

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**ESTUDIO DE REDISEÑO ELÉCTRICO PARA CONFORMIDAD DE
INSPECCIÓN MUNICIPAL DE INDECI, A LA I.E.P. “LA CATÓLICA”
CUMPLIENDO LAS NORMATIVAS NACIONALES**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CARRILLO FLORES, ELIAS MARTIN

ASESOR

FLORES VELÁSQUEZ, CARLOS HERNÁN

Villa El salvador
2021

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo que siempre me han brindado y a mi familia por siempre estar conmigo acompañándome y aconsejándome.

INDICE

INTRODUCCIÓN	IX
RESUMEN	X
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Contexto.....	1
1.2. Delimitación.....	2
1.2.1. Temporal.....	2
1.2.2. Espacial	2
1.3. Objetivos	2
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes nacionales:	3
2.1.2. Antecedentes internacionales:	3
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. INDECI:.....	5
2.2.1.1. Naturaleza de la inspección:	5
2.2.1.2. Matriz de riesgo y su aplicación:	6
2.2.1.3. Disposiciones comunes al trámite y procedimientos de la ITSE:	6
2.2.1.4. ITSE previa al otorgamiento de la licencia de funcionamiento:	7
2.2.1.5. Visita de inspección de seguridad en edificaciones – VISE:	8
2.2.2. Diseño eléctrico	9
2.2.2.1. Alimentador:.....	9
2.2.2.2. Tableros eléctricos:.....	9
2.2.2.3. Interruptor termomagnético (ITM):	11
2.2.2.4. Interruptor diferencial:	13
2.2.2.5. Conductores:.....	15
2.2.2.6. Código de colores:	20
2.2.2.7. Carga de circuito y factor de demanda:	20
2.2.2.8. Caída de Tensión:.....	21
2.2.2.9. Sistema de iluminación:	24
2.2.2.10. Calculo del alumbrado de interiores:	25

2.2.2.11. Puesta a Tierra:	30
2.3. Definición de términos básicos.....	34
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL	36
3.1. Determinación y análisis del problema.....	36
3.2. Modelo de solución propuesto	37
3.2.1. Dimensionamiento de conductores.....	37
3.2.2. Seleccionamiento de dispositivos de protección.....	46
3.2.3. Caídas de tensión:	52
3.2.4. Niveles de iluminación en aulas.....	54
3.2.4.1. Característica del aula:	54
3.2.4.2. Nivel adecuado de iluminación:	54
3.2.4.3. Índice K:	54
3.2.4.4. Coeficiente de reflexión de techo y pared:	55
3.2.5. Puesta a tierra.....	60
3.3. Resultados	61
3.3.1. Seleccionamiento de conductores:	61
3.3.2. Seleccionamiento de dispositivos de protección:.....	62
3.3.3. Caídas de tensión:	64
3.3.4. Niveles de iluminación en aulas:.....	64
3.3.5. Puesta a tierra:.....	65
CONCLUSIÓN	66
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXO.....	71
7.1. Estado actual es la institución (imágenes)	71
ANEXO.....	79
8.1. Planos eléctricos del rediseño.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de la matriz de riesgos función educación.....	6
Tabla 2. Especificaciones Técnicas de Interruptor Diferencial	14
Tabla 3. Tabla de datos técnicos de conductos LSOH-80	16
Tabla 4. Tabla de datos técnicos de conductos N2XOH	17
Tabla 5. Método de instalación.....	18
Tabla 6. Factor de corrección para temperatura ambiente.....	18
Tabla 7. Reducción por grupo de mas un circuito	19
Tabla 8. Mínima Resistencia de aislamiento	20
Tabla 9. Tabla de nivel de iluminacion (luxes).....	25
Tabla 10. Factor de reflexión.....	27
Tabla 11. Factor de utilización.....	28
Tabla 12. Factor de depreciación	29
Tabla 13. Cuadro de cargas general	37
Tabla 14. Calculo de corriente tablero general.....	38
Tabla 15. Cuadro de cargas de TD-1	40
Tabla 16. Cálculo de corriente de tablero TD-1.....	40
Tabla 17. Cuadro de cargas de TD-2.....	41
Tabla 18. Cálculo de corriente de tablero TD-2.....	41
Tabla 19. Cuadro de cargas de TD-3.....	42
Tabla 20. Cálculo de corriente de tablero TD-3.....	42
Tabla 21. Cuadro de cargas de TD-4	43
Tabla 22. Cálculo de corriente de tablero TD-4.....	43
Tabla 23. Cuadro de cargas de TD-5.....	44
Tabla 24. Cálculo de corriente de tablero TD-5.....	44
Tabla 25. Cuadro de cargas de TD-6.....	45
Tabla 26. Cálculo de corriente de tablero TD-6.....	45
Tabla 27. Circuitos derivados del tablero TG	46
Tabla 28. Cálculo de protecciones del tablero TD-1.....	46

