

Pregrado

Carrera: Electricidad

Asignatura (UIC): Desarrollo de Proyectos Eléctricos

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título en: Tecnólogo Superior en Electricidad

**Tema: Rediseño de iluminación e implementación de
circuitos de fuerza y equipos de protección para las 8
aulas del centro de educación inicial “Luz Elisa Borja”**

Autor/s:

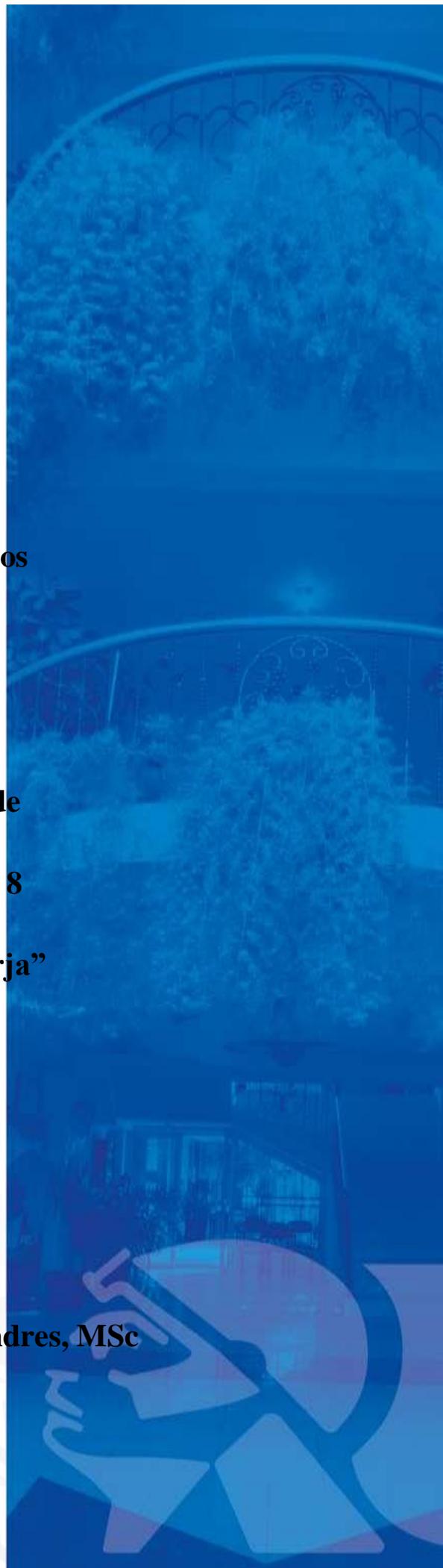
Chicaiza Cunalata Marco Paul

Quilumba Sarchi Alex Rolando

Tutor metodológico: Ing. Fernando Jacome, Msc.

Tutor Técnico: Ing. Ambrosi Bustamante Pablo Andres, MSc

Sangolqui, agosto de 2024



Autor:



CHICAIZA CUNALATA MARCO PAUL

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: marco.chicaiza@ister.edu.ec

Autor:



QUILUMBA SARCHI ALEX ROLANDO

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

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

Dirigido por:



JACOME SAGÑAY FERNANDO JAVIER

Título: Master en inteligencia artificial aplicada a la energía y a las infraestructuras.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: fernando.jacome@ister.edu.ec

Todos los derechos reservados.

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

©2024 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

Chicaiza Cunalata Marco Paul

Quilumba Sarchi Alex Rolando

REDISEÑO DE ILUMINACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE FUERZA Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA 8 AULAS DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INICIAL “LUZ ELISA BORJA”.



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 18 de octubre del 2024

**MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

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

Por medio del presente, yo, MARCO PAUL CHICAIZA CUNALATA, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser el autor del trabajo de titulación denominado, de la Tecnología Superior ELECTRICIDAD; y a su vez la 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,

**MARCO PAUL CHICAIZA CUNALATA
C.I.: 1724053333**

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 27 de septiembre del 2024

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

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

Presente

Por medio de la presente, yo, ALEX ROLANDO QUILUMBA SARCHI, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado, de la Tecnología Superior 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,



Alex Rolando Quilumba Sarchi
C.I.: 1721341012

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

CT-ANX-2024-ISTER-1

CARRERA:

TECNOLÓGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

AUTOR /ES:

MARCO PAUL CHICAIZA CUNALATA
ALEX ROLANDO QUILUMBA SARCHI

TUTOR:

FERNANDO JAVIER JACOME SAGÑAY

CONTACTO ESTUDIANTE:

0998999079

CORREO ELECTRÓNICO:

rolando_quilumba@outlook.es

TEMA:

REDISEÑO DE ILUMINACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE FUERZA Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA LAS 8 AULAS DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INICIAL “LUZ ELISA BORJA”

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:

El presente trabajo se realiza un rediseño de las instalaciones eléctricas en el Centro de Educación inicial “LUZ ELISA BORJA” de sus 8 aulas y las áreas que complementan la unidad como son: Corredores, Pasillos, Baños, Bodega, Patio de Eventos que complementa al Centro Educativo.

En los circuitos de toma corrientes (circuitos de fuerza), luminarias con el uso de tecnología led, puesta a tierra y sus equipos de protección de cada circuito en los cuales se organiza su diseño. Basados en normas Nacionales como las MEER Ministerio Electricidad y Energías

Renovables e Internacionales como el NEC National Electric Code de los Estados Unidos de América y recomendaciones técnicas.

Al momento en la institución educativa cuenta con sus instalaciones eléctricas a partir de las cuales se realiza el rediseño para ampliación, mejora y la optimización de los circuitos de toma corrientes y de iluminación. Los sistemas de iluminación sus diseños se han realizado con la ayuda de Software de Simulación DiaLux, con lo cual se obtiene el número de lámparas y su distribución, Con los niveles de iluminación recomendados para las diferentes áreas.

Se realiza el sistema de malla de puesta a tierra para la protección de los equipos y las personas. A la cual se conectan los equipos, centros de carga y la estructura de las aulas.

En los dos capítulos finales se realiza la descripción de los trabajos realizados para implementar el rediseño sus medidas una vez concluidas la instalación eléctrica. Cuyos resultados se los presentan en este documento.

PALABRAS CLAVE:

INSTALACIONES ELÉCTRICAS - REDISEÑO - DIALUX - DIMENSIONAMIENTO - VOLTAJE

ABSTRACT:

The present work is a redesign of the electrical installations in the “LUZ ELISA BORJA” Initial Education Center of its 8 classrooms and the areas that complement the unit such as: Corridors, Hallways, Bathrooms, Warehouse, Event Patio that complements the School.

In the power circuits, luminaires with the use of LED technology, grounding and their protection equipment for each circuit in which its design is organized. Based on national standards such as the MEER Ministerio de Electricidad y Energías Renovables and international standards such as the NEC National Electric Code of the United States of America and technical recommendations.

At the moment, the educational institution has its electrical installations from which the redesign is carried out for expansion, improvement and optimization of the power outlet and lighting circuits. The lighting systems have been designed with the help of DiaLux Simulation Software, with which the number of lamps and their distribution are obtained, with the recommended lighting levels for the different areas.

The grounding grid system is implemented for the protection of equipment and people. The equipment, load centers and classroom structure are connected to it.

The last two chapters describe the work carried out to implement the redesign and its measures once the electrical installation was completed. The results of this document are presented.

PALABRAS CLAVE:

ELECTRICAL INSTALLATIONS - REDESIGN - DIALUX - SIZING - VOLTAGE

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

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

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

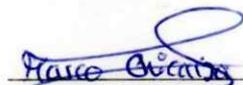
CT-ANX-2024-ISTER-2
Sangolquí, 18 oct del 2024

**Sres.-
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital "DsPace" del estudiante: MARCO PAUL CHICAIZA CUNALATA, con C.I.: 1724053333 alumno de la Carrera. ELECTRICIDAD

Atentamente,



Firma del Estudiante

C.I.: 1724053333

SÓLO PARA USO DEL ISTER

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software "TURNITING" y cuenta con un porcentaje de; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

Fecha del Informe ____ / ____ / ____

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-2
Sangolquí, 18 oct del 2024

**Sres.-
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital “DsPace” del estudiante: **ALEX ROLANDO QUILUMBA SARCHI** con C.I.: 1721341012 alumno de la Carrera. **ELECTRICIDAD**

Atentamente,



Firma del Estudiante
C.I.: 1721341012

SÓLO PARA USO DEL ISTER

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software “TURNITING” y cuenta con un porcentaje de; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

Fecha del Informe ____ / ____ / ____

DEDICATORIA

A mis padres, que con sus enseñanzas y constante apoyo han sido mi inspiración y fortaleza a lo largo de este viaje académico. Sin vuestra enseñanza, este logro no hubiera sido posible.

A mis profesores y mentores, cuya sabiduría y dedicación han alimentado mi pasión por el conocimiento y me han guiado con paciencia y sabiduría.

A mis amigos y compañeros, por compartir este camino conmigo, por sus palabras de ánimo y por estar ahí en los momentos de duda.

Y especialmente a la persona que escogí como compañera de vida, Jissela Marín, por ser mi apoyo constante, por creer en mí cuando yo no lo hacía y por ser una fuente inagotable de motivación y cariño durante esta travesía que fue difícil pero no imposible.

Marco Paul Chicaiza Cunalata

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de este proyecto de tesis.

En primer lugar, agradezco a mis padres, por su apoyo incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin vuestra confianza y respaldo, este logro no habría sido posible.

A mis profesores y profesoras, quienes me han guiado y formado a lo largo de mi carrera académica, proporcionándome las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos de este proyecto.

A mis compañeros y amigos, por su apoyo constante, por los momentos compartidos y por estar siempre dispuestos a brindar una mano amiga. Vuestra compañía ha sido esencial en este camino.

Finalmente, agradezco al INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO “RUMIÑAHUI” y personas que de alguna manera contribuyeron con datos, información y recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto de titulación.

Marco Paul Chicaiza Cunalata

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado especialmente a mi madre María Ubaldina Sarchi por haberme inculcado todos los valores necesarios para mi crecimiento personal y profesional, por apoyarme en cada una de mis etapas como estudiante.

A mi familia más cercana que siempre me ha apoyado incondicionalmente, ellos han sido el impulso necesario para seguir adelante al brindarme palabras de ánimo de no rendirme, de que el esfuerzo y las malas noches tendrán su recompensa y que las cosas honestas se logran a base de esfuerzo y dedicación, todos estos buenos consejos me ayudaron en mi preparación para poder cumplir con mi objetivo y así poder alcanzar mis metas.

Y finalmente a mi persona, porque esto me demuestra que por más difícil que sea el camino o porque se presenten adversidades de la vida, siempre podré lograr lo que me proponga.

Alex Rolando Quilumba Sarchi

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la salud y fuerzas necesarias para poder seguir adelante, porque sin él no podría haber llegado a cumplir con mi objetivo, la perseverancia y la constancia son actitudes que son muy importantes para poder enfrentar cada reto y dificultad de la vida.

A mi madre, mis hermanos y sobrinos por estar siempre presente en cada paso determinante de mi vida.

A mis compañeros de clase, por prevalecer y demostrar el valor del compañerismo que, a pesar de ser de diferentes provincias, el trabajar y estudiar no fueron factores determinantes para desfallecer, siempre nos mantuvimos centrados en nuestro objetivo común.

A los docentes de la carrera de Electricidad del INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO “RUMIÑAHUI” que con arduo trabajo nos brindaron los conocimientos necesarios para poder solventar todas las dudas con respecto a nuestra carrera y así poder tener bases concretas y poder enfrentar el largo proceso de formación de futuros Tecnólogos en Electricidad.

Alex Rolando Quilumba Sarchi



**TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO
RUMIÑAHUI**

**CARRERA:
ELECTRICIDAD**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD**

**TEMA:
REDISEÑO DE ILUMINACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE FUERZA
Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA 8 AULAS DEL CENTRO DE EDUCACIÓN
INICIAL “LUZ ELISA BORJA”.**

**AUTORES:
QUILUMBA SARCHI ALEX ROLANDO
CHICAIZA CUNALATA MARCO PAUL**

**DIRECTORES:
ING. FERNANDO JACOME, MSC.
ING. AMBROSI BUSTAMANTE PABLO ANDRES**

Sangolquí, agosto del 2024

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I.....	18
1. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2 Justificación.	19
1.3 Alcance.	19
1.4 Objetivos.	20
1.4.1 Objetivo general:.....	20
1.4.2 Objetivos específicos:	20
CAPÍTULO II.....	21
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1 Tipo de investigación.....	21
2.2 Instalaciones eléctricas.....	22
2.2.1 Circuito de iluminación.	22
2.2.2 Circuito de tomacorrientes.....	27
2.3 Dispositivos de protección de una instalación eléctrica residencial.....	31
2.4 Otros materiales que componen una instalación eléctrica.	37
2.5 Software DIALux	37
2.6 Estudio de carga	38

CAPITULO III	40
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	40
3.1 Rediseño eléctrico realizado en el software AutoCAD	43
3.1.1 Estado Actual de la Instalación Eléctrica.	43
3.1.2 Rediseño de la Instalación Eléctrica.	45
3.2 Cálculos del diseño eléctrico.....	47
3.2.1 Acometida en Base al Estudio de Carga.	47
3.2.1.1 Cálculo del Calibre del Conductor.	47
3.2.1.2 Dimensionamiento de la protección del circuito de acometida Interruptor Termomagnético.	48
3.2.1.3 Dimensionamiento de las tuberías para la acometida.	49
3.2.2 Circuitos de Toma Corrientes.....	51
3.2.2.1 Cálculo del Calibre del Conductor.	51
3.2.2.2 Dimensionamiento de la protección del circuito CT1 Interruptor Termomagnético.	52
3.2.2.3 Dimensionamiento de las tuberías para el CT1.....	52
3.2.3 Circuitos de Luminarias.....	53
3.2.3.1 Cálculo del Calibre del Conductor.	53
3.2.3.2 Dimensionamiento de la protección del circuito CL1 Interruptor Termomagnético.	54
3.2.3.3 Dimensionamiento de las tuberías para el CL1.....	55
3.2.4 Cálculo del Calibre del Conductor.	55
3.2.4.1 Dimensionamiento de la protección del circuito CL6 Interruptor Termomagnético.	56

3.2.4.2 Dimensionamiento de las tuberías para el CL6.....	56
3.2.4.3 Circuitos de Luminarias Patio.....	56
3.3 Centros de Carga.....	56
3.3.1 Centros de Carga No 01 CC-1.....	56
3.3.2 Centros de Carga No 02 CC-2.....	57
3.4 Acometida Secundaria desde CC-1 a CC-2.	57
3.4.1 Cálculo del Calibre del Conductor.	58
3.4.1.1 Dimensionamiento de la protección del circuito de acometida secundaria Interrupor Termomagnético.	58
3.4.1.2 Dimensionamiento de las tuberías para la acometida.	58
3.5 Diagramas Unifilares.	61
3.5.1 Diagramas Unifilares CC 1.	61
3.5.2 Diagramas Unifilares CC 2.	62
3.6. Implementación.....	63
3.6.1 Situación actual de las aula, corredor y baño.....	63
3.6.2 Situación actual del área de bodega.	63
3.6.3 Implementación del Rediseño de las Instalaciones Eléctricas.....	63
3.6.3.1 Instalaciones Eléctricas Acometida y Centro de Carga CC 1.....	64
3.6.3.2 Instalaciones Eléctricas Acometida Secundaria para CC 2 y Malla Puesta a Tierra.	64
3.6.3.3 Instalaciones Eléctricas Sistema de Iluminación Corredor No 01.	65
3.6.3.4 Instalaciones Eléctricas Toma Corrientes.	67
CAPITULO IV.....	68

4. MEDICIONES, PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	68
4.1. Medición de la Caída de Voltaje.....	68
4.2. Medición de los Niveles de Luminosidad con Luxómetro.	69
4.3. Medición de la Resistencia del Sistema de Puesta a tierra.....	70
4.4. Medición del Voltaje entre Neutro y Tierra.	71
4.5. Análisis de Resultados.....	72
CAPITULO V	73
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	73
5.1 Conclusiones.	73
5.2 Recomendaciones.	74
BIBLIOGRAFIA	75
WEBGRAFIA	76
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS.

