

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

PROPUESTA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS E ILUMINACIÓN EN LA ESCUELA FISCAL “JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ”

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento
Eléctrico.

Autor:

Lenin Rene Narvaez Narvaez

Director:

Msc. Olger Gilberto Arellano Bastidas

IBARRA – ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172501109-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	NARVAEZ NARVAEZ LENIN RENE		
DIRECCIÓN:	LOS CEIBOS		
EMAIL:	lnarvaezn@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0967145203

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROPUESTA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS E ILUMINACIÓN EN LA ESCUELA FISCAL "MIGUEL LEORO VÁZQUEZ"
AUTOR (ES):	NARVAEZ NARVAEZ LENIN RENE
FECHA: DD/MM/AAAA	28/05/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERIA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
ASESOR /DIRECTOR:	ING. ARELLANO BASTIDAS OLGIER GILBERTO MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el(los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de mayo de 2023

EL AUTOR

Nombre: Narvaez Narvaez Lenin Rene



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

Ing. Olger Arellano MSc.

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante Narvaez Narvaez Lenin Rene certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: PROPUESTA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS E ILUMINACIÓN EN LA ESCUELA FISCAL "JOSE MIGUEL LEORO VÁZQUEZ" para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Olger Arellano", is written over a horizontal dotted line.

Ing. Olger Gilberto Arellano Bastidas MSc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Agradezco primero a mi familia: Martha Narvaez, Salvador Narvaez y hermanos por todo el apoyo durante el transcurso de mi vida universitaria. A mis compañeros y docentes por la amistad que se forjó en estos años.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme los conocimientos y permitir cursar mis estudios para conseguir el título profesional. A los profesores de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico por brindar sus conocimientos y experiencias.

De manera especial a mi familia por el apoyo que recibí en todo el transcurso de mi vida universitaria.

A mis amigos por el apoyo y los ánimos que me brindaron durante mi vida estudiantil.

Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
Contextualización	XIV
Planteamiento del problema	XV
Formulación del problema	XV
Justificación.....	XVI
Alcance	XVI
Objetivo general	XVII
Objetivos específicos.....	XVII
CAPITULO 1	1
1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Diseño eléctrico	1
1.2 Normativa Nacional Eléctrica	1
1.3 Rediseño de las instalaciones eléctricas.....	1
1.4 Instalaciones eléctricas.....	2
1.5 Niveles de voltaje.....	2
1.6 Transformador eléctrico	3
1.7 Partes de una instalación eléctrica.....	3
1.7.1 Acometida	4
1.7.2 Medidor eléctrico	4
1.7.3 Línea general de alimentación.....	4
1.7.4 Tablero Principal.....	4

1.7.5	Tablero de distribución	5
1.7.6	Protecciones.....	5
1.8	Conductores eléctricos	7
1.8.1	Tipos de conductores eléctricos	8
1.8.2	Medidas de los conductores eléctricos	8
1.8.3	Designación del aislamiento	9
1.9	Normas para los conductores	9
1.9.1	Conductor en los alimentadores	9
1.9.2	Conductor en circuitos derivados.....	9
1.9.3	Conductor en puesta a tierra	10
1.9.4	Código de colores.....	10
1.10	Componentes eléctricos.....	10
1.10.1	Interruptor simple.....	10
1.10.2	Conmutador simple	11
1.10.3	Tomacorriente	11
1.10.4	Canalizaciones	11
1.11	Sistema de puesta a tierra	12
1.11.1	Componentes del sistema puesta a tierra.....	13
1.11.2	Factores debido al contacto con la corriente.....	13
1.11.3	Normativa para el sistema puesta a tierra.....	13
1.12	Fundamentos de la iluminación.....	14
1.12.1	Norma para la iluminación de interiores.....	14
1.13	Magnitudes luminosas	16
1.13.1	Flujo luminoso	16
1.13.2	Intensidad luminosa.....	16
1.13.3	Nivel de iluminación o iluminancia	17
1.13.4	Luminancia.....	17

1.13.5	Eficiencia luminosa.....	18
1.13.6	Deslumbramiento	18
1.13.7	Tipos de lámparas	18
1.14	Simbología.....	19
2	CAPÍTULO 2	20
2.1	Descripción del área de estudio.....	20
2.2	Metodología.....	21
2.3	Materiales	23
2.3.1	Multímetro	23
2.3.2	Luxómetro	23
2.4	Levantamiento de información de las instalaciones eléctricas	24
2.4.1	Planos eléctricos	24
2.4.2	Transformador.....	24
2.4.3	Acometida	25
2.4.4	Medidor	25
2.4.5	Ubicación de los tableros eléctricos.....	25
2.4.6	Circuitos	26
2.4.7	Tableros eléctricos	26
2.4.8	Conductores.....	30
2.4.9	Levantamiento de cargas	31
2.5	Instrumentos de medición.....	33
2.5.1	Niveles Iluminación.....	33
2.5.2	Caída de Voltaje.....	34
2.5.3	Parámetros eléctricos.....	35
2.5.4	Curva de voltaje.....	35
2.5.5	Curva de corriente	37
2.5.6	Curva de la potencia aparente.....	37

2.6	Resumen del estado actual de las instalaciones.....	39
3	CÁPITULO 3	40
3.1	Introducción	40
3.2	Descripción de materiales.....	40
3.2.1	Software DIALux evo 8.0.....	40
3.2.2	Software AutoCAD	40
3.3	Diseño de iluminación.....	40
3.3.1	Cálculos mediante el software DIALux	41
3.3.2	Tipo de luminaria.....	42
3.3.3	Tablas del rediseño de iluminación.....	43
3.3.4	Total de luminarias en el rediseño	44
3.3.5	Cálculo de intensidad de los circuitos de iluminación	45
3.4	Rediseño de tomacorrientes	46
3.4.1	Cálculo de intensidad de circuitos de fuerza.....	47
3.5	Interruptores	48
3.6	Conductores	48
3.6.1	En circuitos de iluminación	48
3.6.2	En circuito de tomacorrientes	48
3.6.3	Alimentadores a paneles de distribución	49
3.6.4	Cálculo de intensidad de los interruptores termomagnéticos	49
3.7	Cálculo de la caída de voltaje	50
3.8	Conductores en tuberías.....	51
3.8.1	Cálculo el número de conductores en tuberías.....	51
3.9	Diseño del cuadro de cargas	53
3.9.1	Cuadro primario de distribución.....	54
3.10	Planos Unifilares	55
3.11	Diseño de la puesta a tierra	55

3.11.1	Diseño de puesta a tierra.....	56
3.11.2	Calibre del conductor para la malla de puesta a tierra	58
3.12	Costo total del Rediseño	59
	Conclusiones.....	61
	Recomendaciones.....	62
	ANEXO A: Diagnóstico planos unifilares	63
	ANEXO B: Planos arquitectónicos.....	67
	ANEXO C: Diagnóstico planos eléctricos	77
	ANEXO D: Simulación en Dialux con 6 lámparas	95
	ANEXO E: Rediseño cuadro de cagas	98
	ANEXO F: Rediseño planos unifilares	102
	ANEXO G: Rediseño planos eléctricos.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1: Transformador monofásico	3
FIGURA 1. 2: Partes de una instalación eléctrica	3
FIGURA 1. 3: Interruptor termomagnético.....	5
FIGURA 1. 4: Curva de tiempo vs intensidad.....	6
FIGURA 1. 5: Interruptor diferencial.....	7
FIGURA 1. 6: Medidas de los cables eléctricos fuente: (unacable, 2020)	8
FIGURA 1. 7: Esquema de un conmutador.....	11
FIGURA 1. 8: Canalizaciones para las instalaciones eléctricas.....	12
FIGURA 1. 9: Pruebas de resistividad del suelo	13
FIGURA 1. 10: Intensidad luminosa.....	17
FIGURA 1. 11: Nivel de iluminación.....	17
FIGURA 1. 12: Luminancia	17
FIGURA 1. 13: Tipos de lámparas	18
FIGURA 2. 1: Escuela" José Miguel Leoro Vásquez"	20
FIGURA 2. 2: Descripción de los bloques de la escuela	21
FIGURA 2. 3: Diagrama de flujos.....	22
FIGURA 2. 4: Materiales utilizados: multímetro, luxómetro	23
FIGURA 2. 5: Transformador público.....	24
FIGURA 2. 6: Medidor eléctrico	25
FIGURA 2. 7: Tablero de distribución 1	27
FIGURA 2. 8: Tablero de distribución 2	28
FIGURA 2. 9: Tablero de distribución 3	29
FIGURA 2. 10: Conductores eléctricos	30
FIGURA 2. 11: Toma de datos con el luxómetro.....	33
FIGURA 2. 12: Instalación del analizador	35
FIGURA 2. 13: Espectro de voltajes	36
FIGURA 2. 14: Espectro de corrientes.....	37
FIGURA 2. 15: Espectro de potencia aparente	38
FIGURA 3. 1: (A) Simulación en el software Dialux del aula primero c, (B) Diagrama isocadela.....	41
FIGURA 3. 2: Resultados simulación de la aula primero c.....	42
FIGURA 3. 3: (A) Luminaria modelo c20-r625x625 led 5000 8403xsu (B) Emisión de luz.....	42
FIGURA 3. 4: Nomenclatura para los tableros	53
FIGURA 3. 5: Tablero de distribución td-01	54
FIGURA 3. 6: Telurómetro marca Duoyi.....	55
FIGURA 3. 7: Diseño malla a tierra.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. 1: Niveles de voltaje de acuerdo con la regulación del arconel.	2
TABLA 1. 2: Tipos de curvas de los interruptores termomagnéticos.	6
TABLA 1. 3: Designación de aislamiento	9
TABLA 1. 4: Código de colores para los conductores	10
TABLA 1. 5: Valores típicos de resistividad del suelo.....	12
TABLA 1. 6: Valores máximos de tensión de contacto aplicadas al ser humano	14
TABLA 1. 7: Parámetros de iluminación recomendados para edificios educativos	15
TABLA 1. 8: Niveles de iluminación	16
TABLA 1. 9: Simbología eléctrica nec.....	19
TABLA 2. 1: Datos referenciales del plantel educativo	20
TABLA 2. 2: Circuitos controlados por el tablero de distribución 1	27
TABLA 2. 3: Circuitos controlados por el tablero de distribución 2	29
TABLA 2. 4: Tablero de distribución 3.....	29
TABLA 2. 5:Circuitos controlados por el tablero de distribución 3	30
TABLA 2. 6: Cuadro de carga del tablero de distribución 1	31
TABLA 2. 7: Cuadro de carga del tablero de distribución 1	31
TABLA 2. 8: Cuadro de carga del tablero de distribución 2	32
TABLA 2. 9: Cuadro de carga del tablero de distribución 2	32
TABLA 2. 10: Cuadro de carga del tablero de distribución 3	32
TABLA 2. 11: Cuadro de carga del tablero de distribución 3	33
TABLA 2. 12: Nivel de iluminación del plantel educativo	34
TABLA 2. 13: Límites para el índice de nivel de voltaje.....	35
TABLA 2. 14: Valores picos de voltaje	36
TABLA 2. 15: Valores picos de corriente.....	37
TABLA 2. 16: Valores picos de las potencias aparentes	38
TABLA 2. 17: Diagnóstico del plantel educativo.....	39
TABLA 3. 1: Características de la lampara	43
TABLA 3. 2: Diseño de iluminación bloque a	43
TABLA 3. 3: Diseño de iluminación bloque b	44
TABLA 3. 4: Total luminarias para el diseño	44
TABLA 3. 5: Diseño de tomaco0rrientes bloque a.....	46
TABLA 3. 6: Diseño de tomaco0rrientes bloque b.....	46
TABLA 3. 7: Intensidad nominal de protecciones.....	50
TABLA 3. 8: Sección transversal de conductores	52
TABLA 3. 9: Factor de relleno para conductores.....	52
TABLA 3. 10: Descripción de etiquetado.....	53
TABLA 3. 11: Etiquetado de tableros de distribución	53
TABLA 3. 12: Tablero general de control	54
TABLA 3. 13: Datos de medición de la resistencia del suelo.....	56
TABLA 3. 14: Datos del diseño de la malla a tierra	58
TABLA 3. 15: Calibre del conductor para la malla a tierra	58
TABLA 3. 16: Costo del rediseño.....	59

RESUMEN

En nuestra sociedad actual la energía eléctrica es indispensable, ya que ayuda a satisfacer las necesidades del diario vivir, sin este recurso energético las tareas más simples podrían tomar más tiempo de lo habitual, por lo tanto, las instalaciones deben acogerse a normativas, con el propósito de mantener fiabilidad y seguridad en las instalaciones eléctricas. La escuela fiscal “José Miguel Leoro Vásquez” se encuentra ubicada en la parroquia San Antonio, de la ciudad de Ibarra, fue creada en el año 1977, desde su creación hasta la actualidad no se han realizado ningún tipo de mantenimiento. El presente trabajo propone el rediseño de las instalaciones eléctricas en el plantel educativo, con el objetivo de disminuir el consumo energético, mediante el diagnóstico eléctrico. Para ello, en primera instancia se ejecutó un diagnóstico de las instalaciones eléctricas a partir de visitas técnicas, levantamiento de información, elaboración de planos eléctricos y planos unifilares de los distintos tableros de distribución, en los que se pueden identificar las zonas en las que se propone cambiar y mejorar el ahorro de energía y la seguridad para el personal administrativo y estudiantes dentro del plantel educativo. Los cambios y modificaciones sugeridos fueron elaborados a partir de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, se realizó un diseño en DIALUX, para determinar el tipo de iluminación adecuada para cada área de trabajo, además, los puntos de accesos a la energía eléctrica, cuadros de cargas y el diseño para la malla de la puesta a tierra. En la elaboración de la propuesta conlleva a los cambios para el ahorro de la energía y seguridad de los profesores y estudiantes.

Palabras clave: Instalaciones eléctricas, planos eléctricos, puesta a tierra.

ABSTRACT

In our current society, electrical energy is essential, because it helps to satisfy daily necessities; without this energetic resource the simplest activities would take more time than usual, therefore, network installation must be abided by rules in order to keep reliability and security in the electrical installations. In the José Miguel Leoro Vásquez” school located in the San Antonio Parroquia, in Ibarra city, was created in 1977; since its creation to nowadays this school didn't have any maintenance. This proposal job plans to redesign the electrical installations in all the school electrical network to decrease the electrical consumption through an electrical diagnosis. For this reason, in first place was made an electrical diagnosis from technical visits, information gathering, electrical drawings and a single line diagram from different switchboards; from this analysis, were identified the zones, were it's proposed to exchange and improve the energy saving and improve the students and administrative staff's security in the school. The suggested electrical changes and modifications were elaborated since the Ecuadorian Construction Standard also, it was made a design in DIALUX to determine the right type of illumination for each work area, as well, was determined the electrical points access, chart of loads, the ground mesh design. This proposal has as main objective the energy saving and students and teacher's security.

Keywords: electrical installations, electrical plans, grounding.

INTRODUCCIÓN

Contextualización

En nuestra sociedad actual la energía eléctrica es indispensable, ya que ayuda a satisfacer las necesidades del diario vivir, sin este recurso energético las tareas más simples podrían tomar más tiempo de lo habitual. Se ha evidenciado que un buen diseño de las instalaciones eléctricas tanto domiciliarias como comerciales garantizan un servicio continuo.

Tawalbeh & El-Khazali (2013) menciona que “El cableado eléctrico deficiente es una amenaza continua para la seguridad de las personas, que causa muchas muertes cada año. Alrededor del 21% del total de incendios que ocurren se debe a instalaciones eléctricas deficientes, como cortocircuitos, disyuntores de mala calidad o inadecuados, contactos sueltos, alambres y cables inadecuados”.

Las personas continuarán teniendo un mayor riesgo para su integridad física, debido a contactos con cables de mal estado, así como también daños de los equipos eléctricos debido al incumplimiento en el diseño eléctrico, ya que estarán expuestos a varios daños por no contar con el sistema de protecciones adecuadas (Mauricio & Fabián, 2015).

A lo largo del tiempo las instalaciones eléctricas en construcciones y edificaciones son realizadas sin ningún tipo de normas. “El proyecto de instalaciones eléctricas debe realizarse bajo ciertas normas y requisitos mínimos basados principalmente en el Código Eléctrico Nacional, se debe cumplir con seguridad, confiabilidad, flexibilidad, facilidad de operación, mantenimiento, entre otros factores importantes” (Romero, 2006).

Para realizar diseños sobre instalaciones eléctricas existen normas, pero no se aplican, esto puede ser originado por la falta de una norma que regule estas instalaciones. “De manera constante surge el problema del uso indebido de las instalaciones eléctricas, ello a consecuencia de la falta de conocimiento de las personas acerca del uso de las mismas, esto provoca inseguridad en las viviendas” (Pecina, 2011).

Para mejorar las instalaciones eléctricas y su déficit de cargas en viviendas o edificios se proponen opciones como el rediseño de toda la instalación eléctrica, programas de plan de mantenimiento, levantamiento de datos actuales de las condiciones, en el rediseño se debe

también considerar una proyección para instalaciones futuras, selección de dispositivos y herramientas adecuados (Oscar, 2020).

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) en la actualidad ha tomado mayor importancia en el país, puesto que se establecen las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse con el fin de impulsar a que los diseños eléctricos en bajo voltaje (menor a 600 voltios) sean seguro y confiables (NEC18).

Planteamiento del problema

La Escuela Fiscal “José Miguel Leoro Vásquez” lleva brindando su servicio por más de 40 años, durante estos años han existido modificaciones de las aulas, instalaciones eléctricas e iluminación, para acoger a más estudiantes en las diferentes aulas, al ser una construcción antigua las instalaciones eléctricas no fueron realizadas con algún tipo de norma técnica como es la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

La escuela no dispone de los planos eléctricos, lo que genera un desconocimiento de cómo están distribuidas las cargas de toda la edificación y de manera general al no existir una entidad encargada que realice revisiones o mantenimiento eléctrico, se ha evidenciado circuitos mal distribuidos, cableados obsoletos, protecciones inadecuadas y no disponen de la documentación del estado de la malla a tierra, lo que ocasiona un funcionamiento incorrecto y en el peor de los casos se puede presentar un riesgo para la seguridad de las personas que hacen uso de sus instalaciones.

Además, el sistema de iluminación interior no es adecuado, ya que utilizan lámparas fluorescentes e incandescentes, las cuales ocasionan deslumbramientos directos, donde estas además se encuentran instaladas sin estudio alguno, lo que genera fatiga visual.

Formulación del problema

¿Cómo rediseñar las instalaciones eléctricas y de iluminación cumpliendo las normas vigentes de nuestro país?

Justificación

La escuela fiscal “José Miguel Leoro Vásquez” se encuentra ubicada en la parroquia San Antonio, de la ciudad de Ibarra, fue creada en el año 1977, actualmente cuenta con 23 docentes y 542 estudiantes, los mismos serán los beneficiados del nuevo diseño de las instalaciones eléctricas e iluminación interior de la unidad educativa, ya que el estudio será para mejorar la calidad de las distintas áreas de la escuela.

La importancia de aplicar las normas vigentes del país (NEC), permitirá brindar seguridad y confort a los docentes y niños que hacen uso de las instalaciones, satisfaciendo de manera adecuada sus necesidades.

La norma ISO 9001.2018 en su punto 7.1.3 *Infraestructura*; plantea que “la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios”.

A partir de los diseños elaborados, se establecerán recomendaciones puntuales que podrían ser aplicables en los diseños eléctricos actuales, que permitan mitigar inconvenientes relativos a la seguridad y fallas eléctricas o que permita establecer un criterio para su posible actualización.

Alcance

El desarrollo de este proyecto se enfoca generalmente en la descripción de la norma vigente de nuestro país (NEC), permitiéndonos realizar nuevos diseños eléctricos, los cuales servirá para realizar cambios, garantizar una utilización segura y brindar confiabilidad de las instalaciones eléctricas.

El presente trabajo se realizará con el fin de llevar a cabo una propuesta de rediseño de las instalaciones eléctricas e iluminación en la Escuela Fiscal “José Miguel Leoro Vásquez” empezando por el levantamiento del estado actual de las instalaciones eléctricas, partiendo desde la acometida principal, el tablero general de protecciones y los diferentes circuitos de iluminación y fuerza con el fin de identificar los problemas de funcionamiento como: instalaciones incorrectas, mal dimensionamiento del conductor, protecciones inadecuadas, sistema de iluminación y el estado de la malla a tierra.

Además, se realizará un estudio de las cargas actuales para determinar el consumo eléctrico de la escuela.

Una vez analizado el estado actual de las instalaciones eléctricas se procederá a realizar nuevos diseños eléctricos mediante el uso del software AutoCAD 2018 que permitirá realizar planos eléctricos de cada área, así como también el programa DIALux evo 9.2 que permitirá planear, calcular y visualizar iluminación, esto se llevará a cabo considerando las normativas vigentes.

Una vez concluida la propuesta de rediseño, se presentará a la Escuela Fiscal “José Miguel Leoro Vásquez” una memoria técnica, planos eléctricos y un informe generado por DIALux, además se dará a conocer las áreas de mayor consumo eléctrico y recomendaciones que mejoren el ahorro energético, esto garantizará la ejecución de cambios del sistema eléctrico a futuro.

Objetivo general

Realizar una propuesta de rediseño de las instalaciones eléctricas y de iluminación en la Escuela Fiscal “José Miguel Leoro Vásquez” mediante el diagnóstico del sistema eléctrico, para la disminución del consumo eléctrico.

Objetivos específicos

- Describir los componentes y la normativa que se debe aplicar para el funcionamiento de las instalaciones eléctricas en bajo voltaje.
- Realizar un diagnóstico actual de las instalaciones eléctricas internas e iluminación.
- Realizar el rediseño de las instalaciones eléctricas e iluminación interior en base a las normas eléctricas vigentes.

CAPITULO 1

1 MARCO TEÓRICO

El capítulo 1 se realiza una descripción de las normativas, conceptos de acerca de los componentes en una instalación eléctrica y de la iluminación, las cuales se considerarán para el rediseño eléctrico.

1.1 Diseño eléctrico

Diseño eléctrico es un proceso de un proyecto que se lo puede realizar de diferentes maneras, aplicando las normas que se encuentran estipuladas dentro de cada país, en el diseño se detalla el sistema eléctrico en general y la ubicación de los componentes como: control, iluminación, fuerza, cableado, accesorios eléctricos.

1.2 Normativa Nacional Eléctrica

Las normas son un conjunto de especificaciones y recomendaciones que se deben cumplir para la ejecución de un proyecto eléctrico. Dentro del país las normativas que se encuentra vigentes son las siguientes:

- Código Eléctrico Nacional surge como una necesidad imperiosa para el país, puesto que se constituye en la materialización de los requerimientos nacionales en aspectos de seguridad para las instalaciones eléctricas en construcciones, basados en diferentes parámetros aplicados y válidos internacionalmente, los cuales garantizan al usuario una utilización segura y confiable de las instalaciones eléctricas (INEN, 2001).

El código eléctrico Nacional es la norma principal de la cual se originan la siguiente norma:

- La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) año 2018, establece las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas cuyo voltaje sea inferior a 600 voltios, esto con el fin de salvaguardar la integridad de las personas que hacen uso de ellas y proteger los equipos (NEC, 2018).

1.3 Rediseño de las instalaciones eléctricas

El rediseño se enfoca en el cambio del diseño eléctrico actual, esto se lleva a cabo mediante la obtención de datos a partir de un levantamiento de información de las instalaciones eléctricas.

Es importante conocer el tipo de instalación eléctrica donde se realizará el rediseño, esto debido a que no será lo mismo realizar un rediseño para un conjunto de viviendas o para una industria, lo cual cambiará la aplicación de las normativas, además el rediseño eléctrico debe cumplir criterios técnicos, normas y códigos de seguridad lo cual permitirá realizar un trabajo seguro y confiable.

1.4 Instalaciones eléctricas

Una instalación eléctrica se define como el conjunto de circuitos eléctricos que sirven para trasladar la energía eléctrica a distintas construcciones, desde el punto de suministro hasta los aparatos que se utilicen, incluyendo los elementos necesarios para asegurar un correcto funcionamiento (jdelectricos, 2020).

En todo proyecto eléctrico es necesario seguir normas y reglamentos, esto con el objetivo de garantizar la seguridad de las personas y evitar daños a sus bienes, es importante que sean ejecutadas por un personal capacitado, por lo que es necesario realizar una planificación, proyección y ejecución en proyectos eléctricos.

Las condiciones que deben cumplir las instalaciones eléctricas son las siguientes:

- Instalación segura para evitar accidentes o riesgos de incendios.
- Instalación que cumpla con las normas establecidas.
- Fácil acceso a los mantenimientos periódicos.
- Instalación eficiente y económica.

1.5 Niveles de voltaje

La agencia de regulación y control de electricidad (ARCERNNR 002/20), define los niveles de voltaje mostrados a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. 1: Niveles de voltaje de acuerdo con la regulación del ARCONEL.

Descripción	Nivel de Voltaje
Bajo Voltaje	Menor igual a 0.6 kV
Medio Voltaje	Mayor a 0.6 y menor igual a 40 KV
Alto Voltaje Grupo 1	Mayor a 40 y menor igual a 138 KV
Alto Voltaje Grupo 2	Mayor a 138 KV

Fuente: (ARCONEL, 2020)

1.6 Transformador eléctrico

Son aparatos eléctricos que tiene como función cambiar los niveles de energía eléctrica en otra distinta, incrementando o disminuyendo los valores de voltaje. En la figura 1.1 se muestra un transformador monofásico que generalmente son de montaje en poste, que se conecta a una línea de medio voltaje, la alimentación primaria es de (13800/7960 V) y el voltaje secundario es de 240/120 V.



Figura 1. 1: Transformador monofásico

Fuente: (Rte20)

1.7 Partes de una instalación eléctrica

Para el uso correcto de la energía eléctrica, toda instalación debe estar formado por diferentes elementos para un buen funcionamiento. En la figura 1.2 se puede observar las partes de una instalación eléctrica más importantes: acometida, medidor eléctrico, puesta a tierra, alimentador, tablero principal, protecciones, conductores y accesorios eléctricos.

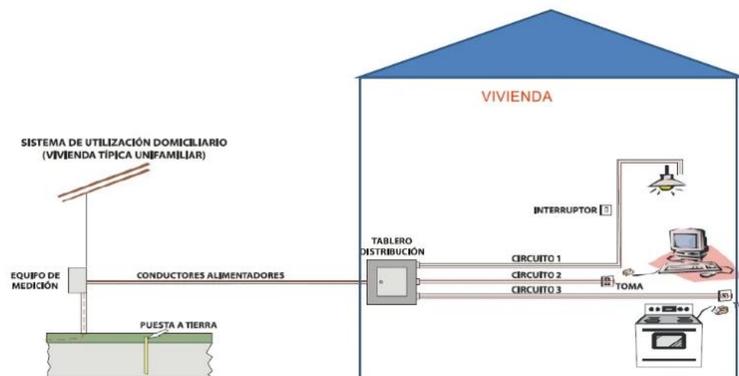


Figura 1. 2: Partes de una instalación eléctrica

Fuente: (Juan, 2011)

1.7.1 Acometida

De acuerdo con (Educación, 2018) la acometida se entiende como el punto de conexión de la red de servicio público, del poste más cercano hasta el medidor eléctrico de los usuarios, dependiendo de su instalación estas pueden ser aéreas como subterráneas. La acometida aérea es la que más utilizada y esta debe canalizarse entre el soporte y el medidor a través de tubos metálicos o PVC tipo pesado, adecuados al calibre y número de conductores.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), en su capítulo 15, acometidas, especifica la selección del calibre del conductor:

- Para conductores de cobre calibre mínimo # 8 AWG
- Para conductores de aluminio calibre mínimo #6 AWG

1.7.2 Medidor eléctrico

Es un dispositivo que se encarga de medir el consumo de energía eléctrica en Kilovatios-hora (kWh) de un servicio eléctrico, en este caso la Empresa Eléctrica Regional Del Norte (EMELNORTE) se encarga de instalar el medidor eléctrico en hogares o en cualquier otro lugar que hacen uso de la energía eléctrica (Oscar, 2020). Las instalaciones eléctricas en bajo voltaje comienzan después del medidor, donde cada usuario es responsable de cómo se encuentra sus instalaciones eléctricas.

1.7.3 Línea general de alimentación

Conductores eléctricos que están enlazados desde el medidor hasta el tablero de distribución, suministra toda la corriente para los circuitos derivados. El conductor para los alimentadores debe tener la suficiente capacidad para servir las cargas determinadas.

1.7.4 Tablero Principal

El tablero principal por lo general está conectado directamente a la línea de alimentación, su función es derivar circuitos a los tableros de distribución, esto con el fin de evitar fallas y afectar a los demás circuitos, mediante dispositivos de protección y maniobra capaces de cortar todo suministro de energía (Moreno et. al, 2016).

1.7.5 Tablero de distribución

El tablero de distribución se encarga de controlar los diferentes circuitos como: iluminación, fuerza o calefacción, en ellos estarán alojados dispositivos de protección y maniobra capaces de interrumpir el paso de la corriente en casos de fallas o cortocircuitos (Filiu, 2014).

1.7.6 Protecciones

En una instalación eléctrica de bajo voltaje existen varios tipos de protecciones, los cuales tienen como objetivo evitar que las personas sufran algún tipo de accidentes debido a una falla en las instalaciones eléctricas, así como también evitar daños de los equipos eléctricos.

La clasificación de los dispositivos de protección se realiza según su ubicación y por su actuación, esta se detalla a continuación. (Diez et. al, 2017).

Ubicación:

- Dispositivo de maniobra o conexión: ubicado en el circuito principal o de potencia.
- Dispositivo de mando: ubicado en el circuito auxiliar o de mando.

Además, por su actuación:

- Manuales: pueden ser manipulados por el usuario.
- Automáticos: el mecanismo funciona de forma automática, en función al valor de una magnitud física.

1.7.6.1 Interruptor termomagnético

El interruptor termomagnético es el elemento de protección más importante en las instalaciones eléctricas, su función es cortar la corriente eléctrica de un circuito automáticamente cuando se presentan sobrecargas y cortocircuitos, esto con la finalidad de proteger y dar seguridad a la instalación eléctrica ante la existencia de alguna falla (Huerta, 2020).



Figura 1. 3: Interruptor termomagnético

Fuente: (Martin, 2021)

En la Figura 1.3 se muestra un interruptor termomagnético o también conocido como breaker, este dispositivo puede ser manipulado y se caracteriza por su fácil accionamiento y de rápida respuesta a una falla eléctrica. A continuación, en la tabla 2 se da a conocer la clasificación de los interruptores termomagnéticos, por su curva característica de disparo.

Tabla 1. 2: Tipos de curvas de los interruptores termomagnéticos.

Tipo de curva	Empleo de los interruptores
B	Para grandes longitudes de cable.
C	Para instalaciones domésticas.
D	Para receptores con puntas de carga muy elevadas.

Autor: (Moreno et. al, 2016)

1.7.6.2 Curva de tiempo vs intensidad de interruptor termomagnético

La curva tipo “C” generalmente son los más utilizados en las instalaciones de bajo voltaje. Para entender el comportamiento de actuación de un interruptor termomagnético se interpreta a través de la curva de tiempo vs intensidad. En la Figura 1.4 se puede observar la curva de accionamiento del interruptor termomagnético, en donde la letra (A) representa la zona de operación térmica, el cual se acciona en segundos en presencia de sobrecargas y la letra (B) representa la zona de operación magnética, el cual se acciona en milisegundos en presencia de un cortocircuito (schneider, 2018).

