalación luminaria aula 7

Fuente: Propia

3.8.8. Descripción antes de implementación Aula 8



Figura 3.844. aula 8 sin luminarias

Fuente: Propia

Esta aula al igual que las 7 son nueva construcción se encuentran sin luminarias y sin puntos de fuerza, se procede a realizar la instalación de tubería Conduit y realizar el cableado calibre 14 AWG rojo y blanco para fase/retorno y neutro respectivamente para la colocación de nuevas luminarias de acuerdo al estudio Dialux se instalan 6 luminarias cuadradas tipo led de 36 w.

En cuanto al circuito de fuerza se encuentra sin cableado solo con sus cajetines, por lo cual se procede realizar el cableado nuevo calibre AWG 12 color negro y blanco para fase y neutro y color verde para tierra una vez ya hecha la instalación quedan en correcto funcionamiento.



Figura 3.85. Instalación de luminarias aula 8

Fuente: Propia

- **DESPUES DE LA IMPLEMENTACION**



Figura 3.86. Instalación de luminarias aula 8

Fuente: Propia

3.8.9. Descripción antes de implementación Baños



Figura 3.87. Antes de la implementación Baños

Fuente: Propia



Figura 3.88. Antes de la instalación baños

Fuente: Propia

La instalación eléctrica en los baños hombres y mujeres se encuentra en mal estado sin sus elementos. Se procede a retirar el cableado existente de las luminarias y retiro de tubería Conduit existente por su estado de deterioro, para realizar la implementación de acuerdo al estudio Dialux se instala luminarias de 24w por lado y otra luminaria en el lavabo y una luminaria adicional para el pasillo .se realiza nueva instalación de tubería Conduit de $\frac{3}{4}$ y cableado calibre AWG 14 rojo y blanco para fase/retorno y neutro respectivamente.

En cuanto al sistema de fuerza no tiene puntos de conexión existentes por lo que se realiza la implementación solo de luminarias con nueva acometida eléctrica.

Se utilizó sierra y dobladora para instalación de tuberías Conduit EMT $\frac{3}{4}$ ya hecho la implementación se procede a hacer mediciones de voltaje y queda las luminarias en correcto funcionamiento.



Figura 3.89. Instalación luminarias baños

Fuente: Propia



Figura 3.90. Instalación luminarias baños

Fuente: Propia



Figura 3.91. Instalación acometida baños

Fuente: Propia



Figura 3.92. Instalación luminarias baños

Fuente: Propia

• DESPUES DE LA IMPLEMENTACION



Figura 3.93. Instalación luminarias baños

Fuente: Propia



Figura 3.94. Instalación interruptor baño

Fuente: Propia

3.8.10. Descripción de sistema de puesta a tierra

Una vez revisado la resistividad de la tierra nos enfocamos en la colocación de varillas cooperwell para la implementación del sistema de puesta a tierra ya que en ese sector existe un centro de cómputo en donde es necesario proteger estos equipos de sobretensiones y descargas atmosféricas por lo que la implementación de la puesta a tierra va ser de mucha utilidad reguardando los equipos y otras conexiones a los alrededores.



Figura 3.95. Instalación varilla cooperwell

Fuente: Propia



Figura 3.96. enterrando varilla

Fuente: Propia



Figura 3.97. varilla enterrada

Fuente: Propia



Figura 3.98. varilla enterrada y conectada al cable de tierra

Fuente: Propia

CAPITULO IV

4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la repotenciación del sistema eléctrico de iluminación y fuerza de siete aulas, un centro de cómputo y un baño en la Unidad Educativa “César Arroyo”, se realizó una evaluación técnica exhaustiva para garantizar que los sistemas de electricidad y alumbrado cumplieran con las normas de seguridad, eficiencia energética y funcionalidad. Las pruebas se llevaron a cabo siguiendo los lineamientos establecidos por la normativa ecuatoriana de instalaciones eléctricas, garantizando la operatividad de los nuevos equipos instalados.