<i>Tabla 1 Especificaciones técnicas "Panel LED Sylvania 60W".</i>	24
<i>Tabla 2 Especificaciones técnicas Interruptores Veto.</i>	26
<i>Tabla 3 Especificaciones Técnicas tomacorriente EVLITE.</i>	29
<i>Tabla 4 Especificaciones técnicas conductor calibre 12</i>	30
<i>Tabla 5 Especificaciones técnicas tomacorriente regulado 15A.</i>	31
<i>Tabla 6 Especificaciones técnicas termomagnético de 15A.</i>	33
<i>Tabla 7 Especificaciones técnicas termomagnético de 20A.</i>	34
<i>Tabla 8 Especificaciones técnicas tablero de 8 circuitos Schneider Electric.</i>	36
<i>Tabla 9 Niveles de iluminación recomendados según el NEC Ecuador.</i>	40
<i>Tabla 10 Ampacidad de Cables THW Y THHN/THWN de 90 ° C. Con su corriente Normalizada.</i>	48
<i>Tabla 11 Tabla de Capacidad de Tubería Conduit metálica y su capacidad máxima de acuerdo al calibre del conductor.</i>	49

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Esquema de conexión de una instalación eléctrica.</i>	22
<i>Figura 2. Esquema de conexión del circuito de iluminación.</i>	23
<i>Figura 3. Panel LED 60x120 W Sylvania.</i>	24
<i>Figura 4. Cable Flexible #14 AWG.</i>	25
<i>Figura 5. Interruptor simple y doble.</i>	27
<i>Figura 6. Esquema de conexión interruptor simple y doble.</i>	27
<i>Figura 7. Esquema de conexión de un circuito en paralelo de tomacorrientes</i>	28
<i>Figura 8. Tomacorriente doble para interiores</i>	29
<i>Figura 9. Cable flexible #12</i>	30
<i>Figura 10. Tomacorriente regulado naranja de 15A.</i>	31
<i>Figura 11. Magnetotérmico de 15A de 1 polo.</i>	33
<i>Figura 12. Magnetotérmico de 20A de 1 polo 1 P.</i>	35
<i>Figura 13. Tablero QOL bifásico 8 circuitos</i>	36
<i>Figura 14. Cajetín Dexson plástico sobre puesto.</i>	37
<i>Figura 15. Diseño luminotécnico DiaLux.</i>	38
<i>Figura 16. Simulación de UE LUZ ELISA BORJA”; Simulación con software Dialux de las 8 Aulas.</i>	41
<i>Figura 17. Iluminación de un aula de la UE “LUZ ELISA BORJA” Simulación AULA 4.</i>	41
<i>Figura 18. Presentación de nivel de luxes obtenidos en la simulación de una Aula de la UE “LUZ ELISA BORJA” Software de Simulación Dialux, el valor promedio es 300 luxes.</i>	42
<i>Figura 19. Se presentan los niveles de iluminación en luxes obtenidos de la Simulación.</i>	42
<i>Figura 20. Planos actuales del centro de Educación Inicial, Esquema de las 8 aulas y patio de eventos.</i>	43
<i>Figura 21 Rediseño Eléctrico Circuitos Toma Corrientes para el centro de desarrollo infantil “LUZ ELISA BORJA” Nota: Todos los planos para apreciar mejor los detalles, se adjuntan en los ANEXOS impresos en AUTOCAD formato A3.</i>	45
<i>Figura 22. Rediseño Eléctrico Circuitos Luminarias para el centro de desarrollo infantil “LUZ ELISA BORJA”</i>	46
<i>Figura 23. Simbología eléctrica utilizado en el diseño en AutoCAD</i>	47
<i>Figura 24. Estudio de Carga Realizado en Formato de la Empresa Eléctrica Quito.</i>	50
<i>Figura 25. Capas del cableado que identifican a cada circuito de fuerza.</i>	59

<i>Figura 26. Ubicación de iluminación dentro del aula Simulación aula 1 bloque A.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 27. Diagrama Centro de Carga CC 1.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 28. Diagrama Centro de Carga CC 1.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 29. Imágenes del estado actual de las Instalaciones eléctricas en la Institución Educativa.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 30. Imágenes del estado actual de las Instalaciones eléctricas de la bodega en la Institución Educativa, no dispone instalación de luminarias como se observa.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 31. Se presenta luego de empotrado la tubería de la acometida y de CC 1 a la derecha y el plano correspondiente.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 32. Verificación de conexiones una vez ya realizada la Instalación Eléctrica de CC 1 y sus Protecciones.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 33. Muestra la excavación para el soterramiento de la acometida secundaria para CC 2 y la malla de puesta a tierra.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 34. Instalación de la tubería aérea para el circuito de iluminación del Corredor 1</i>	<i>65</i>
<i>Figura 35. Instalación de la tubería aérea para el circuito de iluminación del Corredor 2</i>	<i>66</i>
<i>Figura 36. Conexión de boquilla Aulas 4 y Patio de eventos</i>	<i>66</i>
<i>Figura 37. Instalación de los cajetines para los toma corrientes en el aula 2.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 38. Toma Corriente Instalado en funcionamiento Aula 8.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 39. Imágenes de voltajes medidos tanto en barras de CC 1 y del Tomacorriente en el aula 8, tomadas en pruebas para verificar la caída de voltaje.</i>	<i>68</i>
<i>Figura 40. Medición del nivel de iluminación en el aula 1 valor de 433 Luxes.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 41. Medición del nivel de iluminación en el aula 3 valor de 332 Luxes.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 42. Nivel de iluminación en Patio de Eventos valor de 315 Luxes.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 43. Preparación e Instalación de electrodo adicional para la medición de tierra.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 44. Medición del sistema de puesta a tierra encontrando un valor de 21,86 Ohm lo cual cumple la norma del Código NEC U.S.A. literal 100.</i>	<i>71</i>
<i>Figura 45. Medición de Voltaje entre Tierra y Neutro VTN da un valor de 1,733 Vac, lo cual cumple la norma recomendada por la E.E.Q.</i>	<i>71</i>

RESUMEN

El presente trabajo se realiza un rediseño de las instalaciones eléctricas en el Centro de Educación inicial “LUZ ELISA BORJA” de sus 8 aulas y las áreas que complementan la unidad como son: Corredores, Pasillos, Baños, Bodega, Patio de Eventos que complementa al Centro Educativo.

En los circuitos de toma corrientes (circuitos de fuerza), luminarias con el uso de tecnología led, puesta a tierra y sus equipos de protección de cada circuito en los cuales se organiza su diseño. Basados en normas Nacionales como las MEER Ministerio Electricidad y Energías Renovables e Internacionales como el NEC National Electric Code de los Estados Unidos de América y recomendaciones técnicas.

Al momento en la institución educativa cuenta con sus instalaciones eléctricas a partir de las cuales se realiza el rediseño para ampliación, mejora y la optimización de los circuitos de toma corrientes y de iluminación. Los sistemas de iluminación sus diseños se han realizado con la ayuda de Software de Simulación DiaLux, con lo cual se obtiene el número de lámparas y su distribución, Con los niveles de iluminación recomendados para las diferentes áreas.

Se realiza el sistema de malla de puesta a tierra para la protección de los equipos y las personas. A la cual se conectan los equipos, centros de carga y la estructura de las aulas.

En los dos capítulos finales se realiza la descripción de los trabajos realizados para implementar el rediseño sus medidas una vez concluidas la instalación eléctrica. Cuyos resultados se los presentan en este documento.

ABSTRACT

The present work is a redesign of the electrical installations in the “LUZ ELISA BORJA” Initial Education Center of its 8 classrooms and the areas that complement the unit such as: Corridors, Hallways, Bathrooms, Warehouse, Event Patio that complements the School.

In the power circuits, luminaires with the use of LED technology, grounding and their protection equipment for each circuit in which its design is organized. Based on national standards such as the MEER Ministerio de Electricidad y Energías Renovables and international standards such as the NEC National Electric Code of the United States of America and technical recommendations.

At the moment, the educational institution has its electrical installations from which the redesign is carried out for expansion, improvement and optimization of the power outlet and lighting circuits. The lighting systems have been designed with the help of DiaLux Simulation Software, with which the number of lamps and their distribution are obtained, with the recommended lighting levels for the different areas.

The grounding grid system is implemented for the protection of equipment and people. The equipment, load centers and classroom structure are connected to it.

The last two chapters describe the work carried out to implement the redesign and its measures once the electrical installation was completed. The results of this document are presented.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad podemos constatar que muchas instituciones educativas con el paso del tiempo se han ido deteriorando tanto en el aspecto visual y técnico como en las instalaciones eléctricas externas e internas, este es el caso del Centro de Educación Inicial “Luz Elisa Borja”, el establecimiento se encuentra localizada en la parroquia el Quinche, cantón Quito en la provincia de Pichincha. El propósito de la intervención es tratar de renovar las instalaciones eléctricas que en su momento fueron instalados de forma empírica y no se aplicaron ningún tipo de normativa, además, la construcción del centro educativo tuvo muchas falencias, las mejoras en la infraestructura eléctrica no fueron una prioridad, por ese motivo, fueron necesarias varias reuniones comunitarias de colaboración por parte docentes y padres de familia para la readecuación de los circuitos eléctricos defectuosos, pero, como las readecuaciones fueron realizadas sin aplicar conocimientos técnicos el problema se sigue presentando.

La prioridad de un rediseño técnico en las instalaciones es crucial, ya que con esto se podrá erradicar los problemas que hoy en día están presentes y de no ser atendidos serán una causal para que se produzca cualquier inconveniente o accidente hacia los usuarios del establecimiento.

Al tener en claro todas estas anomalías eléctricas que están afectando directamente a los estudiantes y profesores, es necesario implementar tableros para la correcta distribución de energía, conjuntamente con la modificación de los circuitos de fuerza e iluminación se puntualizará las normativas de instalación y de seguridad, todos estos aplicativos son urgentes ya que al no cumplir con los estándares de vigentes se llegará al resultado original y esto tendrá consecuencias para la estabilidad energética del centro educativo “Luz Elisa Borja”, al cumplir con los requerimientos técnicos eléctricos que están ausentes se podrá brindar un mejor entorno de estudio para los estudiantes, profesores y demás miembros de la institución.

1.1 Planteamiento del problema.

El Centro de Desarrollo Infantil “Luis Elisa Borja” es un establecimiento que tiene alrededor de 5 décadas de creación, fue fundada el 15 de marzo del año 1976 perteneciente a la parroquia del Quinche es un establecimiento que cuenta con 250 estudiantes, 175 en la modalidad matutina, 75 en la vespertina, 10 docentes y un conserje, en sus inicios solo contaba con 3 aulas al pasar de

los años se fue expandiendo, la habilitación de más aulas dieron como consecuencia que no se obtenga el apoyo necesario de las autoridades pertinentes y así poder culminar con el diseño las instalaciones eléctricas.

El establecimiento tiene algunos lugares que no cuentan con el servicio eléctrico en sus instalaciones, tal es el caso de los sanitarios de niños y docentes, otro punto que no cuenta con el circuito de iluminación es el patio con techo para las actividades de recreación, en este sitio, al ser un centro con modalidad vespertina se debe priorizar que los lugares cuenten con la debida iluminación necesaria para la movilidad de los estudiantes.

Los problemas de las instalaciones eléctricas son un factor muy determinante para la vulnerabilidad de los estudiantes, por lo tanto, se determinó que en las 3 aulas del primer bloque y como las 2 primeras aulas del segundo bloque, presentan circuitos eléctricos con muchos errores de instalación, cables sueltos, calibres de conductores incorrectos para su determinada carga, el dimensionamiento de protecciones no es congruente, también se pudo verificar que los circuitos no cuentan con tableros de distribución y sus respectivas descargas a tierra.

1.2 Justificación.

Este proyecto que se lo realizara tiene como motivo principal suprimir el problema y mejorar las instalaciones eléctricas que posee en este momento cumpliendo con las normas técnicas y sus respectivos cálculos de los circuitos, para saber qué tipo de calibre se necesita para los conductores respetando el código de colores, de la misma manera se realizara las simulaciones para la iluminación de las aulas de la unidad educativa, el trabajo se lo realizara cumpliendo con las normas de seguridad.

1.3 Alcance.

La unidad educativa “Luz Elisa Borja” con una extensión en metros cuadrados que se va intervenir es de 270 m² y se distribuyen de la siguiente manera, con 08 aulas de estudio principales cada una con un área de 35 m², patio de eventos con techo con un área 144 m², bodegas con un área de 75 m², y baños de los estudiantes y docentes con un área 16m², para suprimir el problema de las conexiones eléctricas en mal estado y defectuosas es necesario cambiar los conductores en distintos puntos del centro educativo.

Se podrá asegurar que las respectivas protecciones instaladas serán dimensionadas acorde a las cargas respectivas, además, con el desarrollo de los diversos diseños, estudios, simulaciones e instalaciones obtendremos como resultado un amplio alcance de mejoras para el desempeño del estudiante como la eficiencia energética, seguridad para el usuario y duración de los materiales e instalaciones eléctricas.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general:

Mejorar las instalaciones eléctricas del centro educativo, rediseñar las instalaciones eléctricas inadecuadas y obsoletas, se implementará elementos de iluminación y protección haciendo énfasis a las normativas técnicas de diseño y seguridad, esto se aplicará en la unidad educativa “Luz Elisa Borja” en las 8 aulas de estudio, baños de niños, niñas y docentes.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Rediseñar la instalación de los circuitos de iluminación y de potencia.
- Calcular el calibre del conductor específico para las instalaciones a ejecutar, desde el medidor hasta los tableros secundarias y sus circuitos.
- Nueva distribución de circuitos con sus respectivas protecciones termomagnéticas.
- Diseñar en software AutoCAD el área del centro educativo para poder establecer de manera técnica los puntos eléctricos.
- Realizar diagramas unifilares en software AutoCAD.
- Analizar el nivel de iluminación por el software DIALux.
- Medir el nivel de iluminación real mediante un luxómetro.
- Instalar tableros de distribución y componentes de protección para los circuitos.
- Diseñar e instalar elementos de iluminación y accionamiento al patio de eventos, pasillos y bodegas.
- Instalar tubería soterrada para la instalación del circuito de iluminación del patio de eventos.
- Reutilizar elementos eléctricos que estén en buen estado.
- Equilibrar cargas en cada una de las aulas con relación a su demanda.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Tipo de investigación.

En este proyecto de investigación, se lleva a cabo un análisis exhaustivo del sistema actual para evaluar su capacidad, además de diseñar planos y realizar simulaciones para determinar los niveles de iluminación.