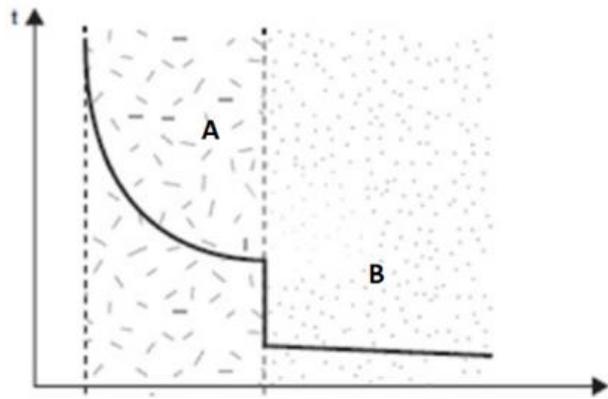


Figura 1. 4: Curva de tiempo vs intensidad

Fuente: (Emb.cl, 2019)

1.7.6.3 Interruptor diferencial

Es un dispositivo de protección automático que se instala en viviendas, edificaciones u otro tipo de construcción, tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente que entra y sale en el circuito eléctrico, en caso de que existan fallos interrumpe el paso de la corriente a la instalación (Moreno et. al, 2016).

Los interruptores diferenciales son importantes en una instalación eléctrica, ya que limitan el paso de la corriente eléctrica que pudiera circular en un cuerpo, protegiendo a las personas de una descarga eléctrica ocasionada por el contacto directo. En la figura 1.5 se muestra cómo actúa un interruptor diferencial.

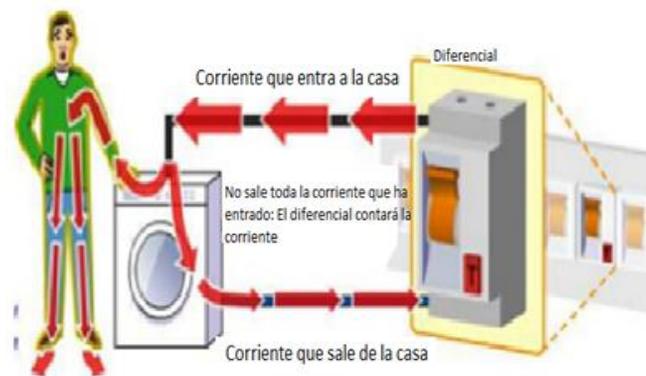


Figura 1. 5: Interruptor diferencial

Fuente: (Constructores, 2015)

1.8 Conductores eléctricos

Los conductores eléctricos son materiales que permiten la circulación de la corriente eléctrica hasta un punto de consumo, los más utilizados son de cobre y aluminio, esto debido a que presentan una buena conductividad.

La NEC en el capítulo 15: 15.1.8.1; Conductores para instalaciones; considera la selección de los conductores deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Asegurar la suficiente capacidad de transporte de energía eléctrica del conductor.
- La caída de voltaje debe estar dentro de los límites establecidos.
- Conductor debe soportar condiciones ambientales.

1.8.1 Tipos de conductores eléctricos

La clasificación de los conductores por su formación física se la puede realizar de la siguiente manera (Garcia, 2019):

- Formación sólida y cableado concéntrico (A): Se caracteriza por su constitución física, debido a que este compuesto por un solo hilo, estos conductores pueden ser desnudos o protegidos por un tipo de aislante.
- Formación flexible (B): Se caracteriza por su constitución física, debido a que este compuesto por varios hilos, estos conductores son muy maleables y fáciles de doblar.

1.8.2 Medidas de los conductores eléctricos

UNACABLE menciona que los cables o conductores eléctricos se suelen categorizar en el sistema AWG (American Wire Gauge), o también dependiendo del diámetro del cable en el sistema métrico decimal y categorizarlos en milímetros cuadrados (UNACABLE, 2020). Los conductores más utilizados se muestran en la siguiente imagen:

Imagen	Calibre AWG	Diámetro en MM
	6	16mm
	8	10mm
	10	6mm
	12	4mm
	14	2.5mm
	16	1.5mm
	18	1mm

Figura 1. 6: Medidas de los cables eléctricos
Fuente: (UNACABLE, 2020)

1.8.3 Designación del aislamiento

Los conductores aislados con secciones AWG, utilizan las siguientes letras que se indican en la tabla 3, las cuales fijan el tipo de aislamiento dependiendo del uso y las condiciones de empleo.

Tabla 1. 3: Designación de aislamiento

Tipo de aislamiento	Designación
Monoconductor con aislamiento de PVC	T
Monoconductor con aislamiento PVC resistente a la humedad.	THW
Monoconductor con aislamiento PVC y cubierta de nylon resistente a la humedad, mayor temperatura a los lubricantes y combustibles.	THHN
Multiconductor aislamiento y chaqueta de PVC	TN-60
Multiconductor con aislamiento de PVC. Resistencia a mayor temperatura.	TN-75
Multiconductor con aislamiento de PVC. Resistencia a mayores temperaturas.	TN-90
Monoconductor con aislamiento de polietileno y chaqueta de PVC.	TTU

Fuente: (Procobre, 2014)

1.9 Normas para los conductores

La Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), en su capítulo 15 para instalaciones electromecánicas recomienda los tamaños y colores. Los calibres de los conductores deben estar expresados en el sistema American Wire Gauge (AWG), MCM o en milímetros (NEC, 2013).

1.9.1 Conductor en los alimentadores

El conductor para los alimentadores debe resistir a las caídas de voltaje para no exceder el 3% del voltaje nominal, el calibre mínimo a emplear es:

- # 10 AWG (5.26mm²)

1.9.2 Conductor en circuitos derivados

La sección de conductores para circuitos derivados debe ser:

- El calibre del conductor para circuitos de iluminación será #14 AWG
- El calibre del conductor para circuitos de fuerza o tomacorriente será #12 AWG

1.9.3 Conductor en puesta a tierra

La sección mínima de la puesta a tierra debe estar de acuerdo con la sección del alimentador o acometida en la siguiente relación:

- No. 8 AWG para conductor de acometida hasta No. 2 AWG.
- No. 6 AWG para conductores de acometida desde No. 1 AWG hasta 1/0 AWG
- No. 4 AWG para conductores de acometida desde No. 2/0 AWG hasta 3/0 AWG

1.9.4 Código de colores

Para identificar los conductores sobre todo la fase y el neutro se hace una distinción mediante la visualización de los colores del aislante. Para su fácil identificación la norma NEC, capítulo 15 menciona la siguiente tabla de colores:

Tabla 1. 4: Código de colores para los conductores

Código de colores	
Conductor	Color
Fase	Rojo, azul, negro, amarillo.
Neutro	Blanco
Tierra	Verde, verde con franja amarilla.

Fuente: (NEC, 2018)

1.10 Componentes eléctricos

En una instalación eléctrica residencial, comercial o industrial por lo general están compuestas por varios elementos determinados, por lo tanto, es necesario conocer cuáles de los componentes eléctricos son los más utilizados en una instalación eléctrica interna.

1.10.1 Interruptor simple

Este dispositivo cumple la función de cerrar o abrir el paso de la corriente en un circuito eléctrico. El interruptor simple es el más empleado en los sistemas de iluminación residenciales, debido a su fácil instalación y a su precio, estos interruptores por lo general suelen ser empotrados en la pared.

La norma (NEC) 2018 da a conocer la altura sobre el nivel del piso para interruptores, conmutadores, estará comprendida entre 0,80 y 1,20 m de lado de la puerta (NEC, 2018).

1.10.2 Conmutador simple

El conmutador tiene como finalidad controlar la luz desde diferentes puntos, usualmente utilizados en pasillos y escaleras, este dispositivo está protegido por materiales termoplástico de alta resistencia (Karina, 2019). Como se puede observar el esquema de la figura 1.7, una de las entradas del conmutador está conectado a la línea viva y el otro de conexión a la lámpara, mientras las salidas de los dispositivos se unen entre sí mediante dos cables. Este funcionamiento permitirá controlar la luz desde dos puntos diferentes.

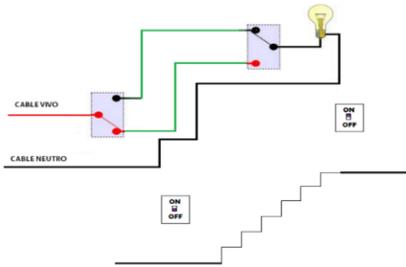


Figura 1. 7: Esquema de un conmutador

Fuente: (Osvaldo, 2016)

1.10.3 Tomacorriente

Los tomacorrientes son dispositivos eléctricos que se utilizan como punto de conexión para alimentar las diferentes cargas que existan en el domicilio. Los tomacorrientes pueden estar empotrados en la pared o colocados encima de la pared ya sea de concreto o madera.

La norma (NEC) 2018 recomienda la siguiente altura para tomacorrientes:

- 0,20 y 0.80 m de altura sobre el nivel del piso
- 0,10 m de altura sobre el mesón de cocinas

1.10.4 Canalizaciones

Los conductores que transportaran la energía eléctrica a los interruptores, focos y tomacorrientes deben estar protegidos, para ello generalmente se instalan tubos metálicos galvanizados o tipo PVC, la instalación dependerá de acuerdo con estructura de la vivienda y el tipo de ambiente en que se encuentre.

En la figura 1.8 se observa los accesorios, tubos metálicos, cajas y armarios metálicos que conforman en una instalación eléctrica, donde estos deben estar unidos para asegurar una conductividad confiable.

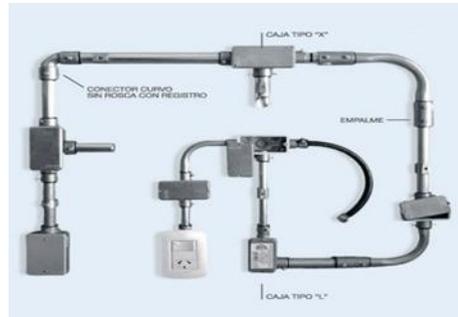


Figura 1. 8: Canalizaciones para las instalaciones eléctricas

Fuente: (electroindustrialesrm, 2019)

1.11 Sistema de puesta a tierra

La puesta a tierra protege la integridad de las personas, limitando a un nivel seguro, la diferencia de potencial que puede presentar entre partes metálicas y la tierra, facilitando la circulación de la corriente de falla. De esta manera, las personas y los aparatos eléctricos del domicilio o comercios estarán protegidos (EEQ, 2016).

En el sistema de puesta a tierra el valor de resistividad es importante en el comportamiento de electrodos de tierra, ya que de eso dependerá que exista una adecuada circulación de la corriente al producirse una falla eléctrica. En la tabla 5 se muestran los valores de resistividad de los distintos tipos de suelos.

Tabla 1. 5: Valores típicos de resistividad del suelo

Valores típicos de resistividad de diferentes suelos	
Tipo	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Agua de mar	0,10 – 1,00
Tierra vegetal/arcilla húmeda	5,00 – 50,00
Arcilla, arena y grava	40,00 – 250,00
Piedra caliza cristalina	30,00 – 100,00
Roca	1000,00 – 10000,00
Roca ígnea	2000,00 – 10000,00

Fuente: (Gomez, 2010)

1.11.1 Componentes del sistema puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra consta especialmente de:

- **Línea principal** – para la puesta a tierra por lo general se instalan conductores de cobre sólidos desnudos o aislados.
- **Electrodo** - material metálico de cobre con dimensiones: 18 mm de diámetro y 1,80 m de longitud, que se coloca directamente a tierra, el cual permitirá el paso de la corriente de falla.

1.11.2 Factores debido al contacto con la corriente

Los factores de peligro para las personas debido al contacto con la corriente eléctrica son:

- Magnitud de la corriente eléctrica en el cuerpo.
- Duración de la exposición
- Resistencia eléctrica del cuerpo.

1.11.3 Normativa para el sistema puesta a tierra

La norma IEEE Standard. 81TM-2012, especifica los métodos de medición de la resistividad de la tierra. El método más utilizado en el sistema puesta a tierra es el de Wenner el cual consisten en medir la resistividad del suelo mediante la ubicación de 4 electrodos separados en una sola dirección y enterrados a una misma profundidad. Con una circulación de corriente de prueba y la tensión medida sobre el terreno, se calcula la resistencia del suelo (IEEE, 2012). En la 1.9 se muestra el arreglo del método de 4 puntos para la medición de la resistividad del terreno.

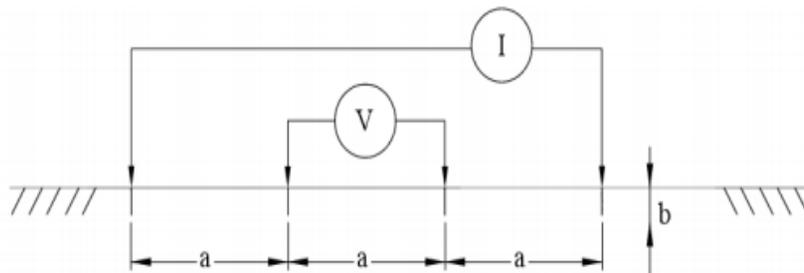


Figura 1. 9: Pruebas de resistividad del suelo

Fuente: (IEEE, 2012)

La norma NEC en su capítulo 15: 15.1.10.0; sistema de puesta a tierra, menciona que la máxima tensión de contacto sometida al ser humano está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, la resistividad del suelo y de la corriente de falla (NEC, 2013).

Tabla 1. 6: Valores máximos de tensión de contacto aplicadas al ser humano

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (Valores en rms c.a)
Mayor a dos segundos	50 voltios
750 milisegundos	67 voltios
500 milisegundos	80 voltios
400 milisegundos	100 voltios
300 milisegundos	125 voltios
200 milisegundos	200 voltios
150 milisegundos	240 voltios
100 milisegundos	320 voltios
40 milisegundos	500 voltios

Fuente: (NEC, 2013)

1.12 Fundamentos de la iluminación

La iluminación es un factor importante en todo tipo de instalación, para que permita satisfacer las exigencias mínimas se debe tomar en cuenta estudios del área de trabajo, lo cual permitirá determinar características y tipos de lámparas que se debe instalar, asegurando en todo momento el confort visual a las personas que hacen uso de sus instalaciones.

La luz está presente como energía en forma de radiaciones electromagnéticas que es percibido por el órgano visual. La luminotecnica estudia la iluminación y las distintas formas de cómo se produce de luz, además de su control y aplicaciones (Chabla & Córdova, 2015).

1.12.1 Norma para la iluminación de interiores

La norma europea (UNE 12464.1) iluminación para interiores, ver la tabla 7, da a conocer que en las unidades educativas deben tener el sistema de iluminación adecuado para el entorno, mejorando así el aprendizaje.

Tabla 1. 7: Parámetros de iluminación recomendados para edificios educativos

TABLA DE INTERIOR, TAREA O ACTIVIDAD	$E_m lux$	UGR_L	R_a
Aulas, aulas de tutoría	300	19	80
Sala de lectura	500	19	80
Pizarra	500	19	80
Mesa de demostraciones	500	19	80
Aulas de arte	500	19	80
Aulas de arte en escuelas de arte	750	19	80
Aulas de dibujo técnico	750	19	80
Aulas de prácticas y laboratorio	500	19	80
Aulas de manualidades	500	19	80
Talleres de enseñanza	500	19	80
Aulas de prácticas de música	300	19	80
Aulas de prácticas de informática	300	19	80
Laboratorios de lenguas	300	22	80
Aulas de preparación y talleres	500	22	80
Halls de entrada	200	22	80
Áreas de circulación, pasillos	100	25	80
Escaleras	150	25	80
Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200	22	80
Salas de profesores	300	19	80
Biblioteca: Estanterías	200	19	80
Biblioteca: salas de lectura	500	19	80
Almacenes de material de profesores	++100	25	80
Salas de deporte, gimnasios, piscinas, (uso general)	300	22	80
Cocina	500	22	80

Fuente: (UNE, 2012)

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), en su capítulo 15, ver la tabla 8, da a conocer el nivel mínimo de iluminación de acuerdo con el tipo de local y tarea que en él se pueda desarrollar. En la tabla 1.8, se indica en nivel mínimo de Iluminación en ambientes asistenciales y educacionales de acuerdo con la norma.

Tabla 1. 8: Niveles de iluminación

Tipo de Recinto	Iluminancia [Lux]
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Oficinas	300
Pasillos	100
Salas de clase	300
Salas de dibujo	600

Fuente: (NEC, 2013)

Se puede concluir que la norma europea y la del país no tienen una similitud del nivel de iluminación, por lo cual la norma (UNE 12464.1) se la considera más importante, ya que detalla las especificaciones de los niveles de luxes en las diferentes áreas de los centros educativos.

1.13 Magnitudes luminosas

Para el estudio de iluminación en las áreas de trabajo se debe analizar las magnitudes fundamentales de la luminotecnia las cuales son: flujo luminoso, intensidad luminosa, luminancia o nivel de iluminación, luminancia y eficiencia luminosa.

1.13.1 Flujo luminoso

El flujo luminoso se puede definir como la cantidad de luz emitida en forma de radiación luminosa por unidad de tiempo, a la que el ojo humano es sensible, se mide en lúmenes (lm) y se representa por la letra griega (Φ). La cantidad de flujo luminoso dependerá del tipo de lámpara (Naturgy, 2018).

1.13.2 Intensidad luminosa

La intensidad luminosa es la cantidad de flujo luminoso que incide en una dirección concreta y dependerá de la fuente de la luz, del ángulo de radiación y de la distancia del área medida. Además, la unidad de medida sea expresa candela (Cd) (Ana, 2021). En la figura 1.10 se muestra la curva fotométrica y la dirección de luz que emite la lámpara.

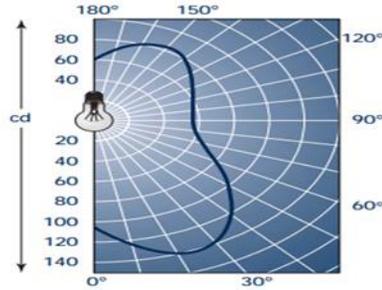


Figura 1. 10: Intensidad luminosa

Fuente: (INSHT, 2015)

1.13.3 Nivel de iluminación o iluminancia

El nivel de iluminación es una medida de la luminosidad con la que se ilumina una superficie. La iluminancia muestra cuanto flujo luminoso de una fuente de luz incide sobre una superficie y su unidad de medida es en Lux (lx) (INSHT, 2015). En la figura 1.11 se muestra el nivel de iluminación sobre una superficie de un metro cuadrado.

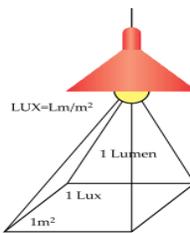


Figura 1. 11: Nivel de iluminación

Fuente: (INSHT, 2015)

1.13.4 Luminancia

También llamado brillo fotométrico. La luminancia describe la intensidad luminosa por unidad de superficie aparente de una fuente que produce la luz o que refleja la luz al ojo humano. La unidad de medida es la cd/m^2 (INSHT, 2015). En la figura 1.12 se muestra como la intensidad luminosa emitida por una superficie es captada por el ojo humano en una sola dirección.

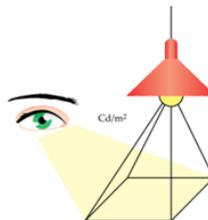


Figura 1. 12: Luminancia

Fuente: (INSHT, 2015)

1.13.5 Eficiencia luminosa

La eficiencia luminosa es el rendimiento energético de una lámpara que mide la calidad de la fuente como elemento destinado a producir luz por la transformación de energía eléctrica en energía luminosa, se expresa en lumen/Watt (Quispe, 2014).

1.13.6 Deslumbramiento

El deslumbramiento se produce al existir un exceso luz que llega al ojo humano. El deslumbramiento es uno de los factores importantes del entorno que puede molestar la percepción e incapacitar por un momento la vista (INSHT, 2015).

Existen dos tipos de deslumbramiento

- deslumbramiento molesto: el efecto es generar fatiga visual.
- deslumbramiento perturbador: ocasiona reducción de la percepción del contraste y por tanto incapacita por un instante la visión.

El deslumbramiento puede ser tanto:

- directo: principalmente proviene de las luminarias, lámparas, etc.
- Indirecto o reflejado: Cuando la luz refleja en superficies de alrededor.

1.13.7 Tipos de lámparas

Para proyectos eléctricos es importante seleccionar el tipo de luminaria para cada ambiente de trabajo, por lo tanto, mediante la selección correcta de las lámparas se consigue controlar, de cierta manera, la distribución del flujo luminoso, el grado de deslumbramiento generado por la lámpara, el grado de direccionalidad y expansión de la luz (INSHT, 2015).

En la actualidad existe una variedad de lámparas para la adecuación de la iluminación en los diferentes lugares de trabajo, las cuales son lámparas, incandescentes, fluorescentes y Led, etc.



Figura 1. 13: Tipos de lámparas

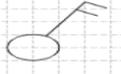
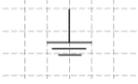
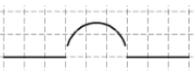
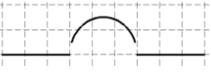
Fuente: (INSHT, 2015)

Se puede concluir de la figura 1.13 las lámparas LED son las más eficientes debido a tienen menor consumo y no emiten calor, generando un ahorro de energía. Este tipo de lámparas se pueden usar para cualquier aplicación ya sea para iluminar lugares cerrados o exteriores.

1.14 Simbología

En la Tabla 9, se muestra los símbolos más utilizados para la representación esquemática de las instalaciones eléctricas internas de acuerdo con la norma NEC.

Tabla 1. 9: Simbología eléctrica NEC

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Circuito de iluminación		Circuito de tomacorrientes
	Punto de luz		Interruptor simple
	Interruptor doble		Interruptor Triple
	Tomacorriente doble monofásico		Fusible
	Tablero de distribución principal		Contador de energía eléctrica
	Conexión de puesta a tierra		Interruptor termomagnético
	Luminaria fluorescente simple		Luminaria fluorescente triple
	Interruptor termomagnético		Interruptor tipo cuchilla

Fuente: (NEC, 2018)

2 CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA ESCUELA FISCAL “JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ”

En el presente capítulo se da a conocer la forma de trabajo para el desarrollo del tema de investigación en el cual se enfoca en la obtención de datos a través de levantamiento de información, además de la metodología y estado actual del sistema.

2.1 Descripción del área de estudio

En la ciudad de Ibarra en la parroquia San Antonio entre las calles Ramon Teanga y la intersección calle Guillón y Ponton, se encuentra ubicada la escuela fiscal “José Miguel Leoro Vásquez” bloque 1 como se muestra en la figura 14.

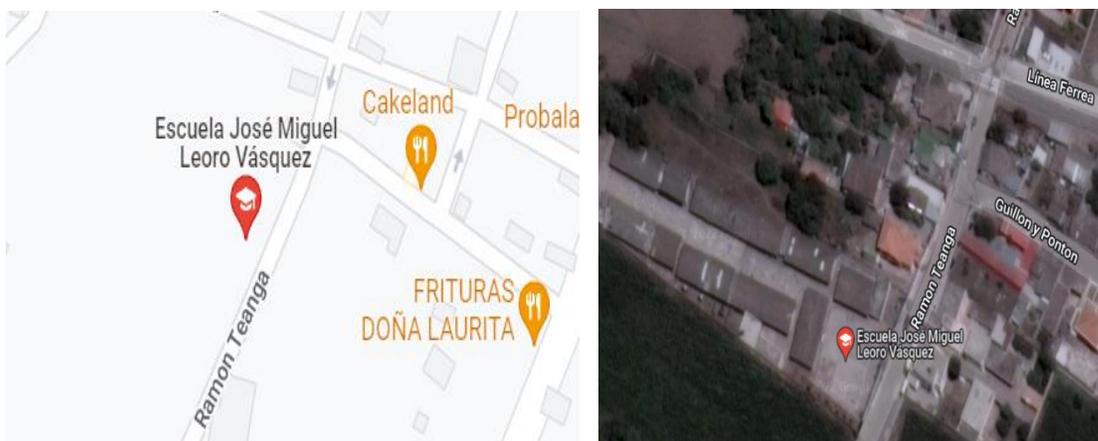


Figura 2. 1: Escuela" José Miguel Leoro Vásquez"

Fuente: (Google, s.f.)

La escuela se inaugura el 18 de julio de 1977. Dentro de la tabla 2.1, se describen datos referenciales de la construcción.

Tabla 2. 1: Datos referenciales del plantel educativo

Ubicación Geográfica	Latitud: 0.32°
	Longitud: 78.17°
Área de construcción	6610.12 m ²
Numero de aulas	29

Fuente: (Autor)

La escuela fue diseñada hace más de 40 años, formando académicamente alrededor de 520 estudiantes en su jornada matutina, ofreciendo un nivel de estudio de ciclo básico, inicial, primero de básica hasta sexto de básica, en el cual se ha evidenciado instalaciones eléctricas no adecuadas, luminarias ineficientes, áreas sin iluminación, instalaciones eléctricas inseguras, estos factores indican que no se ha realizado planificaciones ni mantenimientos adecuados.

El área de estudio comprende la totalidad de la superficie de construcción de la institución educativa, las cuales se distingue por el tipo de construcción, las cuales son:

- Área A de construcción mixta: Aula 1B, Aula 2A, Laboratorio de computación, Aula 2B, Aula 2C, Bodega 1, Aula 3A, Aula 6D, Bodega 2, Servicios Administrativos, Sala de maestros, Bodega 3, Aula 4A, Bar, Aula 4B, Aula 4C.
- Área B de construcción mixta: Aula 1A, Aula 1C, Aula 3B, Servicios higiénicos 1, Inicial 2A, Inicial 2B, Inicial 1A, Cocina, Aula 3C, Aula 6C, Aula 5C, Aula 5 A, Aula 5B, Comedor, Servicios higiénicos 2, Servicios higiénicos 3.

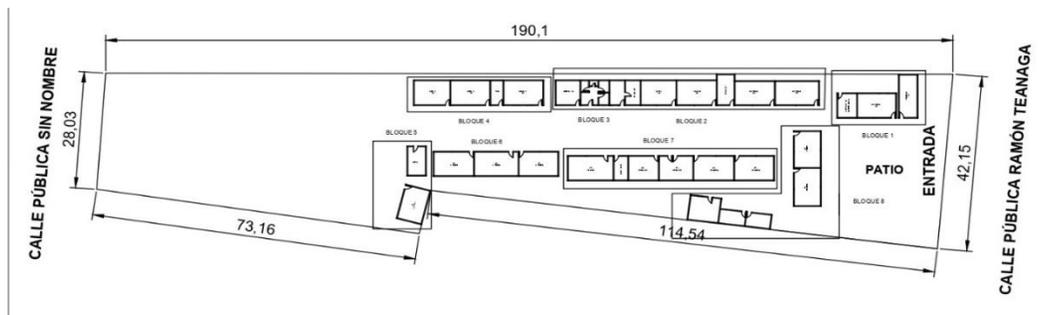


Figura 2. 2: Descripción de los bloques de la escuela

Fuente: (Autor)

2.2 Metodología

Para llevar a cabo la presente propuesta, se realizó visitas técnicas, con el objetivo de conocer las condiciones en las que se encuentran las instalaciones eléctricas, empezando por el tablero principal y de distribución, esto con la finalidad de conocer si los circuitos, protecciones, conductores e iluminación instalada son adecuadas para las diferentes áreas de la escuela. Una vez recopilada la información del área, se realizó el levantamiento de los planos eléctricos actuales, para solventar dudas y tener un respaldo de la distribución de circuitos de iluminación y fuerza.

Fue necesario instalar un analizador de redes para la obtención de datos y comportamiento de las líneas, esto como parte de una metodología para el estudio de carga, ya que el instrumento monitorea y almacena datos de varios parámetros eléctricos como: voltaje, corriente, factor de potencia y energía, mediante este proceso se podrá diagnosticar el comportamiento de consumo de energía eléctrica de la escuela.

Las etapas que conforman la investigación y el procedimiento empleado para diagnóstico actual de las instalaciones eléctricas internas son expresadas gráficamente a través de un diagrama de flujo, como se muestra en la Figura 2.3.

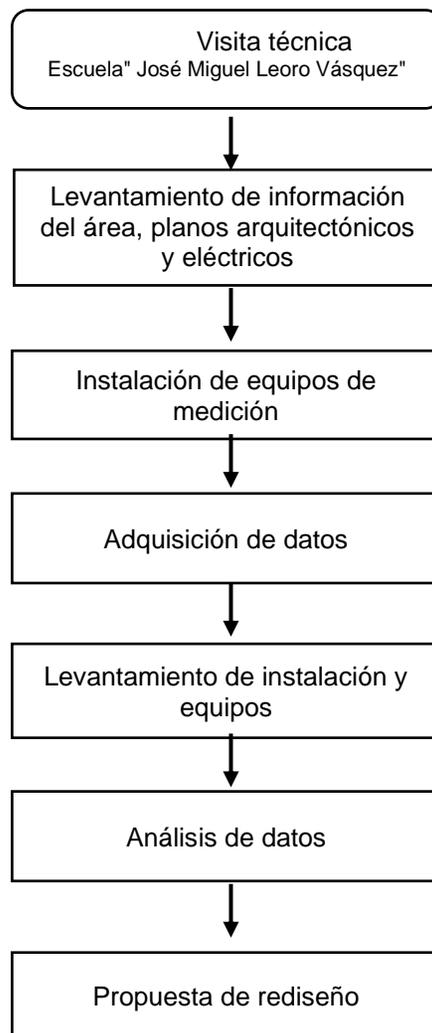


Figura 2. 3: Diagrama de flujos

Fuente: (Autor)

2.3 Materiales

Para el cumplimiento del diagnóstico fue necesario emplear equipos de medición, los cuales permiten conocer el estado actual de las instalaciones. A continuación, se indican los instrumentos utilizados en el plantel educativo:

- Multímetro modelo EM201
- Luxómetro digital compacto modelo TM-204

2.3.1 Multímetro

El multímetro que se utilizó sirvió para medir y comprobar los niveles de voltaje de los distintos circuitos del punto más cercanos hasta el más lejano, además se empleó para probar la polaridad entre dos puntos de un circuito eléctrico. En la figura 2.4 se aprecia el modelo del multímetro EM201.

Este multímetro tiene integrado una pinza amperimétrica el cual se empleó para determinar si existe alguna fuga de corriente en el plantel educativo.

2.3.2 Luxómetro

Se utilizó el luxómetro para determinar el nivel de la iluminación en las distintas aulas y áreas de trabajo, en la figura 2.4 se indica el dispositivo utilizado.



Figura 2. 4: Materiales utilizados: multímetro, luxómetro

Fuente: (Autor)

2.4 Levantamiento de información de las instalaciones eléctricas

Para el diagnóstico eléctrico fue necesario movilizarse a la escuela José Miguel Leoro Vásquez, esto con la finalidad de conocer las partes eléctricas que lo conforman y las condiciones actuales de los mismos, identificando si están cumpliendo acorde con la Norma ecuatoriana de construcción (NEC).

Para conocer los componentes y circuitos eléctricos de cada área se realizó los respectivos planos arquitectónicos.

2.4.1 Planos eléctricos

Para la elaboración del diseño de las instalaciones eléctricas se optó por realizar el levantamiento del plano arquitectónico de la escuela con las medidas necesarias, facilitando así identificar los circuitos de iluminación y de fuerza. Cabe mencionar que la escuela no cuenta con los planos arquitectónicos ni eléctricos dificultando la identificación de cada circuito.

2.4.2 Transformador

En la figura 18 se muestra el transformador monofásico con una potencia de 15 KVA montado en un poste de hormigón de 11 metros de altura, el cual está conectado a la red pública de medio voltaje 13,8 kV/ 7.9 kV, perteneciente a EMELNORTE S.A, alimentando a la comitida desde el secundario del transformador con un voltaje de fase de 120 V y un voltaje de línea de 240 V.



Figura 2. 5: Transformador publico

Fuente: (Autor)

2.4.3 Acometida

La acometida aérea instalada es de tipo THHN de aluminio, con tres conductores #6 AWG, que llegan a la entrada del medidor.

2.4.4 Medidor

El medidor eléctrico instalado es de funcionamiento digital de tipo bifásico a tres hilos (2 fases + neutro).



Figura 2. 6: Medidor eléctrico

Fuente: (Autor)

El medidor eléctrico está colocado en una esquina del aula 1B, el cual se encuentra sin caja de protección ni señalización de riesgo eléctrico, además se evidenció que el medidor no cuenta con una puesta a tierra de servicio.