Tabla 29. Circuitos derivados del tablero TD-1	46
Tabla 30. Cálculo de protecciones del tablero TD-2.....	47
Tabla 31. Circuitos derivados del tablero TD-2	47
Tabla 32. Cálculo de protecciones del tablero TD-3.....	48
Tabla 33. Circuitos derivados del tablero TD-3	48
Tabla 34. Cálculo de protecciones del tablero TD-4.....	49
Tabla 35. Circuitos derivados del tablero TD-4	49
Tabla 36. Calculo de protecciones del tablero TD-5.....	50
Tabla 37. Circuitos derivados del tablero TD-5	50
Tabla 38. Calculo de protecciones del tablero TD-6.....	51
Tabla 39. Circuitos derivados del tablero TD-6	51
Tabla 40. Calculo de caída de tensión	53
Tabla 41 Calculo luminarias 1er piso	57
Tabla 42 Calculo luminarias 2do piso.....	58
Tabla 43 Calculo luminarias 3er piso	58
Tabla 44 Cálculo luminarias 4to piso.....	59
Tabla 45 Cálculo luminarias 5to piso.....	59
Tabla 46 Resumen de selección de conductores.....	62
Tabla 47 Resumen de selección de protecciones	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Circuitos de Sistema de Utilización	9
Ilustración 2. Ejemplo de tablero de distribución	11
Ilustración 3. Tipo de curva de disparo.....	12
Ilustración 4. Curva de disparo de interruptor termomagnético clase b,c,d,z y k.....	13
Ilustración 5. Interruptor diferencial	14
Ilustración 6. Máxima caídas de tensión permitidas en un circuito.....	22
Ilustración 7. Eficiencia luminosa	24
Ilustración 8. Superficie a iluminar.....	26
Ilustración 9. Índice local K.....	26
Ilustración 10. Circuito de medida de resistencia	32
Ilustración 11. Medidas sobre una línea recta	33
Ilustración 12 Luminaria seleccionada	55
Ilustración 13 Mal peinado y mala presentacion de los conductores en tg.....	71
Ilustración 14 Mal dimensionamiento de los conductores	72
Ilustración 15 Bajo nivel de aislamiento	73
Ilustración 16 Falta de diferenciales en tablero td-2 (computo).....	73
Ilustración 17 Mala selectividad de los ITM.....	74
Ilustración 18 Mala selectividad de los itm y falta de independización de circuitos ...	74
Ilustración 19 Mala ubicación y sellado del pozo tierra	75
Ilustración 20 Diagrama unifilar actual tg (no adecuado)	75
Ilustración 21 Diagrama unifilar actual td-2 (no adecuado)	76
Ilustración 22 Diagrama unifilar actual td-3 (no adecuado)	76
Ilustración 23 Plano desactualizado 1	77
Ilustración 24 Plano desactualizado 2	78
Ilustración 25 Plano 1er piso	79
Ilustración 26 Plano 2do piso	80
Ilustración 27 Plano 3er piso	81
Ilustración 28 Plano 4to piso	82
Ilustración 29 Plano 5to piso	83

Ilustración 30 Plano de montante	84
Ilustración 31 Plano diagrama unifilar	85

INTRODUCCIÓN

Los problemas de infraestructura en las instituciones educativas en general, van desde la poca inversión económica que disponen hasta el poco interés o desconocimiento del mantenimiento de las mismas. Esta premisa es preocupante debido a que tiene una relación directa con la seguridad de las personas que se encuentren dentro de las instalaciones. Asimismo, cabe detallar que la infraestructura eléctrica es uno de los principales problemas. Podríamos citar como consecuencia de ello los hechos ocurridos, como incendios por cortocircuito, en los colegios: I.E. Independencia Americana, Colegio San Andrés, I.E. Ricardo Palma, Colegio Nuestra Señora Del Rosario, entre otros.

En el presente estudio se da a conocer una propuesta adecuada para el rediseño de las instalaciones eléctricas de la institución educativa particular “La Católica”. En ese sentido, el nuevo diseño eléctrico dará muestra de la eficiencia y seguridad que toda institución educativa debería cumplir y para ello nos basaremos en las normas del CNE-U y recomendaciones de ITSE (Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones) así como de la norma técnica de criterios generales de diseño para infraestructura educativa.

Se desarrolla un estudio de tipo cuantitativo de tipo experimental, debido a que se ha hecho un diagnóstico para determinar las condiciones del colegio “La Católica”.

El presente trabajo está estructurado en tres capítulos. En el capítulo I “Aspectos generales” se da a conocer de forma general el propósito de realizar el rediseño. En el capítulo II “Marco teórico” se efectúan las definiciones de los temas que engloban realizar el estudio tales como seguridad eléctrica, procedimiento de INDECI y los puntos que intervienen en un diseño eléctrico asimismo las definiciones de los términos técnicos que se utilizaron. En el capítulo III “Desarrollo del trabajo profesional” realizaremos un análisis en el diseño y cálculos justificativos para el desarrollo del trabajo profesional.

RESUMEN

En las inspecciones realizadas y en el levantamiento de información de la institución educativa, los problemas que se encontraron fueron que no se tiene un dimensionamiento adecuado de las protecciones (ITM), en mediciones de prueba de aislamiento se registran valores bajos de $8\text{ M}\Omega$, se presentan conductores expuesto a la intemperie lo cual ha facilitado a el deterioro del mismo, este último es muy peligroso debido a que puede causar cortocircuitos, fugas eléctricas o electrocuciones por contacto indirecto.

Otra de las problemáticas es que, no se tiene información completan y actualizada de los planos eléctricos de la instalación (diagrama unifilar y cuadro de cargas). incluso una correcta distribución de tableros incorporando interruptores diferenciales, así como un sistema de puesta a tierra operativo y el uso de conductores libres de halógeno. Y finalmente una inadecuada iluminación artificial de las aulas de la institución educativa. Por lo tanto, teniendo en cuenta las recomendaciones de INDECI y PRONIED no se cumpliría con las condiciones de seguridad en la instalación.