También se incluyen evaluaciones de la carga eléctrica actual, seguridad y eficiencia energética. El enfoque tecnológico se centra en investigar la infraestructura de conexiones eléctricas para iluminación, tomas corrientes y dispositivos regulados necesarios para equipos informáticos.

El objetivo principal de esta investigación técnica aplicada es mejorar la eficiencia eléctrica mediante un dimensionamiento adecuado de los circuitos eléctricos y la actualización de dispositivos eléctricos involucrados en el proceso. Se llevó a cabo una investigación de campo que incluyó la inspección visual de tableros de distribución en mal estado y termomagnéticos bloqueados.

Para estos casos, se realizaron cálculos detallados para dimensionar los conductores correctamente y determinar la protección adecuada para cada circuito. Además, se elaboraron planos eléctricos y se realizaron mediciones de nivel de iluminación para determinar la cantidad óptima de luminarias que deben aumentarse en el proyecto.

Además, se llevó a cabo una investigación exhaustiva sobre las pruebas necesarias para el proyecto, integrada con un análisis de seguridad necesario para la instalación eléctrica que se llevará a cabo.

2.2 Instalaciones eléctricas.

Las instalaciones eléctricas es un conjunto de circuitos eléctricos destinados a un edificio, inmueble, infraestructura, oficina, etc. Para entrega. Este tipo de instalación incluye todos los equipos, cables y microsistemas necesarios para suministrar energía a la estancia y asegurar la conexión de diversos equipos eléctricos. Como concepto más amplio, las instalaciones eléctricas definen un conjunto de sistemas energéticos capaces de producir, transmitir, distribuir y recibir energía eléctrica para su posterior uso. Sin embargo, a la hora de elegir una instalación eléctrica, siempre es recomendable tener en cuenta los diferentes tipos disponibles.

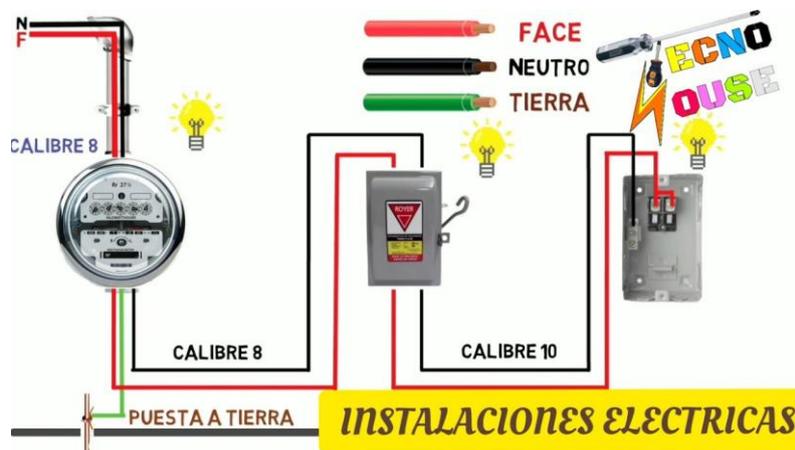


Figura 1. Esquema de conexión de una instalación eléctrica.

Nota: En la imagen se muestra un esquema reducido de la correcta distribución de una instalación eléctrica. Pepe Energy, B. (2020, May 5).

2.2.1 Circuito de iluminación.

Todas las luminarias fijas estarán conectadas al circuito de iluminación y podrán disponer de cajas en techo o paredes. El circuito también incluye una caja rectangular que alberga los interruptores y/o sensores para controlar el artefacto de iluminación. El circuito de iluminación tiene tres cables correspondientes a fase, neutro y tierra, aunque hay partes del cable que llamamos “retorno” que conectan el interruptor al artefacto de iluminación, es decir, son los encargados de encender el interruptor; apague las luces, corte el cable de fase.

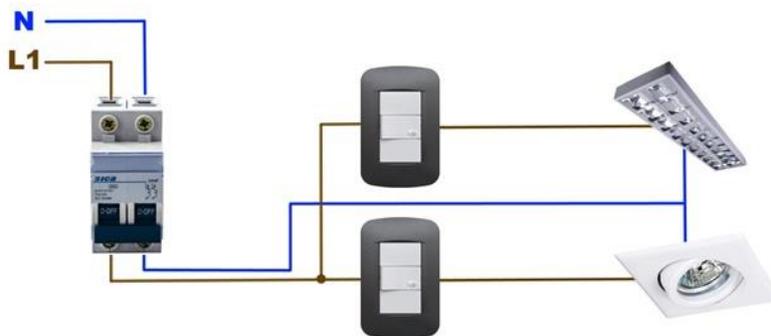


Figura 2. Esquema de conexión del circuito de iluminación.

Nota: En la imagen se muestra un esquema de conexión del circuito de iluminación. Cto, P. (2019, October 25).

- **Panel LED 60cm x 120cm**

Dentro de la repotenciación se ha destinado la utilización de paneles de tecnología LED, ya que ofrecen mayor eficiencia energética.

Un panel LED 60cmx120cm se refiere a un tipo específico de luminaria plana utilizada en iluminación LED, caracterizada por tener unas dimensiones de 60 centímetros de ancho por 120 centímetros de largo. Este tipo de panel LED es utilizado principalmente en aplicaciones comerciales, industriales y algunas veces en espacios residenciales donde se requiere una iluminación eficiente y uniforme.

Tecnología LED: Utiliza diodos emisores de luz (LED) como fuente de iluminación, lo que proporciona una alta eficiencia energética y una larga vida útil en comparación con las tecnologías de iluminación convencionales.

Dimensiones: El tamaño estándar de 60x120 centímetros lo hace adecuado para espacios más grandes donde se necesite una iluminación uniforme y potente.

Instalación Empotrada: Por lo general, estos paneles están diseñados para ser instalados de manera empotrada en techos modulares o suspendidos, proporcionando un aspecto limpio y moderno.

Aplicaciones Comunes: Son ideales para oficinas, salas de conferencias, aulas, hospitales, tiendas minoristas, y otros entornos comerciales e industriales donde se requiere una iluminación de calidad que pueda mejorar el ambiente y la productividad.

Tabla 1 Especificaciones técnicas "Panel LED Sylvania 60W".

CARACTERISTICAS	DETALLES
Marca	Sylvania
Potencia	60W
Voltaje	100 - 277V
Vida Útil	40000 horas
Tipo de Luz	6500K
Tipo	Rectangular
Accesorios	Drive
Tecnología	LED

Nota: En la tabla se aprecia los datos técnicos de la luminaria a utilizar. Tomado www.sylvania.com.ec "ficha técnica de Panel LED Sylvania"



Figura 3. Panel LED 60x120 W Sylvania.

Nota: Luminaria LED Sylvania de 36w, 6500k. Tomado de www.sylvania.com.ec

- **Conductor para circuito de iluminación.**

El cable 14 AWG es uno de los tipos de cable más utilizados en cableado residencial y comercial. Se caracteriza por la versatilidad y la capacidad de transmitir una gran cantidad de energía. En este artículo te explicaremos detalladamente las características del cable 14 AWG, incluyendo su amperaje máximo, tipos de cable, usos, tablas de potencia y consejos para una adecuada selección e instalación.

Principales especificaciones del cable 14 AWG:

- Diámetro del conductor: 2,05 mm
- Área de sección transversal del cable: 2,08 mm²

- Número de hilos: 19
- Material conductor: cobre
- Material de aislamiento: PVC
- Tensión nominal: 600V
- Temperatura de funcionamiento: 75°C (húmedo)/90°C (seco)
- Resistencia a la tracción: 2000 N/mm²
- Radio de curvatura mínimo: 5 veces el diámetro del cable

Tipo de cable de 14 AWG:

- THHN: cable aislado en PVC resistente al calor y a la humedad, apto para uso interior y exterior.
- THWN: similar al THHN, pero con mayor resistencia a la humedad, ideal para instalación en ambientes mojados o húmedos.
- XHHW: Cable aislado en polietileno cosido en cruz de alta resistencia al calor y a la humedad, apto para instalación en condiciones extremas.
- SER: Cable aislado con caucho EPDM, flexible y resistente a la intemperie, ideal para uso en exteriores.



Figura 4. Cable Flexible #14 AWG.

Nota: Conducto #14 que se utiliza en el circuito de iluminación residencial. Tomado de Amperaje, Usos y Tabla de Capacidades. (n.d.).

• Interruptor

Un interruptor es un dispositivo que permite abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica. Por lo tanto, es una parte esencial de un circuito porque permite que el flujo de corriente en el circuito pase por operaciones simples. En términos

generales, un interruptor consta de dos contactos metálicos y una parte móvil que se mueve como una manija.

De esta forma, cuando movamos el botón, moveremos el "stick cursor", encendiendo o apagando así el circuito. También dispone de línea de entrada y salida para conexión a un punto de luz exterior.

Un interruptor eléctrico es un dispositivo utilizado para interrumpir o desviar el flujo de corriente eléctrica en un circuito eléctrico. Su función principal es abrir y cerrar un circuito eléctrico de manera controlada, lo que permite encender y apagar dispositivos eléctricos de forma segura y conveniente.

Gracias a su potente funcionalidad, el interruptor es una herramienta sencilla que puede utilizarse tanto para encender y apagar puntos de luz como para activar diversas categorías de aparatos eléctricos.

Tabla 2 Especificaciones técnicas Interruptores Veto.

INTERRUPTOR VETO	
CARACTERISTICAS	DETALLES
Marca	VETO
Tensión Nominal	125/250V
Corriente Nominal	10A
Material de contactos	Plata

Nota: Especificaciones del interruptor simple. Realizado por el autor. Tomado de www.VetoElectric.com.



Figura 5. Interruptor simple y doble.

Nota: Se muestra el interruptor simple. Tomado de www.ingelcom.com.ec

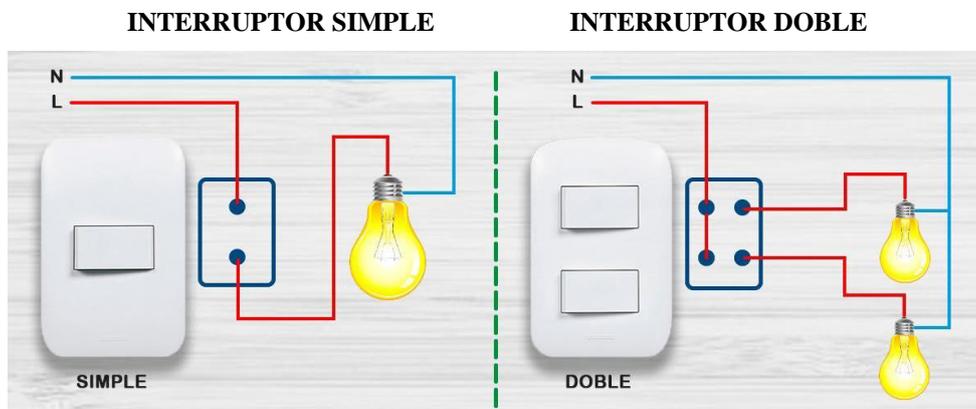


Figura 6. Esquema de conexión interruptor simple y doble.

Nota: Se muestra la correcta conexión del interruptor simple y doble. Tomado de Electrotec.

2.2.2 Circuito de tomacorrientes.

Este circuito es uno de los más fáciles que se puede encontrar y a la vez también uno de los peligrosos, la peculiaridad de esta conexión es que sólo tres cables llegan a la caja de conexiones. En este caso, utiliza el enchufe al final del circuito, teniendo entonces un cable que en el caso del esquema es de color rojo el cual se conecta a la fase y el cable neutro que lleva el color celeste.

El cable de tierra se puede conectar directamente al tornillo verde, y como se puede ver en este caso está conectado a tierra a la caja (aunque esto no es necesario), ya que en algunos casos la caja puede ser de plástico.

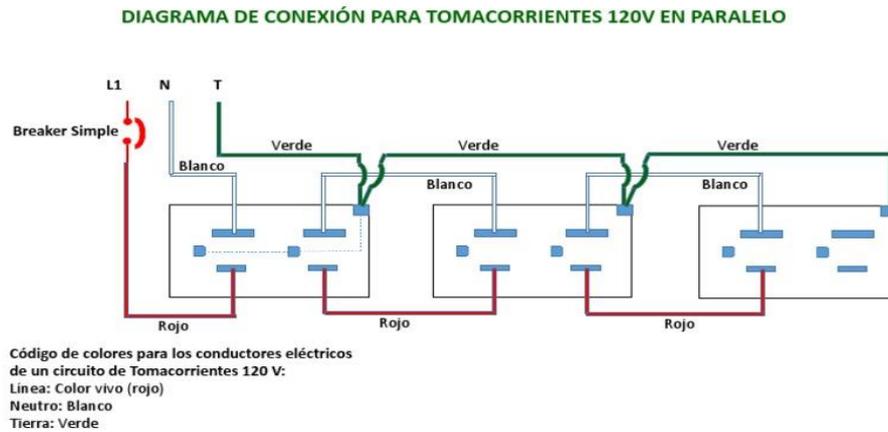


Figura 7. Esquema de conexión de un circuito en paralelo de tomacorrientes

Nota: Diagrama de conexión para tomacorrientes 120V en paralelo. Cargado por astrid angomas el Jun 20, 2020.

- **Tomacorriente.**

Una toma de corriente es un dispositivo eléctrico que se utiliza para conectar dispositivos y equipos electrónicos a la corriente eléctrica. También llamado enchufe o toma de corriente.

La importancia de una toma de corriente reside en su función básica: proporcionar electricidad de forma segura y eficiente. Sin él, no podríamos utilizar nuestros dispositivos, cargar nuestros dispositivos móviles o encender las luces de nuestros hogares u oficinas. Además de sus funciones básicas, los enchufes también desempeñan un papel importante en la seguridad eléctrica.

Una toma corriente es un dispositivo que proporciona un punto de conexión eléctrica para conectar dispositivos eléctricos a una fuente de alimentación. También se conoce como enchufe o toma de corriente eléctrica. Las tomas corrientes pueden tener diferentes tipos de enchufes según el país o la región. El diseño moderno incluye características como protección contra sobrecargas y cortocircuitos para evitar accidentes y daños a los equipos conectados.

Es importante asegurarse de utilizar enchufes adecuados y certificados y seguir los estándares de instalación correctos para garantizar el uso seguro y confiable de la electricidad en nuestro entorno cotidiano.

Tabla 3 Especificaciones Técnicas tomacorriente EVLITE

TOMACORRIENTE EVLITE	
Familia	Siena
Tipo	Toma Doble 2P+T
Voltaje	125V
Amperios	15A
Material	Policarbonato
Color	Marfil/blanco/gris

Nota: En la tabla podemos observar las especificaciones técnicas del tomacorriente EVLITE. Tomado de www.elferretero.com.ec

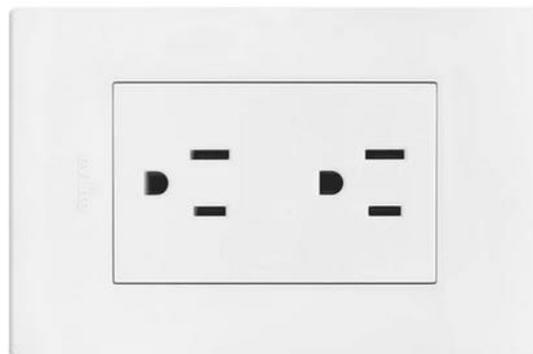


Figura 8. Tomacorriente doble para interiores

Nota: Se observa la placa de tomacorriente. Tomado de www.elferretero.com.ec

- **Conductor para circuito de tomacorrientes.**

Los conductores destinados a los circuitos de fuerza normal de una instalación eléctrica residencial, será de al menos un conductor 12AWG para fase y neutro según la NEC, de esta forma se garantiza las caídas de tensión y que el conductor soporte un máximo de 10 tomacorrientes en cada circuito, tomando en cuenta que el consumo de potencia es de un promedio de 200w por tomacorriente.