2.4.5 Ubicación de los tableros eléctricos

Los tableros no se encuentran distribuidos correctamente y su accesibilidad no es la adecuada ya que los 3 tableros están colocados a diferente altura, en el bloque A se encuentran dos tableros, en el bloque B se encuentran 1 tablero de distribución. En total están instalados 3 tableros de distribución, los cuales se detallan a continuación:

Área 1

- T.D1 = Tablero de distribución 1 (Aula 1B) exterior
- T.D2 = Tablero de distribución 2 (Bodega 2) exterior

sub-tableros de distribución:

- T.D1.A= Tablero de distribución auxiliar (Servicios Higiénicos 1)

Área 2

- T.D3 = Tablero de distribución 3 (Sexto C) exterior

sub-tableros de distribución:

- T.D3.A1= Tablero de distribución auxiliar 1 (Aula 4A)
- T.D3.A2= Tablero de distribución auxiliar 2 (Aula 4B)
- T.D3.A3= Tablero de distribución auxiliar 3 (Aula 5D)

2.4.6 Circuitos

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC); apartado 4: 4.1;4.2; circuitos; menciona que, los circuitos de iluminación no deben superar los 15 puntos y deben estar alimentados con una carga de 15 A y en los circuitos de tomacorrientes no sobrepasar las 10 salidas y deben estar alimentadas con una carga de 20 A (NEC, 2018).

2.4.7 Tableros eléctricos

En la visita de campo se realizó el levantamiento de información de los distintos tableros eléctricos, desmontando cada tapa frontal para tener acceso a los componentes internos, tales como: número de protecciones, número de circuitos y calibres de los conductores. Una novedad que se debe tomar en consideración es que los circuitos instalados no cuentan con una identificación visible que permita reconocerlos, lo cual dificulta el análisis de carga correspondiente.

Para comprobar si los circuitos pertenecen a la iluminación o fuerza se procedió en primera instancia a pedir autorización al personal administrativo, para realizar cortes de energía desde las protecciones instaladas en cada tablero, uno a la vez para posteriormente realizar el etiquetado de estos, lo cual permitió determinar mediante la toma de datos la distribución de los circuitos.

Todos los tableros existentes en la escuela son de distribución, no existe un tablero principal que coordine a los demás tableros, esto debido a que en la salida del medidor presenta dos líneas de alimentación que suministran energía. Además, se pudo evidenciar que los tableros eléctricos ninguno cuenta con una barra para la conexión de la puesta a tierra. A continuación, se detalla cómo están distribuidos los circuitos de cada tablero:

2.4.7.1 Tablero de distribución 1

El primer tablero de distribución se encuentra colocado a tres metros de separación con el medidor eléctrico, el cual distribuye la energía eléctrica a la de las aulas de las áreas 1 y 2, como indica la figura 2.7.



Figura 2. 7: Tablero de distribución 1

Fuente: (Autor)

El primer tablero de distribución posee las siguientes características:

- Panel bifásico de 8 servicios.
- Alimentación bifásica a tres hilos (2 fases + neutro) de cobre, calibre #6 AWG tipo THHN.
- Presenta 7 servicios activos y 1 inactivo.
- Sus interruptores termomagnéticos son de 20, 32, 40 y 63 A / 1 polo.

En la Tabla 2.2, se da a conocer como están distribuidos los circuitos de protección del primer tablero.

Tabla 2. 2: Circuitos controlados por el tablero de distribución 1

2 fases #6 AWG – Neutro #6 AWG – PVC					
N°	Descripción	Prot. (A)	N°	Descripción	Prot. (A)
1	Circuito 1: 1 Tomacorriente (L. Computación)	63	5	Circuito 5: Inactivo	20
2	Circuito 2: tomacorrientes (Aula 1B)	20	6	Circuito 6: luminarias y tomacorrientes de las Aulas (Inicial básico 2A, 3B)	40
3	Circuito 3: 2 Tomacorriente (L. computación)	63	7	Circuito 7: luminarias y tomacorrientes Aula (1A, 1C y servicio higiénico 1)	20
4	Circuito 4: luminarias (Aula 1B)	20	8	Circuito 8: luminarias (L. computación), luminarias y tomacorrientes de las Aulas (2A, 2B, 2C y Bodega 1)	32

Fuente: (Autor)

El primer tablero actualmente no cuenta con su cubierta frontal por lo cual sus protecciones y cableado se encuentran expuestos a manipulaciones por parte de estudiantes o personas fuera de la institución. Los circuitos de fuerza e iluminación se encuentran conectados a una sola protección y su distribución de cargas supera la capacidad de puntos de luz y salidas de los tomacorrientes.

2.4.7.2 Tablero de distribución 2

El segundo tablero de distribución se encuentra colocado en la pared a 2.5 metros de altura de la segunda bodega del área 1 como se indica la figura 2.8.



Figura 2. 8: Tablero de distribución 2

Fuente: (Autor)

Este tablero posee las siguientes características:

- Panel bifásico de 8 servicios.
- Alimentación bifásica a tres hilos (2 fases + neutro) de aluminio, calibre #6 AWG tipo THHN.
- Tiene 3 servicios activos y 5 vacíos
- Sus interruptores termomagnéticos son de 40 A /1 polo.

El tablero de distribución 2, dispone de su cubierta frontal y los circuitos de fuerza e iluminación se encuentran conectados a una sola protección del bloque A.

En la Tabla 2.3, se da a conocer como están distribuidos los circuitos de protección del segundo tablero.

Tabla 2. 3: Circuitos controlados por el tablero de distribución 2

2 fases #6 AWG – Neutro #6 AWG – PVC					
N°	Descripción	Prot. (A)	N°	Descripción	Prot. (A)
1	Circuito 1: luminarias y tomacorrientes, Aula (3A, 6D), Bodega 2, Servicios, Bodega 3	40	5	Circuito 5: luminarias y tomacorrientes, Aula (4A), sala de profesores	40
2	Vacío	-	6	Circuito 6: luminarias y tomacorrientes, Aula (4B, 4C), Bar	40
3	Vacío	-	7	Vacío	-
4	Vacío	-	8	Vacío	-

Fuente: (Autor)

2.4.7.3 Tablero de distribución 3

El tercer tablero de distribución se encuentra colocado afuera del aula sexto C. El tablero dispone de su cubierta frontal y los circuitos de fuerza e iluminación se encuentran conectados a una sola protección del área 2 de la escuela. En la Tabla 2.4, se da a conocer como están distribuidos los circuitos de protección del tercer tablero.



Tabla 2. 4: Tablero de distribución 3

Fuente: (Autor)

El tercer tablero de distribución posee las siguientes características:

- Panel bifásico de 8 servicios.
- Alimentación bifásica a tres hilos (2 fases + neutro) de cobre, calibre #6 AWG tipo THHN.
- Tiene 3 servicios activos y 5 vacíos
- Sus interruptores termomagnéticos son de 40 A /1 polo.

Tabla 2. 5:Circuitos controlados por el tablero de distribución 3

2 fases #6 AWG – Neutro #6 AWG - PVC					
N°	Descripción	Prot. (A)	N°	Descripción	Prot. (A)
1	Circuito 1: luminarias y tomacorrientes, Aula (4A, 4B, 4C)	40	5	Circuito 5: luminarias y tomacorrientes, Aula (5B)	40
2	Vacío	-	6	Circuito 6: luminarias y tomacorrientes, Aula (3C, 3B, Inicial 1A, Inicial 2B, Inicial 2A), Cafetería	40
3	Vacío	-	7	Vacío	-
4	Vacío	-	8	Vacío	-

Fuente: Autor

2.4.8 Conductores

Los conductores de los circuitos de las diferentes áreas de la escuela se encuentran en desorden con diferentes calibres y colores, algunos de estos se encuentran con aislamiento deteriorado y sin ningún tipo de canalización como se muestra en la Figura 2.10.



Figura 2. 9: Conductores eléctricos

Fuente: (Autor)

Debido a las condiciones como se encuentran los conductores pueden existir riesgos por contactos involuntarios sobre las partes metálicas, la norma (NEC); capítulo 15: 15.1.9.0.5; menciona que se protegerá al operador o usuario de una instalación o equipos eléctricos contra los contactos directos o indirectos (NEC, 2013).

2.4.9 Levantamiento de cargas

La carga instalada actualmente se la considera como cargas pequeñas, estas son: lámparas, radios, computadoras portátiles, etc. en las Tablas de la 2.6 hasta la tabla 2.11 se da a conocer cuadros de carga por cada tablero de distribución y se muestra datos de potencias y corriente. Debido a que algunos equipos electrónicos no operan por mucho tiempo, se toma como referencia para cada tomacorriente 200 W como menciona la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2018).

Tabla 2. 6: Cuadro de carga del tablero de distribución 1

Circuito	Carga		Corriente (A)	Potencia (W)	Calibre
	N° Tomacorrientes 200 W				
1	1		1.6	200	12
2	5		8.3	1000	12
3	2		3.3	400	12
6	2		3.3	400	14
7	4		6.6	800	12
8	12		20	2400	12
Carga Total Instalada			43.1	5200	

Fuente: Autor

Tabla 2. 7: Cuadro de carga del Tablero de distribución 1

Circuito	Cargas					Corriente (A)	Potencia (W)	Calibre
	Focos led		F. fluorescente		Lámparas 3x20 w			
	9 W	30 W	18 W	65 W				
4			6			0.9	108	12
6			6		18	9.9	1188	12
7	4		23			3.8	450	12
8	7	3	11	1		3.5	416	14
Carga Total Instalada						18.5	2162	

Fuente: Autor

Tabla 2. 8: Cuadro de carga del Tablero de distribución 2

Circuito	Carga		Corriente (A)	Potencia (W)	Calibre
	N° Tomacorrientes 200 W				
1	10		16.6	2000	12
2	6		10	1200	12
3	6		10	1200	12
4-8	-		-	-	-
Carga Total Instalada			36.6	4400	

Fuente: Autor

Tabla 2. 9: Cuadro de carga del Tablero de distribución 2

Circuito	Cargas					Corriente (A)	Potencia (W)	Calibre
	Focos led		F. fluorescente		Lámparas 3x20 w			
	9 W	30 W	18 W	65 W				
1	7		19			3.4	405	14
2			12			1.8	216	14
3			13			1.95	234	12
4-8	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga Total Instalada						7.15	855	

Fuente: Autor

Tabla 2. 10: Cuadro de carga del Tablero de distribución 3

Circuito	Cargas		Corriente (A)	Potencia (W)	Calibre
	N° Tomacorrientes 200 W				
1	8		13.3	1600	12
2	10		16.6	2000	12
3	2		3.3	400	12
4-8	-		-	-	-
Carga Total Instalada			33.2	4000	

Fuente: Autor

Tabla 2. 11: Cuadro de carga del Tablero de distribución 3

Circuito	Cargas					Corriente (A)	Potencia (W)	Calibre
	Focos led		F. fluorescente		Lámparas			
	9 W	30 W	18 W	65 W	3x20 w			
1	2		6		18	10.1	1206	14
2	4		4			0.9	108	14
3				4	36	18.6	2232	12
4-8	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga Total Instalada						29.6	3546	

Fuente: Autor

De acuerdo con las 3 tablas se puede concluir que el primer tablero de distribución que está ubicado en el bloque A del aula (1B), presenta mayor consumo de potencia del plantel educativo, con un consumo de 7362 (W), esto debido al mayor número de aulas y personal que utiliza dispositivos eléctricos.

2.5 Instrumentos de medición

Los instrumentos de medición utilizados contribuyeron a la detección de los problemas existentes en las instalaciones eléctricas. Para el análisis del estado actual de la iluminación se hizo el seguimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2018) y para el análisis del estado de las instalaciones eléctricas se tomó en consideración la regulación del ARCERNNR-002/20.

2.5.1 Niveles Iluminación

Los niveles de iluminación se obtuvieron con el luxómetro Tenmars serie TM-204 como se muestra en la figura 2.11. El método utilizado consistió en tomar medidas en 3 puntos diferentes, colocando el luxómetro a 1 metro por encima del suelo.



Figura 2. 10: Toma de datos con el Luxómetro

Fuente: (Autor)

Las mediciones obtenidas en aulas se muestran en la tabla 2.12, son el promedio de diferentes muestras tomadas de cada área, de los cuales se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 2. 12: Nivel de iluminación del plantel educativo

Bloque A	Iluminación medida (Lux)	Bloque B	Iluminación medida (Lux)
Aula 1B	188,3	Aula 1A	188
Aula 2A	180	Aula 1C	190
L. computación	178	Aula 3B	189
Aula 2B	188	Servicios higiénicos 1	98
Aula 2C	188,7	Inicial 2A	188,4
Bodega 1	128	Inicial 2B	188,3
Aula 3A	188	Inicial 1A	198
Aula 6D	198	Cocina	178,9
Bodega 2	147,3	Aula 3C	187,2
Servicios	187	Aula 6C	188,4
Bodega 3	146,8	Aula 5C	188,3
Aula 4A	188,4	Aula 5A	188,5
Bar	198	Aula 5B	188,3
Aula 4B	188,5	Comedor	135
Aula 4C	188,3	Servicios higiénicos 2	113
		Servicios higiénicos 3	116

Fuente: (Autor)

Mediante los datos obtenidos en la tabla 2.12, se relacionó con los valores de iluminación medida en (lux) mencionados en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-2013), de los cuales se evidencia que en su mayoría de los espacios de trabajo no cumplen con los valores mínimos establecidos que son 300 luxes, 300 en laboratorios de computación, 300 para oficinas y 200 lux en los servicios higiénicos.

2.5.2 Caída de Voltaje

El valor del nivel de voltaje que se entrega en la acometida debe mantener el mismo nivel o no sobrepasar los límites que se indican en la Regulación ARCERNNR 002/020 del que se muestran en la tabla 2.13.

Tabla 2. 13: Límites para el índice de nivel de voltaje

Nivel de Voltaje	Rango admisible
Alto Voltaje (Grupo 1 y Grupo 2)	$\pm 5.0 \%$
Medio Voltaje	$\pm 6.0 \%$
Bajo Voltaje	$\pm 8.0 \%$

Fuente: (ARCERNNR, 2020)

2.5.3 Parámetros eléctricos

El analizador de energía METREL modelo MI 2792, se instaló en las líneas del medidor eléctrico, esto con el fin de monitorear y almacenar varios parámetros eléctricos. El analizador fue programado para medir datos cada 10 minutos durante 7 días, en el cual nos permitió realizar un análisis de cómo se comporta el sistema eléctrico actualmente, a continuación, en la figura 2.12 se puede ver el analizador.



Figura 2. 11: Instalación del analizador

Fuente: (Autor)

2.5.4 Curva de voltaje

Acorde con la regulación del ARCERNNR-002/20, acerca de la calidad de servicio eléctrico en la distribución, en el literal 8.2; Límites para el nivel de voltaje; se menciona los rangos admitidos de los cuales las variaciones de voltaje no deben superar el $\pm 6\%$ para medio voltaje y $\pm 8\%$ para bajo voltaje.

La Unidad Educativa al ser consumidor en bajo voltaje el rango es de $\pm 8\%$ del voltaje nominal de 120 V, en la tabla 2.14, se da a conocer los valores mínimos y máximos de voltaje medidas mediante el analizador.

Tabla 2. 14: Valores picos de voltaje

Fases	Voltaje (V)	
	MIN	MAX
L1	113,6	125,3
L2	117,7	124,9

Fuente: (Autor)

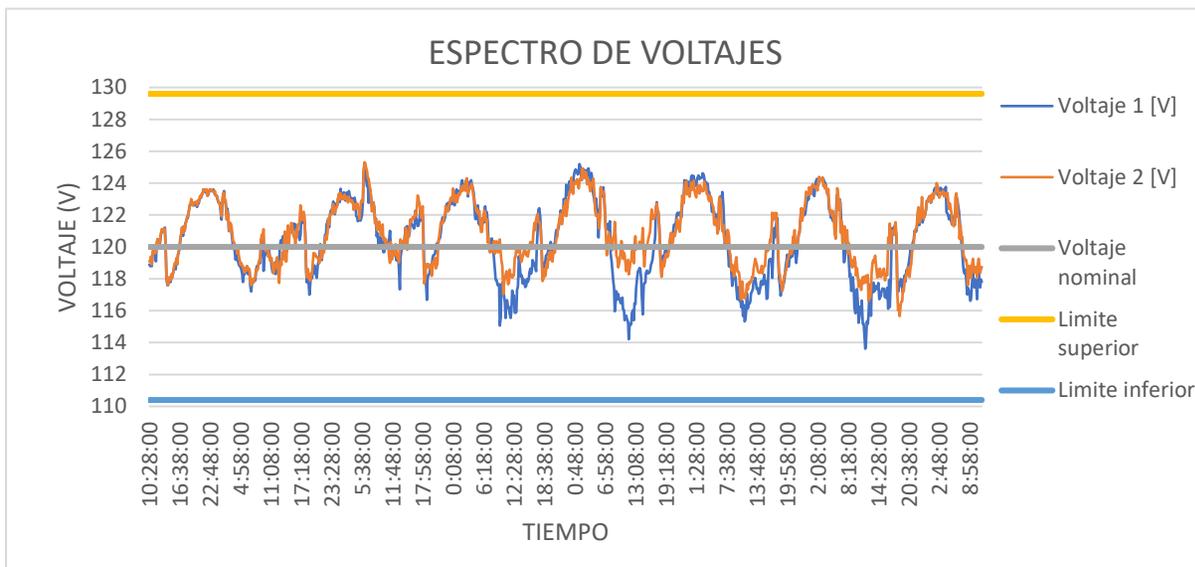


Figura 2. 12: Espectro de voltajes

Fuente: Autor

En la figura 2.13 se observa el espectro de las señales de voltajes de la fase 1 y la fase 2 que se obtuvo mediante los datos en el Excel. El voltaje en las dos fases tiene un comportamiento similar, el pico más alto es de 125,3 V y el pico más bajo es de 113,6 V, cumpliendo con los valores límites permitidos para el nivel de voltaje, donde la regulación ARCERNNR-002/20 establece que no debe superar el $\pm 8\%$.

2.5.5 Curva de corriente

Las señales del corriente que se muestra en la figura 2.14, indican que la línea 1 es la que presenta un consumo de corriente mayor que el de la línea 2.

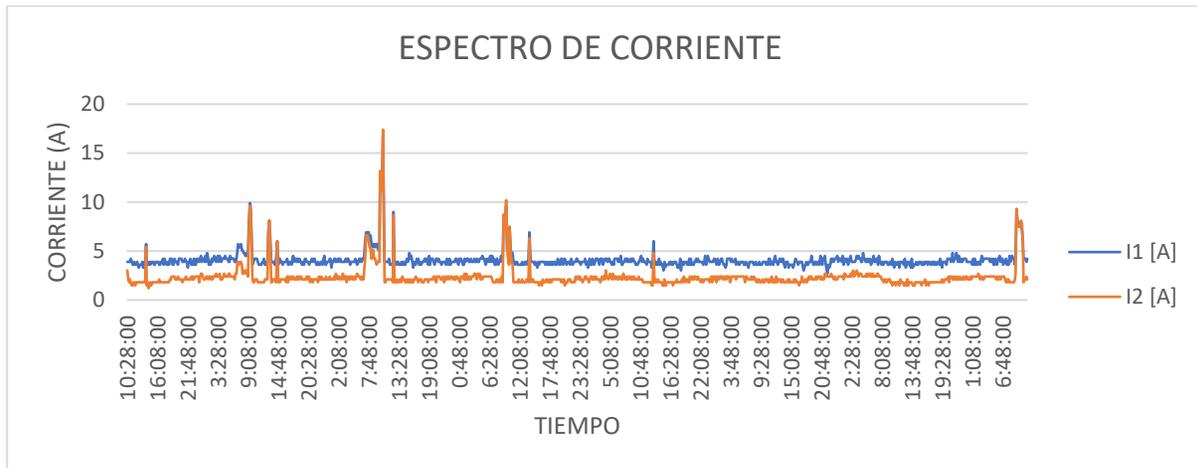


Figura 2. 13: Espectro de corrientes

Fuente: Autor

En la tabla 2.15, se observa los valores de la corriente, el pico más alto es de 17,4 A y el pico más bajo fue de 1,2 A, por lo que la corriente actualmente presenta desbalances, generando calentamiento en el conductor de la línea 1.

Tabla 2. 15: Valores picos de corriente

Fases	CORRIENTE (A)	
	MIN	MAX
L1	3.6	16.8
L2	1.2	17.4

Fuente: Autor

2.5.6 Curva de la potencia aparente

La Figura 2.15 se observa el comportamiento de los datos registrados de la potencia consumida por el plantel educativo durante los 7 días. En la Tabla 2.16, se muestra los valores, mínimos y máximos correspondientes a la potencia Aparente.

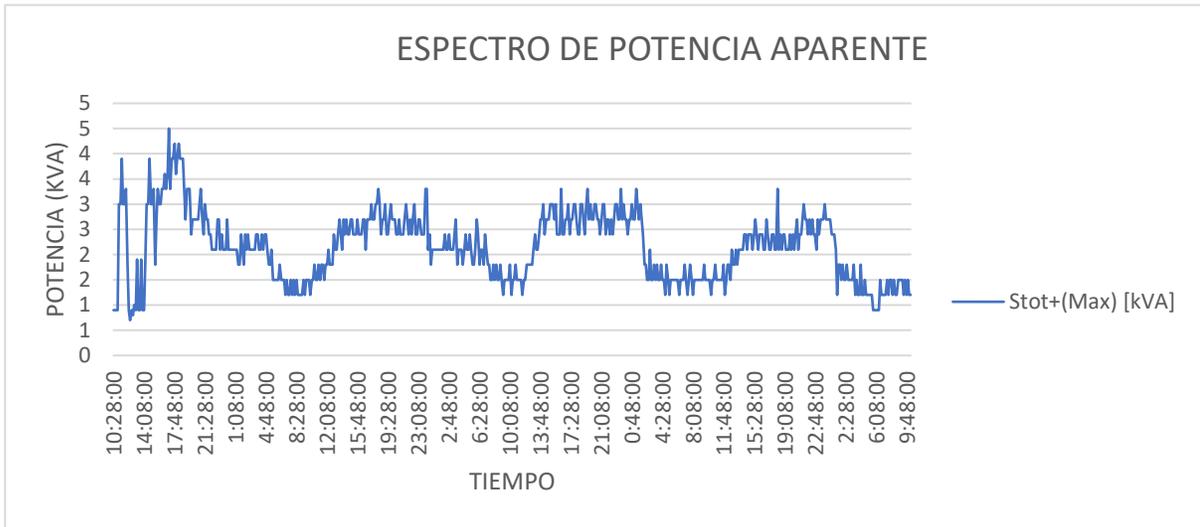


Figura 2. 14: Espectro de potencia aparente

Fuente: Autor

Tabla 2. 16: Valores picos de las potencias aparentes

POTENCIA TOTAL (kVA)	
MIN	MAX
0.7	4.5

Fuente: (Autor)

2.6 Resumen del estado actual de las instalaciones

En la Tabla 2.17 se muestra en síntesis el estado actual de las instalaciones eléctricas internas del plantel educativo.

Tabla 2. 17: Diagnóstico del plantel educativo

Instalaciones	Valoración		Observaciones
	No necesita intervención	Necesita intervención	
Nivel de Iluminación		x	90% de las áreas de trabajo no cumplen con el nivel mínimo de iluminación.
Tablero Principal		x	No existe un tablero principal que coordine a los demás tableros.
Tableros de distribución		x	Los tableros se encuentran mal distribuidos.
Protecciones		x	Los interruptores termomagnéticos no son los adecuados para las distintas cargas.
Conductores		x	En algunas áreas de trabajo se encuentran con en el aislamiento deteriorado y expuestos.
Tomacorrientes		x	Pocos puntos de conexión
Puesta a tierra		x	No cuentan con una puesta a tierra.
Distribución de carga		x	La fase uno tiene más carga.
Caída de voltaje	X		La caída de voltaje está dentro de los rangos permitidos

Fuente: (Autor)

3 CAPÍTULO 3

REDISEÑO ELÉCTRICO EN LA ESCUELA FISCAL

“JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ”

3.1 Introducción

Con el diagnóstico realizado en el plantel educativo se encontró que su instalación eléctrica actual incumple con la normativa eléctrica vigente debido a que existen fallas como se mencionó en el capítulo 2.

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

3.2 Descripción de materiales

Para la elaboración del rediseño en la escuela es necesario utilizar los siguientes softwares como:

3.2.1 Software DIALux evo 8.0

DIALux es un programa que permite realizar diseños de alumbrado en diferentes edificaciones, teniendo en cuenta normas internacionales para realizar los cálculos del nivel de iluminación ya sea en un punto o área específica, simulando proyectos en 3D, asimismo, facilitando la elaboración de la documentación necesaria para la presentación del diseño de alumbrado.

3.2.2 Software AutoCAD

AutoCAD es un programa que permite elaborar diseños de planos, estructuras.

3.3 Diseño de iluminación

En la unidad educativa, actualmente existe la necesidad de mejorar los niveles de iluminación, para ello se optó por el programa DIALux, el cual permite planear, calcular y visualizar iluminación.

En el diseño de iluminación se debe tener en cuenta los niveles requeridos de los luxes en los planteles educativos, en la tabla 7 se menciona la norma europea UNE (12464.1), en la que se detalla los niveles mínimos de iluminancia, por esta razón se hará seguimiento a dicha normativa.

3.3.1 Cálculos mediante el software DIALux

Para elaborar los cálculos de iluminación requerida en los distintos lugares de trabajo, es importante conocer las dimensiones del área a iluminar, para ello el software DIALux permite importar archivos en formato DWG de los planos arquitectónicos que se puede observar en el anexo A, para el diseño se toma como referencia el aula primero C del bloque A, el nivel de iluminación en las aulas de clases según la norma europea UNE (12464.1), es de 300 luxes, el mismo nivel que se tiene que mantener a una altura de 0.80 m sobre el suelo. En la figura 3.1-a se observa los resultados finales de la simulación proporciona por el software.

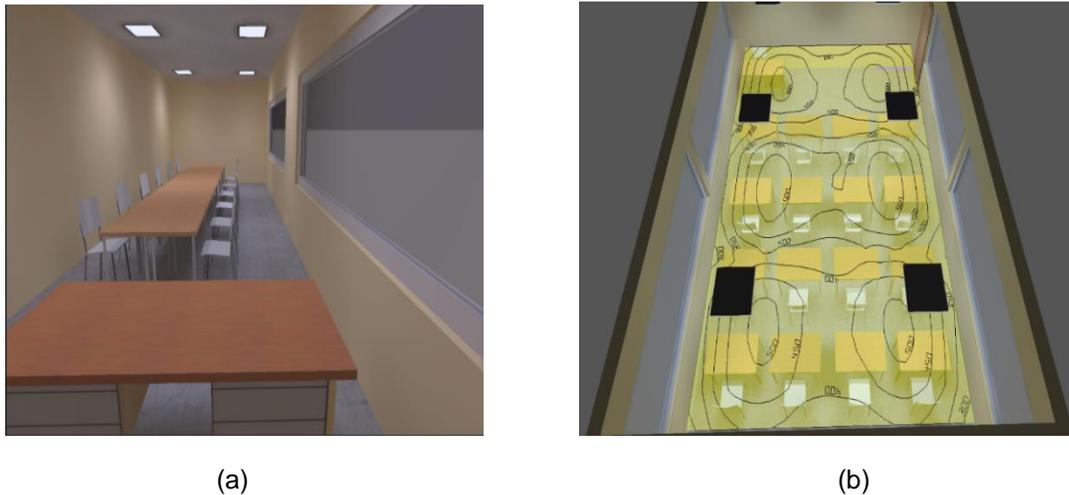


Figura 3. 1: (a) Simulación en el software DIALux del aula primero C, (b) Diagrama Isocadela

Fuente: (Autor)

En la figura 3.1-b se puede observar el diagrama isocadela, el cual refleja los niveles de luxes entregados por cada una de las luminarias en el área de trabajo, el resultado del diseño de iluminación además refleja lo siguiente: nivel de iluminación, rendimiento lumínico, grado de reflexión, diseño en 3D del plano arquitectónico. En el Anexo D se detalla la simulación de las aulas.

Los resultados de los cálculos se muestran a continuación:

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	333 lx	≥ 300 lx	✓	WP2
	g_1	0.62	≥ 0.40	✓	WP2
	Potencia específica de conexión	3.95 W/m ²	-		
		1.18 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG,max}$	17	≤ 22	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[138.98 - 231.42] kWh/a	máx. 1850 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	3.31 W/m ²	-		
		0.99 W/m ² /100 lx	-		

Figura 3. 2: Resultados simulación de la Aula primero C

Fuente: (Autor)

Como se puede observar en la figura 3.2, con el uso de la luminaria cubre los requerimientos de iluminación de 300 lux para los salones de clases. Esto muestra que los cálculos realizados por el software permiten cumplir con lo mencionado en la norma.

3.3.2 Tipo de luminaria

Para la selección de las lámparas es importante tener en cuenta el tipo de tonalidad de la luz, en las aulas de clases se sugiere una temperatura de color comprendida entre 3000 K y 4000 K, ya que permite mantener un ambiente de luz tipo neutra, estas lámparas permitirán conservar una iluminación uniforme para los diferentes lugares de trabajo.

A continuación, se indica las características de la lámpara utilizada:

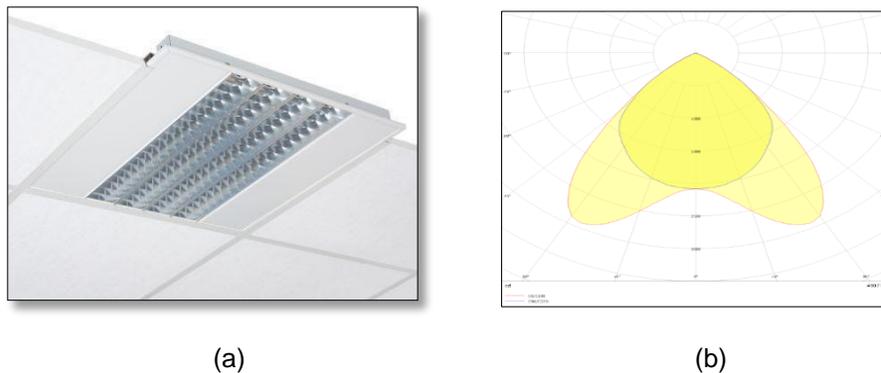


Figura 3. 3: (a) Luminaria modelo C20-R625X625 LED 5000 8403XSU (b) Emisión de luz

Fuente: (Autor)

Tabla 3. 1: Características de la lámpara

Flujo luminoso	4909 lm
Potencia	40 W
Rendimiento lumínico	123 lm/W
Seguridad	IP 20
Color	Blanco neutro
Control de deslumbramiento	< 20
Temperatura de color	3000/4000 K
Voltaje	120/240

Fuente: (Autor)

Mediante la luminaria propuesta se puede considerar un ahorro de energía eléctrica, esto debido a que tienen mejores características tanto en su funcionamiento, como en su consumo.

3.3.3 Tablas del rediseño de iluminación

A continuación, en las Tablas 3.2 hasta la Tabla 3.3 se indica el número de luminarias que deben ser colocadas en cada ambiente de trabajo de la unidad educativa, los datos de las luminarias propuestas para el rediseño logran alcanzar los niveles de iluminación requeridos.

Tabla 3. 2: Diseño de iluminación Bloque A

Diseño bloque A					
Áreas (Aulas)	Iluminación (LUX)	Luminarias			Número de Luminarias
		Tipo	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	
Primero B	300	LED	4909	40	6
Segundo A	300	LED	4909	40	6
L. de computación	300	LED	4909	40	6
Segundo B	300	LED	4909	40	6
Segundo C	300	LED	4909	40	6
Bodega 1	100	LED	4909	40	2
Tercero A	300	LED	4909	40	6
Tercero B	300	LED	4909	40	6
Bodega 2	300	LED	4909	40	4
Dirección	300	LED	4909	40	9
Almacén alimentos	100	LED	4909	40	4
Cuarto A	300	LED	4909	40	6
Cuarto B	300	LED	4909	40	6
Cuarto C	300	LED	4909	40	4
Sala de maestros	300	LED	4909	40	6
Bar	300	LED	4909	40	3
Total					83

Fuente: (Autor)

Tabla 3. 3: Diseño de iluminación Bloque B

Diseño área B					
Áreas (Aulas)	Iluminación (LUX)	Luminarias			Número de Luminarias
		Tipo	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	
Primero A	300	LED	4909	40	6
Primero C	300	LED	4909	40	6
Sexto D	300	LED	4909	40	6
Servicios higiénicos	100	LED	4909	40	3
Inicial A	300	LED	4909	40	4
Inicial B	300	LED	4909	40	4
Inicial C	300	LED	4909	40	6
Cocina	500	LED	4909	40	3
Tercero C	300	LED	4909	40	6
Sexto C	300	LED	4909	40	6
Quinto C	300	LED	4909	40	6
Quinto A	300	LED	4909	40	6
Quinto B	300	LED	4909	40	4
Comedor	300	LED	4909	40	3
Total					69

Fuente: (Autor)

3.3.4 Total de luminarias en el rediseño

En la Tabla 3.4 se muestra el número total de luminarias requeridas y total de potencia que tendrá cada bloque de la unidad educativa.