Por lo descrito anteriormente los resultados que se esperan obtener es cumplir con la seguridad basándonos en la selectividad correcta de los dispositivos de protección, conductores adecuados para la instalación (retardantes al fuego), un adecuado sistema de puesta a tierra, distribución adecuada de tableros, una iluminación adecuada de los ambientes (aulas) y contar con planos eléctricos al detalle (diagrama unifilar y cuadro de cargas).

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Contexto

La Institución Educativa Particular “La Católica” empezó sus actividades en 1992 en el Pueblo Joven José Gálvez del distrito de Villa María del Triunfo, Lima – Perú; bajo la dirección del Sr. Jaime Portocarrero Chilquillo. En sus inicios, solo contaba con educación inicial y primaria; con el pasar de los años, adquieren mayor reconocimiento y mayor cantidad de estudiantes, por lo cual empezó a impartir el nivel secundario.

En el año 2004, la dirección adquirió un nuevo edificio más amplio. La infraestructura del colegio fue necesariamente ampliada y las instalaciones eléctricas no fueron diseñadas de acuerdo a un plan de desarrollo y crecimiento que mantenga a la institución educativa con el transcurrir del tiempo. En la actualidad, se tiene una nueva dirección a cargo de la Sra. Liliana Portocarrero Chilquillo.

En 2020, debido a la pandemia del COVID-19, el colegio pasó a modalidad no presencial, teniendo a todos sus estudiantes en reuniones de sesión de clase mediante plataforma Zoom desde sus viviendas; no obstante, debido a dicho contexto y a los diversos problemas económicos de la gestión, se dejó de lado el mantenimiento de muchos de los servicios del colegio, entre ellos las instalaciones eléctricas a nivel general.

Desde el 2018, el colegio no ha sido inspeccionado por INDECI, quien es la autoridad competente de observar todos los incumplimientos de seguridad eléctrica. Siguiendo las tablas de nivel de riesgo proporcionadas por INDECI esta institución educativa está clasificada como un establecimiento de muy alto riesgo por incendio por los peligros eléctricos que puedan existir y riesgo alto en colapso, ya que su infraestructura cuenta con cinco pisos.

1.2. Delimitación

1.2.1. Temporal

El tiempo del trabajo es de 4 meses, en los cuales se va a realizar el diseño y cálculos justificados para cumplir con la mejora y seguridad de las instalaciones eléctricas.

1.2.2. Espacial

El lugar donde se realizará el trabajo se encuentra en la Urb. José Gálvez Jr. Iquitos 253 Mz 47-A Lt1, en el distrito de Villa María del Triunfo.

1.3. Objetivos

- Realizar un rediseño de las instalaciones eléctricas en la institución educativa.
- Calcular que se tiene un adecuado dimensionamiento de los conductores.
- Calcular y seleccionar los dispositivos de protección utilizados son los adecuados.
- Seleccionar el dimensionamiento de los conductores para evitar una la caída de voltaje fuera de los parámetros aceptables por el CNE.
- Cumplir con los niveles de iluminación adecuado en las aulas de clase.
- Mejorar la operatividad del pozo tierra y la reubicación del mismo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales:

- Zubieta (2018), quien realizó el: *“Diseño de las instalaciones eléctricas para las oficinas y almacén de productos del Hogar de Duprée en el distrito de Ate”*. En este trabajo se diseñaron las estructuras eléctricas de una empresa desde una etapa inicial, bajo estándares para el dimensionamiento de los componentes que la comprenden.

El proyecto en cuestión utilizó el software Dialux para el diseño de los sistemas del sistema de fluido eléctrico, se enmarcó dentro de un proyecto factible, este se basó en normas técnicas españolas referentes a los reglamentos electrotécnicos.

Este trabajo de investigación va de acuerdo con la investigación en curso, ya que propone el modelamiento de las estructuras eléctricas previo diagnóstico.

2.1.2. Antecedentes internacionales:

- Un primer trabajo a nivel internacional corresponde a Genís (2016), quien realizó el: *“Proyecto de ampliación de la instalación eléctrica en B.T. del Colegio British School de Valencia”* En este trabajo se hizo una descripción de la institución educativa, basándose desde las instalaciones de enlace, las instalaciones interiores y todas las luminarias exteriores. Igualmente se puso a prueba la potencia de todas estas a través de los respectivos instrumentos para su evaluación.

La investigación se enmarcó dentro de un proyecto factible, él se basó en normas técnicas españolas referentes a los reglamentos electrotécnicos. El estudio confirmó que existían problemas en las conexiones eléctricas como: corrientes de fuga y cortocircuitos.

Este trabajo de investigación va de acuerdo con la investigación en curso, ya que propone una metodología para el estudio de una institución educativa y su infraestructura eléctrica.

- El siguiente antecedente corresponde a León (2014), realizó la investigación: *“Levantamiento y rediseño adecuado de las instalaciones eléctricas del monasterio de la inmaculada concepción del catón Otavalo provincia de Imbabura”*. En este trabajo se hizo un levantamiento del estado del monasterio para posteriormente mediante una metodología cuantitativa se interpretaron los cálculos respectivos para el nuevo diseño eléctrico y así mismo concluyo que un sistema eléctrico debe tener un adecuado cálculo de luminarias, tomacorrientes, conductores eléctricos, puesta a tierra y pararrayos; además el diseño debe tener un estudio de cargas y demanda que garantice el funcionamiento del sistema.