Tabla 4 Especificaciones técnicas conductor calibre 12

CARACTERISTICAS	DETALLES	
Marca	Electrocables	
Calibre	# 12	#14
Tensión Nominal	600V	
Numero de hilos	19 hilos	
Material del conductor	Cobre	
Material de aislamiento	PVC	
Capacidad de potencia	2400W/120V	1250W/ 120W
Corriente Nominal	20A	16A
Color	(Fase/Negro) (Neutro/Blanco)	(Tierra/Verde)

Nota: Se observa las especificaciones técnicas de los conductores de calibre. Tomado de www.electrocables.com



Figura 9. Cable flexible #12

Nota: Se observa el cable #12 utilizado para circuitos de fuerza. Tomado de cablesyconductores.com

- **Tomacorriente regulado naranja veto**

Este elemento se utilizará para dar seguridad a la conexión y desconexión de elementos sensibles como pueden ser equipos electrónicos, como por ejemplo computadores, laptops, celulares, impresoras, entre otros, este tipo de elementos están sujetos a dotar de energía regulada a todos estos elementos, evitando así que se generen picos en la corriente y voltaje, protegiendo así a todos los elementos de sobrecargas o sobrevoltajes.

Tabla 5 Especificaciones técnicas tomacorriente regulado 15A.

CARACTERISTICAS	DETALLES
Marca	VETO
Tensión Nominal	125/250V
Corriente Nominal	15A
Material de Construcción	Nylon resistente a la flama en 850°
Material de terminales	Aleación de cobre 62%
Contactos	Fase, Neutro y Tierra aislada
Vida Útil	10000 operaciones

Nota: En la tabla se observa especificaciones técnicas del tomacorriente regulado. Realizado por el autor. Tomado de www.vetoelectric.com



Figura 10. Tomacorriente regulado naranja de 15A.

Nota: Se observa el tomacorriente regulado de tapa naranja. Tomado de www.dyna.com.co

2.3 Dispositivos de protección de una instalación eléctrica residencial.

Los dispositivos de protección eléctrica a nivel residencial son dispositivos diseñados para garantizar la seguridad de los residentes y la integridad de los sistemas eléctricos dentro de una vivienda.

Estos dispositivos ayudan a prevenir accidentes eléctricos, proteger los equipos electrónicos y eléctricos, y evitar daños por sobrecargas, cortocircuitos u otros eventos eléctricos adversos.

Algunos de los dispositivos de protección eléctrica más comunes en entornos residenciales incluyen:

Interruptores automáticos (disyuntores): Son dispositivos que cortan automáticamente el suministro eléctrico cuando detectan una corriente eléctrica anormalmente alta, como una sobrecarga o un cortocircuito. Esto ayuda a prevenir el sobrecalentamiento de los cables y reduce el riesgo de incendios eléctricos.

Interruptores de circuito por falla de tierra (GFCI): Estos dispositivos detectan fugas de corriente a tierra, como las que pueden ocurrir cuando un electrodoméstico se moja o está dañado. Cortan rápidamente el suministro eléctrico para evitar descargas eléctricas potencialmente mortales.

Interruptores de arco eléctrico (AFCI): Ayudan a prevenir incendios causados por arcos eléctricos, que pueden ocurrir cuando un cableado defectuoso o dañado crea una chispa. Los AFCI detectan estos arcos y desconectan automáticamente el circuito para evitar incendios.

Protector de sobretensión: Este dispositivo protege los equipos electrónicos sensibles contra picos de voltaje repentinos en la red eléctrica, como los causados por tormentas eléctricas o por el encendido de grandes electrodomésticos. Ayuda a evitar daños a los dispositivos electrónicos conectados.

Tapones y enchufes de seguridad: Son dispositivos diseñados para cubrir las tomas de corriente cuando no están en uso, evitando así que los niños o mascotas introduzcan objetos extraños en ellas y reduciendo el riesgo de descargas eléctricas accidentales.

- **Breaker Termomagnético de 15A de un polo.**

Un "breaker termomagnético de 15 amperios" se refiere a un dispositivo de protección eléctrica que combina las características de un interruptor térmico y un interruptor magnético y está diseñado para manejar una corriente nominal de 15 amperios. Aquí hay una breve descripción de cada uno de estos componentes:

Interruptor térmico: Se activa cuando la corriente eléctrica supera un cierto nivel durante un período de tiempo prolongado, lo que indica una posible sobrecarga en el circuito. El calor generado por la corriente excesiva causa que un componente bimetálico se deforme y abra el circuito.

Interruptor magnético: Se activa de manera instantánea cuando la corriente eléctrica alcanza un nivel muy alto, como en un cortocircuito. Un electroimán dentro del interruptor detecta este aumento repentino de corriente y abre el circuito de manera rápida para evitar daños mayores.

Tabla 6 Especificaciones técnicas termomagnético de 15A.

CARACTERISTICAS	DETALLES
Marca	Schneider Electric
Tensión Nominal	120V
Corriente Nominal	15A
Capacidad de interrupción	10kA a 120V
Frecuencia	50/60Hz
Numero de polos	1 polo
Rango	QOD

Nota: Se observa las especificaciones técnicas del breaker de 15A. Realizado por el autor. Tomado de Schneider Electric.



Figura 11. Magnetotérmico de 15A de 1 polo.

Nota: Se observa el magnetotérmico de 15A. Tomado de www.schneiderelectric.com

- **Breaker Termomagnético de 20A de un polo.**

Un "breaker termomagnético de 20 amperios" se refiere a un dispositivo de protección eléctrica que combina las características de un interruptor térmico y un interruptor magnético y está diseñado para manejar una corriente nominal de 20 amperios. Aquí hay una breve descripción de cada uno de estos componentes:

Interruptor térmico: Se activa cuando la corriente eléctrica supera un cierto nivel durante un período de tiempo prolongado, lo que indica una posible sobrecarga en el circuito. El calor generado por la corriente excesiva causa que un componente bimetálico se deforme y abra el circuito.

Interruptor magnético: Se activa de manera instantánea cuando la corriente eléctrica alcanza un nivel muy alto, como en un cortocircuito. Un electroimán dentro del interruptor detecta este aumento repentino de corriente y abre el circuito de manera rápida para evitar daños mayores.

Tabla 7 Especificaciones técnicas termomagnético de 20A.

CARACTERISTICAS	DETALLES
Marca	Schneider Electric
Tensión Nominal	120V
Corriente Nominal	20A
Capacidad de interrupción	10kA a 120V
Frecuencia	50/60Hz
Numero de polos	1 polo
Rango	QOD

Nota: Se observa las especificaciones técnicas del magnetotérmico de 20A usado en el circuito de fuerza. Tomado de

www.schneiderelectric.com



Figura 12. Magnetotérmico de 20A de 1 polo 1 P.

Nota: Se observa el magnetotérmico de 20A. Tomado de www.schneiderelectric.com

- **Tablero de distribución.**

Un tablero de distribución eléctrico es un componente fundamental de un sistema eléctrico que se utiliza para distribuir la energía eléctrica desde la fuente de suministro principal a los diferentes circuitos y dispositivos dentro de un edificio o una instalación. También se le conoce comúnmente como panel eléctrico, panel de control o tablero de circuitos. Su función principal es recibir la energía eléctrica proveniente del medidor o del transformador y dividirla en múltiples circuitos eléctricos que alimentan diferentes áreas o equipos.

Recepción de Energía: El tablero de distribución recibe la energía eléctrica proveniente de la red de suministro principal a través de cables de alimentación.

División en Circuitos: La energía recibida se divide en múltiples circuitos individuales, cada uno de los cuales alimenta diferentes áreas o equipos dentro del edificio. Estos circuitos están protegidos por dispositivos de seguridad, como interruptores automáticos o fusibles, que se encuentran dentro del tablero.

Protección y Seguridad: El tablero de distribución incluye dispositivos de protección eléctrica, como disyuntores o fusibles, que protegen los circuitos contra sobrecargas, cortocircuitos y otros eventos eléctricos adversos. Estos dispositivos cortan automáticamente el suministro eléctrico cuando se detecta una condición peligrosa para evitar daños a los equipos y prevenir riesgos de incendio o descargas eléctricas.

Distribución Eficiente: Al tener múltiples circuitos individuales, el tablero de distribución permite una distribución eficiente de la energía eléctrica, lo que permite controlar y gestionar mejor el suministro eléctrico dentro del edificio según las necesidades específicas de cada área o equipo.

Tabla 8 Especificaciones técnicas tablero de 8 circuitos Schneider Electric.

CARACTERISTICAS	DETALLES
Marca	Schneider Electric
Tensión Nominal Asignada	120/240V
Corriente Nominal	125A
Intensidad de cortocircuito	10kA
Frecuencia	50/60Hz
Numero de fases	2 fases
Circuitos	8 circuitos

Nota: Especificaciones técnicas del tablero de 8 circuitos. Tomado de www.schneiderelectric.com



Figura 13. Tablero QOL bifásico 8 circuitos

Nota: Tablero de 8 circuitos vista frontal. Tomado de www.schneiderelectric.com

2.4 Otros materiales que componen una instalación eléctrica.

Aquí podemos mencionar otros materiales que se pueden utilizar para ampliar una instalación eléctrica, los cuales no solo mejoran el aspecto estético, sino que también proporcionan protección y aislamiento al punto de luz.

- **Dexson Cajetín DXN5011S.**

Los cajetines Dexson son una excelente opción para instalar tomas de corriente en la superficie de la pared. Además, la serie de canaletas nos ofrece la capacidad de distribuir una amplia gama de cables por toda la oficina o casa. Dexson ofrece una amplia selección de canaletas y accesorios que simplifican la instalación de cableado en cualquier entorno.

Los cajetines que cuentan con un refuerzo doble son elaborados utilizando materiales de primera calidad, lo que les confiere propiedades como la no propagación de llamas y una gran resistencia a los impactos. Están diseñados para ser utilizados de manera común en la instalación de tomas de corriente, interruptores, tomas de teléfono, entre otros dispositivos eléctricos.



Figura 14. *Cajetín Dexson plástico sobre puesto.*

Nota: Cajetín Dexson sobrepuesto usado en derivaciones. Tomado de www.sincables.com.ec

2.5 Software DIALux

DIALux es un software de diseño de iluminación utilizado por profesionales del sector para planificar, calcular y visualizar proyectos de iluminación en espacios interiores y exteriores.

Este programa permite a los diseñadores de iluminación crear representaciones digitales precisas de cómo se verá la iluminación en un entorno determinado, teniendo en cuenta factores como la disposición de las luminarias, la intensidad lumínica, el color de la luz y el impacto visual.

En resumen, DIALux es una herramienta de software especializada que facilita el diseño y la simulación de sistemas de iluminación para una amplia variedad de aplicaciones, desde proyectos residenciales y comerciales hasta espacios públicos y exteriores.



Figura 15. *Diseño luminotécnico Dialux*

Nota: Estudio luminotécnico en Dialux. Tomado de www.studioseed.net

2.6 Estudio de carga

Un estudio de carga eléctrica es un proceso de evaluación y análisis que se realiza para determinar la cantidad de energía eléctrica que será requerida por un sistema eléctrico o una instalación durante un período de tiempo específico.

Este tipo de estudio es fundamental para dimensionar adecuadamente los componentes del sistema eléctrico, como transformadores, conductores, interruptores y dispositivos de protección, con el fin de asegurar un suministro eléctrico confiable y eficiente.

Durante el estudio de carga eléctrica, se consideran varios factores y variables importantes:

Demanda de Carga: Se evalúa la cantidad de energía que será consumida por los equipos y dispositivos eléctricos conectados en la instalación. Esto incluye la demanda máxima esperada durante picos de uso.

Factor de Diversidad: Se tiene en cuenta el hecho de que no todos los equipos y dispositivos estarán en uso máximo al mismo tiempo. El factor de diversidad ayuda a determinar la carga real que debe soportar el sistema.

Factores Ambientales y de Operación: Considera condiciones como la temperatura ambiente, la fluctuación de la carga a lo largo del día, y cualquier otro factor que pueda afectar la demanda eléctrica.

Crecimiento Futuro: Se anticipa el crecimiento futuro de la carga eléctrica para asegurar que el sistema pueda manejar la demanda adicional sin necesidad de modificaciones importantes.

Los resultados de un estudio de carga eléctrica son utilizados para diseñar un sistema eléctrico eficiente y seguro, minimizando riesgos de sobrecargas y asegurando que el suministro eléctrico sea adecuado para las necesidades actuales y futuras de la instalación.

CAPITULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Como parte inicial del diseño se simula y calcula la distribución de las luminarias de las áreas del Centro de Educación Inicial “LUZ ELISA BORJA”, a iluminarlas. Con el software DIALux se facilita la creación de ambientes visualmente con nivel de iluminación que cumpla la norma del NEC Ecuador (Norma Ecuatoriana de la Construcción), nacionales e internacionales, teniendo espacios adecuadamente iluminados.

La interfaz al ser intuitiva generara una representación 3D realistas que permiten una visualización precisa de cómo la iluminación afectará dentro de las aulas antes de su implementación, lo que ayuda a minimizar errores y ajustes costosos durante la fase de implementación.

Esta fase del proyecto presenta un enfoque para mejorar la calidad estética de los espacios mediante la iluminación adecuada, sino que también contribuye significativamente a la eficiencia energética al reducir el consumo de energía y optimizar la utilización de recursos lumínicos disponibles. Para Obtener los valores de niveles de iluminación adecuados se basará en la Tabla No 1. tomada del NEC Ecuador.

Tabla 9 Niveles de iluminación recomendados según el NEC Ecuador.

Áreas	Mínimo (LUX)	Recomendado (LUX)	Óptimo (LUX)
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo/baño	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de estudio o trabajo	300	500	750
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación y pasillos	50	100	150

Escaleras roperos, lavabos almacenes y archivos	100	150	200
--	-----	-----	-----

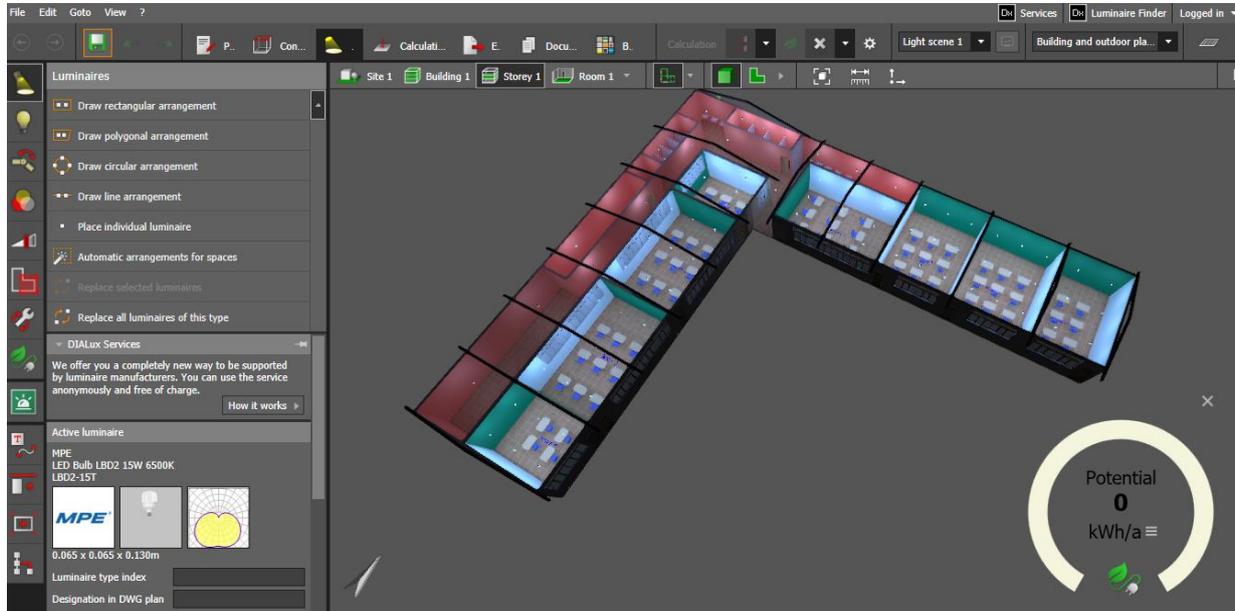


Figura 16. Simulación de UE LUZ ELISA BORJA”; Simulación con software Dialux de las 8 Aulas.