Tabla 3. 4: Total luminarias para el diseño

Áreas	TOTAL	
	Número de luminarias	Potencia total (W)
Bloque A	83	3320
Bloque B	69	2760
Total	152	6080

Fuente: (Autor)

El total de luminarias para el rediseño va a ser mayor, debido a que actualmente en sus instalaciones la iluminación es ineficiente ya que tiene instalados distintos tipos de lámparas con diferentes potencias, lo que se propone es implementar luminarias tipo LED para obtener un consumo menor de energía eléctrica, en el Anexo I se detallan los planos eléctricos de iluminación de las distintas áreas del plantel educativo.

3.3.5 Cálculo de intensidad de los circuitos de iluminación

Para determinar la cantidad de amperaje que circula sobre el circuito de iluminación es necesario realizar cálculos, como ejemplo se toma como referencia el circuito de iluminación C1, C2 y C3 del tablero de distribución TD-01, el cual tiene los siguientes datos: un total de 13 lámparas con una potencia de 40 Watt, factor de potencia 0.95 y un voltaje de 120 V.

$$p_T = 520 \text{ W}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{S} \quad (\text{EC.1})$$

Donde:

$\text{Cos}\phi$ =Factor de potencia

P =Potencia activa

S = Potencia aparente

$$S = \frac{P}{\text{Cos}\phi}$$
$$S = \frac{520 \text{ W}}{0.95}$$
$$S = 547.4 \text{ VA}$$

La siguiente formula permite determinar la intensidad en el circuito de iluminación.

$$S = V * I \quad (\text{EC.2})$$

Donde:

S = Potencia Aparente

V =Voltaje

I =Intensidad

$$I = \frac{S}{V}$$
$$I = \frac{547.4 \text{ VA}}{120\text{V}}$$
$$I = 4.56\text{A}$$

La carga máxima de un circuito de iluminación deberá ser la siguiente: la norma NEC en su sección 15.1.11.0.4. circuitos, menciona que la carga máxima para circuitos de iluminación o de fuerza será del 70%, a continuación se determina la cantidad de amperios que puede tolerar un circuito de 15 amperios.

$$x = \frac{70\% * 15\text{A}}{100\%} = 10.5 \text{ A}$$

La intensidad del circuito de iluminación no supera la intensidad de 15 amperios, al igual que la capacidad de carga no sobre pasa el 70%, cumpliendo con lo mencionado en norma.

3.4 Rediseño de tomacorrientes

En la Tabla 3.6 hasta la Tabla 3.8 se indica los tomacorrientes que están instalados actualmente en los bloques A y B, los cuales para el rediseño se propone aumentar más puntos de conexión, para los cálculos de acuerdo con la Normativa Ecuatoriana de la Construcción se debe considerar de 200 W por tomacorriente.

Tabla 3. 5: Diseño de Tomacorrientes Bloque A

Áreas (Aulas)	DIAGNÓSTICO		REDISEÑO	
	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)
Primero B	5	1000	5	1000
Segundo A	2	400	6	1200
L. de computación	4	800	6	1200
Segundo B	2	400	6	1200
Segundo C	2	400	6	1200
Bodega 1	1	200	2	400
Tercero A	1	200	5	1000
Tercero B	2	200	6	1200
Bodega 2	2	200	4	800
Dirección	5	1000	9	1800
Almacén alimentos	1	200	2	400
Cuarto A	4	800	4	800
Cuarto B	2	400	6	1200
Cuarto C	2	400	5	1000
Sala de maestros	3	600	6	1200
Bar	1	100	3	600
Total	39	7300	81	16200

Fuente: (Autor)

Tabla 3. 6: Diseño de Tomacorrientes Bloque B

Áreas (Aulas)	DIAGNÓSTICO		REDISEÑO	
	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)	Número de Tomacorrientes	Potencia (W)
Primero A	2	400	6	1200
Primero C	2	400	6	1200
Sexto D	2	400	6	1200
Servicios higiénicos	-	-	-	-
Inicial A	2	400	6	1200
Inicial B	2	400	6	1200
Inicial C	1	200	5	1000

Cocina	2	400	3	600
Tercero C	5	1000	5	1000
Sexto C	2	400	6	1200
Quinto C	2	400	6	1200
Quinto A	2	400	6	1200
Quinto B	2	400	6	1200
comedor	-	-	4	800
Total	26	5200	71	14200

Fuente: (Autor)

3.4.1 Cálculo de intensidad de circuitos de fuerza

Para determinar la cantidad de amperaje que circula sobre el circuito de fuerza es necesario realizar cálculos, como ejemplo se toma como referencia el circuito de fuerza C4 del tablero de distribución TD-01, el cual tiene los siguientes datos: 6 salidas con una potencia de 200 Watt, factor de potencia 0.95 y un voltaje de 120 V.

$$p_T = 1200 \text{ W}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{S}$$

Donde:

$\text{Cos}\phi$ =Factor de potencia

P =Potencia activa

S = Potencia aparente

$$S = \frac{P}{\text{Cos}\phi}$$

$$S = \frac{1200 \text{ W}}{0.95}$$

$$S = 1263.15 \text{ VA}$$

La siguiente formula permite determinar la intensidad en el circuito de fuerza.

$$S = V * I$$

Donde:

S = Potencia Aparente

V =Voltaje

I =Intensidad

$$I = \frac{S}{V}$$

$$I = \frac{1263.15 \text{ VA}}{120\text{V}}$$
$$I = 10.52 \text{ A}$$

La carga máxima de un circuito de fuerza deberá ser la siguiente:

$$x = \frac{70\% * 20\text{A}}{100\%} = 14 \text{ A}$$

La intensidad del circuito de iluminación no supera la intensidad de 20 amperios, al igual que la capacidad de carga no sobre pasa el 70%, cumpliendo con lo mencionado en norma.

3.5 Interruptores

Los interruptores deben estar preferentemente en un lugar tal que se pueda manipular a simple vista. El capítulo 15: 15.1.8.7; interruptores, dice que los interruptores deberán instalarse en puntos fácilmente accesibles y su altura de montaje estará comprendida entre 0,80 m y 1,40 m, medida desde su punto más bajo sobre el nivel del piso terminado (NEC, 2013).

3.6 Conductores

La capacidad de transporte de corriente de los conductores será tomando en cuenta la temperatura ambiente y el número de conductores activos encerrados en una misma canalización, de acuerdo con el Código Eléctrico Nacional (NEC, 2013).

3.6.1 En circuitos de iluminación

El calibre del conductor del neutro debe ser igual al calibre del conductor de las fases, y en los circuitos de iluminación se utiliza el conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 2,5 mm^2 (14 AWG), para la fase, el neutro y el conductor de tierra (NEC, 2018).

3.6.2 En circuito de tomacorrientes

El calibre del conductor del neutro debe ser igual al conductor de las fases, y en los circuitos de tomacorrientes se utiliza el conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 4 mm^2 (12 AWG), para la fase, el neutro y el conductor de tierra (NEC, 2018).

3.6.3 Alimentadores a paneles de distribución

Se toma en cuenta el estudio de las normativas y el criterio técnico para la elección del alimentador principal, este alimentador debe ser calibre # 6 AWG tipo THHN de cobre, conforme la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

3.6.4 Cálculo de intensidad de los interruptores termomagnéticos

Para determinar la capacidad de los dispositivos de protección, se lo realizará mediante el criterio de cargas continuas y no continuas, mediante el seguimiento de la normativa NEC. Como ejemplo se tomará como referencia el circuito de fuerza C5 del tablero de distribución TD-01, el cual tiene los siguientes datos: 6 salidas con una potencia de 200 Watt, factor de potencia 0.95 y un voltaje de 120V.

$$p_T = 1200 \text{ W}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{S} = S = \frac{P}{\text{Cos}\phi}$$

Donde:

$\text{Cos}\phi$ = Factor de potencia

P = Potencia activa

S = Potencia aparente

$$S = \frac{1200 \text{ W}}{0.95}$$

$$S = 1263.15 \text{ VA}$$

La siguiente fórmula permite determinar la intensidad para dimensionar el interruptor termomagnético.

$$S = V * I = I = \frac{S}{V}$$

Donde:

S = Potencia Aparente

V = Voltaje

I = Intensidad

$$I = \frac{1263.15 \text{ VA}}{120 \text{ V}}$$

$$I = 10.52 \text{ A}$$

Dimensionamiento del interruptor termomagnético.

$$I_D = 10.52 A * 125\% = 13.15 A$$

I_D = Intensidad de diseño

La norma NEC menciona que el calibre del cable eléctrico tiene soportar por lo menos el 125 % del valor de la corriente de la protección del circuito, por ende el resultado cumple con lo mencionado.

Cabe mencionar que el interruptor termomagnético o breaker protege al conductor.

A continuación, en la Tabla 3.7 se indica la intensidad nominal de protección de los interruptores termomagnéticos para cada uno de los circuitos de fuerza e iluminación.

Tabla 3. 7: Intensidad nominal de protecciones

Circuito	Intensidad nominal de las protecciones
Iluminación	1P-15A
fuerza	1P-20A

Fuente: (Autor)

3.7 Cálculo de la caída de voltaje

La caída de voltaje en conductores que son destinados a iluminación y fuerza no deben superar los valores del 5% que menciona la Norma Ecuatoriana de la Construcción. A continuación para el cálculo de la caída de voltaje se elegio como ejemplo el tablero TD-A4-04, es el que tiene mayor distancia, cabe mencionar que la distancia parte desde del tablero principal hacia los tableros de distribución. Para determinar la caída de voltaje, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \Delta = \frac{k * I * L}{S * V}$$

Donde:

$\% \Delta$ = Factor de potencia
 k = Constante; 4 sistema monofásico 2 hilos (F + N)
 I = Intensidad
 L = Longitud
 S = sección transversal del conductor
 L = Voltaje

Datos:

$V = 120V$, $I = 49.12 A$, $L = 20 m$, $S = 13.30$, $K = 4$

$$\% \Delta = \frac{4 * 49.12 * 35}{13.30 * 120}$$
$$\% \Delta = 4.30\%$$

La caída de voltaje total entre el circuito ramal y el circuito alimentador no excede el 5%.

3.8 Conductores en tuberías

En toda instalación eléctrica las canalizaciones o conductos eléctricos son utilizados para contener los conductores de forma que estos estén protegidos ante el deterioro del aislamiento. La capacidad de las tuberías que puede albergar los diferentes conductores dependerá del calibre (AWG).

3.8.1 Cálculo el número de conductores en tuberías

Para determinar el número de cables eléctricos que puede albergar una tubería lo conseguimos mediante el factor de relleno (F_r) el cual nos indica el área transversal de las tuberías y se da la siguiente forma:

$$F = \frac{S}{A} \quad (\text{EC.3})$$

Donde:

F = Factor de relleno

S = Área total de los conductores

A = Área del espacio interior del tubo mm^2 o plg^2

En las Tablas 3.8 hasta la Tabla 3.9 se indica el factor de relleno y la sección transversal que serán necesarios para realizar los calculo para determinar el número de conductores en tuberías, tiendo los siguientes valores establecidos:

Tabla 3. 8: Sección trasversal de conductores

Calibre (AWG)	Sección transversal mm ²
14	2.08
12	3.31
10	5.26
8	8.367

Fuente: (Electrocable, 2018)

Tabla 3. 9: Factor de relleno para conductores

Porcentaje	Factor de relleno
53%	Para un conductor
31%	Para dos conductores
40%	Para más de dos conductores

Fuente: (Enríquez, 2000)

A continuación, se realiza el cálculo del área total de los conductores, esto permite determinar el espacio que ocupara los cables eléctricos dentro de la tubería. Como ejemplo se tomará como referencia el cuadro de carga TD-01 C1 y C4, el cual alberga dos conductores calibre # 12, dos conductores calibre # 14 y un conductor calibre #10. Su sección transversal es las siguientes:

$$S = (2 * 3.31) + (2 * 2.08) + (1 * 5.26)$$

$$S=16.04 \text{ mm}^2$$

Debido a que el número de conductores es mayor a cuatro, el porcentaje del factor de relleno permitido es de 40%, con lo cual el área del tubo PVC será de:

$$F = \frac{16.04 \text{ mm}^2}{0.4}$$

$$F = 40.1 \text{ mm}^2$$

De acuerdo con la tabla en el Anexo H, para este caso la tubería será de 1/2 pulgada para dos conductores # 12 THHN, dos conductores # 14 THHN y un conductor # 10 THHN.

3.9 Diseño del cuadro de cargas

En la distribución de los circuitos es necesario modificar y aumentar los cuadros de cargas, independizando los circuitos de fuerza e iluminación con sus respectivas protecciones. Cada circuito debe estar señalado para su fácil maniobra en caso de que exista una emergencia. En la figura 3.4, se puede observar la nomenclatura para el etiquetado de los distintos tableros.

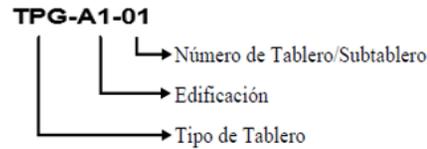


Figura 3. 4: Nomenclatura para los tableros

Fuente: (Autor)

Donde:

Tabla 3. 10: Descripción de etiquetado

Tipo de tablero	Edificación	Numero de tableros
- TPG: Tablero de Protección General -TD: Tablero de Distribución	- Área 1: A1 -Bloque A: BA	1 al 99

Fuente: (Autor)

A continuación, se muestra la nomenclatura para el etiquetado de los tableros del plantel educativo, quedando de la siguiente manera.

Tabla 3. 11: Etiquetado de Tableros de Distribución

Etiquetado de Tableros de Distribución	
N° de Tablero	Código
Tablero principal	TDPG - 00
Tablero de distribución 1	TD – A1 - 01
Tablero de distribución 2	TD – A2 - 02
Tablero de distribución 3	TD – A3 - 03
Tablero de distribución 4	TD – A4 - 04
Tablero de distribución 5	TD – A5 - 05
Tablero de distribución 6	TD – A6 - 06
Tablero de distribución 7	TD – A7 - 07
Tablero de distribución 8	TD – A8 - 08

Fuente: (Autor)

En la Figura 3.5 se puede observar el cuadro de carga TD-01, en el cual se realizó los cálculos anteriormente mencionados.

CUADRO DE CARGA TD-01													
Subtablero:	TD-A1-01		ALIMENTADOR:		8(F)-8(N)-10(T)AWG/TTU								
Tamaño:	Monofásico-6 Espacios		TUBERIA:		3/4"								
Protección:	Breaker 1P-60A												
Voltaje	120 V												
N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P.Unitaria	P. Circuito	de Potencia	Carga Instalada	I nominal	Protecciones		Conductor	Tubería
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgadas
1	ILUMINACION (C1)- PRIMERO B	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-SEGUNDO B	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C3)-L. COMPUTACION	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	TOMACORRIENTES (C4)-PRIMERO B	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)-SEGUNDO B	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)-L. COMPUTACION	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
Carga total instalada						4120		4336,84	36,14				

Figura 3. 5: Tablero de distribución TD-01

En el anexo E se puede observar cada uno de los cuadros de cargas.

3.9.1 Cuadro primario de distribución

El tablero principal es necesario ya que tiene como función derivar los circuitos a los distintos tableros de distribución, esto con el fin de evitar fallas mediante dispositivos de protección y maniobra, para el rediseño se considera 1 tablero general y 8 de distribución los cuales estarán acogidos al cumplimiento de las normas a continuación, en la Tabla 3.12 se indica su distribución de los circuitos.

Tabla 3. 12: Tablero General de Control

N°	Descripción	Protección (A)	N°	Descripción	Protección (A)
	Línea 1			Línea 2	
1	Circuito 1: Alimentación tablero de distribución 1	40	2	Circuito 2: Alimentación tablero de distribución 2	63
3	Circuito 3: Alimentación tablero de distribución 3	40	4	Circuito 4: Alimentación tablero de distribución 4	63
5	Circuito 5: Alimentación tablero de distribución 5	63	6	Circuito 6: Alimentación tablero de distribución	40
7	Circuito 7: Alimentación tablero de distribución 7	63	8	Circuito 8: Alimentación tablero de distribución 8	15

Fuente: (Autor)

El tablero principal presenta las siguientes características:

- Tablero bifásico de 8 servicios.
- Alimentación principal es de 2 fases + neutro, los conductores son de cobre, calibre #6 AWG tipo THHN.
- Presenta 8 servicios activos

3.10 Planos Unifilares

Los planos unifilares del rediseño se muestran en el Anexo F, en el que se identifica la nueva distribución de los circuitos de fuerza e iluminación que se proponen para equilibrar la carga de las fases de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción.

3.11 Diseño de la puesta a tierra

De acuerdo con el diagnóstico realizado en las instalaciones eléctricas internas del plantel de educativo, se evidenció que no cuentan con una varilla de puesta a tierra por lo cual fue necesario realizar mediciones de la resistencia del suelo para un diseño adecuado. Como se observa en figura 3.5.



Figura 3. 6: Telurómetro Marca DUOYI

Fuente: (Autor)

Los datos se muestran a continuación:

Tabla 3. 13: Datos de medición de la resistencia del suelo

Descripción	Elementos conectados	Medición
<ul style="list-style-type: none"> Resistencia del suelo (método Wenner) 	<ul style="list-style-type: none"> 4 picas Soterramiento de picas 20 cm Distancia entre picas 2m 	9.81Ω

Fuente: (Autor)

En la tabla 3.7 se indica la medición de la resistencia del suelo realizada mediante el método de Wenner o también conocida como el de las 4 puntas, obteniendo como resultado 9.81Ω, de acuerdo con la medición el valor en obtenido no se encuentra entre los rangos de resistencia aceptable, ya que de acuerdo con la norma IEEE, el valor de la resistencia del suelo debe ser menor a 5Ω.

3.11.1 Diseño de puesta a tierra

Para el cálculo es necesario utilizar fórmulas de la resistividad, que están establecidas en la norma IEEE Std 80-2013. El cual se determinará mediante la siguiente ecuación.

$$\rho = \frac{2\pi L_r R}{\ln\left(\frac{8L_r}{d}\right) - 1} \quad (\text{EC.4})$$

ρ = Resistividad

L_r = Longitud = 1.8m

R = Resistencia = 9.81Ω

d = Diámetro = 16 mm

$$\rho = \frac{2\pi * 1.8m * 9.81\Omega}{\ln\left(\frac{8 * 1.8m}{0.016m}\right) - 1}$$

$$\rho = 19.12\Omega * m$$

La siguiente formula permite determinar la resistencia de la malla de puesta a tierra.

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1+h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \quad (\text{EC.5})$$

ρ = Resistividad = 19.12 $\Omega \cdot m$

L_T = longitud total del conductor = 12m

A = Área de la malla de puesta a tierra = 4m²

H = Profundidad de aterramiento = 0.8m

N = Numero de varillas = 4

$$R_g = 4.49\Omega$$

Mediante los parámetros y con base a la ecuación 2, se determinó el valor de la resistencia de malla de puesta a tierra obteniendo un valor $R_g = 4.49 \Omega$, cumpliendo con la normativa IEEE, donde el valor deber ser menor a los 5 ohmios. En la Figura 4.35 se muestra el diseño donde deben estar ubicados los electrodos de la puesta a tierra.

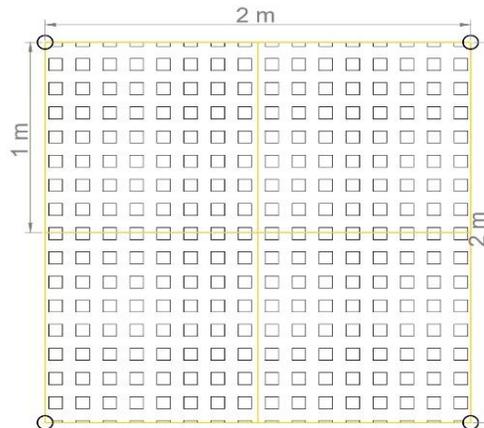


Figura 3. 7: Diseño Malla a Tierra

Fuente: (Autor)

Tabla 3. 14: Datos del diseño de la malla a tierra

Descripción	Elementos conectados	Medición
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño malla a tierra 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 varillas copperweld • Soterramiento de la varilla copperweld 80 cm • Distancia entre varillas 2m 	4.49 Ω

Fuente: (Autor)

Para reducir la resistencia en la malla a tierra se realiza el diseño con cuatro electrodos, para ello deben estar colocados de tal manera que forman un cuadrado, obteniendo como resultado una resistencia de 4.49 ohmios de acuerdo con la ecuación 5, con esta configuración se propone que se debe a realizar la puesta a tierra.

En caso de que el sistema de puesta a tierra no cumpla con los valores recomendados, existen mallas o varillas especiales que reducen la resistencia de puesta a tierra. En algunos casos la resistividad del terreno es muy elevada, por ello existen algunos químicos que ayudan a disminuir la resistividad del terreno sin aumentar electrodos como son:

- Sales puras (Cloruro de sodio).
- THOR – GEL (Compuesto químico).
- Sustancias arcillosas

3.11.2 Calibre del conductor para la malla de puesta a tierra

Para determinar el calibre del conductor de tierra se utiliza la Tabla 3.15

Tabla 3. 15: Calibre del conductor para la malla a tierra

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos Conduit, etc (A)	Sección transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre*	
	mm^2	AWG o kcmil	mm^2	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,3	12
20	3,3	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,26	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6

200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	52,2	1
500	33,62	2	53,5	1/0
600	42,2	1	67,44	2/0
800	53,5	1/0	85,02	3/0
1000	67,44	2/0	107,21	4/0
1200	85,02	3/0	126,67	250kcmil

Fuente: (NEC, 2018)

Con los datos obtenidos se determinó que el calibre del conductor es de 21,14 mm² que corresponde a un calibre mucho menor a lo que menciona la norma NEC, para ello el calibre del conductor para la malla a tierra debe ser No. 4 AWG de cobre desnudo, donde los cables tienen que ser conectados mediante soldadura exotérmica, el cual además estarán unidos con las 4 varillas Cooperweld de 1.8 m de longitud por 16mm de diámetro.

3.12 Costo total del Rediseño

El presupuesto referencial que se realizó de los materiales son precios que se obtuvieron en la página Comercial kywi en el mes de febrero del 2023 como se aprecia en la Tabla 3.16.

Tabla 3. 16: Costo del Rediseño

PRESUPUESTO REFERENCIAL				
DESCRIPCIÓN	CAN T.	UNIDAD	PRECIO C/U	TOTAL
INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES				
Interruptor simple marca Veto	16	C/U	2.41	38.56
Interruptor doble marca Veto	21	C/U	3.93	82.53
Tomacorriente sobrepuesto doble m. Veto	82	C/U	2.35	192.07
TABLERO ELÉCTRICO Y PROTECCIONES				
Tablero bifásico, 8 servicios, montaje tipo superficie/empotrada	6	U	49.50	297.00
Tablero bifásico, 6 servicios, montaje tipo superficie/empotrada	2	C/U	42.91	85.82
Interruptor Termomagnético 1P- 15 A marca Schneider	26	C/U	6.66	13.32
Interruptor Termomagnético 1P- 20 A marca Schneider	29	C/U	6.66	193.14
Interruptor Termomagnético 1P- 32 A marca Schneider	1	C/U	6.66	6.66

Interruptor Termomagnético 1P- 63 A marca Schneider	8	C/U	7.48	59.84
Interruptor Diferencial bifásico 2P- 80 A marca Schneider	1	C/U	71.55	71.55
CONDUCTORES				
Conductor de cobre tipo THHN #12 AWG	10	100 m	48.90	489.00
Conductor de cobre tipo THHN #14 AWG	10	100 m	35.00	350.00
Conductor de cobre tipo THHN #10 AWG	10	100 m	80.00	800.00
Canaletas 32x12	500	2 m	5.00	2500.00
PUESTA A TIERRA				
Conductor de cobre tipo THHN # 1/0 AWG	12	m	6.00	72.00
Varillas Copperweld (5/8" x1.80m)	4	C/U	11.00	44.00
Conectores de bronce	4	C/U	1.10	4.40
Gel benzoelectric. 25kg	6	U	20.00	120.00
Soldura exotérmica	5	U	8.00	40.00
LUMINARIAS				
Luminaria led sylvania -2058168 offlyte linear	152	C/U	25.99	3950.48
PRECIO DE MATERIALES				
TOTAL			USD	9.410,36

MANO DE OBRA				
Punto de tomacorriente	148	pto	15	2220
Punto de Iluminación	152	pto	21	3234
Subtotal			USD	14.864,36
Costos indirectos			20%	2.972,9
TOTAL			USD	\$17.837,26

Los valores de costo de mano de obra están referenciados de acuerdo con el GAD de San Antonio en base al análisis de precios unitarios (Apu), estos precios cambian dependiendo del municipio en donde se llevan a cabo los proyectos.

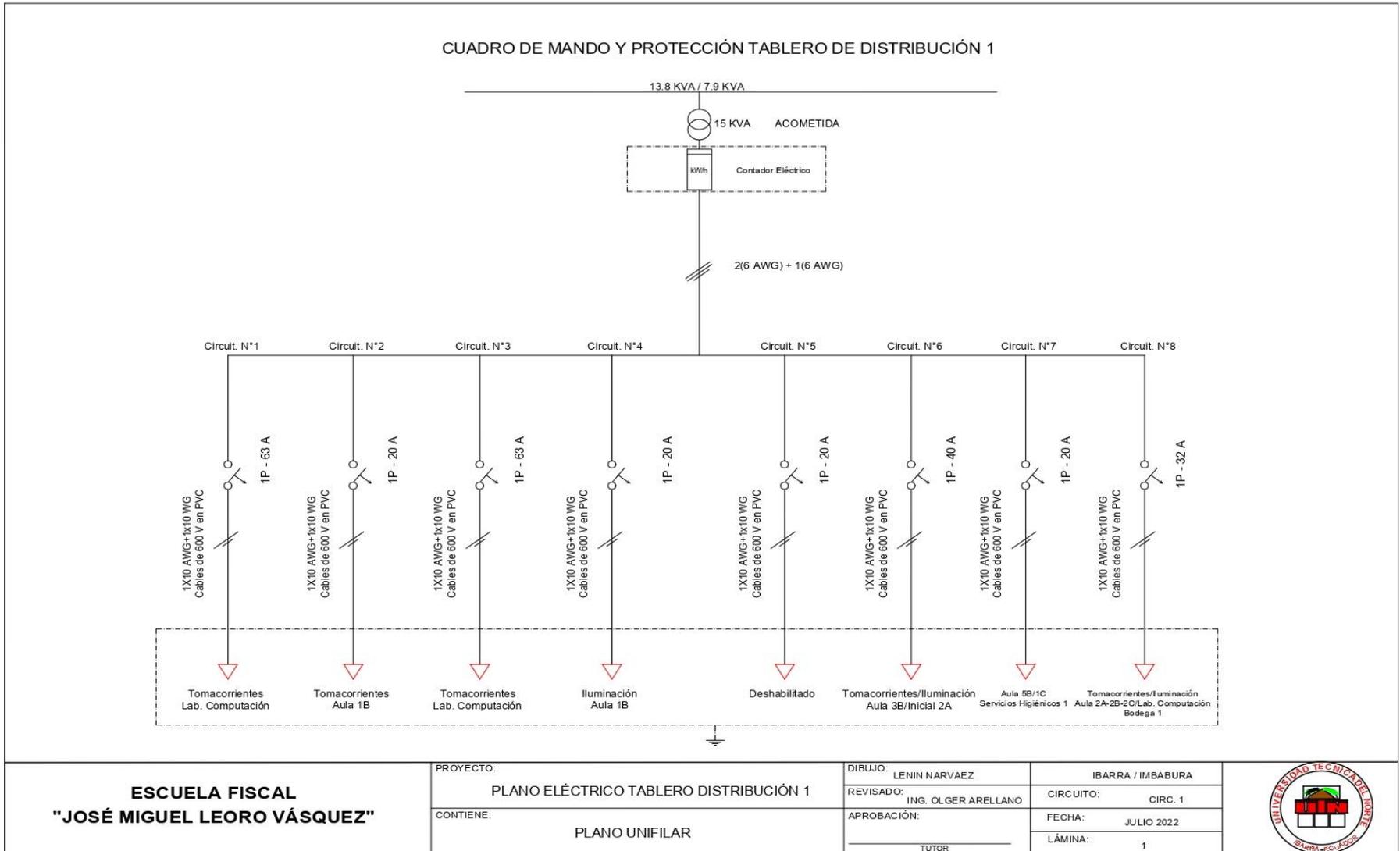
Conclusiones

- En la recopilación de información sobre las instalaciones eléctricas en bajo voltaje, se determinó que la norma NEC 2013 - 2018 y IEEE 80-2013, contiene toda la información necesaria para la elaboración de diseños eléctricos, debido a que estas normativas emplean tablas reglamentarias y fórmulas que son empleadas para prevenir accidentes eléctricos, garantizando una instalación eléctrica adecuada y brindando seguridad para el personal administrativo y estudiantes.
- Las visitas técnicas y el levantamiento de datos permitieron conocer el estado actual de las instalaciones eléctricas del plantel educativo, verificando las diferentes fallas existentes en el sistema eléctrico, se determinó que sus instalaciones eléctricas actuales no son aptas para su uso debido a que sus protecciones no son adecuadas, su iluminación es deficiente, los conductores están mal dimensionados y expuestos.
- Para que la instalación eléctrica sea segura tanto para personal administrativo y estudiantes, se hizo uso de la norma IEEE Std 80-2013 para el diseño de la malla de puesta a tierra, ya que esta norma utiliza cálculos simplificados y fáciles de desarrollar, dándonos como resultado una resistencia menor a los 5Ω de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Los cambios propuestos para rediseño de las instalaciones eléctricas fueron desarrollados en base al tipo de normativa propuesta por el país, indagando opciones como el cambio del tipo de luminarias, implementación de un tablero general, así como también una distribución adecuada para los distintos circuitos, elaboración de un diseño del sistema de puesta a tierra, entre otros esto con el objetivo de mantener un ahorro de energía.