- Caiza, A (2009) y Rueda, M (2009) realizaron la investigación: *“Rediseño e implementación de los sistemas eléctricos interiores y exteriores para el colegio nacional técnico Jacinto Jijón y Caamaño”* para obtener el título de tecnólogo en electromecánica. Y concluyeron que el estudio del estado de las instalaciones eléctricas antiguas, determino todas las deficiencias del sistema, siendo de imperiosa necesidad hacer un cambio total, por lo que se diseñó una nueva instalación de forma adecuada guiándolos en las normas establecidas que garantizan su óptimo funcionamiento.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. INDECI:

2.2.1.1. Naturaleza de la inspección:

“Mediante la inspección técnica de seguridad en edificaciones (ITSE) se evalúan el riesgo y las condiciones de seguridad del establecimiento objeto de inspección vinculando o relacionado con la actividad que se desarrolla en el mismo, con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y del estado. En la inspección se analiza la vulnerabilidad y se verifica la implementación de las medidas de seguridad que se requiere, evaluándose el área ocupada del establecimiento, sus instalaciones, equipamientos y las condiciones específicas de operación que se emplean para el desarrollo de la actividad económica propia del negocio.” (MANUAL ITSE, 2018)

“Bajo este enfoque de riesgos, la ITSE busca que el establecimiento objeto de inspección donde se desarrollan actividades económicas se tenga control del riesgo existente, a través de la reducción de los factores que originan este riesgo, para lo cual se debe cumplir con la condiciones de seguridad según los criterios de evaluación constituidos por requisitos, especificaciones técnicas, estándares y exigencias mínimas de operatividad, mantenimiento y de accesibilidad respectivas, en el marco de las normas vigentes, considerando el enfoque de gestión de riesgos.” (MANUAL ITSE, 2018)

2.2.1.2. Matriz de riesgo y su aplicación:

“La matriz de riesgos establece 4 niveles de riesgo: bajo, medio, alto y muy alto en base a los criterios de riesgo de incendio y de colapso.” (MANUAL ITSE, 2018).

4. EDUCACION ⁸		
4.1 Centros de educación inicial, primaria y secundaria, para personas con discapacidad: hasta tres (3) pisos.	ALTO	MEDIO
4.2 Toda edificación educativa mayor a (3) pisos.	MUY ALTO	ALTO
4.3 Centro de Educación Superior: Universidades, Institutos, Centros y Escuelas Superiores.		
4.4 Toda edificación remodelada o acondicionada para uso educativo.		

Tabla 1. Tabla de la matriz de riesgos función educación

Fuente: Tabla sacada del manual de ITSE anexo 2

2.2.1.3. Disposiciones comunes al trámite y procedimientos de la ITSE:

Según el (MANUAL ITSE, 2018) “Para la realización de la ITSE con una clasificación de nivel de riesgo muy alto según la matriz de riesgos, convoca a 3 inspectores especializados de la siguiente manera:”

- Ingeniero electricista, mecánico electricista o electrónico
- Ingeniero civil o arquitecto
- Ingeniero mecánico, ingeniero industrial, ingeniero de seguridad e higiene industrial, ingeniero sanitario, ingeniero químico e ingeniero de minas y profesionales a fines

Para una ITSE de riesgo alto y muy alto, el administrado deberá disponer de un personal técnico electricista calificado para las labores de apoyo al inspector o grupo de inspectores tales como: manipulación y/o apertura de tableros eléctricos, grupos electrógenos, sub estaciones, motores eléctricos, pozos a tierra, entre otros.

El grupo de inspectores realizan verificaciones oculares del cumplimiento de las condiciones de seguridad pudiendo coordinar y solicitar pruebas in situ de las instalaciones y/o equipos de seguridad tales como: sistema centralizado de detección de incendios, luces de emergencia, mangueras contra incendio entre otros.

2.2.1.4. ITSE previa al otorgamiento de la licencia de funcionamiento:

Corresponde a los establecimientos objeto de inspección clasificados de riesgo alto o riesgo muy alto según la matriz de riesgos, y se ejecuta con anterioridad al otorgamiento de la licencia de funcionamiento o al inicio de actividades.

Los requisitos necesarios para una ITSE posterior son:

- Croquis de ubicación
- Plano de arquitectura de la distribución existente y cálculo de aforo
- Plano de distribución de tableros eléctricos, diagramas unifilares y cuadro de cargas
- Certificado de medición de puesta a tierra
- Plan de seguridad del establecimiento
- Memoria o protocolo de prueba de operatividad de los equipos de seguridad y protección contra incendios

(MANUAL ITSE, 2018).

2.2.1.5. Visita de inspección de seguridad en edificaciones – VISE:

El objetivo de una vise es, que el establecimiento objeto de inspección mantenga sus condiciones de seguridad.