En la Figura 16 se observa el diseño de la Unidad Educativa presentando un modelo tridimensional detallando los espacios interiores y exteriores, permitiendo simular de manera precisa cómo la luz se distribuirá y afectará al entorno. Esto facilita la optimización del diseño de iluminación para lograr niveles de iluminancia adecuados y una uniformidad óptima.

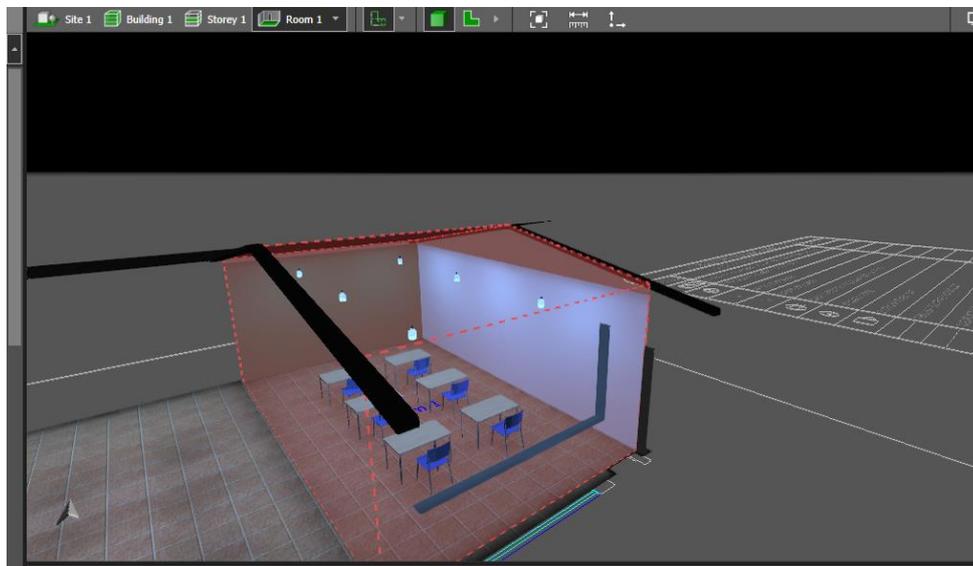


Figura 17. Iluminación de un aula de la UE “LUZ ELISA BORJA” Simulación AULA 4.

El software también permite realizar análisis exhaustivos de iluminación, incluyendo la evaluación de deslumbramiento y la verificación de cumplimiento con normativas y estándares específicos. Estos análisis son cruciales para garantizar un ambiente visualmente confortable y seguro.

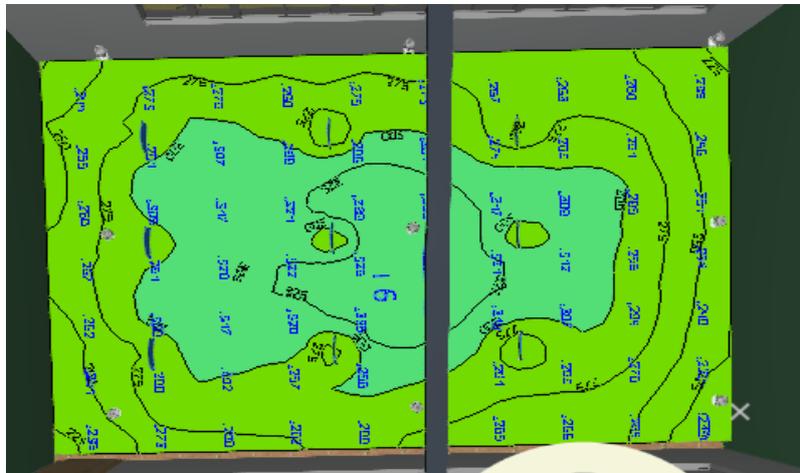


Figura 18. Presentación de nivel de luxes obtenidos en la simulación de una Aula de la UE “LUZ ELISA BORJA” Software de Simulación Dialux, el valor promedio es 300 luxes.

Se procede a integrar datos fotométricos de luminarias, lo que facilita la selección y comparación de productos de iluminación. Esto permite tomar decisiones informadas y optimizar la eficiencia energética de los sistemas de iluminación.

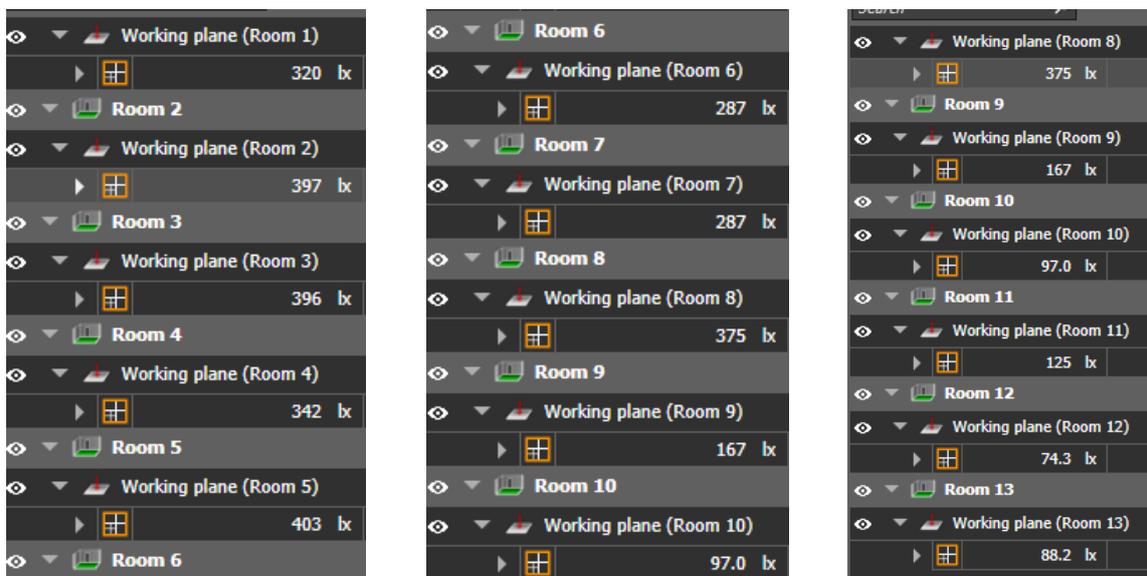


Figura 19. Se presentan los niveles de iluminación en luxes obtenidos de la Simulación.

3.1 Rediseño eléctrico realizado en el software AutoCAD

3.1.1 Estado Actual de la Instalación Eléctrica.

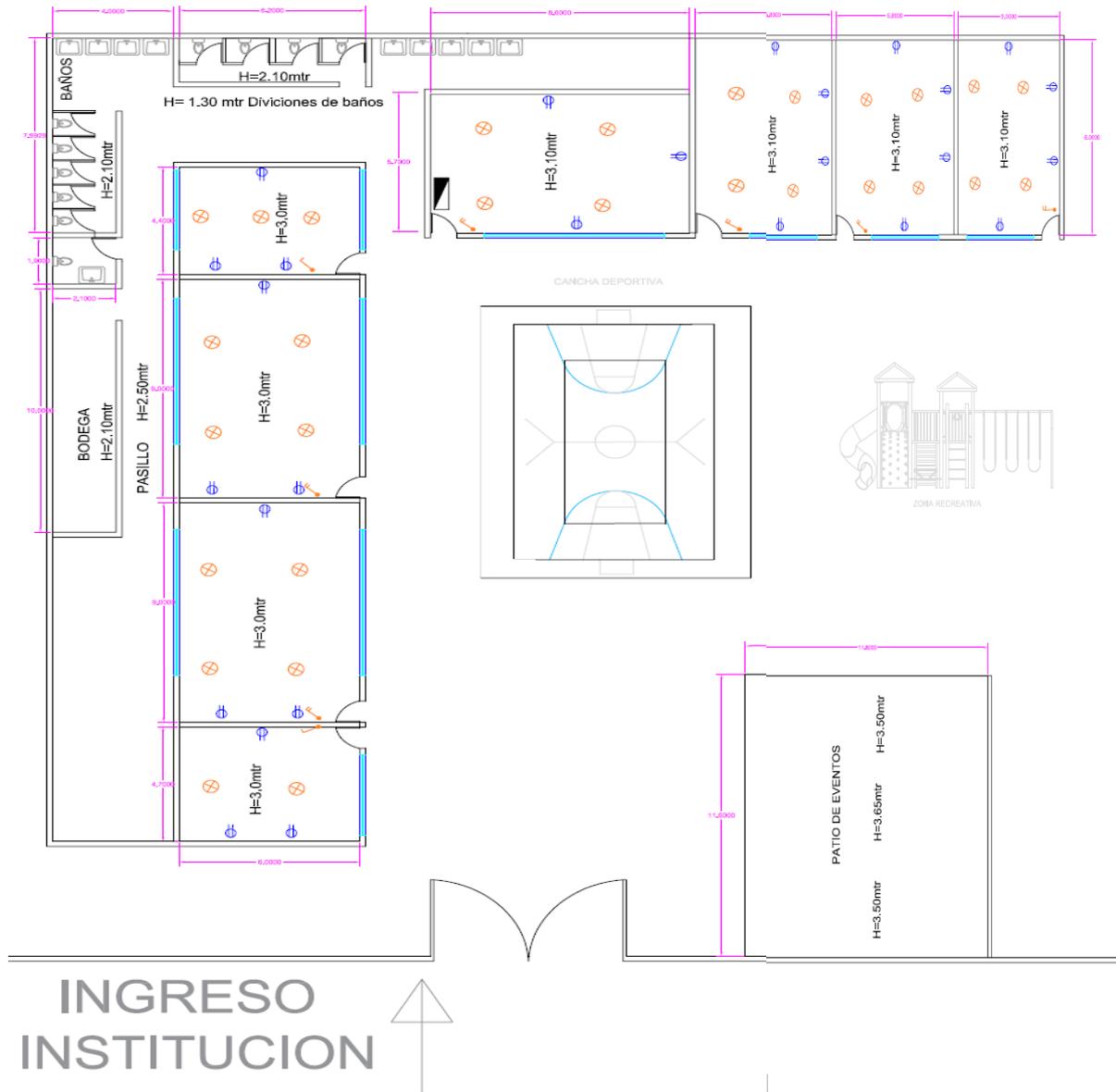


Figura 20. Planos actuales del centro de Educación Inicial, Esquema de las 8 aulas y patio de eventos

Nota: Todos los planos para apreciar mejor los detalles, se adjuntan en los ANEXOS impresos en AUTOCAD formato A3.

La instalación eléctrica del Centro de Educación Inicial “LUZ ELISA BORJA” se caracteriza por el uso de cables sueltos con aislamiento deteriorado, lo que aumenta el riesgo de cortocircuitos y descargas eléctricas. Además, suele carecer de una toma de tierra adecuada, lo que compromete la seguridad de los estudiantes y los equipos. No dispone de una caja de fusibles con disyuntores automáticos, lo que puede ser menos seguro y más propenso a problemas.

La falta de mantenimiento de los de tomas de corriente crea inseguridad de la conexión de dispositivos modernos, y los circuitos sobrecargados son frecuentes debido a la capacidad insuficiente para las cargas. La iluminación suele ser ineficiente y consume más energía comparada con las tecnologías modernas como la iluminación LED.

Para mejorar una instalación eléctrica antigua, es crucial reemplazar los cables deteriorados con cables modernos y seguros, asegurar una adecuada conexión a tierra para protección contra descargas, y actualizar la caja de fusibles con disyuntores automáticos que son más eficientes y seguros.

Es necesario dividir los circuitos para evitar sobrecargas y mejorar la eficiencia energética utilizando iluminación LED. Estas mejoras no solo aumentan la seguridad y la eficiencia de la instalación, sino que también reducen el riesgo de accidentes eléctricos y mejoran el rendimiento general del sistema eléctrico del centro de educación.

3.1.2 Rediseño de la Instalación Eléctrica.

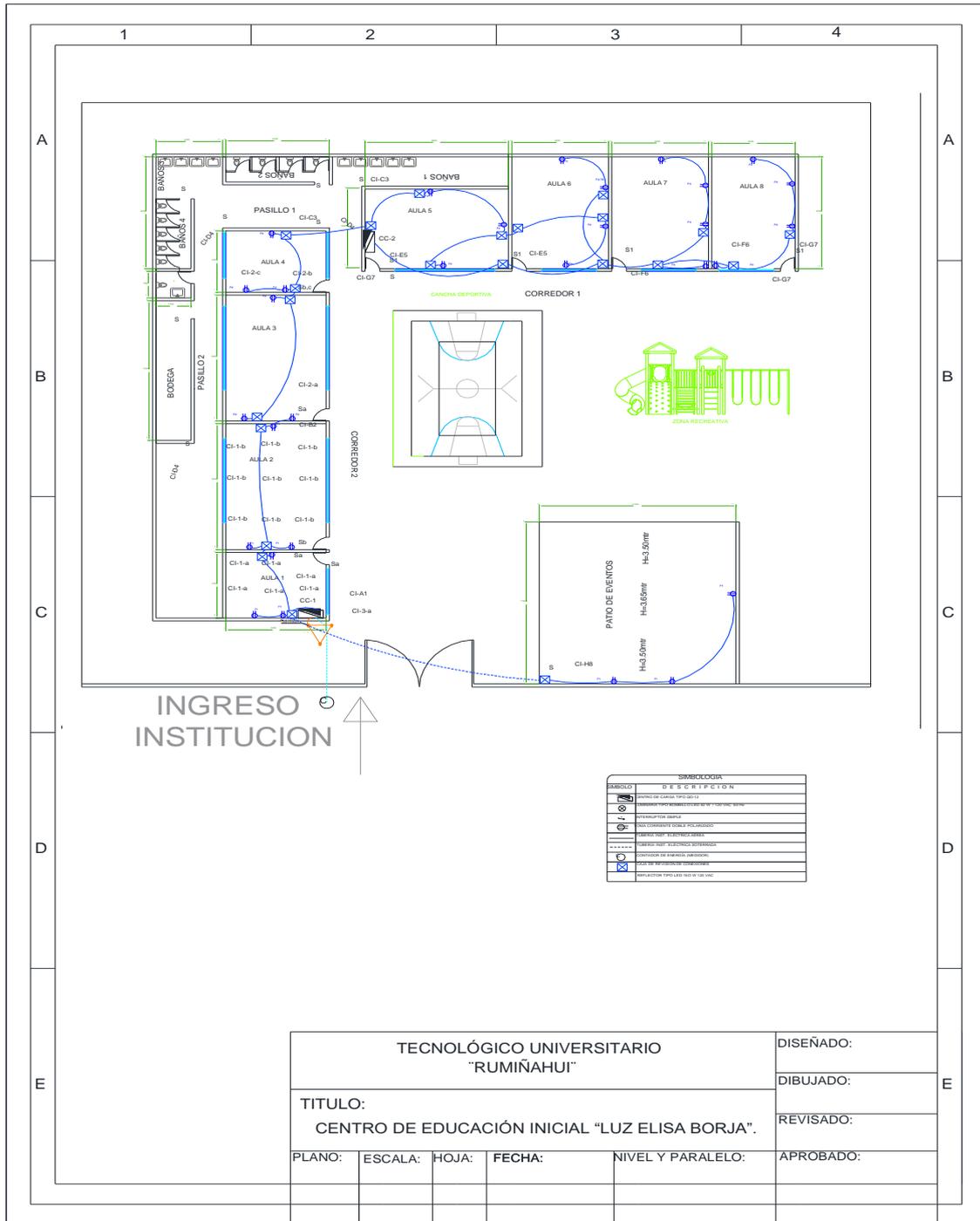


Figura 21 Rediseño Eléctrico Circuitos Toma Corrientes para el centro de desarrollo infantil "LUZ ELISA BORJA"
 Nota: Todos los planos para apreciar mejor los detalles, se adjuntan en los ANEXOS impresos en AUTOCAD formato A3.