La presente repotenciación se enfoca en realizar el rediseño de las instalaciones eléctricas, para ello, se realizará un diseño de puesta a tierra que cumpla con la Norma Ecuatoriana de Construcción, además se utilizará programas como: DIALUX que permite hacer un estudio del nivel de iluminación de las distintas aulas de clases y AutoCAD para realizar diseños de los circuitos eléctricos de acuerdo a las necesidades, con su correcta protección para precautelar la seguridad de los niños y adultos que laboran en la institución.

Durante la ejecución del proyecto, se identificaron algunos desafíos, como la necesidad de ajustar la distribución de los circuitos en algunas aulas debido a las condiciones preexistentes de la infraestructura. Sin embargo, estos problemas fueron resueltos de manera eficiente mediante la colaboración estrecha entre los técnicos eléctricos y el personal de la institución. Además, algunas áreas de la unidad educativa presentaron limitaciones en cuanto a espacio para la instalación de nuevos sistemas, lo que requirió soluciones creativas y adaptadas a las condiciones físicas del lugar.

4.1. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 1

Se realizaron pruebas de carga para verificar que las nuevas instalaciones pudieran soportar la demanda de energía prevista sin sobrecargar el sistema. Las mediciones se efectuaron con medidores de carga eléctrica y análisis de la capacidad de los conductores, interruptores, y tableros de distribución.



Figura 4.1. Encendido de luminarias sin novedad.

Fuente: propia



Figura 4.2. Medición con luxómetro

Fuente: propia



Figura 4.3. Nuevos puntos de fuerza funcionando

fuelle: propia



Figura 4.4. Medición con multímetro de voltaje 122vac

Fuente: propia

4.2. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 2

Como parte principal de esta aula se realizó pruebas de carga para verificar que las nuevas instalaciones pudieran soportar la demanda de energía prevista sin sobrecargar el sistema. Las mediciones se efectuaron con medidores de carga eléctrica y análisis de la capacidad de los conductores, interruptores, y tableros de distribución. Las mediciones de la luminaria se la realizo con la normativa para aulas reflejándonos valores obtenidos con el luxómetro dándonos valores adecuados para la iluminación.



Figura 4.5. Todas las luminarias encendidas
fuente: propia



Figura 4.6. Medición con luxómetro
Fuente: propia



Figura 4.6. Punto de fuerza con Funcionamiento

Fuente: propia



Figura 4.7. Medición de voltaje 121 VAC

Fuente: propia

4.3. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 3

En esta aula se realizó pruebas de carga para verificar que las nuevas instalaciones pudieran soportar la demanda de energía prevista sin sobrecargar el sistema. Las mediciones se efectuaron con medidores de carga eléctrica y análisis de la capacidad de los conductores, interruptores, y tableros de distribución. Las mediciones de la luminaria se la realizo con la normativa para aulas reflejándonos valores obtenidos con el luxómetro dándonos valores adecuados para la iluminación.