Las VISE son programadas siguiendo un plan estratégico por parte de los gobiernos locales(municipalidades) o en caso de denuncias hacia un establecimiento por situaciones de peligro y/o riesgo para la vida de la población. El procedimiento de realización es el siguiente; el órgano ejecutante convoca y designa al inspector o grupo de inspectores mediante un correo, los cuales proceden a verificar que las condiciones de seguridad según el nivel de riesgo de cada establecimiento se cumplan, en caso se encuentren observaciones subsanables, se suspende la VISE y se reanuda en 2 días hábiles para que el administrado pueda subsanar las indicaciones. Reanudada la inspección se le entregara al administrado y al órgano ejecutante la copia del acta de la VISE señalado si los resultados fueron favorable o desfavorables, para lo cual el inspector o grupo de inspectores cuenta con 1 día hábil.

En el caso que en una VISE se detecte que las ampliaciones y mejoras en el establecimiento afecten las condiciones de seguridad, el administrado debe solicitar una nueva ITSE correspondiente a su nivel de riesgo actual. (MANUAL ITSE, 2018)

2.2.2. Diseño eléctrico

2.2.2.1. Alimentador:

Según definición (C.N.E., 2006, secc. 10) “el alimentador es parte del circuito eléctrico entre la caja toma y el tablero general”

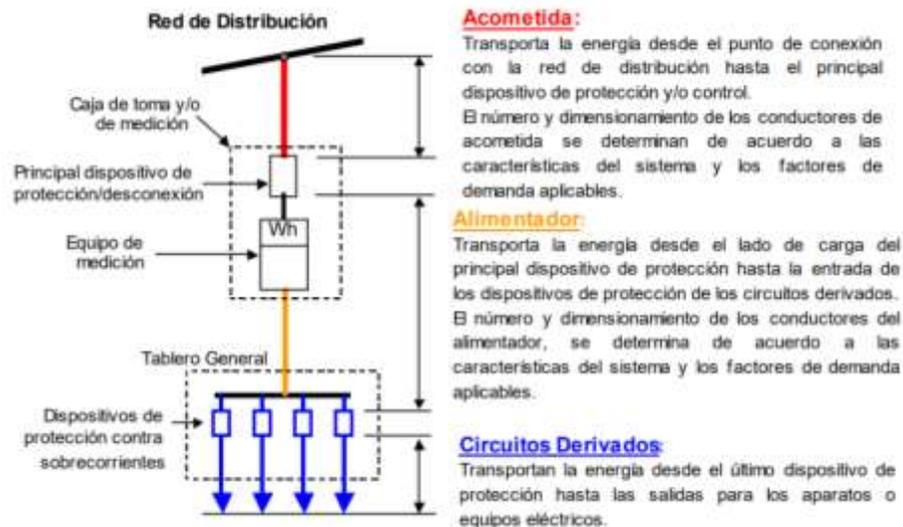


Ilustración 1. Circuitos de Sistema de Utilización

Fuente: Manual de sustentación CNE – Utilización sección 050

2.2.2.2. Tableros eléctricos:

“Los tableros eléctricos son equipos de una instalación eléctrica en los cuales van ubicados los dispositivos eléctricos de una instalación, desde los cuales se puede manipular los circuitos de una instalación” (S.E.C., 2003, pág. 19). Su principal función es de brindarles protección a los dispositivos eléctricos de agentes externos.

Según norma (C.N.E., 2006, secc. 150-402) “los tableros deben ser ubicados de tal manera que sus dispositivos de protección no estean a mas de 1.70 m sobre el nivel del piso y deben presentar su respectiva señalización de acuerdo a las

norma de (símbolos gráficos de electricidad)". El colegio contará con los siguientes tableros:

a) Tablero general

"Los tableros generales son el primer destino de los alimentadores de la instalación, son los encargados de controlar toda la instalación y proporcionan energía a los sub – tableros" (S.E.C., 2003, pág. 20).

b) Tablero de distribución:

Son tableros ubicados en sitios estratégicos que contienen los dispositivos de protección de los diferentes circuitos que operan en la instalación. Pueden ser alimentados por el tablero general o por el tablero general auxiliar (S.E.C., 2003, pág. 20).

Según (Norma Técnica, 2021, artículo 14) "En las instituciones educativas, el tablero general y sub – tableros deben ser ubicados por pabellones y en el caso de contar con talleres y aulas de cómputo se debe contar con sub – tableros independientes".



Ilustración 2. Ejemplo de tablero de distribución

Fuente: fotografía de tablero empresa ENERLAB

2.2.2.3. Interruptor termomagnético (ITM):

Según norma (IEC60947-1) la función del interruptor termomagnético es la protección en caso de presentarse anomalías en el circuito por elevaciones en la corriente nominal que pueda producirse por sobrecargas o cortocircuito para lo cual este dispositivo mediante una maniobra de corte evita que se ocasionen daños irreparables a las personas o bienes. El tiempo del despeje dependerá de la regulación a la cual ha sido sometido.

Por otro lado (C.N.E., 2006, secc. 80-300) nos define que los interruptores automáticos nos permiten aperturar o cerrar un circuito, así como de manera automática brindar protección al circuito que controla contra una sobrecarga y sobrecorriente.

Curva de disparo:

(SCHNEIDER ELECTRIC, 2018) Las curvas de disparo son gráficas en la cual nos muestran el tiempo de reacción que tiene el interruptor termomagnético en la cual muestran el tiempo de disparo en función de la intensidad de defecto en amperios y constan de 2 partes: disparo de protección contra sobrecargas y contra cortocircuito.

Para lo cual mientras más aumente la corriente, más rápido será el tiempo de disparo.