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CENTRO DE CARGA TIPO QO-12
	LUMINARIA TIPO BOMBILLO LED 40 W / 120 VAC 60 Hz
	INTERRUPTOR SIMPLE
	TOMA CORRIENTE DOBLE POLARIZADO
	TUBERIA INST. ELÉCTRICA AÉREA
	TUBERIA INST. ELÉCTRICA SOTERRADA
	CONTADOR DE ENERGÍA (MEDIDOR)
	CAJA DE REVISIÓN DE CONEXIONES
	REFLECTOR TIPO LED 150 W 120 VAC

Figura 23. Simbología eléctrica utilizado en el diseño en AutoCAD

3.2 Cálculos del diseño eléctrico.

3.2.1 Acometida en Base al Estudio de Carga.

Circuito desde el Contador de energía hasta el Centro de Carga principal. De acuerdo con el estudio de carga que se adjunta se tiene una demanda de 10,090 kW. La institución cuenta con un Contador de Energía Bifásico trifilar 2F + 1N. 220/127 VAC. 60 Hz.

3.2.1.1 Cálculo del Calibre del Conductor.

Usamos la ecuación de la potencia Ecuación Numero 1

$$I_n = \frac{P_{tot}}{V_{FF}} \quad (1)$$

Donde:

I_n = Corriente nominal en Amperios. (A).

P_{tot} = Potencia total en Vatios (W).

V_{FF} = Voltaje entre Fase y Fase en Voltios (V).

La potencia es tomada del Estudio de Carga. Adjunto en la página 45.

$$I_n = \frac{10.090 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 45,9 \text{ A.}$$

Para tolerancia en la capacidad del Cable se aumenta un 25 % de la corriente nominal y esta es la *I_{tolC}*. Corriente de tolerancia del Conductor.

$$I_{tolC} = 1,25 \times I_n \quad (2)$$

$$I_{tolC} = 1.25 \times 45,9 A. = 57,4 A$$

De la tabla No 2 que está a continuación, se determina calibre del cable No 6 AWG Tipo THW o THHN/THWN, de 75 °C o 90 °C.

Tabla 10 Ampacidad de Cables THW Y THHN/THWN de 90 ° C. Con su corriente Normalizada.

CAPACIDAD DE CORRIENTE (A)			
Calibre AWG o kcmil	TW 60°C	THW 75°C	THHN/THWN 90°C
14	20	20	25
12	25	25	30
10	30	35	40
8	40	50	55
6	55	65	75
4	70	85	95
2	95	115	130
1	110	130	150
1/0	125	150	170
2/0	145	175	195
3/0	165	200	225
4/0	195	230	260
250	215	255	290
350	260	310	350
500	320	380	430

Hasta tres conductores transportando corriente, en una canalización, cable o en enterramiento directo a una temperatura ambiente de 30°C

La Tabla No 2 Cumple con la normativa NEC de USA y NTC 2050. Capacidad de Corriente.

3.2.1.2 Dimensionamiento de la protección del circuito de acometida Interruptor Termomagnético.

Para tolerancia en la capacidad de la protección Interruptor termomagnético (Breaker) se aumenta en un 15 % de la corriente nominal la representamos con *I_{tolB}*. Corriente de tolerancia del breaker.

$$I_{tolB} = 1,15 \times I_n$$

$$I_{tolB} = 1.15 \times 45,9 A. = 52,8 A$$

Interruptor Termomagnético Enchufable QO, 2 P, 60 A, 120/240 VAC.

3.2.1.3 Dimensionamiento de las tuberías para la acometida.

La acometida tendrá una distancia aproximada de 15 m, y está formada por los siguientes conductores: 2(1Cx1F No 6 AWG). + 1Cx1N No 6 AWG. La tubería transportara 3 conductores No 6 AWG en total.

Según la Norma NEC y el NTC 2050, se debe usar la capacidad de las tuberías para un sólo conductor se puede ocupar como máximo el 53% del área interna del conduit. Si van a pasar dos conductores el 31% y en caso de tres conductores o más, máximo el 40%; esto es utilizado como criterio para determinar el porcentaje de ocupación.

Tabla 11 Tabla de Capacidad de Tubería Conduit metálica y su capacidad máxima de acuerdo al calibre del conductor.

MÁXIMA CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLE EN TUBERÍA CONDUIT METÁLICA CABLES TW O THW Y THHN/THWN 90°C												
Calibre AWG o kcmil	DIÁMETRO NOMINAL DEL TUBO (Pulgadas, mm)											
	1/2 pulgada, 21 mm		3/4 pulgada, 26 mm		1 pulgada, 33 mm		1 1/4 pulgada, 42 mm		1 1/2 pulgada, 48 mm		2 pulgadas, 60 mm	
	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C
14	8	12	15	22	25	35	43	61	58	84	96	138
12	6	9	11	16	19	26	33	45	45	61	74	101
10	5	5	8	10	14	16	24	28	33	38	55	63
8	2	3	5	6	8	9	13	16	18	22	30	36
6	1	2	3	4	4	7	8	12	11	16	18	26
4	1	1	1	2	3	4	6	7	8	10	13	16
2	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	10	11
1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	5	7	8
1/0	-	1	1	1	1	1	2	3	3	4	6	7
2/0	-	-	1	1	1	1	1	2	3	3	5	6
3/0	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5
4/0	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3	4
250	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	3	3
300	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3
350	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2
400	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1

El diámetro de la tubería para la acometida es de 1 pulgada conduit tipo EMT (liviana), esta permite un máximo de 7 Conductores No 6 AWG tipo TW, THW Y THHN/THWN. En la presente acometida solo pasa 6 conductores.

Longitud de la tubería de acometida será 15 m. Esta medida se evaluó de acuerdo a las distancias en los planos de la institución.

 EMPRESA ELECTRICA QUITO	ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA			FECHA: 2/8/2024			
NOMBRE DEL PROYECTO:	CENTRO EDUCATIVO LUZ ELISA BORJA						
ACTIVIDAD TIPO:	EDUCATIVO						
LOCALIZACION:	N62 RIGOBERT HEREDIA Oe5-260 ERNESTO DELGADO QUITO NORTE PB3 COTOCOLLAO						
USUARIO TIPO:	C						
NUMERO DE USUARIOS	1						
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO							
REGLON	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO			FFUN	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCION	CANT	Pn(W)	%	(W)	(%)	W
1	PC CON IMPRESORA	2	1000	100	2000	80	1600
2	LAPTOP	2	30	100	60	30	18
3	TOMA CORRIENTES	30	100	100	3000	40	1200
4	BOMBILLO LED 110 Vac / 40 W	93	40	100	3720	50	1860
5	REFLECTORES	4	150	100	600	40	240
6	RACK	1	100	100	100	100	100
7	TV LED 32 PULGADAS	1	50	100	50	60	30
8	ACCESS POINT	2	30	100	60	100	60
9	TV TRC 21 PULGADAS	2	200	100	400	50	200
10	TV TRC 14 PULGADAS	1	100	100	100	50	50
TOTALES					10090		5358,0
FACTOR DE POTENCIA fp	0,85	FACTOR DE DEMANDA FDM= DMU(W)/CIR(W)		0,53			
DMU (kVA)	6,3	DEMANDA REQUERIDA		7,6			
Ti(%)	3	CAPACIDAD DEL CONTADOR DE ENERGIA A INSTALAR (kVA)		15			
$(1+Ti/100)^{10}$	1,3						
DMUp (kVA)	8,5						
FACTOR DE DIVERSIDAD	1						
DEMANDA CALCULADA	8,5						
FACTOR DE SOBRECARGA	90%						
OBSERVACIONES: EL PRESENTE ESTUDIO DE CARGA CORRESPONDE AL REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS							
CONTADOR DE ENREGÍA EXISTENTE BIFÁSICO TRIFILAR 2F + N, 220/127 VAC.							
NOTA.-							

Figura 24. Estudio de Carga Realizado en Formato de la Empresa Eléctrica Quito.

3.2.2 Circuitos de Toma Corrientes.

3.2.2.1 Cálculo del Calibre del Conductor.

Circuito de toma corrientes a instalar en las aulas son circuitos monofásicos 1F+1N+1T. Se las va a dividir en varios circuitos tomando en cada circuito máximo 10 toma corrientes. Se tiene en total de 30 toma corrientes, los dividimos en 3 circuitos de 10 toma corrientes. Con voltaje de 110 Vac.

Circuitos de toma corrientes 1, abreviado CT1 con una potencia Total de $P_{tot} = 1000 \text{ W}$.

CT1 Compuesto por:

AULA 8 sus 4 Toma corrientes.

AULA 7 sus 4 Toma corrientes.

AULA 6 solo 2 Toma corrientes.

$$A = \frac{P_{tot}}{V_{FN}} \quad (3)$$

$$I_n = I_n = \frac{1.000 \text{ W}}{110 \text{ V}} = 9,1 \text{ A.}$$

Para tolerancia en la capacidad del Cable se aumenta un 25 % de la corriente nominal y esta es la ***I_{tolC}***. Corriente de tolerancia del Conductor.

$$I_{tolC} = 1,25 \times I_n \quad (4)$$

$$I_{tolC} = 1.25 \times 9,1 \text{ A} = 11,4 \text{ A}$$

De la Tabla No 2, se determina calibre del cable No 14 AWG Tipo THW o THHN/THWN, de 75 °C o 90 °C. En la práctica se usará cable No 12 AWG Tipo THW o THHN/THWN de 75 °C o 90 °C.

3.2.2.2 Dimensionamiento de la protección del circuito CT1 Interruptor Termomagnético.

Para tolerancia en la capacidad de la protección Interruptor termomagnético (Breaker) se aumenta en un 15 % de la corriente nominal la representamos con ***I_{tolB}***. Corriente de tolerancia del breaker.

$$I_{tolB} = 1,15 \times I_n$$

$$I_{tolB} = 1,15 \times 9,1 A = 10,5 A$$

Interruptor Termomagnético Enchufable QO, 1 P, 16 A, 120 VAC.

3.2.2.3 Dimensionamiento de las tuberías para el CT1.

El CT1 tendrá una distancia aproximada de **15 m**, y está formada por los siguientes conductores: 1Cx1F No 12 AWG + 1Cx1N No 12 AWG + 1Cx1T No 12 AWG. La tubería transportara 3 conductores No 12 AWG en total. De acuerdo con la Tabla 3 El diámetro de la Tubería es ½ pulgada metálica EMT (liviana).

Los dos restantes circuitos son similares su diseño y se tendrá las siguientes distribuciones, de cada circuito.

CT2 Formado por:

AULA 6 solo 2 Toma corrientes.

AULA 5 sus 3 Toma corrientes.

AULA 4 sus 3 Toma corrientes.

AULA 3 solo 2 Toma corrientes.

CT3 Formado por:

AULA 3 solo 1 Toma corrientes.

AULA 2 sus 3 Toma corrientes.

AULA 1 sus 3 Toma corrientes.

SALA DE EVENTOS sus 3 Toma corrientes.

3.2.3 Circuitos de Luminarias.

3.2.3.1 Cálculo del Calibre del Conductor.

Circuito de Iluminación a instalar en las aulas y los diferentes espacios son circuitos monofásicos 1F+1N+1T. Se las va a dividir en varios circuitos tomando en cada circuito máximo 17 lámparas que de acuerdo la simulación en Dialux son de bombillos Led de 40 W.

Para el patio reflectores led de 150 W.

Se tiene en total de 93 lámparas a instalar, luminarias Led tipo bombillo de 40 W. las dividiremos en 5 circuitos de 15 focos led tipo bombillo y 1 de 18 bombillos. El voltaje de funcionamiento es 110 Vac a 60 Hz.

Circuitos Lámparas No 1, abreviado CL1 con 15 bombillos de 40 W dan una potencia Total de $P_{tot} = 600 \text{ W}$.

CL1 Integrado por:

AULA 8 sus 6 Lámparas.

AULA 7 sus 9 Lámparas.

$$I_n = \frac{P_{tot}}{V_{FF}}$$

$$I_n = \frac{600 \text{ W}}{110 \text{ V}} = 5,5 \text{ A.}$$

Para tolerancia en la capacidad del Cable se aumenta un 25 % de la corriente nominal y esta es la ***I_{tolC}***. Corriente de tolerancia del Conductor.

$$I_{tolC} = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 5,5 \text{ A.} = 6,8 \text{ A}$$

De la Tabla No 2, se determina calibre del cable No 14 AWG Tipo THW o THHN/THWN, de 75 °C o 90 °C. Es el recomendado en la parte práctica cable También el cable No 14 AWG Tipo THW o THHN/THWN, de 75 °C o 90 °C.

3.2.3.2 Dimensionamiento de la protección del circuito CL1 Interruptor Termomagnético.

Para tolerancia en la capacidad de la protección Interruptor termomagnético (Breaker) se aumenta en un 15 % de la corriente nominal la representamos con ***I_{tolB}***. Corriente de tolerancia del breaker.

$$I_{tolB} = 1,15 \times I_n = 1,15 \times 5,5 A = 6,3 A$$

Interruptor Termomagnético Enchufable QO, 1 P, 10 A, 120 VAC.

Los Circuitos de lámparas CL2, CL3, CL4, CL5. Su diseño es similar al CL1 y el cambio será es las lámparas de otras áreas.

CL2 integrada por:

AULA 6 sus 9 Lámparas.

BAÑOS 1 sus 3 Lámparas.

BAÑOS 2 sus 3 Lámparas.

CL3 integrada por:

AULA 4 sus 6 Lámparas.

AULA 5 sus 9 Lámparas.

CL4 integrada por:

AULA 2 sus 9 Lámparas.