Figura 4.8. Luminarias encendidas sin novedad

Fuente: propia



Figura 4.9. medición con luxómetro

Fuente: propia



Figura 4.10. punto de fuerza sin novedad

Fuente: propia

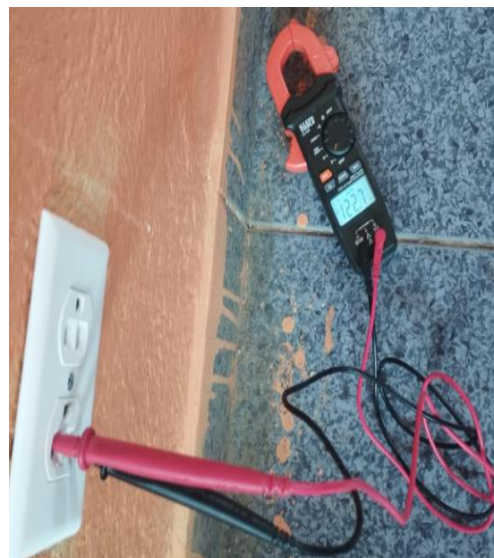


Figura 4.11. medición de voltaje en puntos de fuerza

Fuente: propia

4.4. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 4

En esta aula se realizó pruebas de carga para verificar que las nuevas instalaciones pudieran soportar la demanda de energía prevista sin sobrecargar el sistema. Las mediciones se efectuaron con medidores de carga eléctrica, seguidores de voltajes y análisis de la capacidad de los conductores, interruptores, y tableros de distribución. Las mediciones de la luminaria se la realizo con la normativa para aulas reflejándonos valores obtenidos con el luxómetro dándonos valores adecuados para la iluminación.



Figura 4.12. encendido correcto de luminarias

Fuente: propia

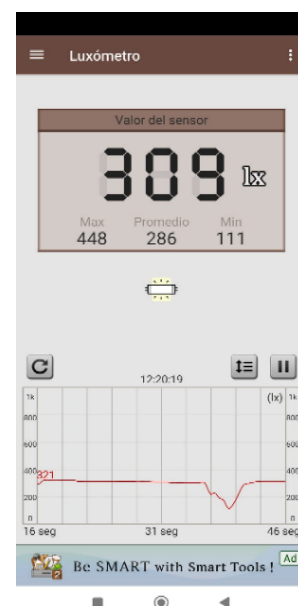


Figura 4.13. medición con luxómetro

fuentes: propia



Figura 4.14. punto de fuerza en correcto funcionamiento

Fuente: propia



Figura 4.15. medición de voltaje con pinza amperimétrica
123 VAC

Fuente: propia

4.5. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula de computación.

Los equipos de mayor potencia, como los sistemas de computación, funcionaron sin problemas, manteniendo un suministro eléctrico estable. No se detectaron fluctuaciones que pudieran afectar el funcionamiento de los equipos. Al momento de realizar las pruebas se realizó con el seguidor de voltaje la revisión de los distintos puntos de tomacorrientes y su respectiva medición con el multímetro revisando los voltajes de punto en punto de la toma instalada.