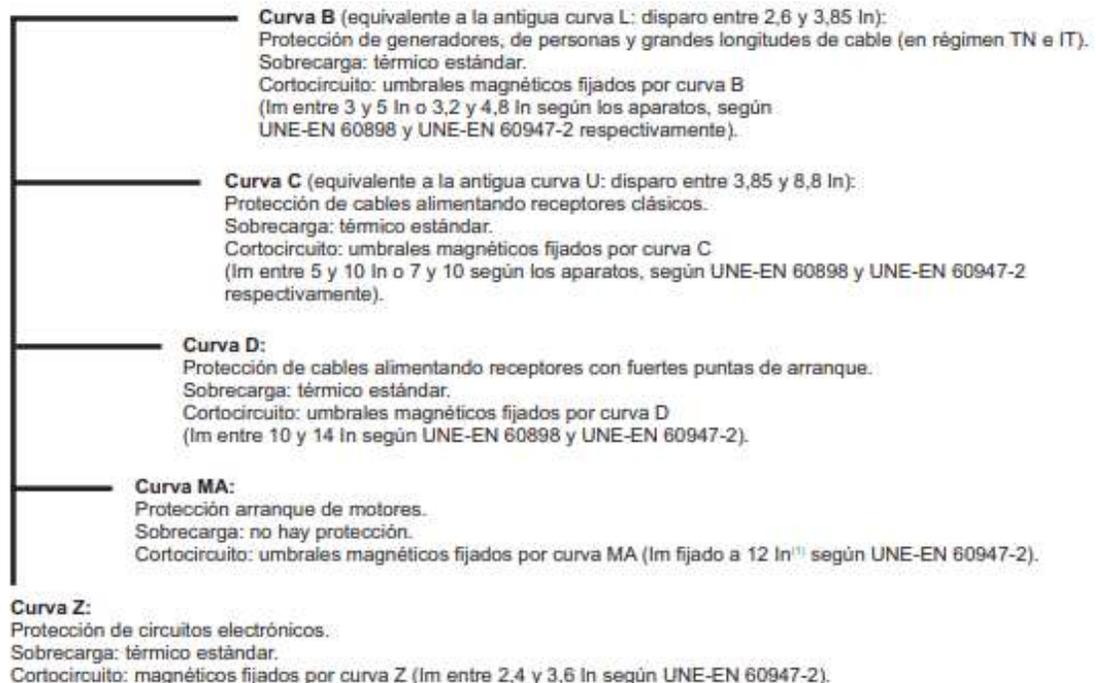


Ilustración 3. Tipo de curva de disparo

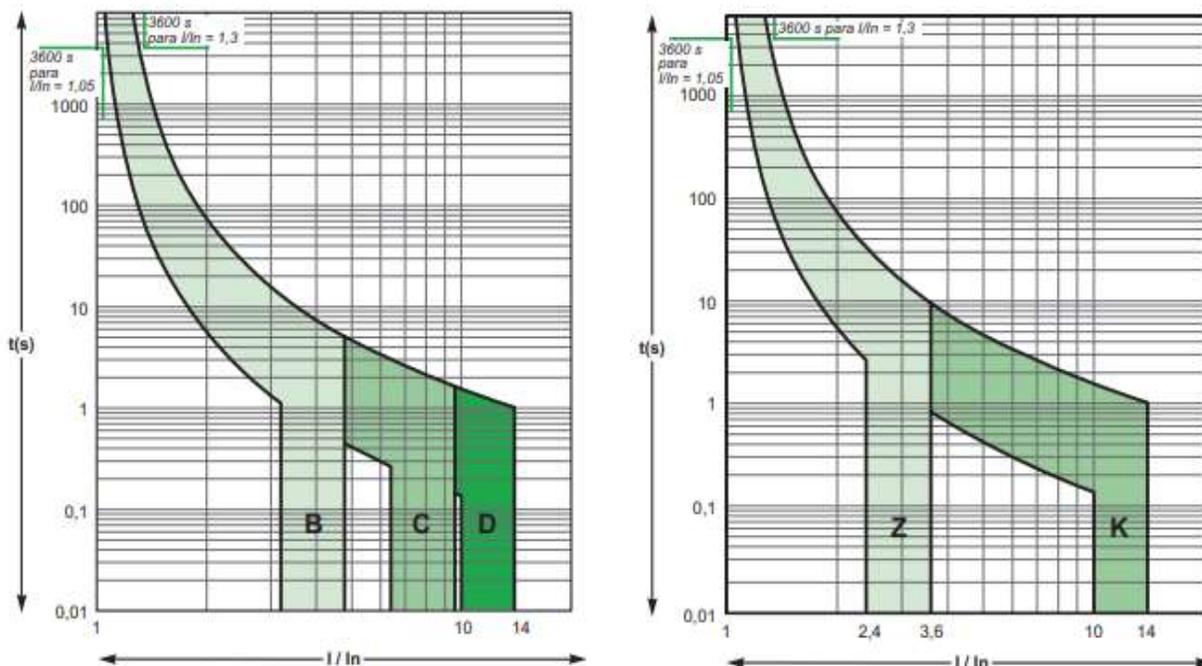


Ilustración 4. Curva de disparo de interruptor termomagnético clase b,c,d,z y k

Fuente: https://www.se.com/ww/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/290000/FA290198/es_ES/Curvas%20disparo%20aparamenta%20modular%20Acti9.pdf

2.2.2.4. Interruptor diferencial:

El interruptor diferencial o interruptor de falla a tierra es un dispositivo de seguridad que provee buena protección contra los peligros de electrocución entre línea y tierra. Es importante aclarar que este dispositivo no reconoce peligros de electrocución que se originen por contactos entre líneas.