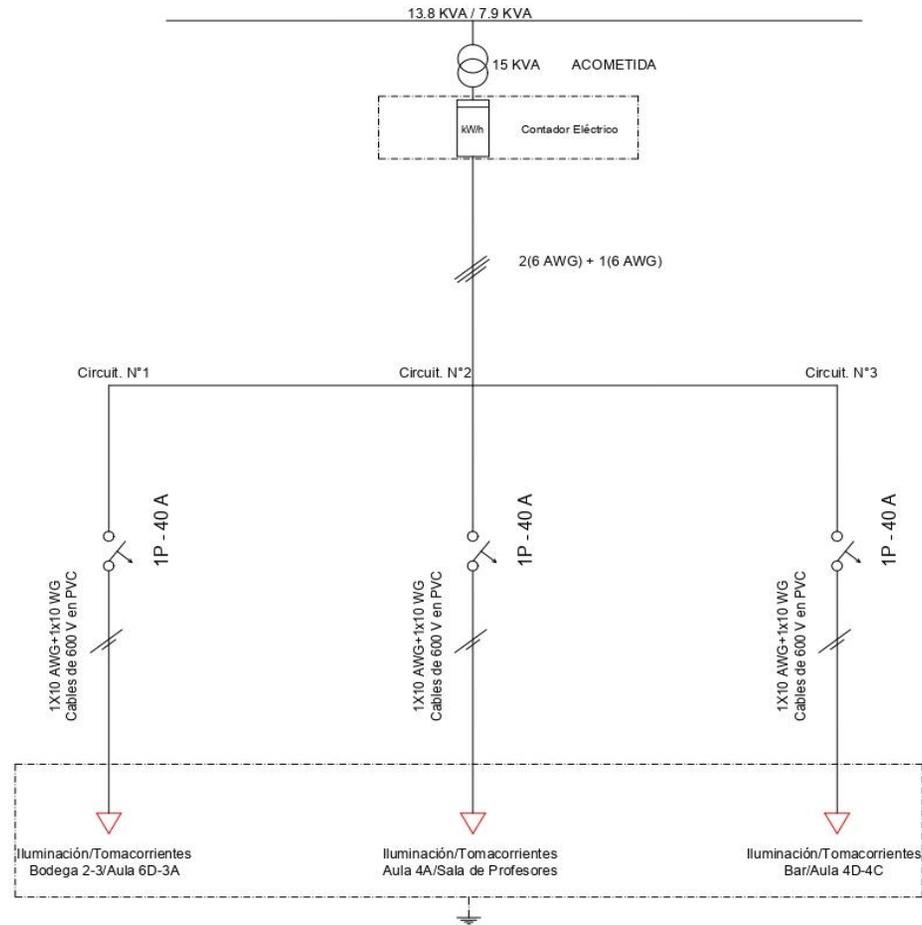
Recomendaciones

- Es importante que una entidad regule los proyectos eléctricos en bajo voltaje, lo cual permitirá planificar y crear planes de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, esto con el fin de minimizar riesgos eléctricos, alargar la vida útil de los equipos y componentes eléctricos.
- A futuro sería importante realizar un estudio para la implementación de paneles solares los cuales servirían para alimentar el circuito de iluminación con el fin de reducir gastos de cada mes, donde las diferentes instituciones educativas deberán contratar personal calificado, de tal forma que los proyectos eléctricos se acojan a normativas y reglamentos estipulados por cada país.

ANEXO A: Diagnóstico planos unifilares

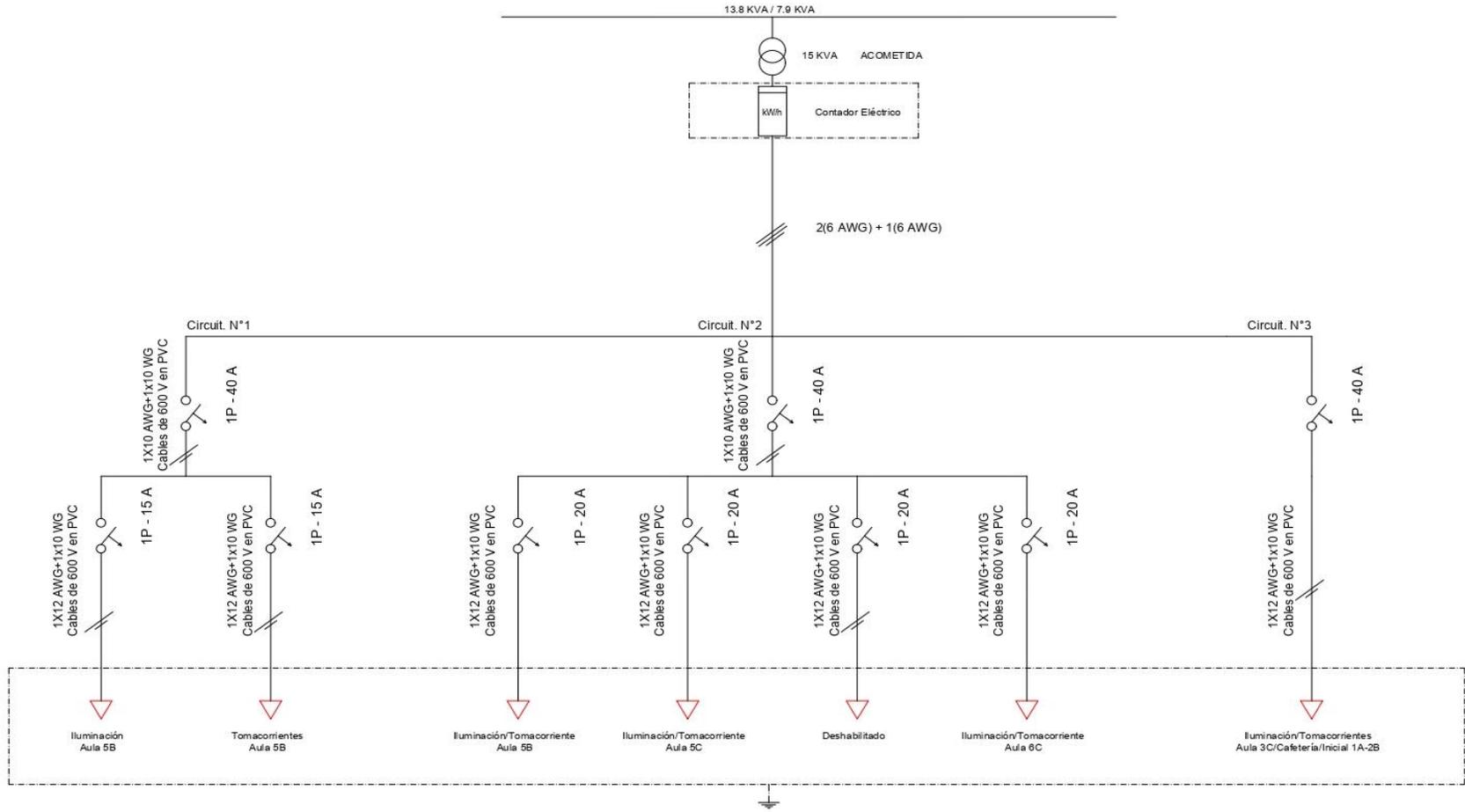


CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2



ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO: PLANO ELÉCTRICO TABLERO DISTRIBUCIÓN 2	DIBUJO: LENIN NARVAEZ	IBARRA / IMBABURA	
	CONTIENE: PLANO UNIFILAR	REVISADO: ING. OLGER ARELLANO	CIRCUITO: CIRC. 2	
		APROBACIÓN: _____ TUTOR	FECHA: JULIO 2022	
			LÁMINA: 1	

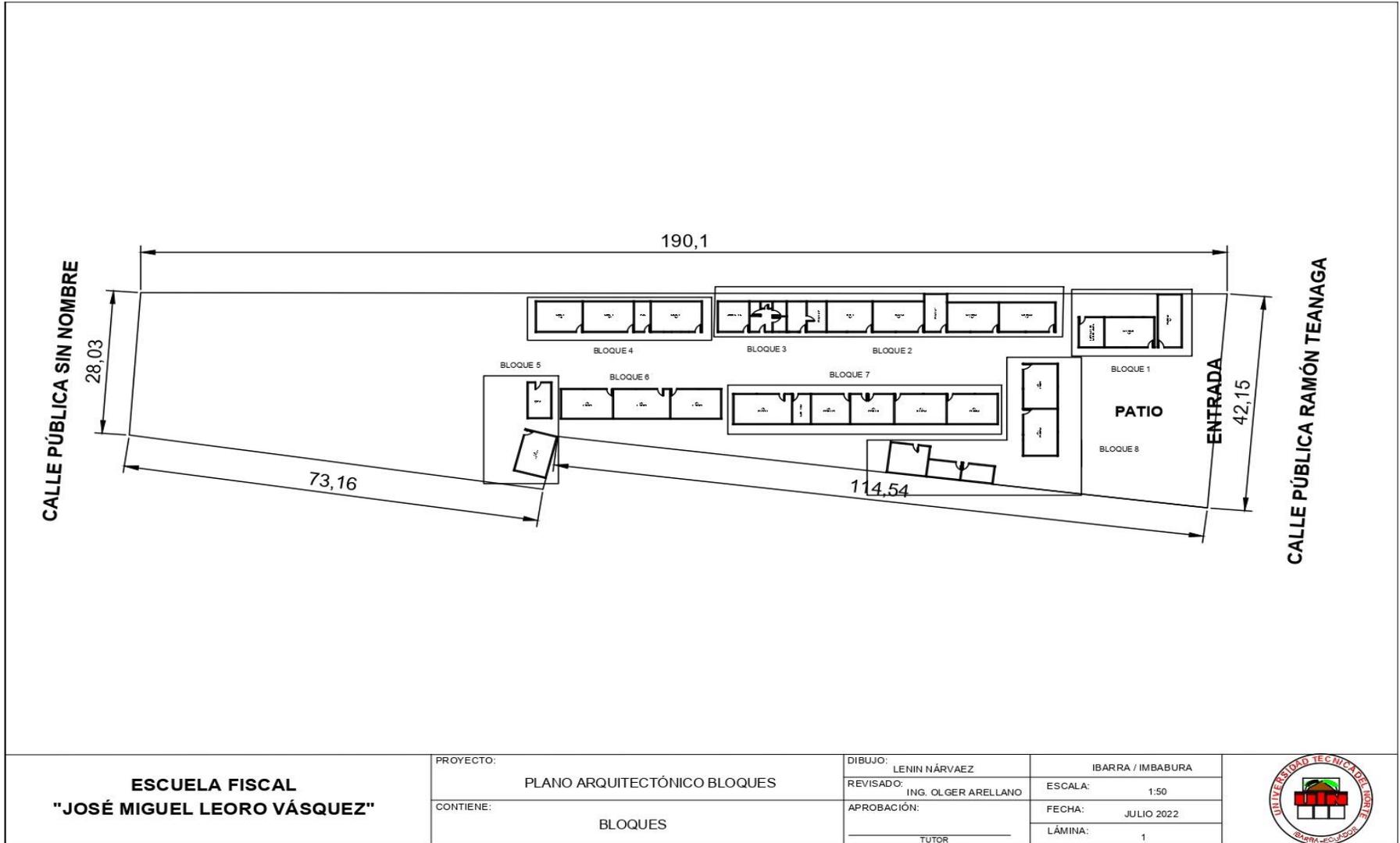
CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3



ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO:	PLANO ELÉCTRICO TABLERO DISTRIBUCIÓN 3		DIBUJO:	LENIN NARVAEZ	IBARRA / IMBABURA
	CONTIENE:	PLANO UNIFILAR		REVISADO:	ING. OLGER ARELLANO	CIRCUITO: CIRC. 3
				APROBACIÓN:		FECHA: JULIO 2022
				TUTOR:		LÁMINA: 1



ANEXO B: Planos arquitectónicos





**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ARQUITECTÓNICO BLOQUES

CONTIENE:
PLANO ARQUITECTÓNICO CON MEDIDAS

DIBUJO:
LENIN NÁRVAEZ

REVISADO:
ING. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

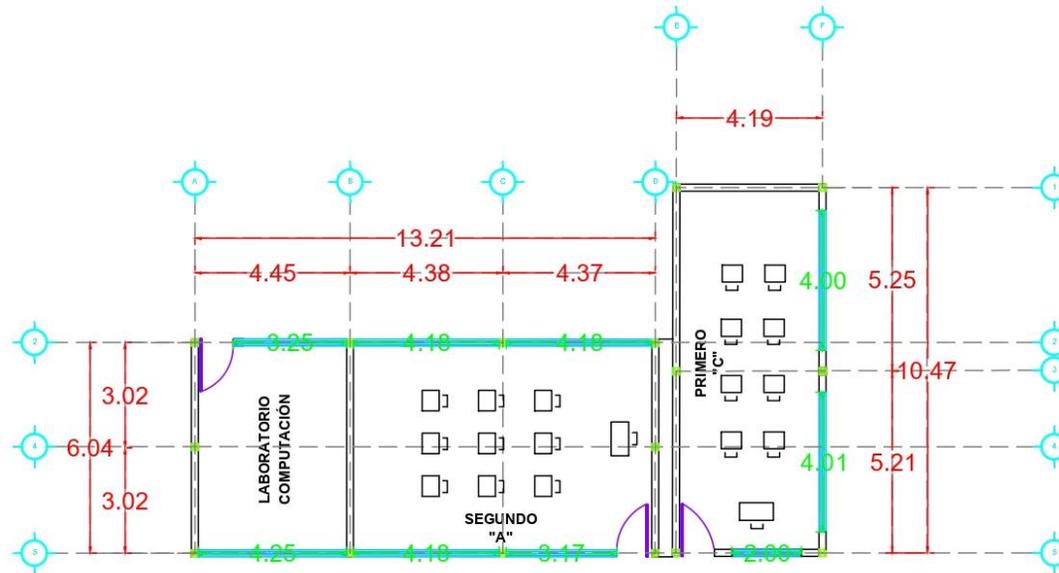
IBARRA / IMBABURA

ESCALA:
1:50

FECHA:
JULIO 2022

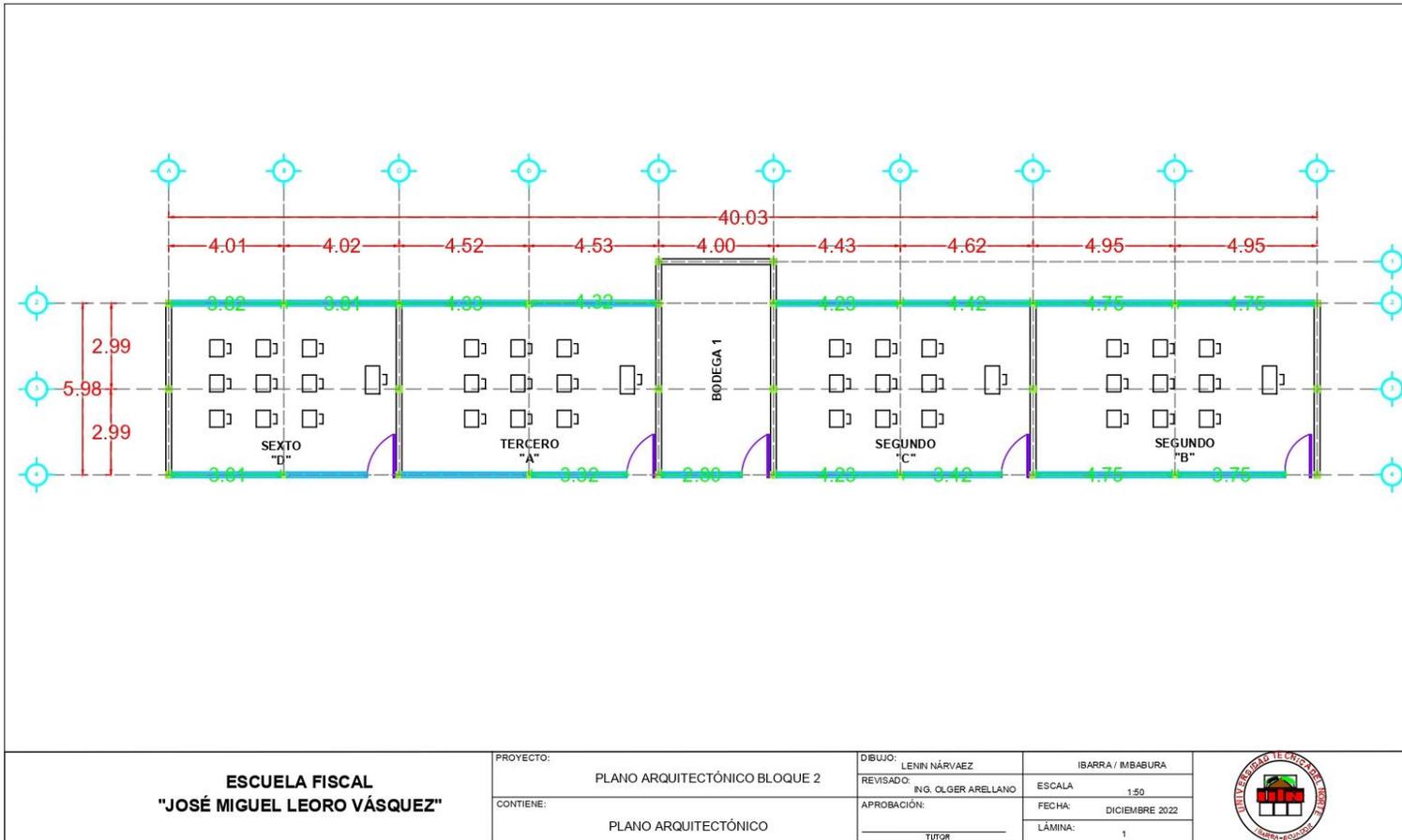
LÁMINA:
1

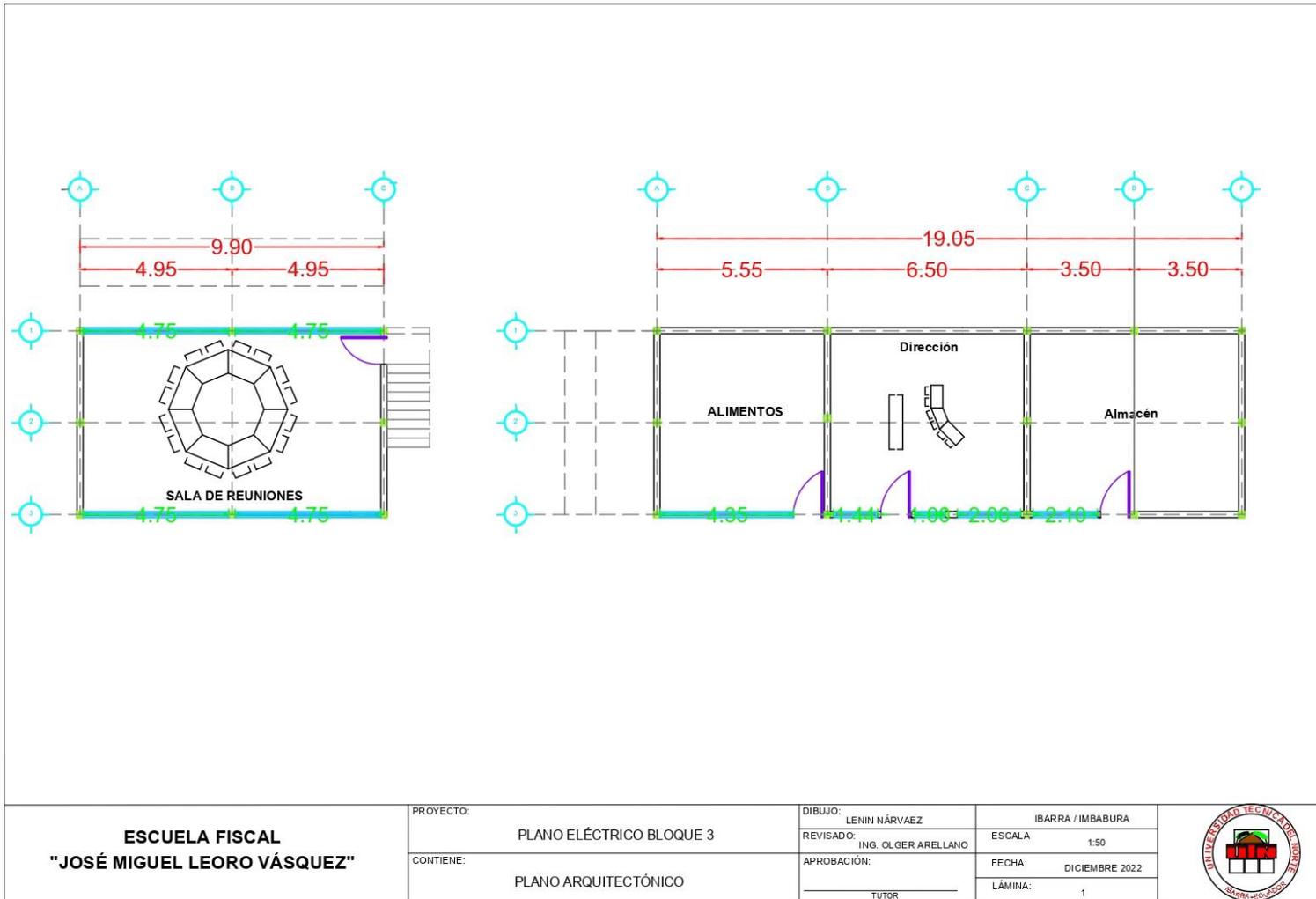


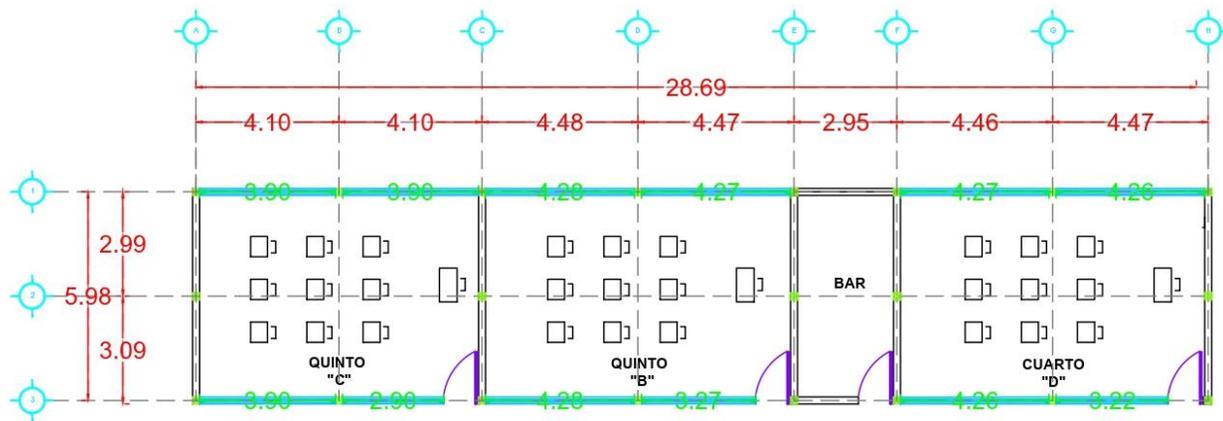


ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO:	PLANO ARQUITECTÓNICO BLOQUE 1	DIBUJO:	LENIN NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA	
	CONTIENE:	PLANO ARQUITECTÓNICO	REVISADO:	ING. OLGER ARELLANO	ESCALA:	1:50
			APROBACIÓN:		FECHA:	DICIEMBRE 2022
			TUTOR		LÁMINA:	1



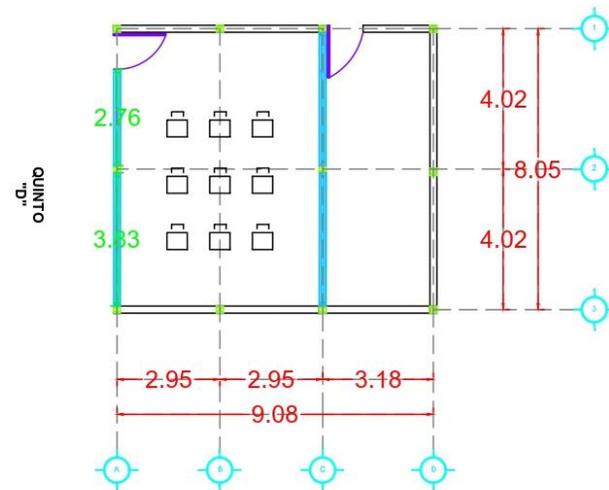
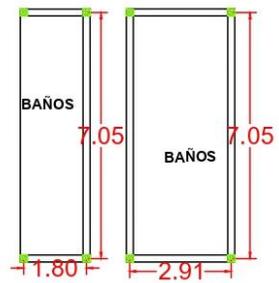






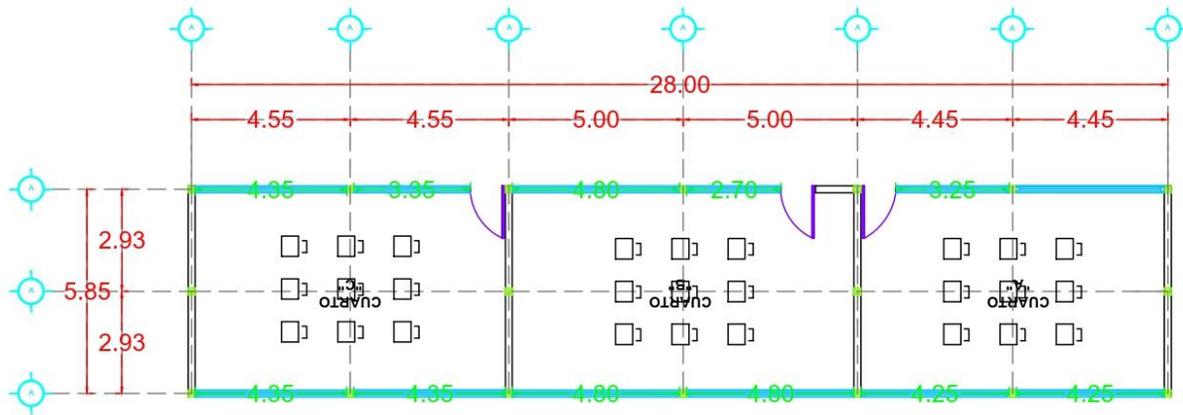
ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO:	PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 4	DIBUJO:	LENIN NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA
	CONTIENE:	PLANO ARQUITECTÓNICO	REVISADO:	ING. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
			APROBACIÓN:		FECHA: DICIEMBRE 2022
			TUTOR:		LÁMINA: 1



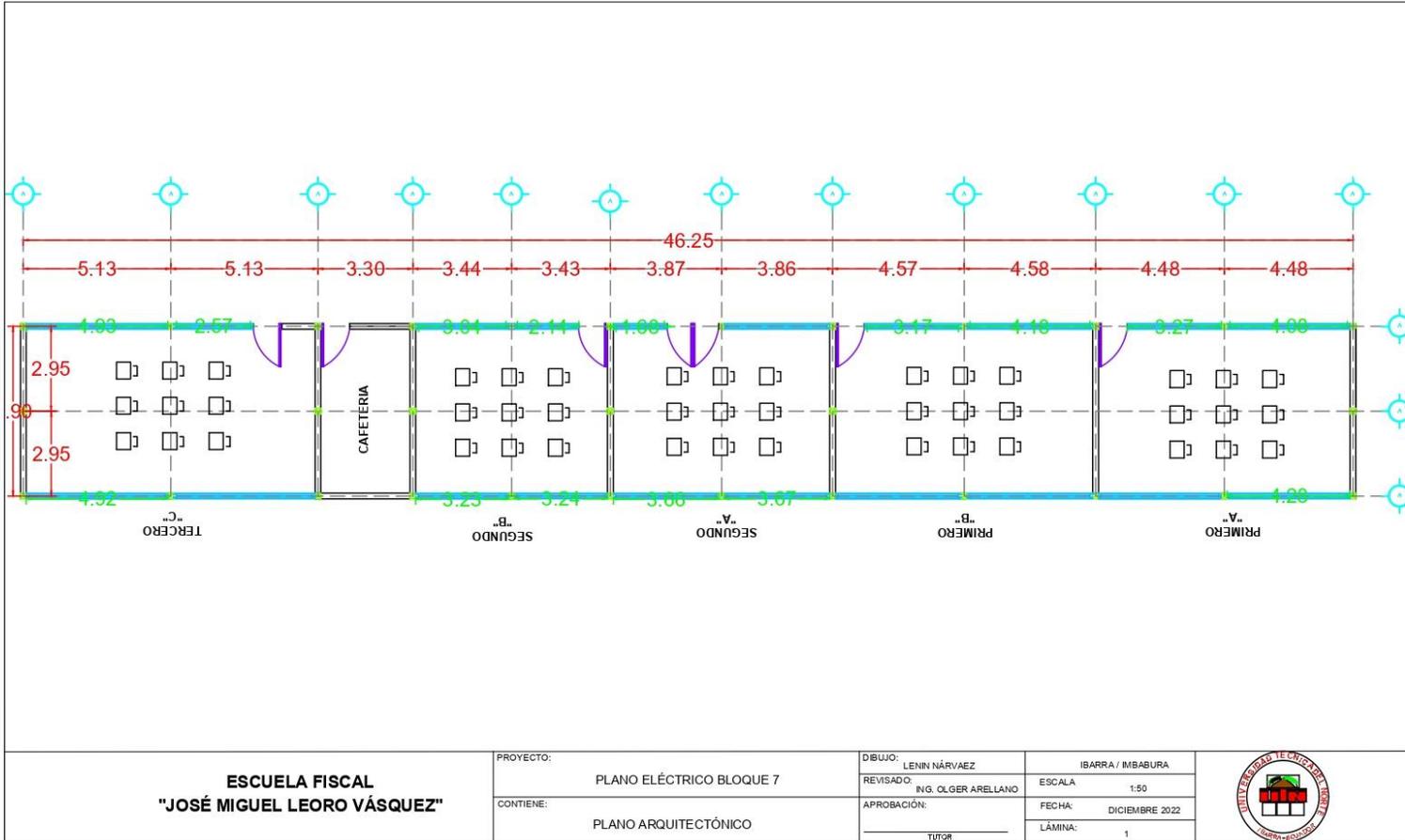


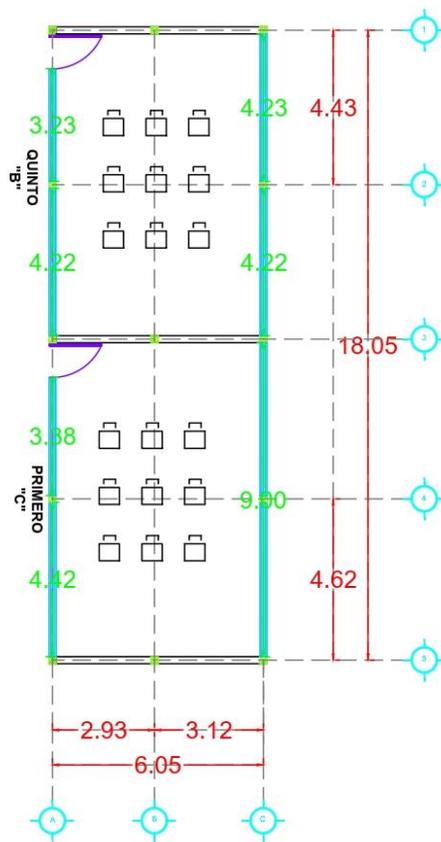
ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO:	PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 5	DIBUJO:	LENIN NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA
	CONTIENE:	PLANO ARQUITECTÓNICO	REVISADO:	ING. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
			APROBACIÓN:		FECHA: DICIEMBRE 2022
			TUTOR		LÁMINA: 1





ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO: PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 6	DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA	
	CONTIENE: PLANO ARQUITECTÓNICO	REVISADO: ING. OLGER ARELLANO	ESCALA 1:50	
		APROBACIÓN: TUTOR	FECHA: DICIEMBRE 2022	LÁMINA: 1