Figura 4.16. funcionamiento de luminarias

fuente: propia

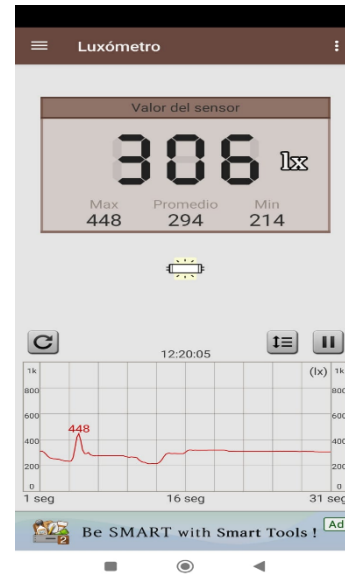


Figura 4.17. medición de luxes con luxómetro

Fuente: propia



Figura 4.18. puntos de fuerza en correcto

funcionamiento

Fuente: propia

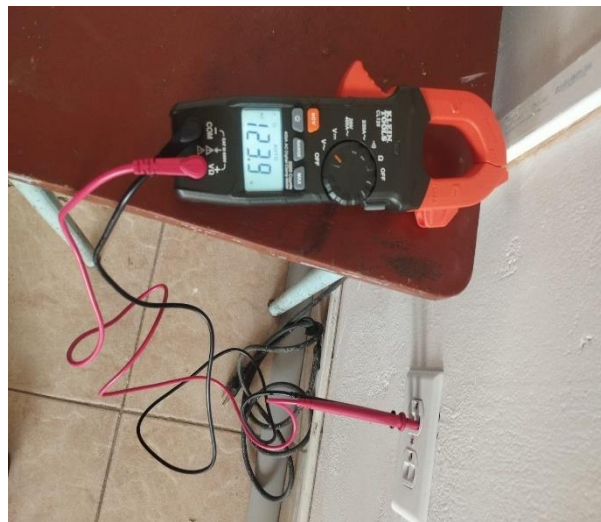


Figura 4.19. medición de voltajes 123 VAC en puntos de fuerza

Fuente: propia

4.6. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 6

Las mediciones de la intensidad lumínica mostraron que la distribución de luz en las aulas y el centro de cómputo eran uniforme y cumplía con los estándares establecidos para el entorno educativo. La iluminación LED mejoró la eficiencia energética y redujo el consumo eléctrico en comparación con luminarias tradicionales.

Objetivo: Verificar la capacidad del sistema para soportar la carga máxima sin riesgo de sobrecalentamiento o fallos.

Método: Se conectaron cargas representativas (simulando el uso real de equipos electrónicos, iluminación, etc.) y se monitoreó el comportamiento del sistema durante un período determinado.

Resultado Esperado: Los medidores de carga deben mostrar un comportamiento dentro de los rangos permitidos según las normas técnicas.



Figura 4.20. luminarias led nuevas encendidas

fuelle: propia

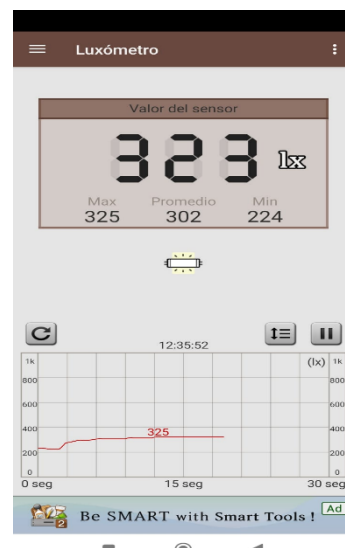


Figura 4.21. medición con luxómetro

Fuente: propia



Figura 4.22. comprobación de puntos de fuerza

Fuente: propia



Figura 4.23. medición de voltaje en puntos de fuerza 120 V

Fuente: propia

4.7. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 7

En la visita de campo se realizó un levantamiento de información de los tableros eléctricos, desmontando las tapas para acceder a los componentes internos, como las protecciones, circuitos y calibres de conductores. Se observó que los circuitos no tienen una identificación visible, lo que dificulta su análisis. Para identificar si los circuitos correspondían a iluminación o fuerza, se solicitó autorización al personal administrativo para realizar cortes de energía en cada tablero y proceder al etiquetado, lo que facilitó la distribución de los circuitos.

Además, se constató que no existe un tablero principal que coordine los demás, ya que las líneas de alimentación provenientes del medidor se dividen en dos. También se identificó que ninguno de los tableros tiene una barra de conexión para la puesta a tierra.