En las Reglas 060-408(4) y 150-700(9) todas las instalaciones eléctricas deben contar con protección diferencial de 30 mA para la protección de las personas.

la protección diferencial debe ser diseñada tomando en cuenta varios criterios, como son la continuidad de servicio, líneas industriales de producción continua, uso doméstico, acceso de personas que no conocen el manejo de la electricidad, etc. Para estos casos los circuitos derivados para usos domésticos o con

acceso a personas que no conocen el manejo de la electricidad, deben ser dotados con protección diferencial de 30 mA; el resto de los circuitos derivados deben tener protección diferencial de mayor sensibilidad o que solamente señalicen este tipo de fallas.

En artículo de PRONIED se especifica que para salas de computo se deben considerar interruptores diferenciales inmunizados.



Ilustración 5. Interruptor diferencial

Fuente: <https://www.se.com/pe/es/product-range/7559-interruptor-diferencial-acti-iid/>

Tipo de producto	Interruptor diferencial
Polos	2
Corriente nominal	25 A
Tipo de red	CA
Sensibilidad ante fuga a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección ante fugas a tierra	Tipo AC
Poder de corte y de cierre nominal	500 A
Intensidad de cortocircuito condicional	Easy9 MBC, estado 1 6000 A 25 A

Tabla 2. Especificaciones Técnicas de Interruptor Diferencial

Fuente: Elaboración propia, datos del fabricante

2.2.2.5. Conductores:

Siguiendo la norma (C.N.E., 2006, secc. 30-002) “todos los conductores de una instalación deben ser de cobre y no pueden tener una sección menor de 2.5mm² para los circuitos de fuerza y una sección no menor de 1.5mm² para los circuitos de control de alumbrado”.

$$I_n = \frac{P}{V * \text{Cos}\phi} \dots\dots\dots(1)$$

I_n : Corriente nominal

V : Voltaje

$\text{Cos}\phi$: Cos fi

$$I_d = \frac{1.25 * I_n}{F_t * F_a} \dots\dots\dots(2)$$

I_d : Corriente nominal

F_t : Factor de agrupamiento

F_a : Factor de agrupamiento

A continuación colocaremos los datos técnicos del fabricante para la selección de conductores para los cual utilizaremos por el tipo de instalación cables libres de halógenos retardantes al fuego.

Seccion mm ²	N° HILOS (und)	Diámetro de hilo (mm)	Espesor de aislamiento (mm)	Diametro exterior (mm)	Peso Aprox (Kg/Km)	Amperaje aire (A)	Amperaje ducto 30°C (A)
2.5	7	0.67	0.8	3.61	33	30	24
4	7	0855	0.8	4.15	49	35	31
6	7	1.04	0.8	4.75	70	50	40
10	7	1.35	1.0	6.05	116	74	51
16	7	1.7	1.0	7.10	176	99	68
25	7	2.14	1.2	8.85	274	132	88
35	7	2.52	1.2	9.96	373	165	110
50	19	1.78	1.4	11.70	531	204	138
70	19	2.14	1.4	13.50	729	253	165
95	19	2.52	1.6	15.80	989	303	198
120	37	2.03	1.6	17.41	1234	352	231
150	37	2.25	1.8	19.35	1542	413	264
185	37	2.52	2.0	21.64	1904	473	303
240	37	2.86	2.2	24.35	2460	528	352

Fuente: Elaboración propia, datos del fabricante

Tabla 3. Tabla de datos técnicos de conductos LSOH-80

Seccion mm²	N° HILOS (und)	Espesor de aislamiento (mm)	Espes. Cubierta (mm)	Peso Aprox (Kg/Km)	Amperaje aire (A)	Amperaje ducto 30°C (A)
4	7	0.7	0.9	196	55	55
6	7	0.7	0.9	260	65	68
10	7	0.7	0.9	388	90	95
16	7	0.7	0.9	569	125	125
25	7	0.9	0.9	864	160	160
35	7	0.9	0.9	1154	200	195
50	19	1.0	0.9	1526	240	230
70	19	1.1	0.9	2413	305	275
95	19	1.1	1.0	2932	375	330
120	37	1.2	1.0	3653	435	380
150	37	1.4	1.1	4495	510	410
185	37	1.6	1.2	5644	575	450
240	37	1.7	1.2	7315	690	525

Tabla 4. Tabla de datos técnicos de conductos N2XOH

Fuente: Elaboración propia, datos del fabricante

Siguiendo las normativas (C.N.E., 2006) utilizaremos las siguientes tablas en la cual se detalla el método de instalación de las canalizaciones, factor de temperatura y factor de agrupamiento que dependiendo las condiciones, el ambiente de trabajo del conductor afectará en los cálculos para su diseño.