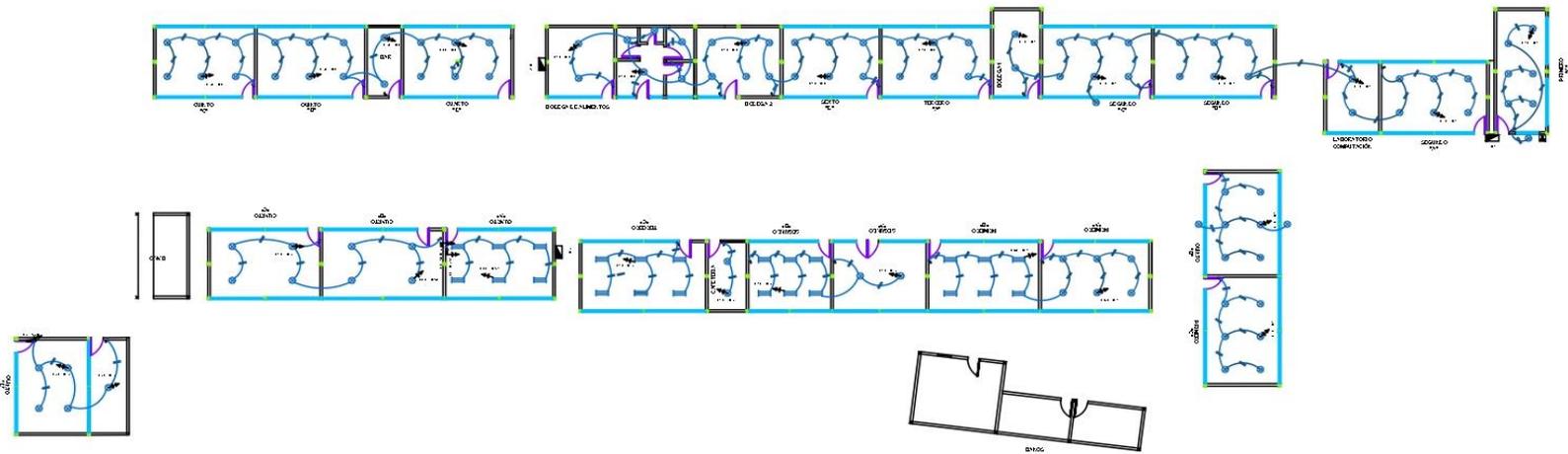




ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO:	PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 8	DIBUJO:	LENIN NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA
	CONTIENE:	PLANO ARQUITECTÓNICO	REVISADO:	ING. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
			APROBACIÓN:		FECHA: DICIEMBRE 2022
			TUTOR		LÁMINA: 1



ANEXO C: Diagnóstico planos eléctricos



**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO

CONTIENE:
PLANOS ELÉCTRICOS DE ILUMINACIÓN

DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:

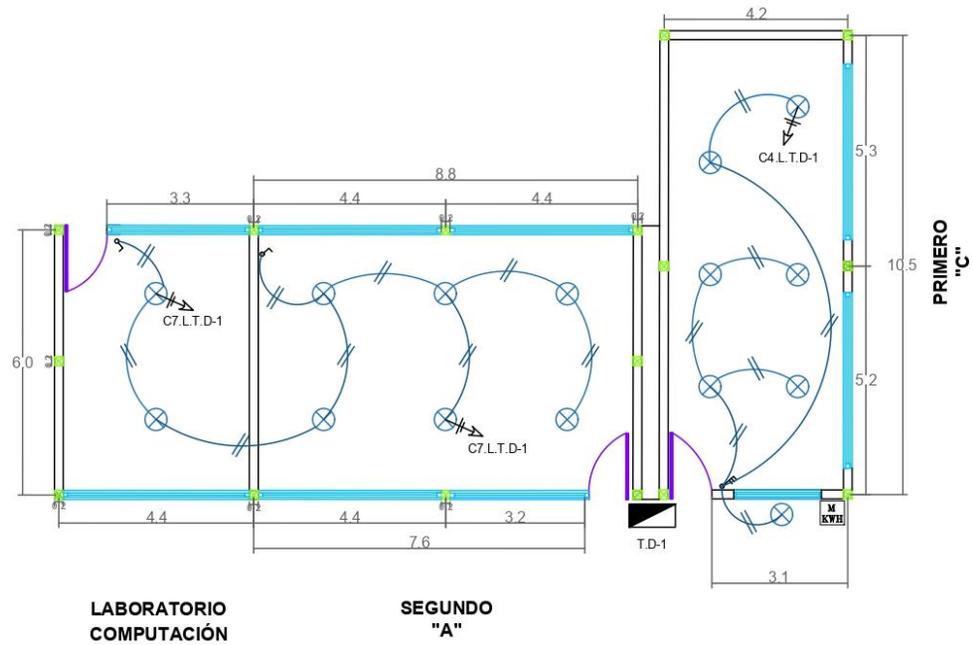
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: DICIEMBRE 2022
LÁMINA: 1



LEYENDA	
T.D-1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C4.L.T.D-1	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C7.L.T.D-1	CIRCUITO #7 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACQUERITION DE ENERGIA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGIA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 3P/2
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 3P/2
	PUNTO DE ILUMINACION
	CAJA DE BREAK
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	PUNTO DE LUMINARA FLUORESCENTE



**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 1

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

DIBUJO:
LENIN NÁRVAEZ

REVISADO:
ING. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:
TUTOR

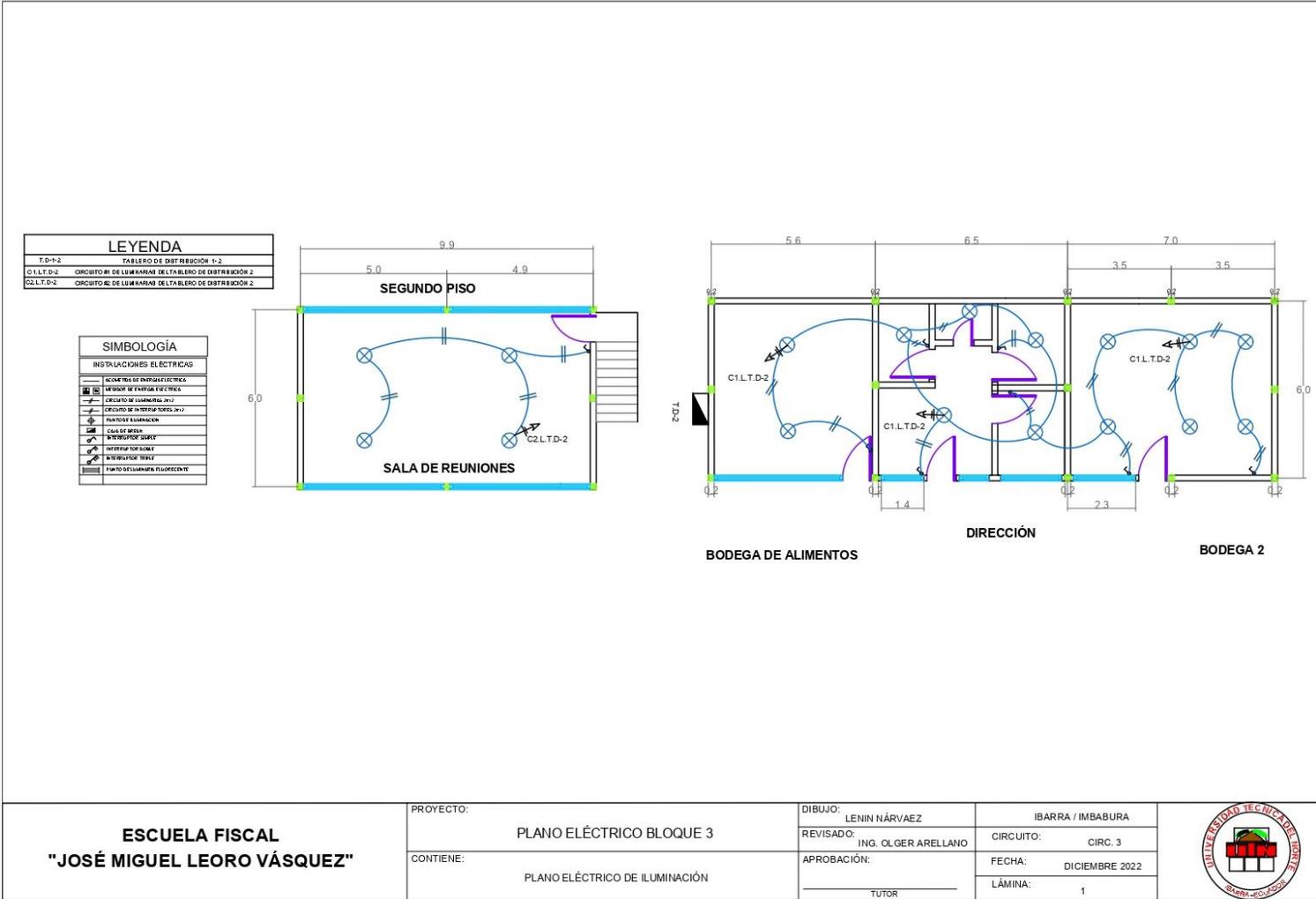
IBARRA / IMBABURA

CIRCUITO:
CIRC. 1

FECHA:
DICIEMBRE 2022

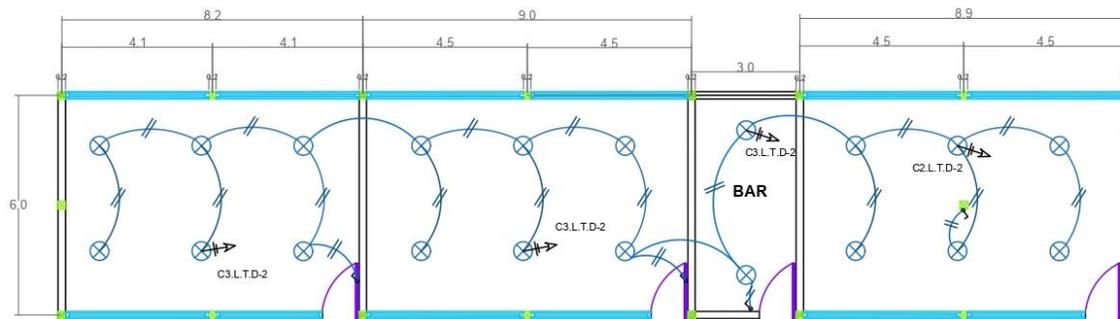
LÁMINA:
1





LEYENDA	
T.D-1-2	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1-2
C2.L.T.D-2	CIRCUITO#2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C3.L.T.D-2	CIRCUITO#3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	INSTALACION DEL TABLERO ELECTRICO
	MEDIDOR DE ENERGIA ELECTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS SH2
	CIRCUITO DE LUMINARIAS SH2
	PLANO DE LUMINACION
	CANAL DE CABLE
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	PLANO DE LUMINACION ALTERNATIVA



QUINTO
"C"

QUINTO
"B"

CUARTO
"D"

**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 4

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

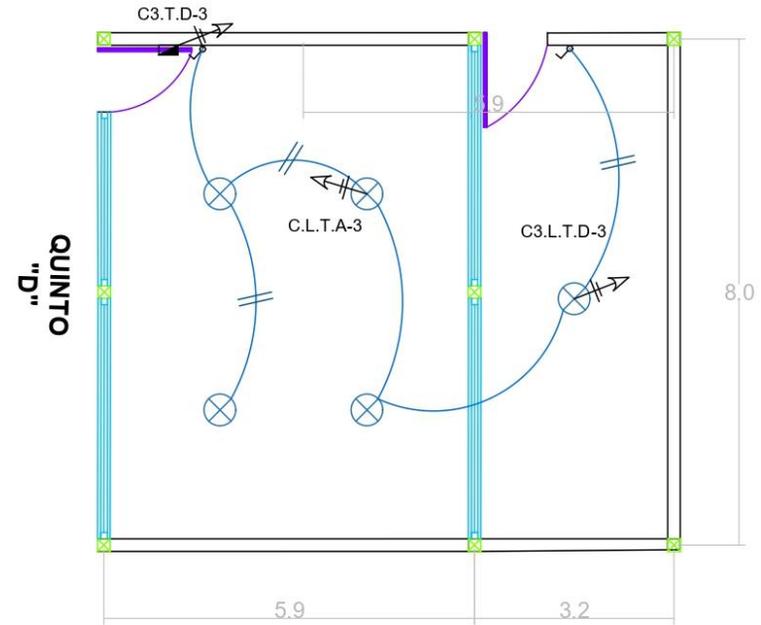
DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
CIRCUITO: CIRC. 4
FECHA: DICIEMBRE 2022
LÁMINA: 1



LEYENDA	
T.D-3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C3.T.D3	CIRCUITO AUXILIAR 3 DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C.L.T.D-3	CIRCUITO DE LUMINARIAS DEL TABLERO AUXILIAR 3
C3.L.T.D-3	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS 2W12
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES 2W12
	PUNTO DE ILUMINACIÓN
	CAJA DE BREAKERS
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	PUNTO DE LUMINARIA FLUORESCENTE



ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"

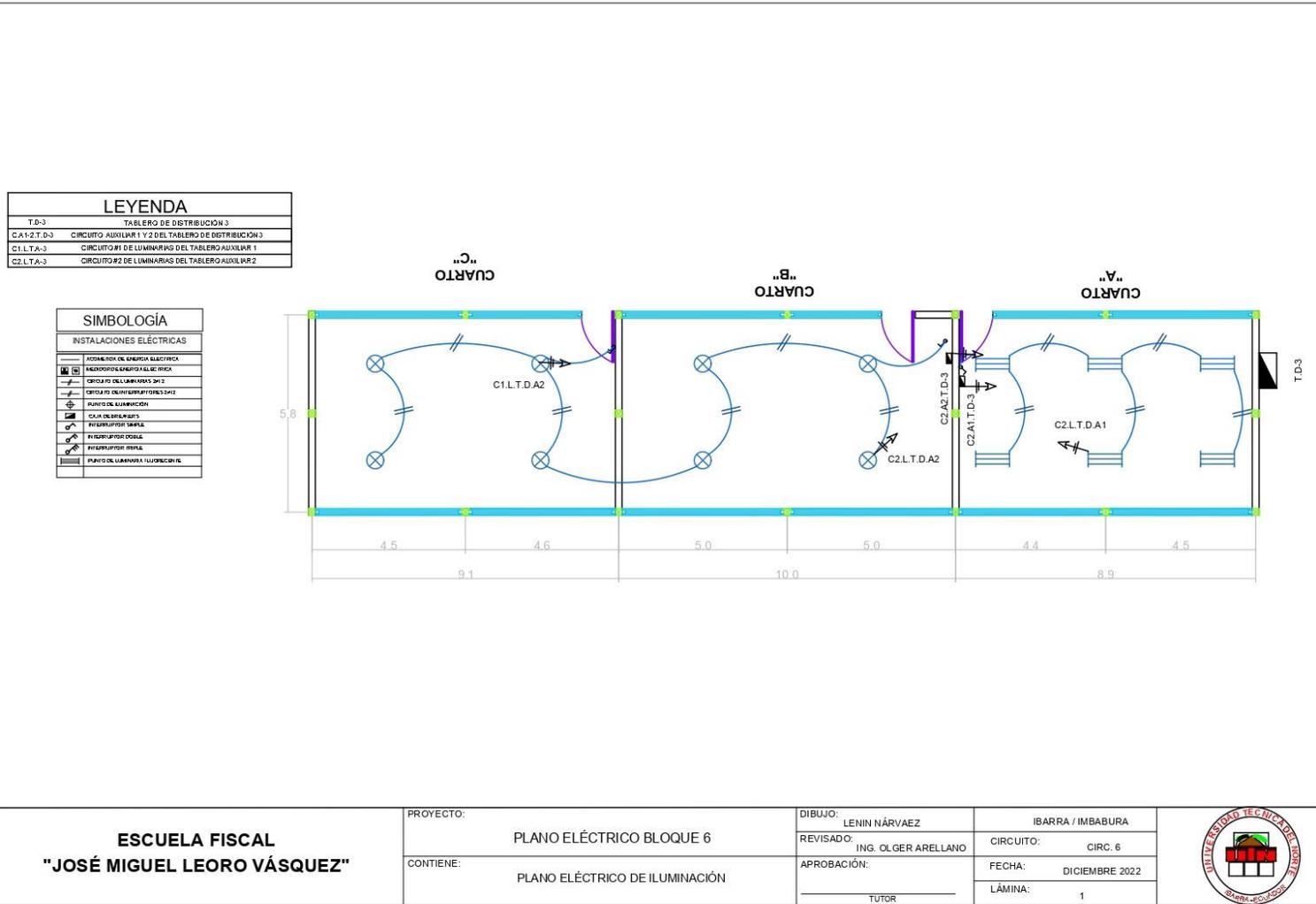
PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 5

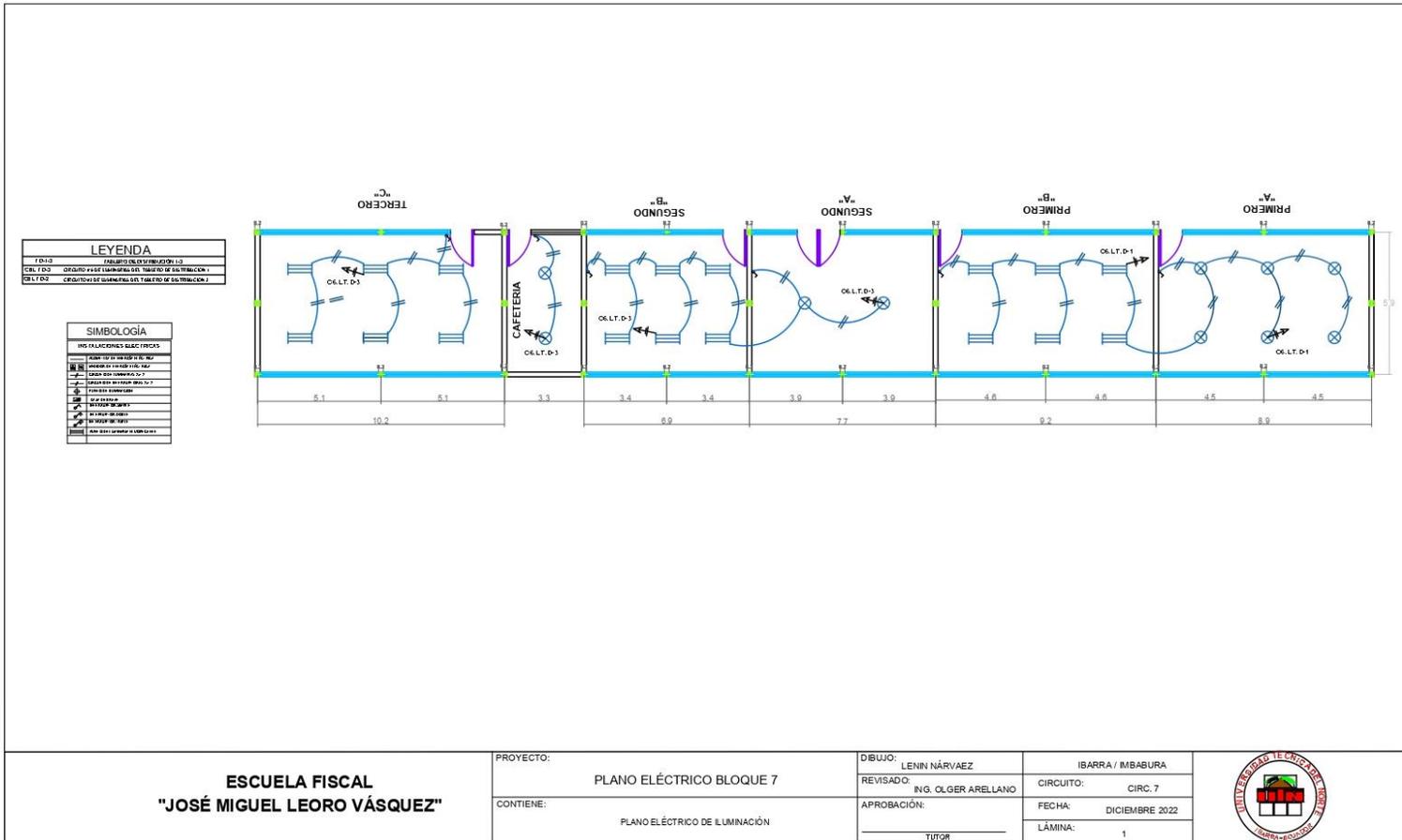
CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ
REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO
APROBACIÓN: _____
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
CIRCUITO: CIRC. 5
FECHA: DICIEMBRE 2022
LÁMINA: 1

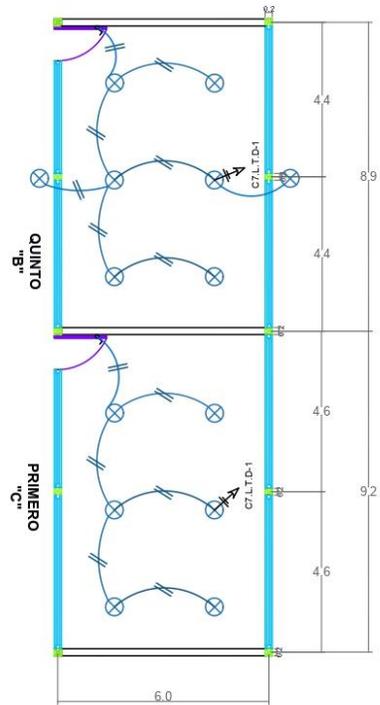






LEYENDA	
T.D-1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1-3
C7.L.T.D-3	CIRCUITO 7 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACÓMODO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	RECIPIENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE LUMINARIAS (L1)
	CIRCUITO DE INTERRUPTORES (L2)
	PUNTO DE ILUMINACIÓN
	CANAL DE CABLE
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR SIMPLE
	PUNTO DE LUMINARIA FLUORESCENTE



**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 8

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

DIBUJO:
LENIN NÁRVAEZ

REVISADO:
ING. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:
TUTOR

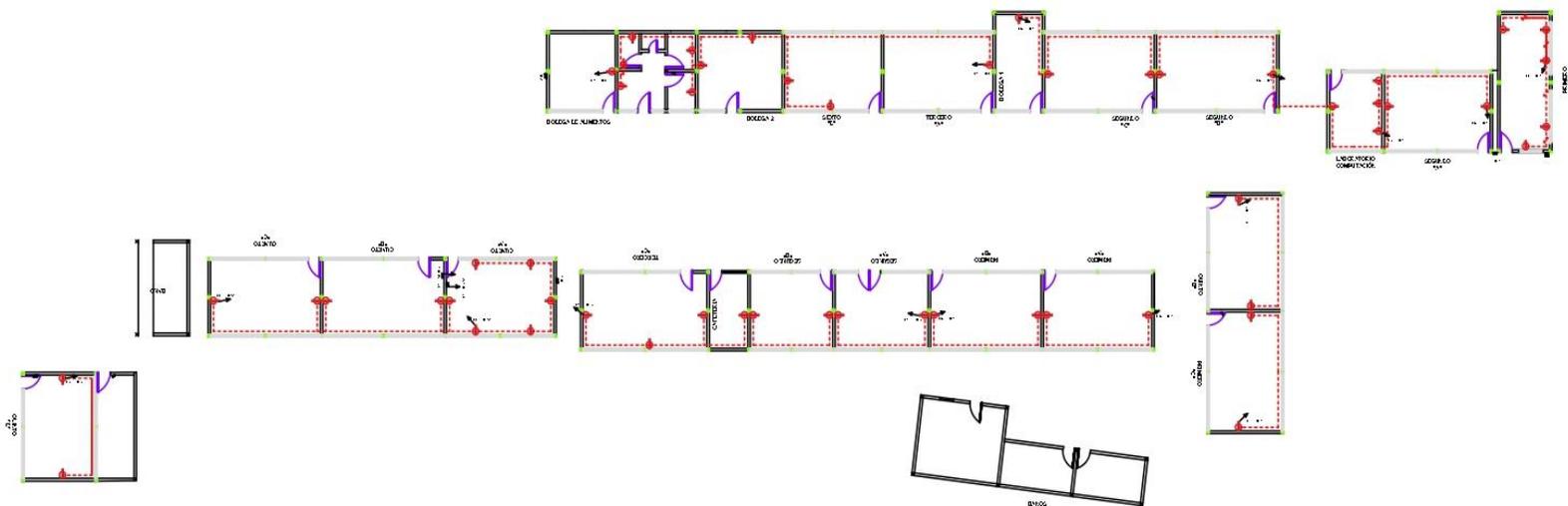
IBARRA / IMBABURA

CIRCUITO:
CIRC. 8

FECHA:
DICIEMBRE 2022

LÁMINA:
1





**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICOS DE FUERZA

DIBUJO:
LENIN NÁRVAEZ

REVISADO:
ING. OLGER ARELLANO

APROBACIÓN:

TUTOR

IBARRA / IMBABURA

ESCALA:
1:50

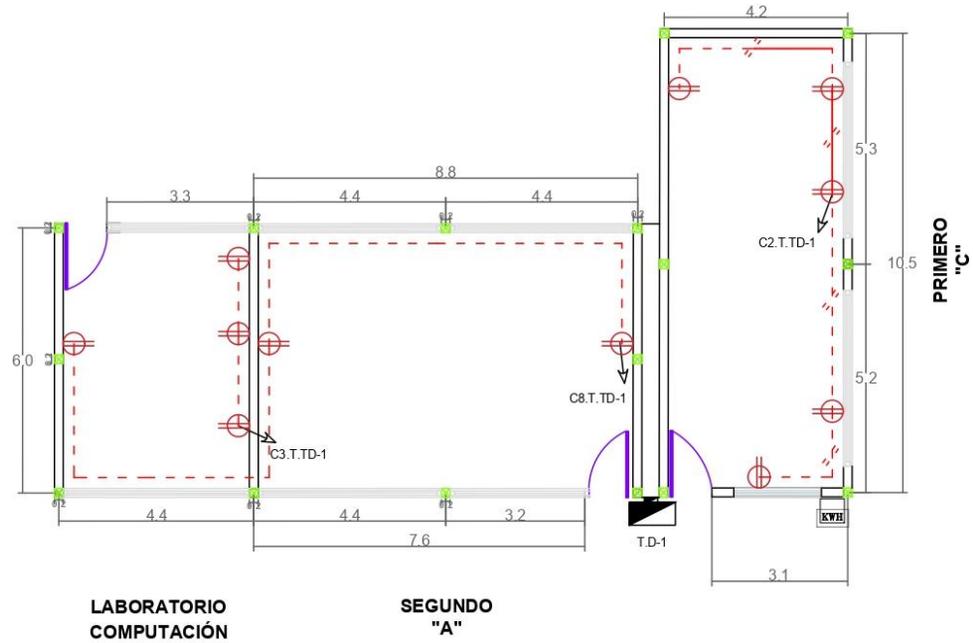
FECHA:
DICIEMBRE 2022

LÁMINA:
1



LEYENDA	
T.D-1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C1.T.TD-1	CIRCUITO #1 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN #1
C3.T.TD-1	CIRCUITO #3 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN #1
C8.T.TD-1	CIRCUITO #8 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN #1

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
ACOMODADA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 3812
	TOMACORRIENTES
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN



**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

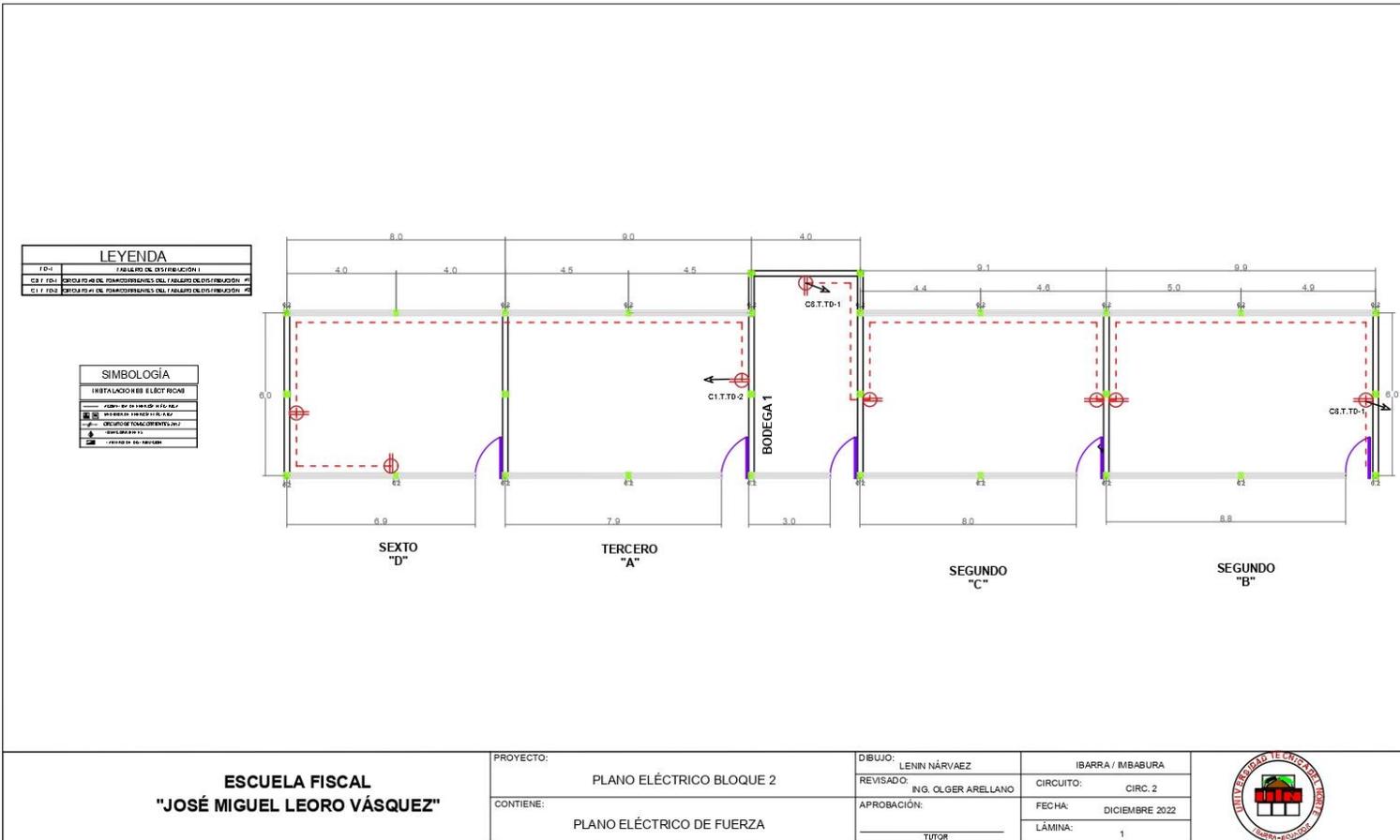
PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 1

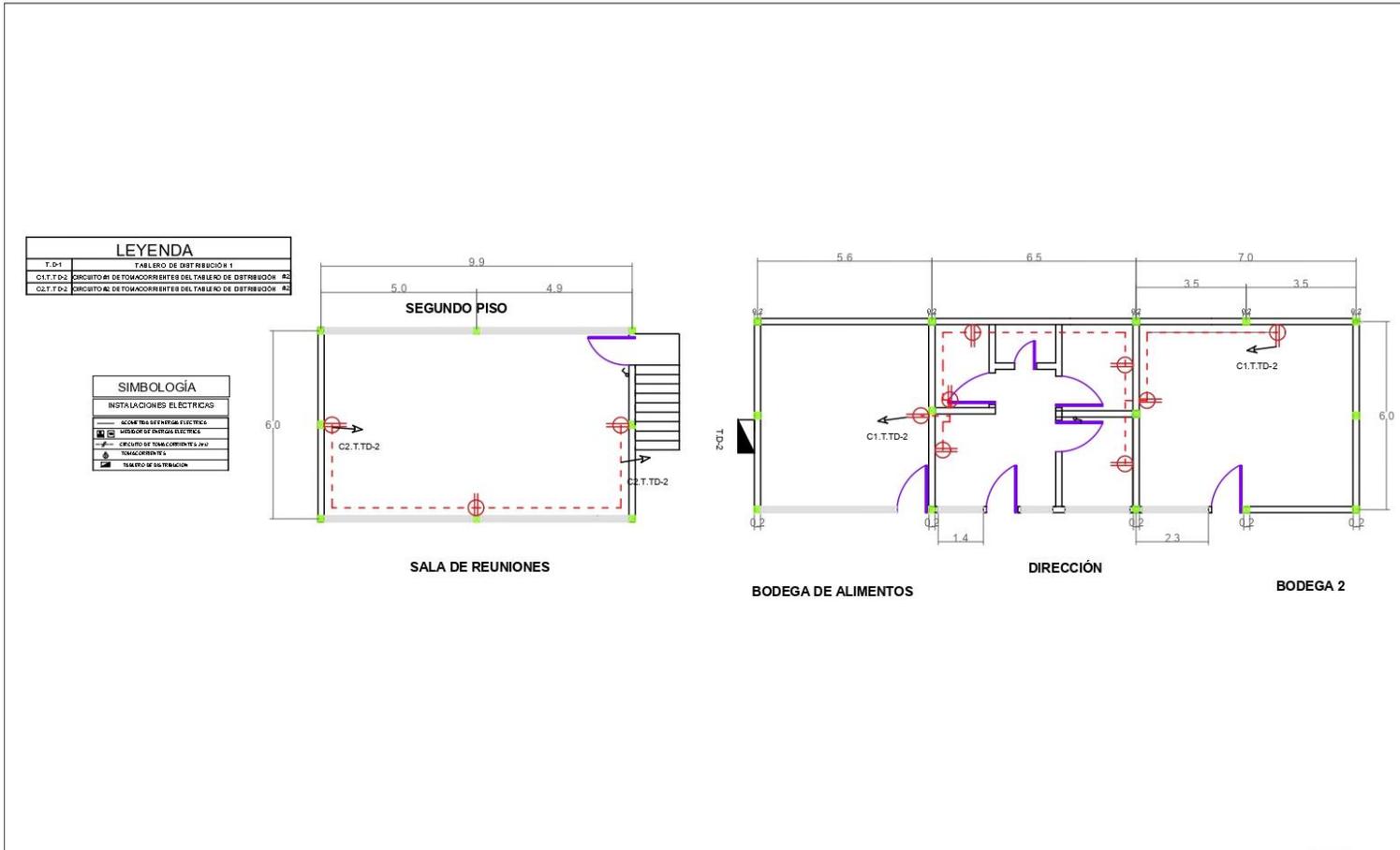
CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN: _____
TUTOR