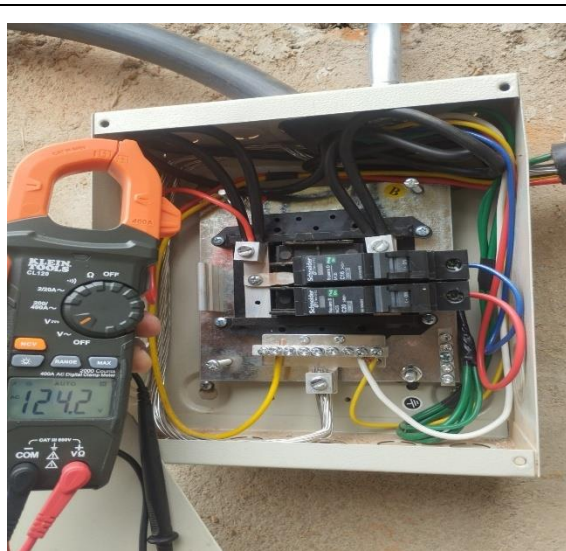


Figura 4.24. medición de voltaje en nueva acometida

Fuente :propia

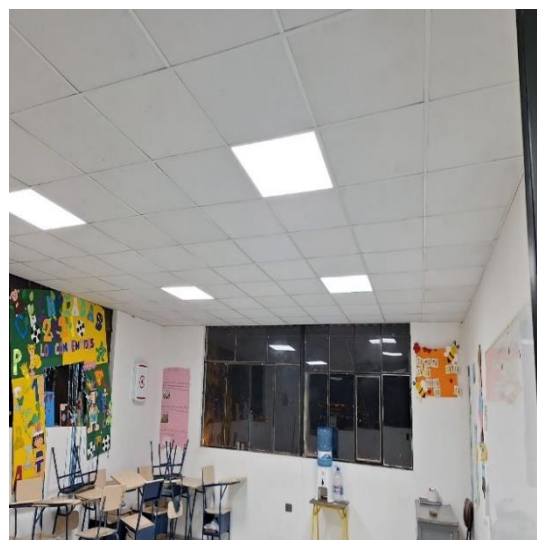


Figura 4.25. luminarias tipo panel LEDs encendidos

fuelle: propia



Figura 4.26. medición con luxómetro

Fuente: propia

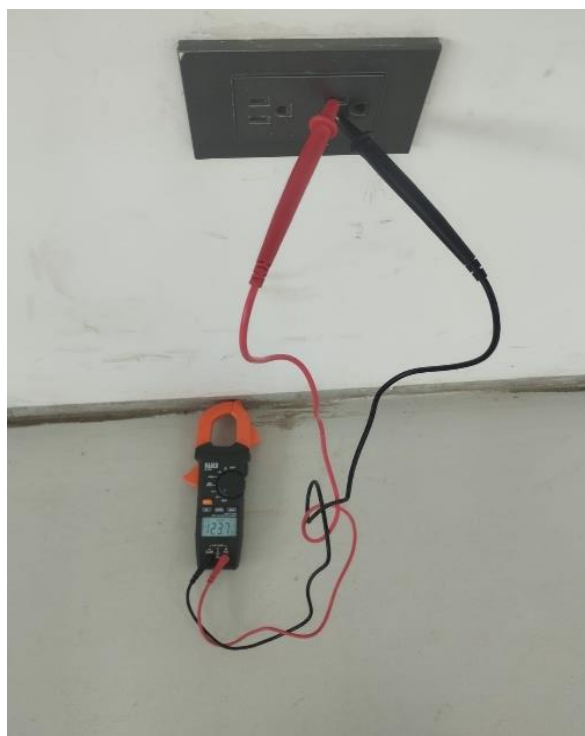


Figura 4.27. medición de voltajes con pinza amperimétrica 122 VAC

Fuente. propia

4.8. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Aula 8

Una de las principales ventajas de la repotenciación del sistema eléctrico fue la mejora en la eficiencia energética. La instalación de lámparas LED y la optimización del cableado y dispositivos de protección permitió un ahorro considerable en el consumo de energía, lo cual es crucial para reducir los costos operativos a largo plazo.



Figura 4.28. encendido correcto de luminarias led

Fuente. propia



Figura 4.29. medición con luxómetro

fuelle: propia

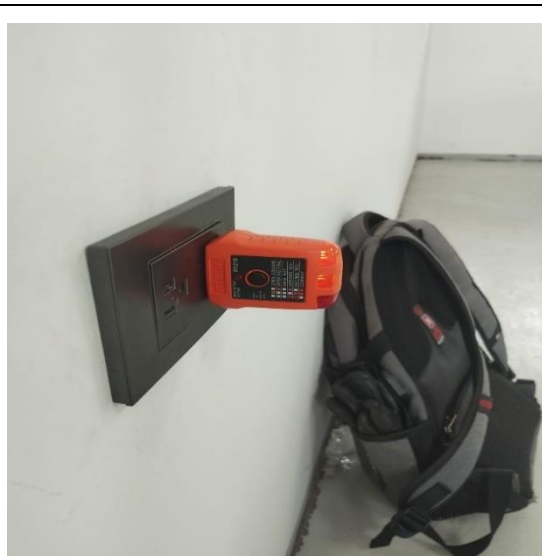


Figura 4.30. Comprobación de puntos de fuerza
fuente: propia



Figura 4.31. Medición de voltaje con pinza amperimétrica
en puntos de fuerza
Fuente: propia