AULA 1 sus 6 Lámparas.

CL5 integrada por:

AULA 3 sus 9 Lámparas.

BAÑOS 3 de 1 Lámpara.

BODEGA sus 2 Lámparas.

PASILLO 2 sus 3 Lámparas.

3.2.3.3 Dimensionamiento de las tuberías para el CL1.

El CL1 tendrá una distancia aproximada de 35 m, y está formada por los siguientes conductores: 1Cx1F No 14 AWG + 1Cx1N No 14 AWG + 1Cx1T No 14 AWG. La tubería transportara 3 conductores No 12 AWG en total. De acuerdo con la Tabla 3 El diámetro de la Tubería es ½ pulgada metálica EMT (liviana).

3.2.4 Cálculo del Calibre del Conductor.

Circuito CL6 con 18 Lámparas.

CL6 integrada por:

PASILLO 1 con 2 Lámparas.

CORREDOR 1 con 5 Lámparas.

CORREDOR 2 con 7 Lámparas.

BAÑOS 4 sus 3 Lámparas.

BAÑO INDIVIDUAL de 1 Lámpara.

Circuitos Lámparas No 6, abreviado CL6 con 18 bombillos de 40 W dan una potencia Total de $P_{tot} = 720 \text{ W}$.

$$I_n = \frac{P_{tot}}{V_{FF}}$$

$$I_n = \frac{720 \text{ W}}{110 \text{ V}} = 6,5 \text{ A.}$$

Para tolerancia en la capacidad del Cable se aumenta un 25 % de la corriente nominal y esta es la ***I_{tolC}***. Corriente de tolerancia del Conductor.

$$I_{tolC} = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 6,5 \text{ A.} = 8,2 \text{ A}$$

De la Tabla No 2, se determina calibre del cable No 14 AWG Tipo THW o THHN/THWN, de 75 °C o 90 °C. Es el recomendado en la parte práctica cable También el cable No 14 AWG Tipo THW o THHN/THWN, de 75 °C o 90 °C.

3.2.4.1 Dimensionamiento de la protección del circuito CL6 Interruptor Termomagnético.

Para tolerancia en la capacidad de la protección Interruptor ferromagnético (Breaker) se aumenta en un 15 % de la corriente nominal la representamos con ***I_{tolB}***. Corriente de tolerancia del breaker.

$$I_{tolB} = 1,15 \times I_n = 1,15 \times 6,5 A = 7,5 A$$

Interruptor Termomagnético Enchufable QO, 1 P, 10 A, 120 VAC.

3.2.4.2 Dimensionamiento de las tuberías para el CL6.

El CL6 tendrá una distancia aproximada de 15 m, y está formada por los siguientes conductores: 1Cx1F No 14 AWG + 1Cx1N No 14 AWG + 1Cx1T No 14 AWG. La tubería transportara 3 conductores No 12 AWG en total. De acuerdo con la Tabla 3 El diámetro de la Tubería es ½ pulgada metálica EMT (liviana).

3.2.4.3 Circuitos de Luminarias Patio.

Circuitos Reflectores Patio No 1, abreviado CR1 con 4 Reflectores Led de 150 W dan una potencia Total de $P_{tot} = 600 W$.

Con esta potencia el diseño de circuito seria el mismo de los Circuitos de Luminarias CL1 a CL5.

3.3 Centros de Carga.

Las protecciones de los diferentes circuitos en los cuales se ha organizado el diseño se instalarán desde Centros de Carga conocidas a veces como Cajas Térmicas, Panel de Distribución de Circuitos.

Para lo cual se debe distribuir los diferentes en los Centros de Carga, en el presente diseño se van implementar dos Centros de Carga Bifásicos uno instalado en el AULA 1 CC-1 y el AULA 5 CC-2.

3.3.1 Centros de Carga No 01 CC-1.

El Centro de Carga Uno CC-1 Ubicado en el Aula 1, donde llega la acometida desde el contador de energía; Se conectan los circuitos con su respectiva protección:

CT3 consumo 1000 W
CL4 consumo 600 W.
CL5 consumo 600 W.
CL6 consumo 720 W.
CR1 consumo 600 W.
CC-2 consumo 3800 W.
Potencia total: 7320 W.

Se conectan 7 circuitos, se debe considerar el de CC-2 es un circuito bifásico usa una protección ferromagnética de 2 P.

CC-1 Referencia fabricante SCHNEIDER ELECTRIC QOL-12F / BIFÁSICO 12 ESPACIOS 2F+N+T 125A 240VAC

Al ser de 12 espacios o circuitos se tiene una reserva para 5 circuitos futuros.

3.3.2 Centros de Carga No 02 CC-2.

El Centro de Carga Uno CC-2 Ubicado en el Aula 5, Su alimentación vendrá del CC-1 con un Acometida Secundaria; Se conectan los circuitos con su respectiva protección:

CT1 consumo 1000 W.
CT2 consumo 1000 W.
CL1 consumo 600 W.
CL2 consumo 600 W.
CL3 consumo 600 W.
Potencia total: 3800 W.
Se conectan 5 circuitos.

CC-1 Referencia fabricante SCHNEIDER ELECTRIC QOL-8F/ BIFÁSICO 8 ESPACIOS 2F+N+T 125A 240VAC.

Al ser de 8 espacios o circuitos se tiene una reserva para 3 circuitos futuros.

3.4 Acometida Secundaria desde CC-1 a CC-2.

Circuito desde el CC-1 hasta el CC-2. De acuerdo con la distribución de circuitos se tiene en CC-2 3,800 kW.

3.4.1 Cálculo del Calibre del Conductor.

$$I_n = \frac{P_{tot}}{V_{FF}}$$

$$I_n = \frac{3.800 W}{220 V} = 17,3 A.$$

Para tolerancia en la capacidad del Cable se aumenta un 25 % de la corriente nominal y esta es la *I_{tolC}*. Corriente de tolerancia del Conductor.

$$I_{tolC} = 1,25 \times I_n = 1.25 \times 17,3 A. = 21,6 A$$

De la Tabla No 2 que está a continuación, se determina calibre del cable No 10 AWG Tipo THW o THHN/THWN, de 75 °C o 90 °C.

3.4.1.1 Dimensionamiento de la protección del circuito de acometida secundaria Interruptor Termomagnético.

Para tolerancia en la capacidad de la protección Interruptor termomagnético (Breaker) se aumenta en un 15 % de la corriente nominal la representamos con *I_{tolB}*. Corriente de tolerancia del breaker.

$$I_{tolB} = 1,15 \times I_n = 1.15 \times 17,3 A. = 19,9 A$$

Interruptor Termomagnético Enchufable QO, 2 P, 20 A, 120/240 Vac.

3.4.1.2 Dimensionamiento de las tuberías para la acometida.

La acometida secundaria tendrá una distancia aproximada de 34 m, y está formada por los siguientes conductores: 2(1Cx1F No 10 AWG). + 1Cx1N No 10 AWG + 1Cx1T No 12 AWG. La tubería transportara 4 conductores No 10 AWG en total.

De acuerdo a la Tabla 3 se tiene una tubería metálica EMT (liviana) de 1 pulgada.

cable12b9A				170	Continu...	—	Por...	0	Color_...		
cable12b10B				170	Continu...	—	Por...	0	Color_...		
cable12b11C				170	Continu...	—	Por...	0	Color_...		
cable12b12D				170	Continu...	—	Por...	0	Color_...		

Figura 25. Capas del cableado que identifican a cada circuito de fuerza.

En la tabla 10 se agrupa los circuitos cada 10 tomacorrientes. La unidad educativa tiene un total de 27 tomacorrientes por lo que nos da un total de 3 circuitos de fuerza y adicional se tiene un circuito independiente para controlar el rack de equipos.

La cantidad de amperios requeridos puede variar significativamente según el entorno y las necesidades específicas. Por ejemplo, una fábrica con numerosas máquinas conectadas tendrá una demanda de amperios mucho mayor que unas oficinas donde se utilizan computadoras para actividades administrativas.

Del mismo modo, una casa habitada por cinco personas que utilizan electrodomésticos básicos también tendrá requisitos de amperaje específicos.

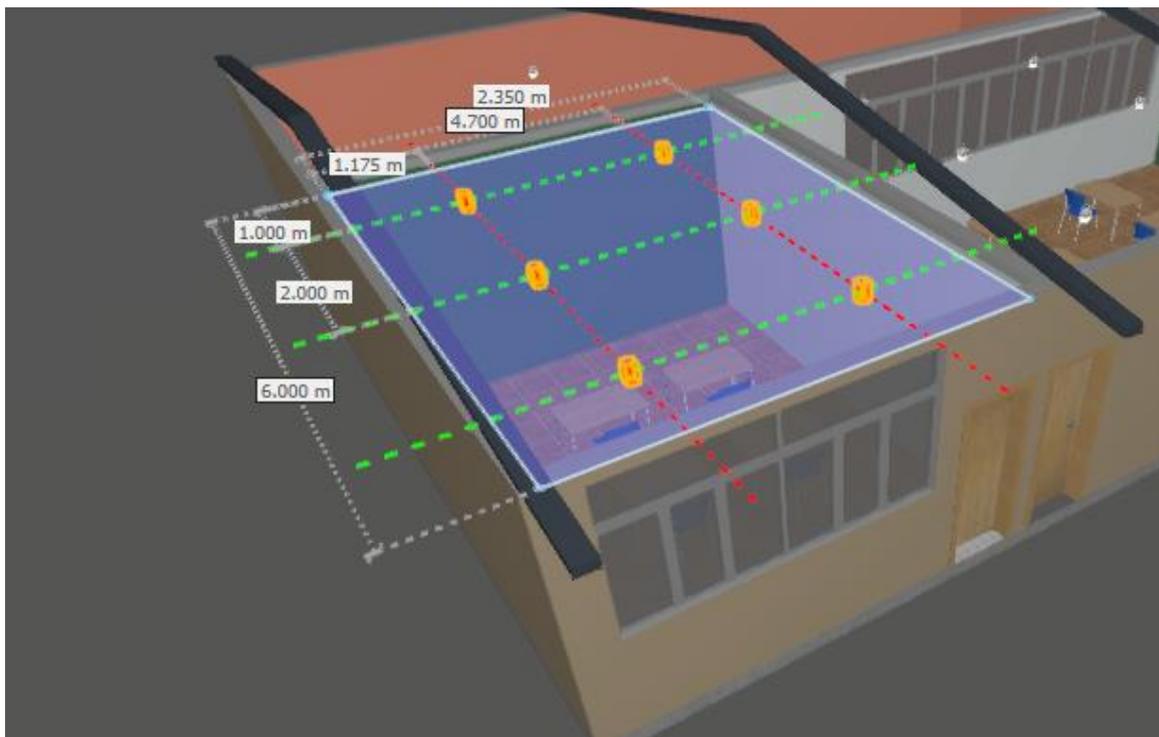


Figura 26. Ubicación de iluminación dentro del aula Simulación aula 1 bloque A.

Se presenta con ayuda del software imágenes realistas del diseño propuesto, lo cual es invaluable para la presentación de proyectos.

La colocación precisa de luminaria se presenta en la figura 19, DIALux permite ajustar parámetros como la altura de montaje y la orientación de las luminarias dentro del aula, lo que influye directamente en la distribución y eficacia de la iluminación.

La capacidad de realizar simulaciones avanzadas también ayuda a prever el rendimiento de la iluminación antes de la implementación física.

3.5 Diagramas Unifilares.

3.5.1 Diagramas Unifilares CC 1.

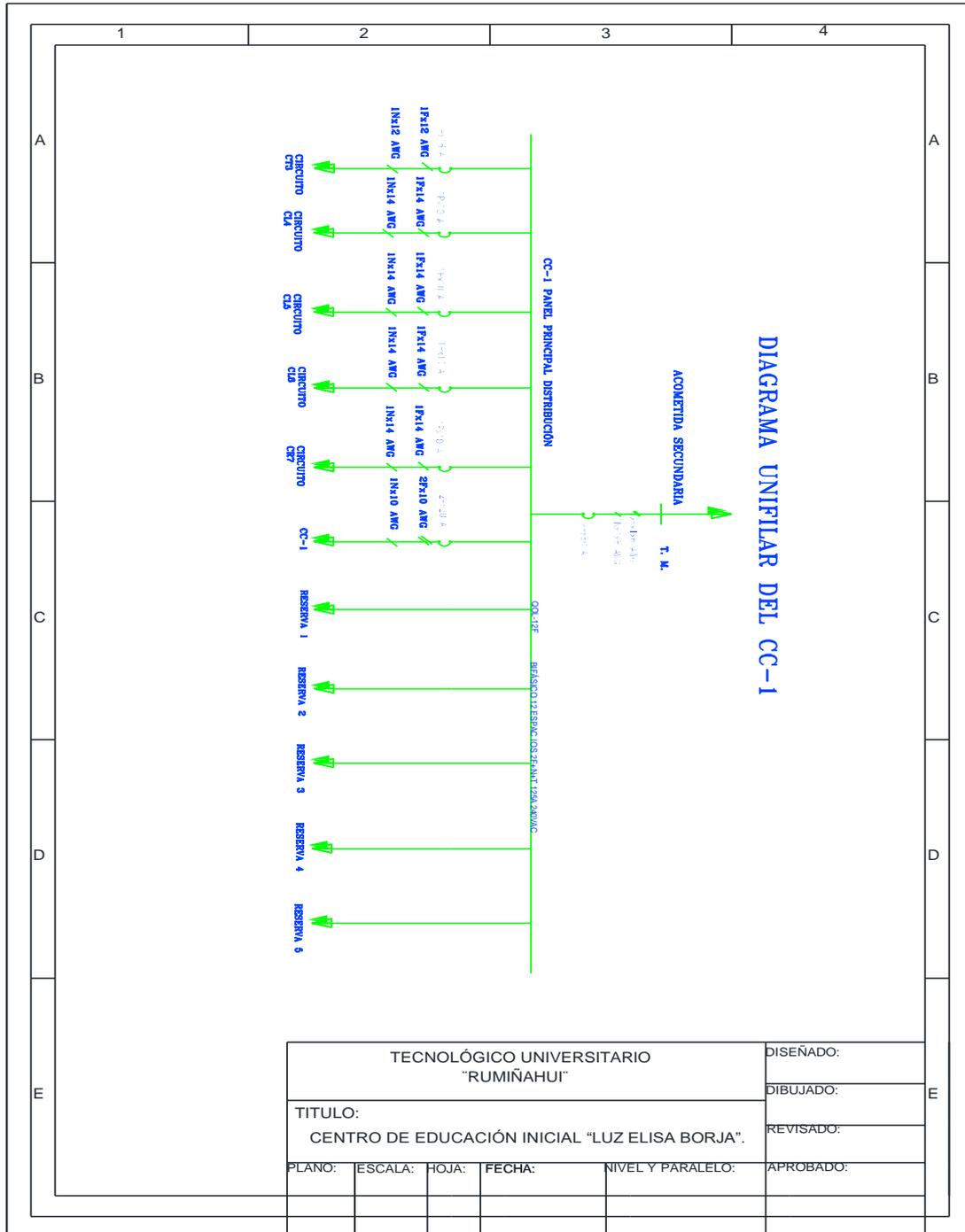


Figura 27. Diagrama Centro de Carga CC 1.

Nota: Todos los planos para apreciar mejor los detalles, se adjuntan en los ANEXOS impresos en AUTOCAD formato A3.