IBARRA / IMBABURA
CIRCUITO: CIRC. 1
FECHA: DICIEMBRE 2022
LÁMINA: 1







LEYENDA	
T.D1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1
C1.T.TD2	CIRCUITO #1 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN #2
C2.T.TD2	CIRCUITO #2 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN #2

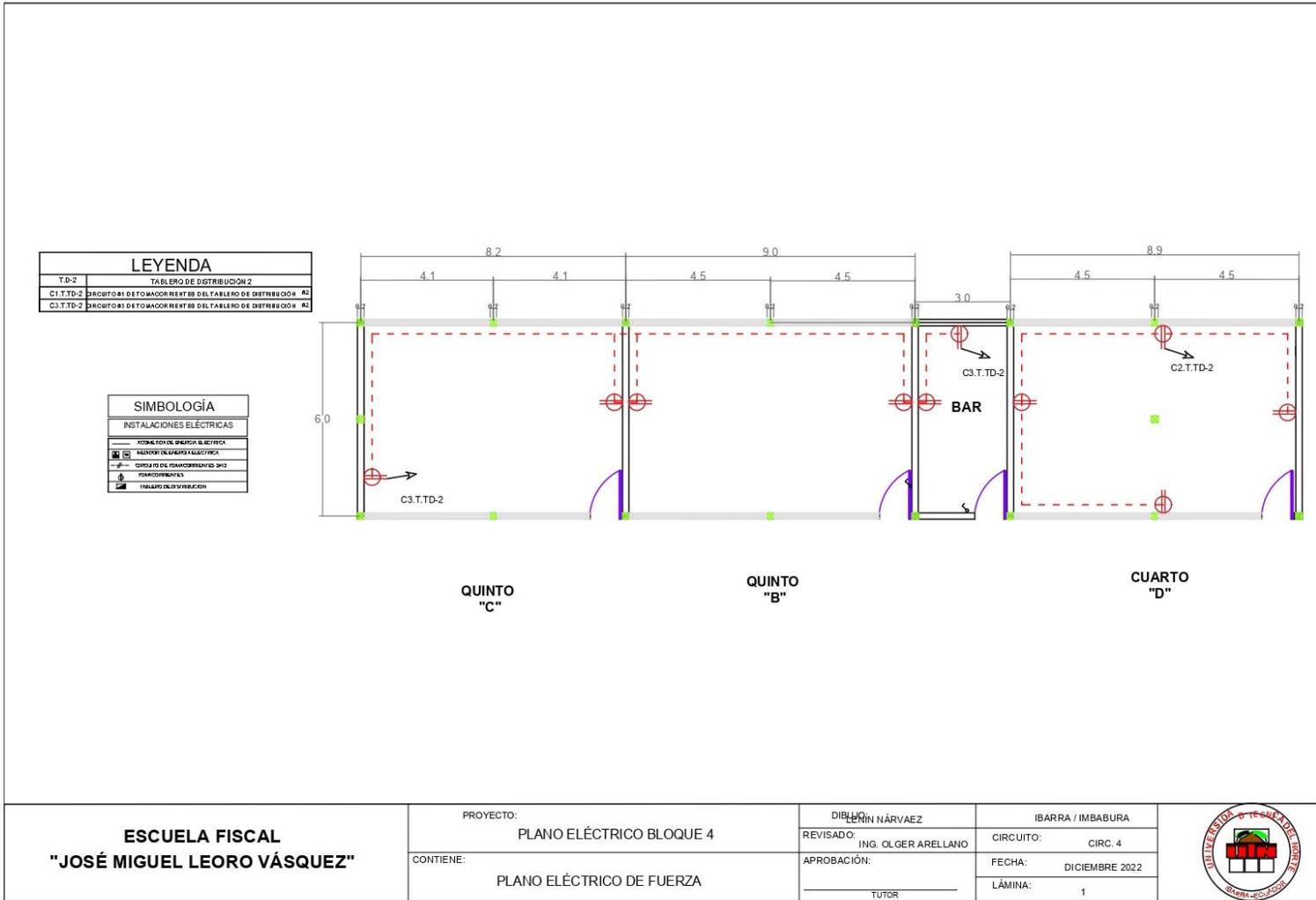
SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACORTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDEO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES #1
	TRANSFORMER
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:	PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 3
CONTIENE:	PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

DIBUJO:	LENIN NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA
REVISADO:	ING. OLGIER ARELLANO	CIRCUITO: CIRC. 3
APROBACIÓN:		FECHA: DICIEMBRE 2022
TUTOR:		LÁMINA: 1





**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 4

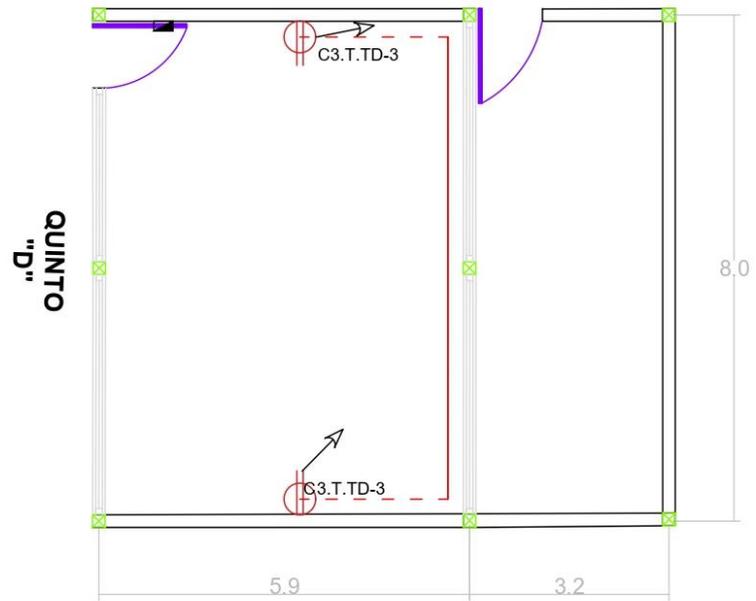
CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

DIBUJANTE: LEON NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO	CIRCUITO: CIRC. 4
APROBACIÓN:	FECHA: DICIEMBRE 2022
TUTOR:	LÁMINA: 1

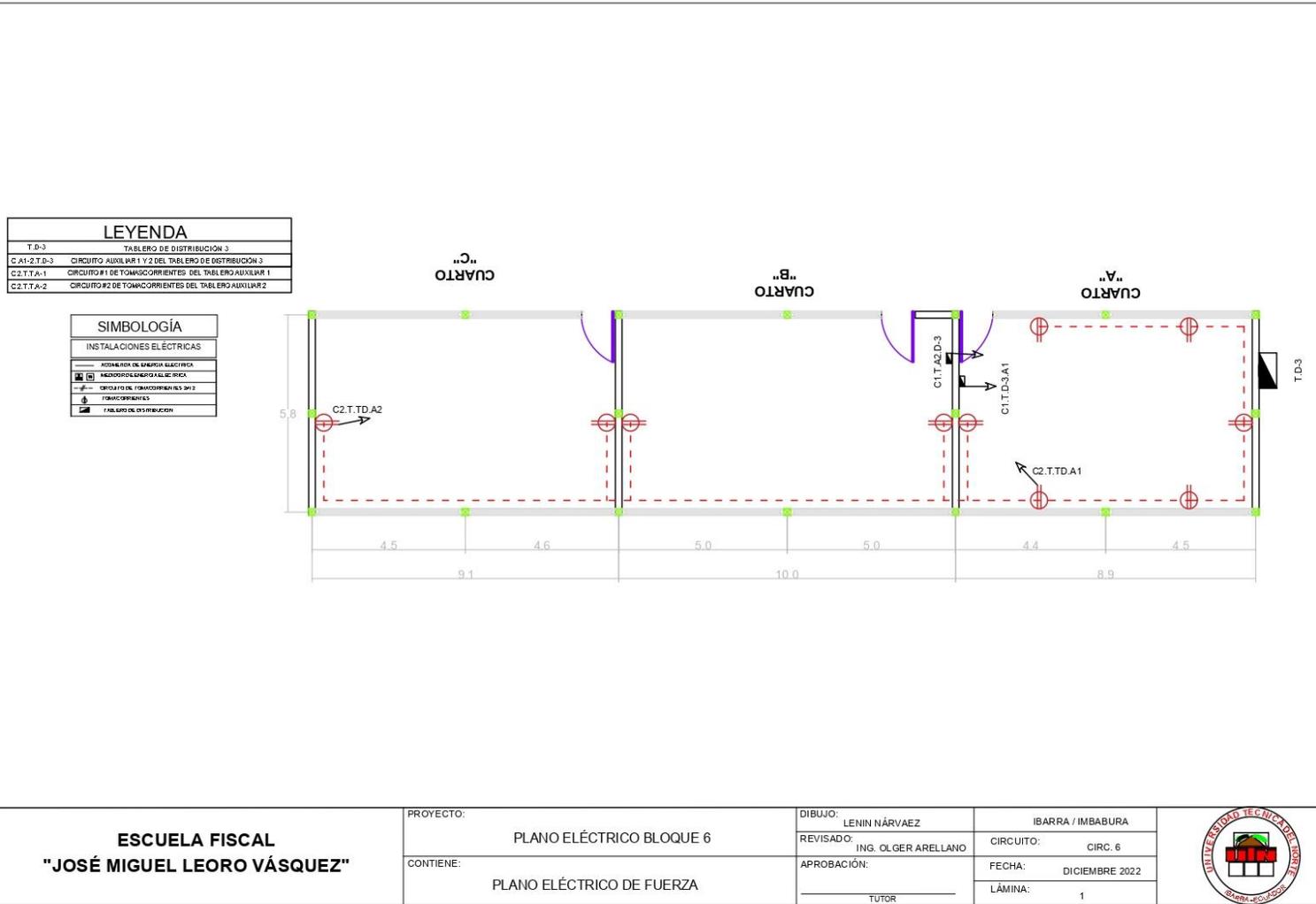


LEYENDA	
T.D-3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C3.T.TD-3	CIRCUITO #3 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN #3

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 2#12
	TOMACORRIENTES
	TABLERO DE DISTRIBUCION



ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO:	PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 5	DIBUJO:	LENIN NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA	
	CONTIENE:	PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA	REVISADO:	ING. OLGER ARELLANO	CIRCUITO:	
			APROBACIÓN:		FECHA:	DICIEMBRE 2022
			TUTOR		LÁMINA:	1



**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 6

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

DIBUJO:
LENIN NÁRVAEZ

REVISADO:
ING. OLGIER ARELLANO

APROBACIÓN:
TUTOR

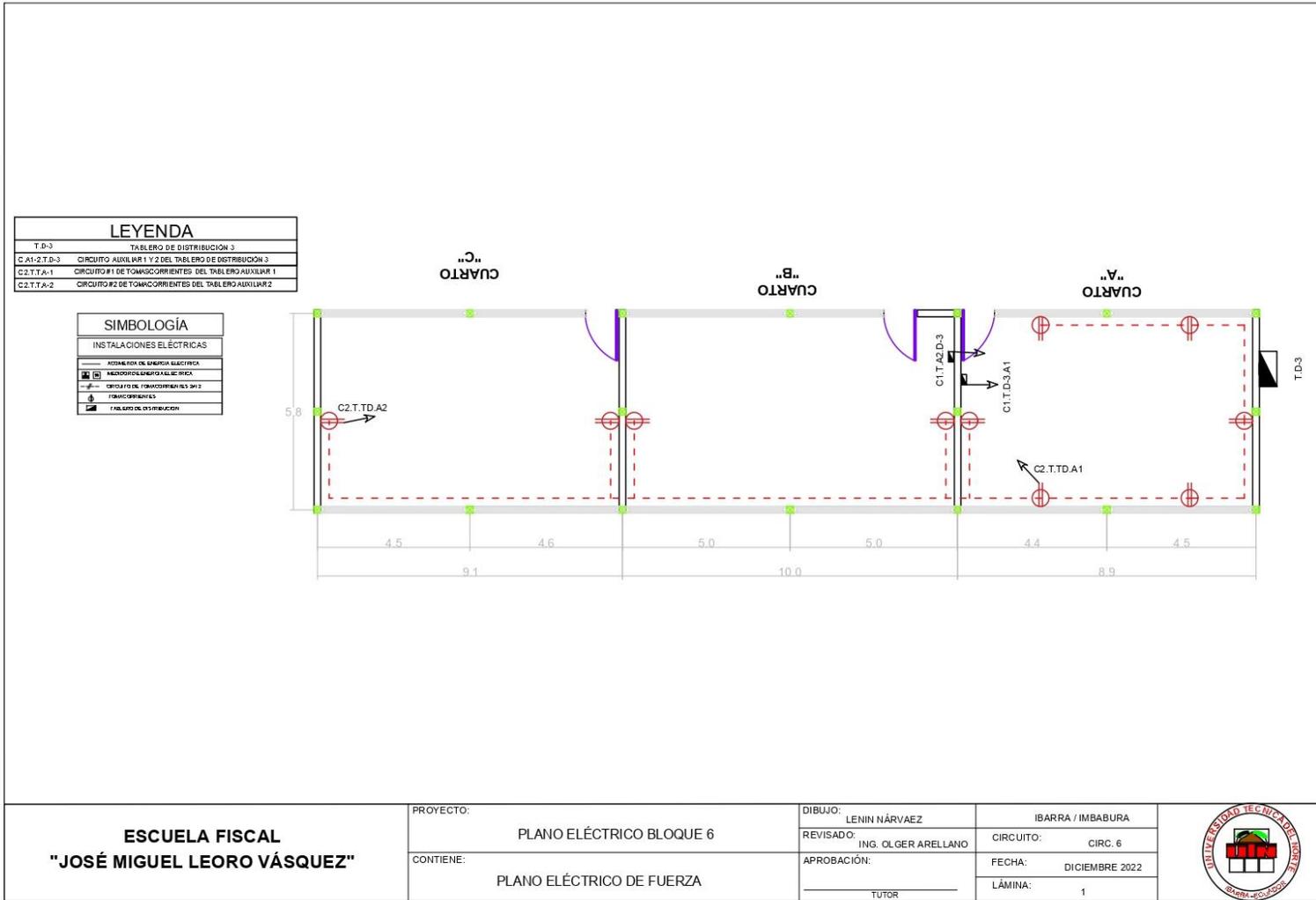
IBARRA / IMBABURA

CIRCUITO: CIRC. 6

FECHA: DICIEMBRE 2022

LÁMINA: 1





**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 6

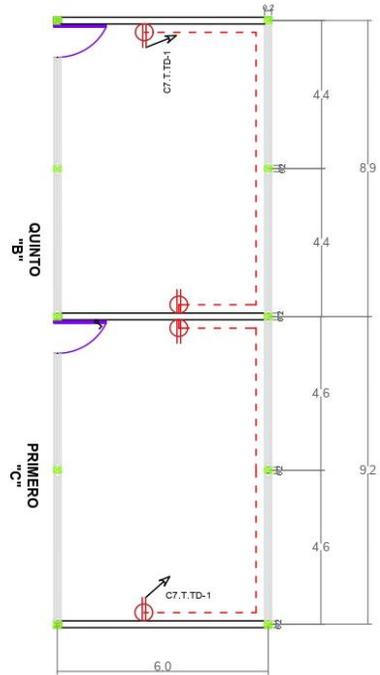
CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA
REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO	CIRCUITO: CIRC. 6
APROBACIÓN:	FECHA: DICIEMBRE 2022
TUTOR	LÁMINA: 1



LEYENDA	
T.D-1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C7.T.TD-1	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN #1

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES (M2)
	TOMACORRIENTES
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN



**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
PLANO ELÉCTRICO BLOQUE 8

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

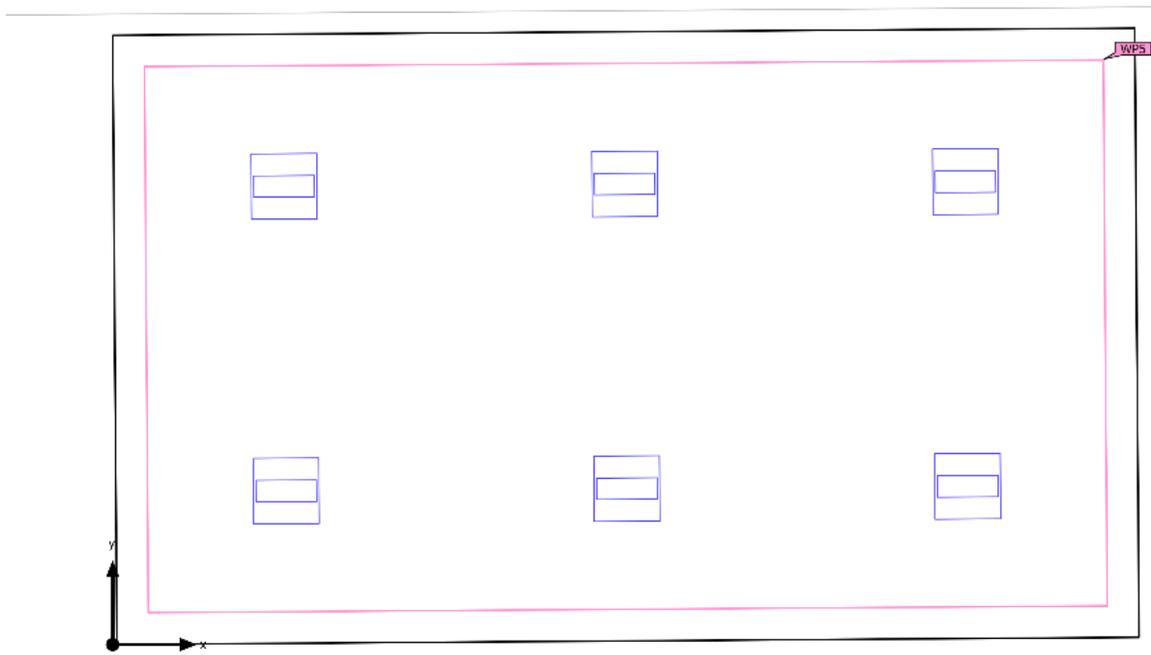
IBARRA / IMBABURA
CIRCUITO: CIRC. 8
FECHA: DICIEMBRE 2022
LÁMINA: 1



ANEXO D: Simulación en Dialux con 6 lámparas

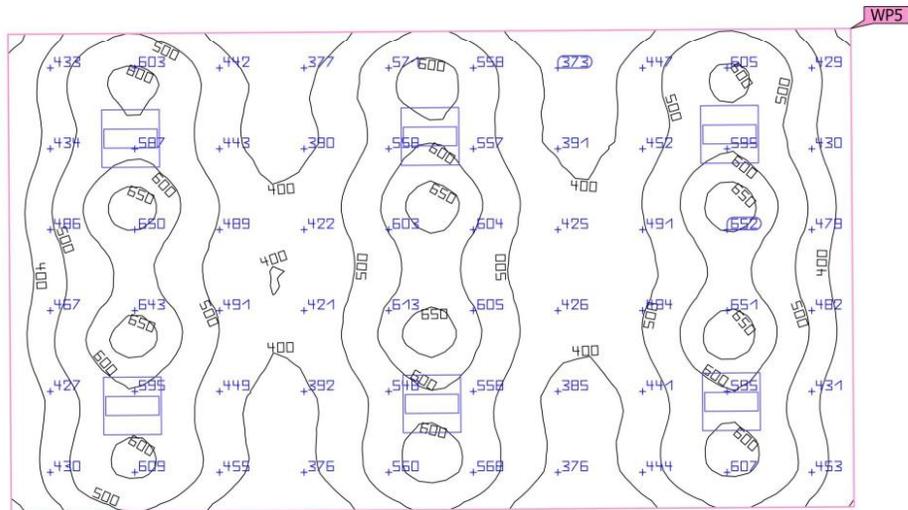


Posición de las lámparas



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 5)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Local 5)	495 lx	282 lx	672 lx	0.57	0.42	WPS
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 300 lx)			(≥ 0.40)		
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	✓			✓		

Perfil de uso: Instituciones de formación - Jardín de infancia, escuela infantil (escuelas preescolares) (5.35.2 Salas de guarderías infantiles)

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5

Plano de situación de luminarias



Fabricante	Glamox	P	40.0 W
Nombre del artículo	C20-R625x625 LED 5000 840 3xSU	$\Phi_{Luminaria}$	4907 lm
Lámpara	1x LED C20-R6 50 840 SU		

6 x Glamox C20-R625x625 LED 5000 840 3xSU

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.646 m / 1.457 m / 2.640 m	1.646 m	1.457 m	2.640 m	1
		4.880 m	1.479 m	2.640 m	2
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 3.234 m	1.626 m	4.346 m	2.640 m	3
		4.860 m	4.369 m	2.640 m	4
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2.890 m	8.113 m	1.502 m	2.640 m	5
		8.093 m	4.392 m	2.640 m	6
Organización	A1				

ANEXO E: Rediseño cuadro de cagas

CUADRO DE CARGA TD-01 (BLOQUE A)

Subtablero:	TD-A1-01	ALIMENTADOR:	8(F)-8(N)-10(T)AWG/TTU
Tamaño:	Monofasico-6 Espacios	TUBERIA:	3/4"
Proteccion:	Breacker 1P-60A		
Voltaje	120 V		

N°	Designación de Circuitos	Voltaje (V)	Fase Cant.	Puntos Cant.	P.Unitaria (W)	P. Circuito (W)	F. de Potencia	Carga Instalada (VA)	I nominal (A)	Protecciones		Conductor		Tubería
										125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas	
1	ILUMINACION (C1)- PRIMERO B	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
2	ILUMINACION (C2) -SEGUNDO A	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
3	ILUMINACION (C3) -L. COMPUTACION	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
4	TOMACORRIENTES (C4) -PRIMERO B	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
5	TOMACORRIENTES (C5)- SEGUNDO A	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
6	TOMACORRIENTES (C6)- L. COMPUTACION	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
Carga total instalada						4120		4336,84	36,14					

CUADRO DE CARGA TD-02 (BLOQUE A)

Subtablero:	TD-A2-02	ALIMENTADOR:	8(F)-8(N)-10(T)AWG/TTU
Tamaño:	Monofasico-6 Espacios	TUBERIA:	3/4"
Proteccion:	Breacker 1P-60A		
Voltaje	120 V		

N°	Designación de Circuitos	Voltaje (V)	Fase Cant.	Puntos Cant.	P.Unitaria (W)	P. Circuito (W)	F. de Potencia	Carga Instalada (VA)	I nominal (A)	Protecciones		Conductor		Tubería
										125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas	
1	ILUMINACION (C1)- SEGUNDO B	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
2	ILUMINACION (C2) -SEGUNDO C	120	1	8	40	320	0,95	336,84	2,81	3,51	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
3	ILUMINACION (C2) -TERCERO A	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
4	ILUMINACION (C2) -TERCERO B	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
5	TOMACORRIENTES (C5)- SEGUNDO B	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
6	TOMACORRIENTES (C6)- SEGUNDO C	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
7	TOMACORRIENTES (C4) -TERCERO A	120	1	7	200	1400	0,95	1473,68	12,28	15,35	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
8	TOMACORRIENTES (C4) -TERCERO B	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
Carga total instalada						6040		6357,89	52,98					

CUADRO DE CARGA TD-03 (BLOQUE A)

Subtablero:	TD-A3-03	ALIMENTADOR:	8(F)-8(N)-10(T)AWG/TTU
Tamaño:	Monofasico-6 Espacios	TUBERIA:	3/4"
Proteccion:	Breacker 1P-60A		
Voltaje	120 V		

N°	Designación de Circuitos	Voltaje (V)	Fase Cant.	Puntos Cant.	P.Unitaria (W)	P. Circuito (W)	F. de Potencia	Carga Instalada (VA)	I nominal (A)	Protecciones		Conductor AWG	Tubería Pulgdas	
										125%	P. Circuito			
1	ILUMINACION (C1)- BODEGA 2	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
2	ILUMINACION (C2)-DIRECCION	120	1	9	40	360	0,95	378,95	3,16	3,95	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
3	ILUMINACION (C3)-ALMC. ALIMENTOS	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"	
4	TOMACORRIENTES (C4)-BODEGA 2	120	1	4	200	800	0,95	842,11	7,02	8,77	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
5	TOMACORRIENTES (C5)- DIRECCION	120	1	8	200	1600	0,95	1684,21	14,04	17,54	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
6	TOMACORRIENTES (C6)- ALMC. ALIMENT	120	1	2	200	400	0,95	421,05	3,51	4,39	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"	
Carga total instalada														
								3480		3663,16		30,53		

CUADRO DE CARGA TD-04 (BLOQUE A)

Subtablero:	TD-A3-04	ALIMENTADOR:	8(F)-8(N)-10(T)AWG/TTU
Tamaño:	Monofasico-6 Espacios	TUBERIA:	3/4"
Proteccion:	Breacker 1P-60A		
Voltaje	120 V		

N°	Designación de Circuitos	Voltaje (V)	Fase Cant.	Puntos Cant.	P.Unitaria (W)	P. Circuito (W)	F. de Potencia	Carga Instalada (VA)	I nominal (A)	Protecciones		Conductor AWG	Tubería Pulgdas
										125%	P. Circuito		
1	ILUMINACION (C1)- CUARTO A	120	1	9	40	360	0,95	378,95	3,16	3,95	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2)-CUARTO B	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C2)-CUARTO C	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	ILUMINACION (C2)-SALA DE PROFESOR	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)- CUARTO A	120	1	7	200	1400	0,95	1473,68	12,28	15,35	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)- CUARTO B	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
7	TOMACORRIENTES (C4)-CUARTO C	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
8	TOMACORRIENTES (C4)-SALA DE PROFE	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
Carga total instalada													
								5600		5894,74		49,12	

CUADRO DE CARGA TD-05 (BLOQUE B)

Subtablero:	TD-A5-05	ALIMENTADOR:	8(F)-8(N)-10(T)AWG/TTU
Tamaño:	Monofasico-6 Espacios	TUBERIA:	3/4"
Proteccion:	Breacker 1P-60A		
Voltaje	120 V		

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P.Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	I nominal	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)		(VA)	(A)	125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)- PRIMERO A	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2) -PRIMERO C	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C2) -SEXTO D	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	ILUMINACION (C2) -INICIAL A	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)- PRIMERO A	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)- PRIMERO C	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
7	TOMACORRIENTES (C4) -SEXTO D	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
8	TOMACORRIENTES (C4) -INICIAL A	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
Carga total instalada								5760				6063,16	50,53

CUADRO DE CARGA TD-06 (BLOQUE B)

Subtablero:	TD-A6-06	ALIMENTADOR:	8(F)-8(N)-10(T)AWG/TTU
Tamaño:	Monofasico-6 Espacios	TUBERIA:	3/4"
Proteccion:	Breacker 1P-60A		
Voltaje	120 V		

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P.Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	I nominal	Protecciones		Conductor	Tuberia
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)		(VA)	(A)	125%	P. Circuito	AWG	Pulgdas
1	ILUMINACION (C1)- INICIAL B	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2) -INICIAL C	120	1	4	40	160	0,95	168,42	1,40	1,75	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C2) -CAFETERIA	120	1	3	40	120	0,95	126,32	1,05	1,32	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	ILUMINACION (C2) -TERCERO C	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)- INICIAL B	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)- INICIAL C	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
7	TOMACORRIENTES (C4) -CAFETERIA	120	1	3	200	600	0,95	631,58	5,26	6,58	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
8	TOMACORRIENTES (C4) -TERCERO C	120	1	5	200	1000	0,95	1052,63	8,77	10,96	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
Carga total instalada								4280				4505,26	37,54

CUADRO DE CARGA TD-07 (BLOQUE B)

Subtablero: TD-A6-07
 Tamaño: Monofasico-6 Espacios
 Protección: Breacker 1P-60A
 Voltaje: 120 V

ALIMENTADOR: 8(F)-8(N)-10(T)AWG/TTU
 TUBERIA: 3/4"

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P.Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	I nominal	Protecciones		Conductor	Tubería
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgadas
1	ILUMINACION (C1)- QUINTO A	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
2	ILUMINACION (C2) -QUINTO B	120	1	7	40	280	0,95	294,74	2,46	3,07	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
3	ILUMINACION (C2) -QUINTO C	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
4	ILUMINACION (C2) -SEXTO C	120	1	6	40	240	0,95	252,63	2,11	2,63	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
5	TOMACORRIENTES (C5)- QUINTO A	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
6	TOMACORRIENTES (C6)- QUINTO B	120	1	10	200	2000	0,95	2105,26	17,54	21,93	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
7	TOMACORRIENTES (C4) -QUINTO C	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
8	TOMACORRIENTES (C4) -SEXTO C	120	1	6	200	1200	0,95	1263,16	10,53	13,16	1P-20A	2X12+12 THHN	1/2"
Carga total instalada						6600		6947,37	57,89				

CUADRO DE CARGA TD-08 (BLOQUE B)

Subtablero: TD-A6-08
 Tamaño: Monofasico-6 Espacios
 Protección: Breacker 1P-60A
 Voltaje: 120 V

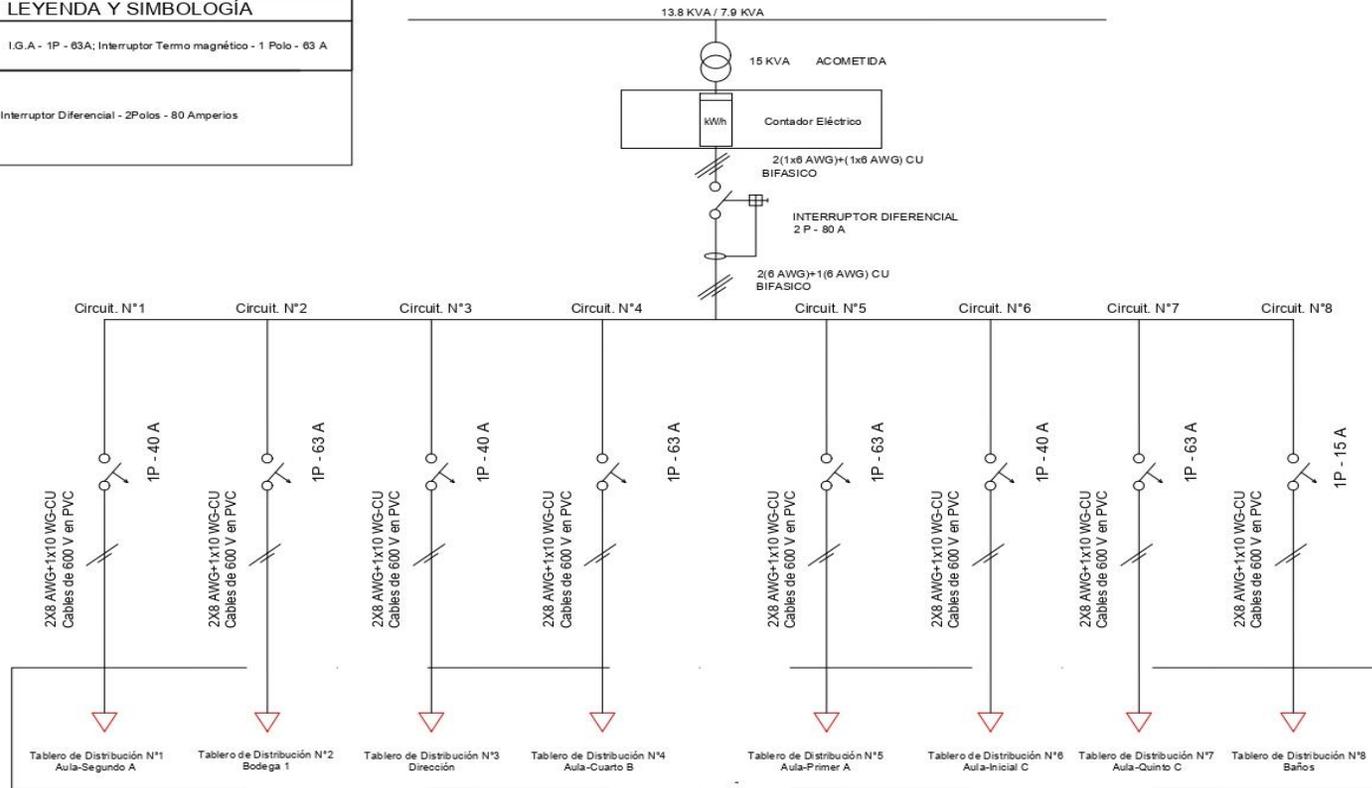
ALIMENTADOR: 8(F)-8(N)-10(T)AWG/TTU
 TUBERIA: 3/4"