4.9. Pruebas de Voltaje y medición con luxómetro en Baños

El baño recibió una iluminación adecuada para garantizar la seguridad y funcionalidad en este espacio, con una reducción en los puntos oscuros.



Figura 4.32. luminaria led encendida
Fuente: propia



Figura 4.33. medición con luxómetro
Fuente: propia



Figura 4.34. Luminarias led encendidas sin novedad
Fuente: propia

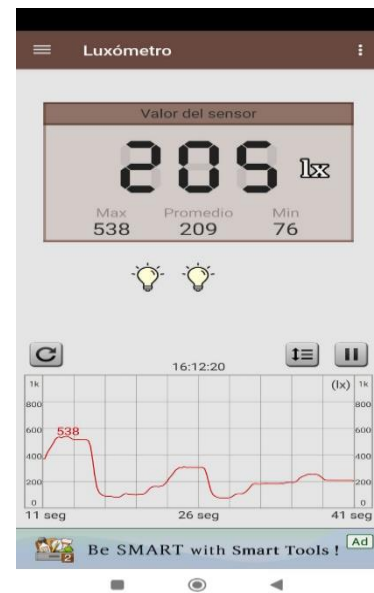


Figura 4.35. medición con luxómetro
Fuente: propia.

4.9.1. Medición de la resistividad del suelo con Telurómetro

Para la verificación del sistema, se utilizó un Telurómetro siguiendo el método de caída de potencial. Este método consiste en colocar dos picas auxiliares alineadas con la varilla de puesta a tierra y medir la resistencia en diferentes posiciones del electrodo intermedio. El resultado de la medición fue 15Ω , lo que confirma un buen nivel de puesta a tierra.



Figura 4.36. Colocación de Telurómetro

Fuente: Propia



Figura 4.37. Medición con Telurómetro

Fuente: Propia



Figura 4.38. Instalación de picas

Fuente: Propia



Figura 4.39. Instalación de picas para medición

Fuente: Propia

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- A partir de una exhaustiva inspección de las instalaciones eléctricas de la institución se pudo identificar una serie de problemas de riesgo eléctricos que comprometían a la seguridad y que presentaban cables deteriorados conexiones inadecuadas y tableros de distribución obsoletos lo que incrementaba los riesgos y fallas eléctricas, además las distribuciones de las cargas no estaba equilibrada.
- Tras la repotenciación que se incluyó las instalaciones de nuevos centros de cargas, acometidas y tableros de breakers, en cascada y se logró optimizar la seguridad eléctrica. Cumpliendo con las normativas, la repotenciación se realizó siguiendo las normativas locales y empleando materiales de alta calidad, que permiten un mayor perfeccionamiento energético, como el uso de cable de cobre, luminarias led. Además, los estudios de Dialux han asegurado que el diseño sea tan seguro como energéticamente
- La instalación adecuada de los tableros de breakers en cascada fue una manera efectiva para mejorar las protecciones del sistema eléctrico, estos tableros se instalaron en áreas afectadas por fallas, eléctricas, y asegurando que las secciones no afectadas continúen operando sin interrupciones lo cual es crucial para la continuidad de las actividades de la escuela.
- Gracias a las nuevas acometidas y a las nuevas luminarias y tomacorrientes y la implementación de puesta a tierra correctamente diseñado ha forzado la seguridad en la escuela, esto nos ayuda a proteger tanto a las personas como a los equipos eléctricos de posibles fallos en el sistema, como descargas o cortocircuitos y así garantizando un entorno más seguro para todos los usuarios. Esto se debe incluir

inspecciones periódicas de los centros de carga con el objetivo de detectar y corregir posibles fallas.