3.6. Implementación.

3.6.1 Situación actual de las aula, corredor y baño.



Figura 29. *Imágenes del estado actual de las Instalaciones eléctricas en la Institución Educativa.*

3.6.2 Situación actual del área de bodega.



Figura 30. *Imágenes del estado actual de las Instalaciones eléctricas de la bodega en la Institución Educativa, no dispone instalación de luminarias como se observa.*

3.6.3 Implementación del Rediseño de las Instalaciones Eléctricas.

A partir del rediseño realizado en el presente informe de toda la instalación eléctrica comenzando con el Estudio de Carga en formato de la Empresa Eléctrica Quito E.E.Q. Iniciamos desde su acometida, sistema de puesta a tierra, toma corrientes, luminarias de todos los espacios comprende aulas, baños, bodega corredores, se procede a realizar la instalación eléctrica. A partir del mismo.

3.6.3.1 Instalaciones Eléctricas Acometida y Centro de Carga CC 1.

Realizado previamente la obra civil para la instalación de las tuberías de acometida y CC 1 para empotrarlos. Se muestra figura 39 siguiente.



Figura 31. Se presenta luego de empotrado la tubería de la acometida y de CC 1 a la derecha y el plano correspondiente.



Figura 32. Verificación de conexiones una vez ya realizada la Instalación Eléctrica de CC 1 y sus Protecciones.

3.6.3.2 Instalaciones Eléctricas Acometida Secundaria para CC 2 y Malla Puesta a Tierra.

La acometida secundaria se la realiza de manera soterrada, con una caja de paso y revisión de cemento, junto se tiene también la malla del sistema de puesta a tierra compuestas por tres varillas de cobre electrolítico 5/8 de pulgadas longitud 1,80 m. conectadas con cable No 8 AWG.



Figura 33. Muestra la excavación para el soterramiento de la acometida secundaria para CC 2 y la malla de puesta a tierra.

3.6.3.3 Instalaciones Eléctricas Sistema de Iluminación Corredor No 01.

Seguidamente tenemos la instalación de los circuitos de iluminación de acuerdo al rediseño para todas las áreas aulas, pasillos, corredores, bodegas. Baños, Patio de Eventos.



Figura 34. Instalación de la tubería aérea para el circuito de iluminación del Corredor 1



Figura 35. *Instalación de la tubería aérea para el circuito de iluminación del Corredor 2*



Figura 36. *Conexión de boquilla Aulas 4 y Patio de eventos*

3.6.3.4 Instalaciones Eléctricas Toma Corrientes.

Preparación de las paredes e instalación de cajetines para toma Corrientes en el Aula 2, según rediseño, circuito se alimenta de CC 1.



Figura 37. *Instalación de los cajetines para los toma corrientes en el aula 2.*



Figura 38. *Toma Corriente Instalado en funcionamiento Aula 8*

CAPITULO IV

4. MEDICIONES, PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1. Medición de la Caída de Voltaje.

Para medición de la caída de Voltaje se realiza la medición de voltaje en barras del Centro de Caga principal CC 1 con las luminarias encendidas de las áreas de aulas, baños, corredores, pasillos y bodega. $V_{FN} = 116$ Vac y en toma corriente CT1-3. $V_{FN} = 113$ V

$$\% C_V = \frac{V_{FN \text{ barra}} - V_{FN \text{ t/c}}}{V_{FN \text{ barra}}} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

$\% C_V$ es Caída de Voltaje en porcentaje.

$V_{FN \text{ barra}}$ es Voltaje fase neutro en barra de alimentación principal.

$V_{FN \text{ t/c}}$ es Voltaje fase neutro en toma corriente más alejado a la barra de alimentación principal.

$$\% C_V = \frac{116 - 113}{116} \times 100 = 2,7 \%$$

Este valor es inferior al 3 % recomendado por las Normas de EEQ. El dimensionamiento de los conductores eléctricos es el correcto.



Figura 39. Imágenes de voltajes medidos tanto en barras de CC 1 y del Tomacorriente en el aula 8, tomadas en pruebas para verificar la caída de voltaje.

4.2. Medición de los Niveles de Luminosidad con Luxómetro.

Para esta prueba se la realiza en horas de la noche para ser mínima la incidencia de la luz solar en el ambiente.

A continuación, se muestra las mediciones del nivel de iluminación de varias áreas de la Institución Educativa, la medición se realiza con instrumento con certificación. Y en cada una se muestra cumple con los niveles recomendados en la Tabla No 01 del NEC Ecuador.



Figura 40. Medición del nivel de iluminación en el aula 1 valor de 433 Luxes.



Figura 41. Medición del nivel de iluminación en el aula 3 valor de 332 Luxes.



Figura 42. Nivel de iluminación en Patio de Eventos valor de 315 Luxes.

4.3. Medición de la Resistencia del Sistema de Puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra se implementó con tres varillas de cobre electrolítico diámetro 5/8 y longitud 1,80 m, conectadas con cable No 8 AWG, unidas con terminales ajustables. Se presenta imágenes de medición.



Figura 43. Preparación e Instalación de electrodo adicional para la medición de tierra.



Figura 44. Medición del sistema de puesta a tierra encontrando un valor de 21,86 Ohm lo cual cumple la norma del Código NEC U.S.A. literal 100.

4.4. Medición del Voltaje entre Neutro y Tierra.

Una medición adicional que comprueba el funcionamiento adecuado de los equipos conectados a los diferentes circuitos de toma corrientes; es el nivel de voltaje existente en toma corriente entre el Neutro y Tierra. Cuyo valor no debe superar los 3 V, lo que garantiza una malla de puesta a tierra correctamente instalada.

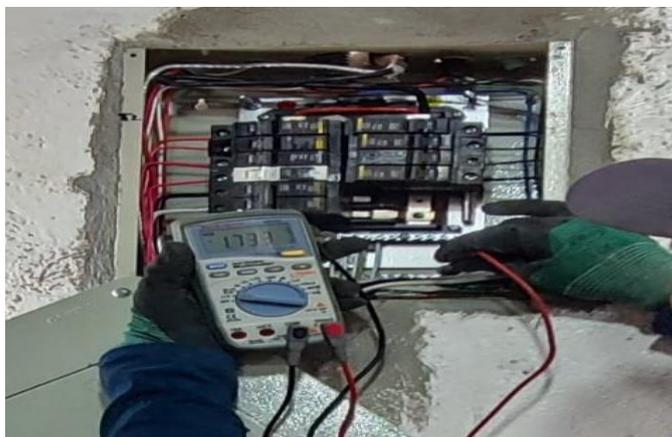


Figura 45. Medición de Voltaje entre Tierra y Neutro VTN da un valor de 1,733 Vac, lo cual cumple la norma recomendada por la E.E.Q

4.5. Análisis de Resultados.

Luego de realizar los trabajos para la implementación del rediseño de la Instalación Eléctrica en la Institución Educativa. Se procede con la pruebas y mediciones de todos los sistemas que constituye la Instalación Eléctrica completa, las mismas permiten evaluar si están de acuerdo con las normas en las cuales se basó el rediseño. Tanto nacionales NEC Ecuador, MEER, EEQ e internacionales NEC USA.

Medición de la resistencia de la malla de puesta a tierra según el NEC USA Literal 100.5 donde que la resistencia puede tener hasta 25 Ohms, valor aceptado por la EEQ. Se obtuvo un valor 21,86 Ohms el cual cumple con la norma nacional e internacional.

Medición del Voltaje entre neutro y tierra, de acuerdo a normas no debe ser superior a 3 Vac. Se realiza la medición obteniéndose un valor de 1,733 Vac, esto asegura las tomas estén correctamente conectados a la malla de tierra.

Evaluación de la caída de voltaje entre barras en el centro de carga y el toma corriente más alejado de las barras, esto nos permite evaluar si el calibre del conductor es el adecuado para la corriente a transportar y la resistencia que presente este no sea incidente en el funcionamiento de los circuitos por no tener un nivel adecuado de voltaje, ser inferior para el correcto funcionamiento de los equipos. Esta caída de voltaje según normas nacionales tanto del MEER como de la EEQ es del 3 % del voltaje en barras. Se obtuvo un valor 2,7 %.

Medida de la Intensidad luminosa en todas las áreas a iluminar cumpliendo con los niveles recomendados en la norma del NEC Ecuador. De igual forma se tiene para las aulas valor recomendado de 300 luxes, en las mediciones se obtiene inclusive valores superiores como de 315 luxes, 433 luxes. Es importante resaltar la utilidad para el rediseño de la iluminación se usó el software Dialux, Lo cual facilito su diseño de acuerdo a las normas.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

- Es importante resaltar toda Instalación Eléctrica para sus diseños o rediseños deben estar basadas en la norma para las mismas; tanto nacionales como internacionales. De esta manera asegurar la calidad de la energía, garantizando el buen funcionamiento de los equipos, su protección y protección de las personas. Más aun siendo una Institución Educativa donde se usará computadores y ayuda técnico pedagógicas de última tecnología para una enseñanza moderna.
- La malla de puesta a tierra en una parte muy importante en la instalación eléctrica pues esta permite tener protección contra sobre cargas de voltajes sean esta externas o internas para los equipos conectados en las tomas corrientes para su funcionamiento. Y más allá de realizarla debe cumplir con los valores de resistencia recomendados en las normas, de esta forma asegurando la rápida descarga hacia tierra de los eventos sobre voltajes, los mismos que son fenómenos de alta frecuencia (rápidos).
- Un nivel adecuado de iluminación con un rediseño basado en software de simulación es de mucha importancia; para evitar los niños de la Institución Educativa no fuercen la vista; realizando confortablemente actividades de lectura, escritura y tareas escolares. Además, permite mantener una buena visión a los niños en su adultez a no forzar tu vista en manera prolongada en sus actividades académicas.
- La distribución de los circuitos independientes tanto de toma corrientes como de luminarias con sus tres conductores fase neutro y tierra evita interferencia de ruidos en los equipos importante en el caso de uso de señales de internet, así como digitales para la exposición de programas educativos, culturales y recreativos de televisión abierta o por cable como debe ser en una educación moderna.

- Los niveles correctos y estables de voltajes de una Instalación Eléctrica ayudan y protegen a los equipos conectados en la misma; prolongando su vida útil razón por la cual era de mucha importancia el rediseño de las mismas.
- Mejoramiento de los espacios de aulas, baños, pasillos, corredores, patio de eventos con una mejor iluminación y el aumento de la funcionalidad al aumentar toma corrientes para conectar más equipos.

5.2 Recomendaciones.

- Si bien este rediseño realizado a permitir mejorar en más del 80%, la Instalación Eléctrica de la Institución Educativa sistema de respaldo de energía ininterrumpida UPS por sus siglas en inglés, para respaldar no solo equipos de computación e internet sino algunas luminarias de áreas claves como pasillos, corredores, mantener iluminados a pesar de suspensión o cortes de la energía eléctrica.
- Instalar toma corriente GFCI (Ground Fault Circuit Interrupter) que permiten el corte de energía ante fugas pequeñas de corriente del orden de 20 mA la cual se puede presentar si los niños pusieran en contacto su cuerpo con los toma corrientes. De esta forma protegiendo a los niños que estudian en la Institución.
- Instalar sistemas de luces automáticas en base a fotoceldas en el área de corredores para tener un mínimo de iluminación en horas de la noche y madrugada por seguridad.
- Si bien se cuenta con sistema de puesta a tierra también sería importante el análisis y diseño para la instalación de un sistema de pararrayos sencillo como una punta franklin, conectada a su propio sistema de tierra, luego integrarla con una bobina de choque a tierra actual instalada.
- Realizar el mantenimiento periódico por lo menos anual de la instalación eléctrica implementada con el rediseño y del sistema puesta tierra.
- El uso de reguladores de Voltaje para equipos de cómputo e Internet

BIBLIOGRAFIA

- Cable 14 AWG Amperaje, Usos y Tabla de Capacidades. (n.d.). Cables y Conductores Eléctricos. Retrieved June 14, 2024, from <https://cablesyconductores.com/calibre-de-cables/cable-calibre-14/>
- Conexión de tomacorrientes eléctricos. - FARADAYOS. (n.d.). Faradayos.Info. Retrieved June 14, 2024, from <https://www.faradayos.info/2014/01/conexion-tomacorrientes-electricos-120-240.html>
- Cto, P. (2019, October 25). Circuitos de Iluminación Domiciliaria. Capacitación Técnica. <https://capacitaciontecnica.com.ar/2019/10/24/circuitos-de-iluminacion-domiciliaria/>
- Energía, I. (2023, March 17). Interruptor. Imagina Energía – Una energía como tú; Imagina Energía. <https://imaginaenergia.com/glosario/interruptor/>
- Fitzgerald, A. E., Kingsley Jr, C., & Umans, S. D. (2016). Máquinas Eléctricas. México: McGraw-Hill.
- INTER ELECTRICAS Toma LEVITON Doble 15Amp 125V Naranja Tierra Aislada - 5262-IG. (n.d.). INTER ELECTRICAS. Retrieved June 14, 2024, from <https://interelectricas.com.co/articulos-electricos/91-toma-leviton-doble-15amp-125v-naranja-tierra-aislada.html>
- PepeEnergy, B. (2020, May 5). ¿Qué es una instalación eléctrica? Blog Pepeenergy; Blog MásMóvil. <https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-instalacion-electrica/>
- Producto. (n.d.). Com.ar. Retrieved June 14, 2024, from https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/299/industrias_sica_proteccion_electrica_asegurada
- Sánchez, G. (2023, October 31). ¿Qué es un tomacorriente y cuál es su importancia? BA Electricistas. <https://electricistacaba.ar/blog/que-es-un-tomacorriente-y-cual-es-su-importancia/>

WEBGRAFIA

- <https://www.centelsa.com/archivos/5344cd0e.pdf>

- <https://www.se.com/co/es/product/QOB230GFI/interruptor-termom%C3%A1gnético-atornillable-qo-30a-2p-120-240-vac-10-ka-6ma/?range=7229-interruptores-termomagn%C3%A9ticos-qo&parent-subcategory-id=4290&selectedNodeId=43742299185>

- <https://inselec.com.ec/producto/centros-de-carga-bifasico/>

- <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf>

ANEXOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
QOL-2F	BIFÁSICO 2 ESPACIOS 2F+N+TIOOA 240VAC
QOL-2PT	BIFÁSICO 2 ESPACIOS 2F+N+TIOOA 240VAC
QOL-4F	BIFÁSICO 4 ESPACIOS 2F+N+TIOOA 240VAC
QOL-4PT	BIFÁSICO 4 ESPACIOS 2F+N+TIOOA 240VAC
QOL-6F	BIFÁSICO 6 ESPACIOS 2F+N+T 125A 240VAC
QOL-8F	BIFÁSICO 8 ESPACIOS 2F+N+T 125A 240VAC
QOL-12F	BIFÁSICO 12 ESPACIOS 2F+N+T 125A 240VAC
QOL-16F	BIFÁSICO 16 ESPACIOS 2F+N+T 125A 240VAC
QOL-20F	BIFÁSICO 20 ESPACIOS 2F+N+T 125A 240VAC
QOL-30F	BIFÁSICO 30 ESPACIOS 2F+N+T 225A 240VAC

Pruebas Luxómetro

Enlace del video: https://www.youtube.com/watch?v=k_kpYoUAhLM

Entrega formal del proyecto

Enlace del video: <https://youtu.be/LDWQGNLUdWY>

Video predefensa

Enlace del video: <https://youtu.be/IJJTOVkdSm8>