N°	Designación de Circuitos	Voltaje	Fase	Puntos	P.Unitaria	P. Circuito	F. de Potencia	Carga Instalada	I nominal	Protecciones		Conductor	Tubería
		(V)	Cant.	Cant.	(W)	(W)				125%	P. Circuito	AWG	Pulgadas
1	ILUMINACION (C1)- BAÑOS	120	1	10	40	400	0,95	421,05	3,51	4,39	1P-15A	2x14 THHN	1/2"
Carga total instalada						240		252,63	2,11				

ANEXO F: Rediseño planos unifilares

REDISEÑO DEL CUANDRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DEL PANEL GENERAL ELÉCTRICO

LEYENDA Y SIMBOLOGÍA	
	I.G. A - 1P - 63A; Interruptor Termo magnético - 1 Polo - 63 A
	Interruptor Diferencial - 2Polos - 80 Amperios



**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
REDISEÑO UNIFILAR DEL P.G.E

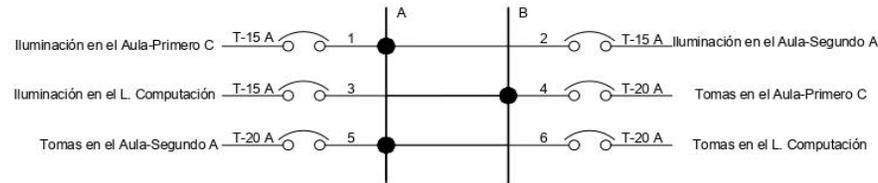
CONTIENE:
PLANO UNIFILAR

DIBUJO: Lenin Narvaez
REVISADO: ING. OLGER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

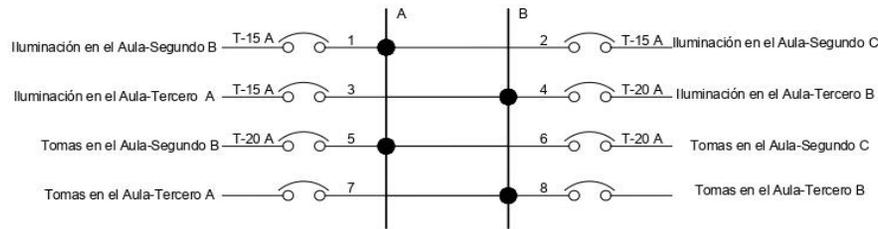
IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: FEBRERO 2023
LÁMINA: 1



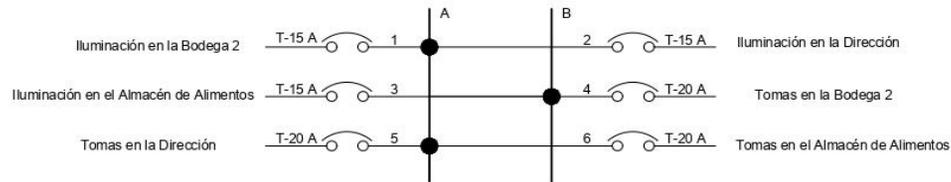
REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN N°1 (AULA-SEGUNDO A) BLOQUE A



REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN N°2 (BODEGA 1) BLOQUE A



REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN N°3 (DIRECCION) BLOQUE A



**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

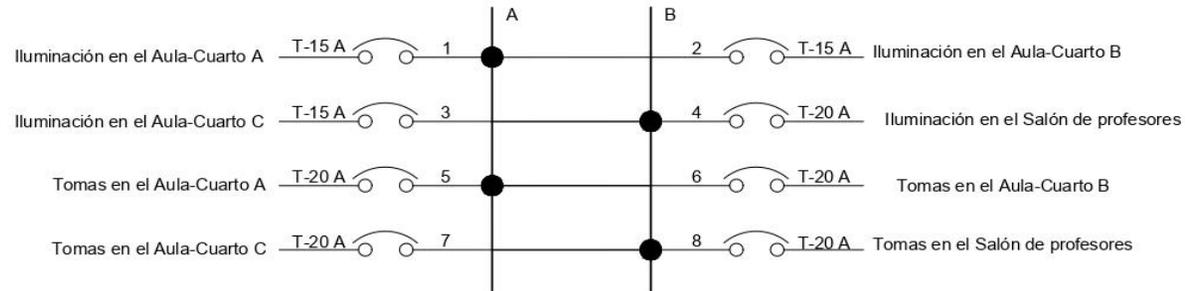
PROYECTO: DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS UNIFILARES
DE LOS PANELES DE DISTRIBUCIÓN DEL PLANTEL ED.
CONTIENE: PLANO UNIFILAR

DIBUJO: LENIN NARVAEZ.
REVISADO: ING. OLGIER ARELLANO
APROBACIÓN:
TUTOR

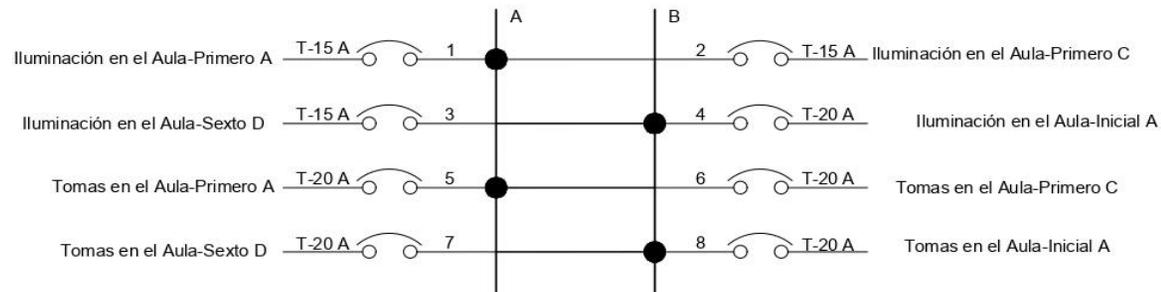
IBARRA / IMBABURA
ESCALA: 1:50
FECHA: FEBRERO 2023
LÁMINA: 1



REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN N°4 (CUARTO B) BLOQUE A



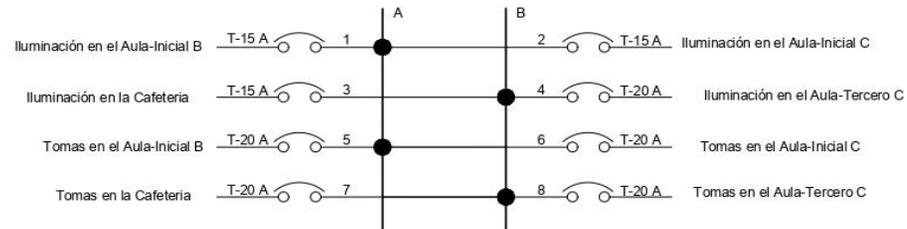
REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN N°5 (PRIMERO A) BLOQUE B



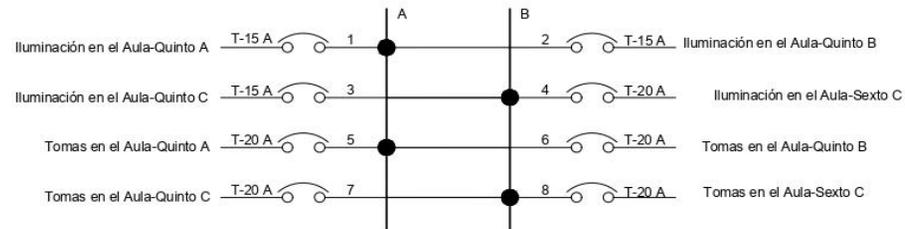
ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO:	DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS UNIFILARES DE LOS PANELES DE DISTRIBUCIÓN DEL PLANTEL ED.	DIBUJO:	LENIN NARVAEZ.	IBARRA / IMBABURA
	CONTIENE:	PLANO UNIFILAR	REVISADO:	ING. OLGER ARELLANO	ESCALA: 1:50
			APROBACIÓN:		FECHA: FEBRERO 2023
			TUTOR		LÁMINA: 1



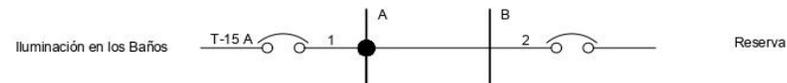
REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN N°6 (INICIAL C) BLOQUE B



REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN N° 7 (QUINTO C) BLOQUE B



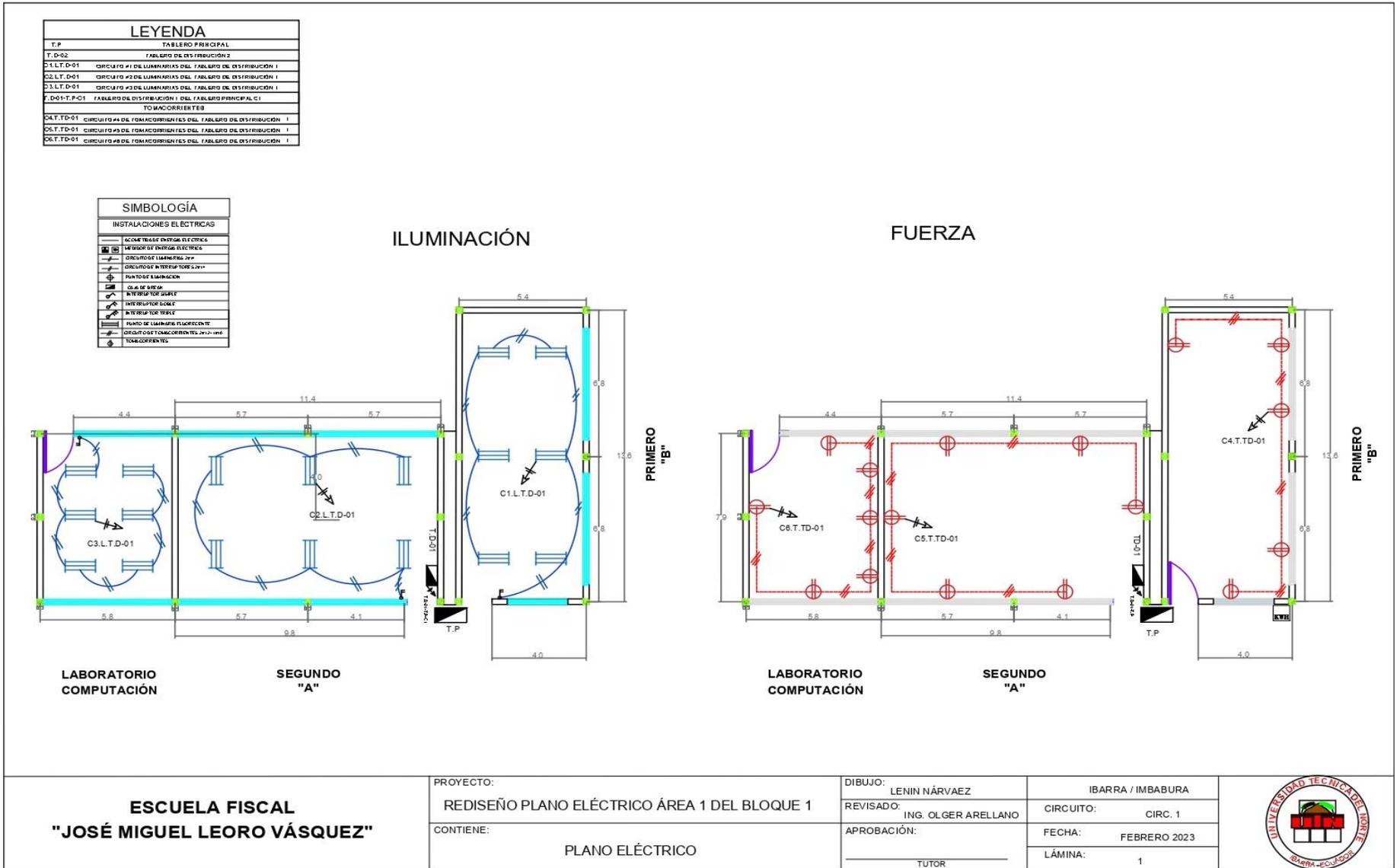
REDISEÑO DE CIRCUITOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN N°8 BLOQUE B



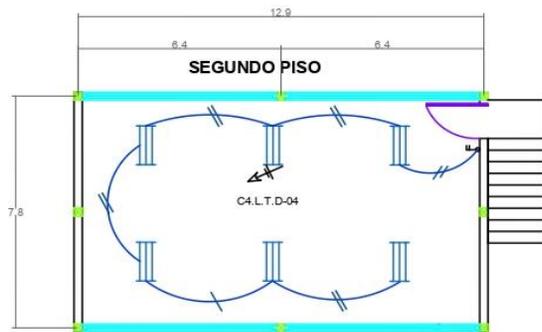
ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO:	DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS UNIFILARES DE LOS PANELES DE DISTRIBUCIÓN DEL PLANTEL ED.	DIBUJO:	LENIN NARVAEZ.	IBARRA / IMBABURA	
	CONTIENE:	PLANO UNIFILAR	REVISADO:	ING. OLGER ARELLANO	ESCALA:	1:50
			APROBACIÓN:		FECHA:	FEBRERO 2023
			TUTOR		LÁMINA:	1



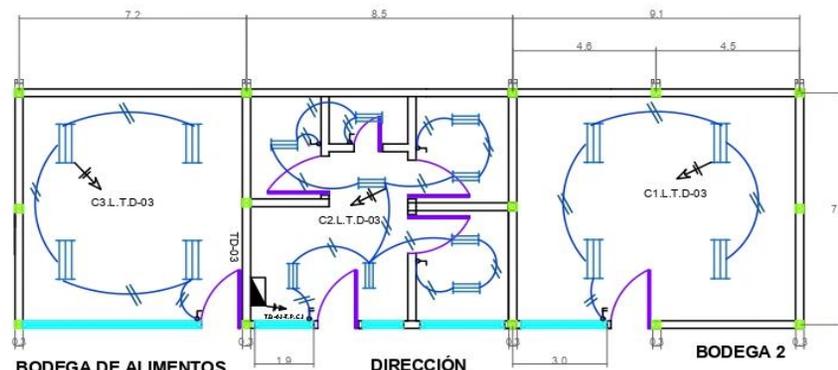
ANEXO G: Rediseño planos eléctricos



ILUMINACIÓN



SALA DE REUNIONES



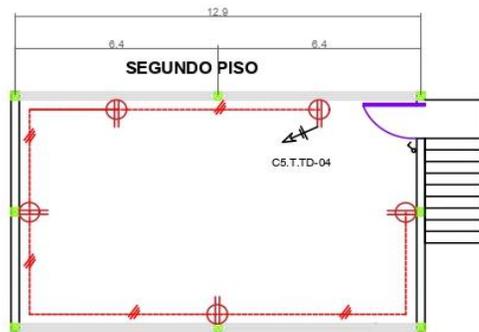
BODEGA DE ALIMENTOS

DIRECCIÓN

BODEGA 2

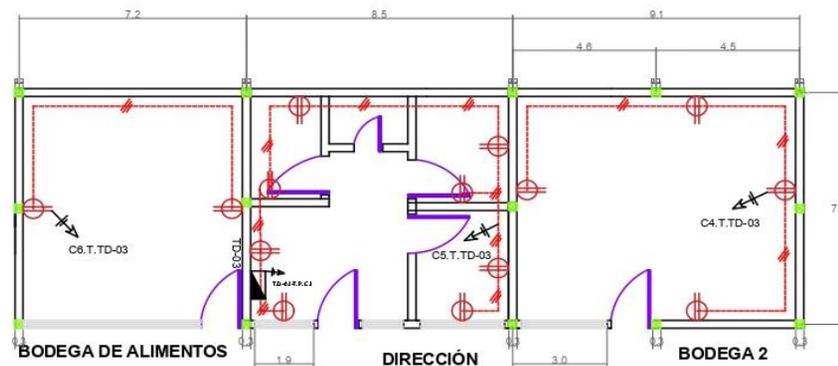
LEYENDA	
T.P	TABLERO PRINCIPAL
T.D-03	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C1.L.T.D-03	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C2.L.T.D-03	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C3.L.T.D-03	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C4.L.T.D-04	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4
T.D-03-T.P.C.3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2 DEL TABLERO PRINCIPAL C2
TOMACORRIENTES	
C5.T.TD-03	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C6.T.TD-03	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C7.T.TD-03	CIRCUITO #7 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C8.T.TD-04	CIRCUITO #8 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4

SIMBOLOGÍA	
INDICACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	CIRCUITO DE LUMINARIAS
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES
	INTERRUPTOR
	FUSIBLE
	CONEXIÓN A TIERRA
	CANALIZACIONES
	PUERTA
	VENTANA
	ESCALERA



SALA DE REUNIONES

FUERZA



BODEGA DE ALIMENTOS

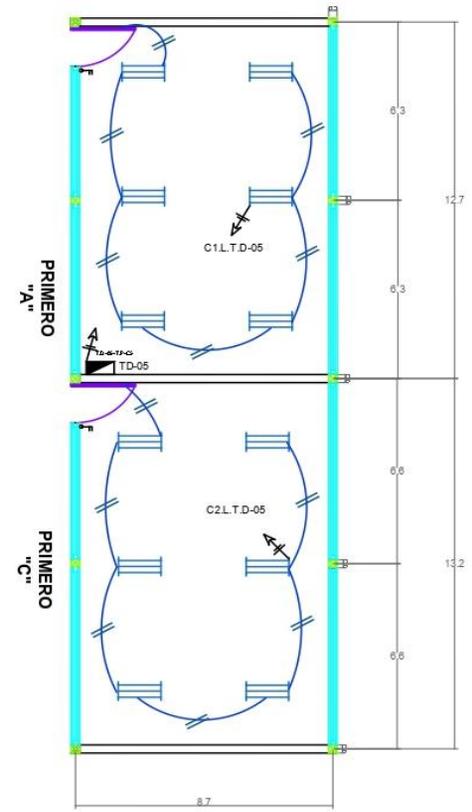
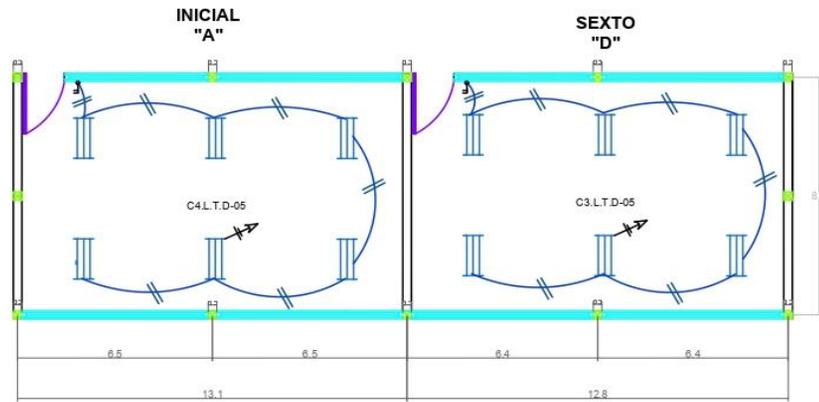
DIRECCIÓN

BODEGA 2

<p>ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"</p>	<p>PROYECTO: REDISEÑO PLANO ELÉCTRICO ÁREA 3 BLOQUE 1</p>	<p>DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ</p>	<p>IBARRA / IMBABURA</p>	
	<p>CONTIENE: PLANO ELÉCTRICO</p>	<p>REVISADO: ING. OLGER ARELLANO</p>	<p>CIRCUITO: CIRC. 3</p>	
		<p>APROBACIÓN: TUTOR</p>	<p>LÁMINA: 1</p>	

LEYENDA	
T.P.	TABLERO PRINCIPAL
T.D-05	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C1.L.T.D-05	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C2.L.T.D-05	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C3.L.T.D-05	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
C4.L.T.D-05	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 5
F.D-05T.F-05	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2 DEL TABLERO PRINCIPAL 5

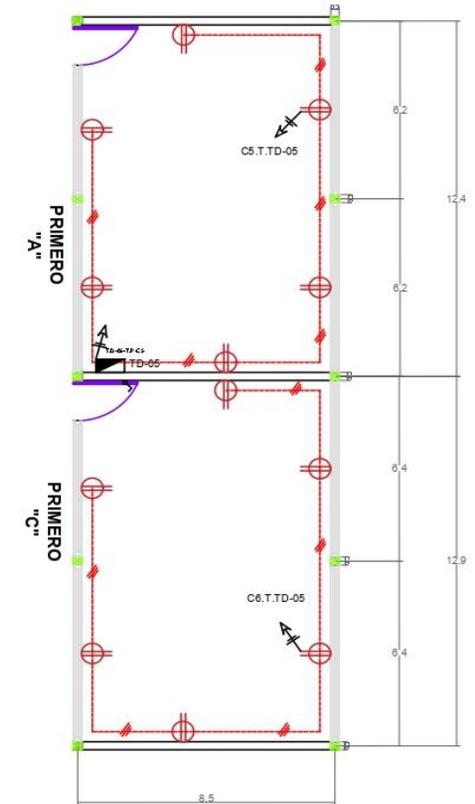
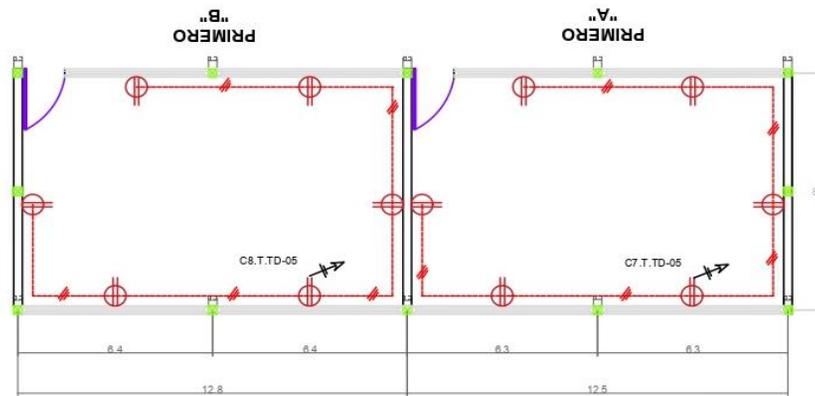
SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	AGUJEROS DE ENTREGA ELÉCTRICAS
	MEZCLADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA
	CIRCUITOS DE LUMINARIAS (L.T.P.P.)
	CIRCUITOS DE INTERRUPTORES (I.P.P.)
	PLANTOS DE ILUMINACIÓN
	CLAS DE BIPOLAR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TRIPOLAR
	PLANTOS DE LUMINARIAS FLUORESCENTES



ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"	PROYECTO: REDISEÑO PLANO ELÉCTRICO ÁREA 5 BLOQUE 2	DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ	IBARRA / IMBABURA	
	CONTIENE: PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN	REVISADO: ING. OLGER ARELLANO	CIRCUITO: CIRC. 5	
	APROBACIÓN: TUTOR	FECHA: FEBRERO 2023	LÁMINA: 1	

LEYENDA	
T.P.	TABLERO PRINCIPAL
T.D-05	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2
C5.T.TD-05	CIRCUITO #5 DE FOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C6.T.TD-05	CIRCUITO #6 DE FOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C7.T.TD-05	CIRCUITO #7 DE FOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3
C8.T.TD-05	CIRCUITO #8 DE FOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3

SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
	TABLERO PRINCIPAL
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	CIRCUITO
	CABLE
	INTERRUPTOR



**ESCUELA FISCAL
"JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"**

PROYECTO:
REDISEÑO PLANO ELÉCTRICO ÁREA 5 BLOQUE 2

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO DE FUERZA

DIBUJO: **LENIN NÁRVAEZ**

REVISADO: **ING. OLGER ARELLANO**

APROBACIÓN:

TUTOR

IBARRA / IMBABURA

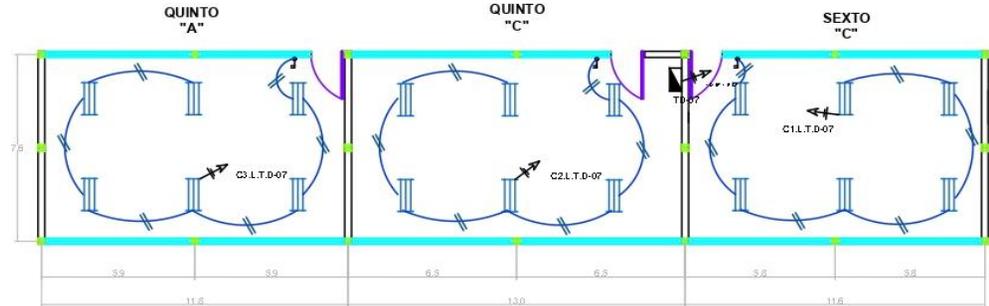
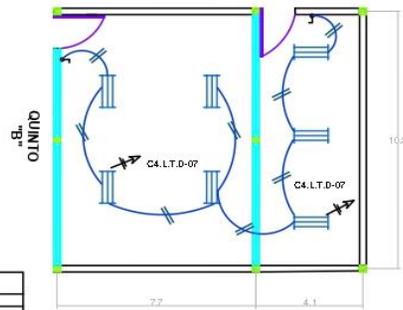
CIRCUITO: **CIRC. 5**

FECHA: **FEBRERO 2023**

LÁMINA: **1**

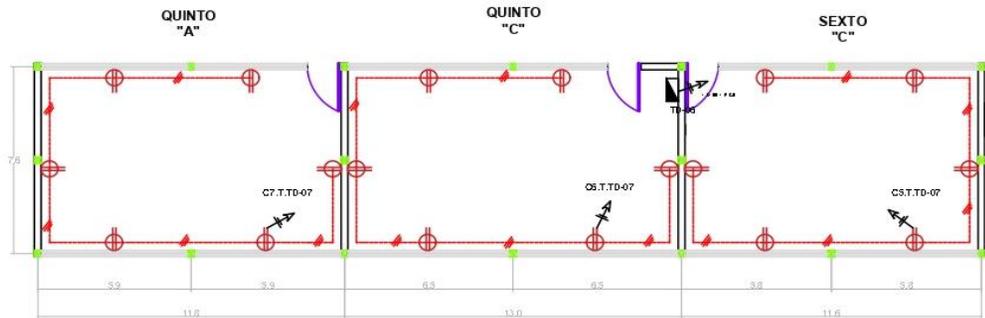
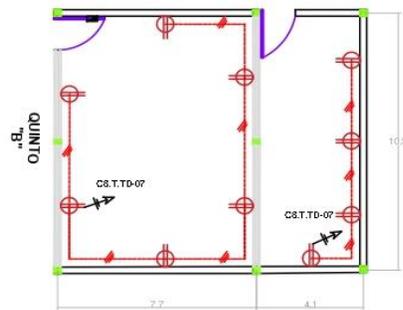


ILUMINACIÓN



LEYENDA	
TP	TABLEROS PRINCIPALES
T.D.D-7	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN 7
C1.L.T.D-7	CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C2.L.T.D-7	CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C3.L.T.D-7	CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C4.L.T.D-7	CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
T.D.D-7	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN 7 DEL TABLERO PRINCIPAL CT
TOMACORRIENTES	
C5.T.D-7	CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C6.T.D-7	CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C7.T.D-7	CIRCUITO #7 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
C8.T.D-7	CIRCUITO #8 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7

FUERZA



SIMBOLOGÍA	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
[Symbol]	TP TABLERO PRINCIPAL
[Symbol]	T.D.D-7 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
[Symbol]	C1.L.T.D-7 CIRCUITO #1 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
[Symbol]	C2.L.T.D-7 CIRCUITO #2 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
[Symbol]	C3.L.T.D-7 CIRCUITO #3 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
[Symbol]	C4.L.T.D-7 CIRCUITO #4 DE LUMINARIAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
[Symbol]	T.D.D-7 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7 DEL TABLERO PRINCIPAL CT
TOMACORRIENTES	
[Symbol]	C5.T.D-7 CIRCUITO #5 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
[Symbol]	C6.T.D-7 CIRCUITO #6 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
[Symbol]	C7.T.D-7 CIRCUITO #7 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7
[Symbol]	C8.T.D-7 CIRCUITO #8 DE TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 7

<p>ESCUELA FISCAL "JOSÉ MIGUEL LEORO VÁSQUEZ"</p>	<p>PROYECTO: REDISEÑO PLANO ELÉCTRICO ÁREA 7 BLOQUE 2</p>	<p>DIBUJO: LENIN NÁRVAEZ REVISADO: ING. OLGER ARELLANO</p>	<p>IBARRA / IMBABURA CIRCUITO: CIRC. 7</p>	
	<p>CONTIENE: PLANO ELÉCTRICO</p>	<p>APROBACIÓN: TUTOR</p>	<p>FECHA: FEBRERO 2023 LÁMINA: 1</p>	

Tabla 1. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C.

Calibre AWG o kcmil	Área de la sección transversal nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TW TWD CCE	THW, RHW THW-LS THWN XHHW	RHH, RHW-2 THHN, THW-2 THHW-LS, XHHW-2	UF	RHW XHHW	RHW-2 XHHW XHHW-2 DRS
		Cobre			Aluminio		
14	2,08	20*	20*	25*	-	-	-
12	3,31	25*	25*	30*	-	-	-
10	5,26	30	35*	40*	-	-	-
8	8,37	40	50	55	-	-	-
6	13,3	55	65	75	40	50	60
4	21,2	70	85	95	55	65	75
2	33,6	95	115	130	75	90	100
1/0	53,5	125	150	170	100	120	135
2/0	67,4	145	175	195	115	135	150
3/0	85,0	165	200	225	130	155	175
4/0	107	195	230	260	150	180	205
250	127	215	255	290	170	205	230
300	152	240	285	320	190	230	255
350	177	260	310	350	210	250	280
400	203	280	335	380	225	270	305
500	253	320	380	430	260	310	350
600	304	355	420	475	285	340	385
750	380	400	475	535	320	385	435
1000	507	455	545	615	375	445	500

* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no se debe superar 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, todos de cobre.

Tabla 2. Dimensiones del tubo conduit de polietileno flexible, y área disponible para los conductores (basada en la Tabla 10-I, Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE vigente).

Designación		Díametro interior mm	Área interior total mm ²	Área disponible para conductores en mm ²		
				Un conductor Fr=53%	Dos conductores Fr=31%	Más de dos conductores Fr=40%
mm	pulgadas					
16	½	13.10	135	71	42	54
21	¾	17.30	235	125	73	94
27	1	23.30	426	226	132	171
35	1 ¼	31.15	762	404	236	305
41	1 ½	39.00	1195	633	370	478