RECOMENDACIONES.

- Una implementación de un plan de mantenimiento continuo es vital establecer un calendario de mantenimiento para las nuevas instalaciones eléctricas. Esto se debe incluir inspecciones periódicas de los centros de carga con el objetivo de detectar y corregir posibles fallas antes de que se conviertan en problemas graves, con un mantenimiento preventivo regular a la institución prolongará la vida útil de las instalaciones y reducirá los costos de inspección.
- Aunque se haya realizado una mejora significativa en las instalaciones, es fundamental el personal encargado del mantenimiento y los alumnos y autoridades reciban una formación sobre el uso de los riesgos del sistema eléctrico, el conocimiento adecuado sobre las nuevas instalaciones y los nuevos tableros en cascada y la importancia de la puesta a tierra, contribuirá a mantener un ambiente seguro y prevenir accidentes.
- Para garantizar un buen desempeño óptimo largo plazo. Se recomienda se recomienda cuidar y dar un buen uso de las nuevas luminarias y tomacorrientes. Es importante revisar y dar un seguimiento las nuevas instalaciones eléctricas a lo largo del tiempo para detectar nuevas oportunidades de mejora.
- Planificaciones para futuras expansiones de carga, si la escuela crece o tiene readecuaciones en la infraestructura, se debe considerar una ampliación de la capacidad eléctrica. Esto podría implicar la instalación de nuevos centros de cargas o el refuerzo de las acometidas para garantizar que el sistema pueda seguir atendiendo las necesidades energéticas de manera adecuada y segura.

BIBLIOGRAFÍA

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>. (s.f.). NEC. (2018).

Ventajas y Beneficios de la Luz LED ▷ Todo lo que debes saber. (2023, Abril 25). Luz y Color 2000 | Proyectos de iluminación; Luz y Color 2000.
<https://www.luzycolor2000.com/noticias/ventajas-beneficios-luz-led/>

Tapia Seguir, V. C. (s/f). CABLEADO ELECTRICO. (IN2.4).pptx. SlideShare.
Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de
<https://es.slideshare.net/slideshow/cableado-electricoin24pptx/258369186>

Repotenciación de sistemas eléctricos – ELECTROSELL PERU. (s/f). Electrosell.pe.
Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de
<https://electrosell.pe/Servicio/repotenciacion-de-sistemas-electricos/>

La importancia de una buena iluminación en el estudio: Consejos y beneficios para mejorar el rendimiento académico. (2023, Septiembre 12). Muvit.
<https://www.muvit.es/blog/iluminacion-inteligente/importancia-de-una-buena-iluminacion-en-el-estudio>

La iluminación ha sido fundamental en el desarrollo del hombre. (2008, Junio 23).
Iluminet revista de iluminación. <https://iluminet.com/la-iluminacion-ha-sido-fundamental-en-el-desarrollo-del-hombre/>

EL NIVEL DE ILUMINACIÓN – SatirNet Safety. (s/f). Satirnet.com. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de <https://www.satirnet.com/satirnet/2016/09/09/el-nivel-de-iluminacion/>

Tecnólogos, E. D. E. F. (s/f). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL. Edu.ec. Recuperado el 11 de diciembre de 2024, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19702/1/CD-9110.pdf>

Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) – MIDUVI – Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (s/f). Gob.ec. Recuperado el 11 de diciembre de 2024, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Análisis Del Impacto Ambiental Positivo De Los Bombillos LED En Comparación Con Los Incandescentes-2024. (2024, Agosto 5). Mega Lámparas, Tienda de lámparas. <https://megalamparas.com.gt/bombillos-led-comparacion-con-incandescentes/>