Item Nro.	Métodos de instalación	Descripción	Referencia del método de instalación a ser usado para obtener la capacidad de corriente nominal (ver Tabla 3)
1	2	3	4
1		Conductores aislados o cables unipolares en tubo en una pared ¹⁾	A1
2		Cables multipolar en tubo en una pared ¹⁾	A2
3		Cable multipolar directamente en una pared ¹⁾	A1
4		Conductores aislados o cables unipolares dentro de un tubo sobre una pared de madera o mampostería o espaciada menos de 0,3 veces el diámetro del tubo desde la pared.	B1
5		Cable multipolar dentro de un tubo sobre una pared de madera o mampostería, o espaciada menos de 0,3 veces el diámetro del tubo desde la pared.	B2

¹⁾ El revestimiento interior de la pared tiene una conductancia térmica de no menos de 10 W/m².K

Tabla 5. Método de instalación

Fuente: Tabla 4 del Código nacional de electricidad

Temperatura ambiente [°C]	PVC		XLPE o EPR		MI – Mineral * (al aire)	
	Cables al aire	Cables en ductos enterrados	Cables al aire	Cables en ductos enterrados	Cubierta de PVC o desnudo y expuesto al contacto 70°C	Desnudo no expuesto al contacto 105°C
10	1,22	1,10	1,15	1,07	1,26	1,14
15	1,77	1,05	1,12	1,04	1,20	1,11
20	1,12	1,00	1,08	1,00	1,14	1,07
25	1,06	0,95	1,04	0,96	1,07	1,04
30	1,00	0,89	1,00	0,93	1,00	1,00
35	0,94	0,84	0,96	0,89	0,93	0,96
40	0,87	0,77	0,91	0,85	0,85	0,92
45	0,79	0,71	0,87	0,82	0,87	0,88
50	0,71	0,63	0,85	0,76	0,67	0,84
55	0,61	0,55	0,76	0,71	0,57	0,80
60	0,50	0,45	0,71	0,65	0,45	0,75
65	-	-	0,65	0,60	-	0,70

Tabla 6. Factor de corrección para temperatura ambiente

Fuente: Tabla 5A del Código nacional de electricidad

Item	Disposición (en cuanto a cables)	Número de circuitos o cables multipolar											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie empotrados o encerrados	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38
2	En una capa sobre una pared, piso o bandeja no perforada	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	No más factores de reducción para más de nueve circuitos o cables unipolares		
3	En una capa fijado directamente bajo un techo de madera	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61			
4	En una capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1.00	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72			
5	En una capa sobre un soporte de bandeja de escaleras, o listones, etc.	1.00	0.88	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78			

Tabla 7. Reducción por grupo de más un circuito

Fuente: Tabla 5C del Código nacional de electricidad

(ikastaroak.birt, 2020) nos explica que “el nivel de aislamiento de un conductor tiene la finalidad de comprobar el estado del recubrimiento del cable, ya que es un parámetro básico de seguridad debido a que tener una resistencia de aislamiento fuera de los estándares permitidos puede provocar electrocuciones por contactos directos o indirectos a los usuarios, además de provocar cortocircuitos en la instalación”

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua [V]	Resistencia de aislamiento [MΩ]
Muy baja tensión de seguridad	250	≥ 0,25
Muy baja tensión de protección		
Inferior o igual a 500 V, excepto los casos anteriores	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1 000	≥ 1,0

Tabla 8. Mínima Resistencia de aislamiento

Fuente: Tabla 24 del Código nacional de electricidad

2.2.2.6. Código de colores:

Según la norma (C.N.E., 2006, secc. 30-036) “se recomienda que hubiera un código de colores, para evitar confusiones y proveer mayor seguridad, para lo cual se recomienda para circuitos trifásicos el siguiente código de colores:”

- 1 conductor rojo (para fase 1 o fase R)
- 1 conductor negro (para fase 2 o fase S)
- 1 conductor azul (para fase 3 o fase T)

2.2.2.7. Carga de circuito y factor de demanda:

De acuerdo con la norma del (C.N.E., 2006, secc. 50-204 (1))” establece los parametros minimos aceptables en las escuelas, para el calculo del cuadro de cargas se deben considerar que los W/m² en las aulas serán de 50 W/m² y para las áreas restantes serán 10 W/m² en caso se requiera en la instalación se considerarán cargas especiales como aire acondicionado o calección con los que se cuenta”

Para el calculo del factor de demanda según norma (C.N.E., 2006, secc. 50-204 (2)) “se considera que:

- Para edificios de hasta 900m², area calculada según dimensiones exteriores; para cualquier carga de calefacción se considerara la sección 270 del C.N.E. y 75% de la carga restante.
- Para edificios con áreas mayores a 900 m², según sección 270 para cargas de calefacción y la carga restante debe ser dividida entre el área en m² y la demanda de carga puede considerarse como la suma de 75% de la carga por m² multiplicada por 900; y 50% de la carga por m² multiplicada por el área en exceso a los primeros 900m².”

2.2.2.8. Caída de Tensión:

La impedancia de un circuito derivado crea una caída de tensión en el circuito. Esto puede resultar en una aplicación de tensión menor a lo aceptado, a no ser que se tomen medidas preventivas adecuadas. En general, una tensión baja disminuye la eficiencia operativa de los equipos eléctricos, tales como motores, sistemas de calefacción y sistemas de iluminación. El establecimiento de criterios para la caída de tensión máxima aceptada en un circuito asegura la utilización de tensiones aceptables para obtener un rendimiento óptimo del equipo eléctrico.

Según (C.N.E., 2006, pág. secc. 50) presenta los porcentajes mínimos aceptables en la caída de tensión en una instalación.

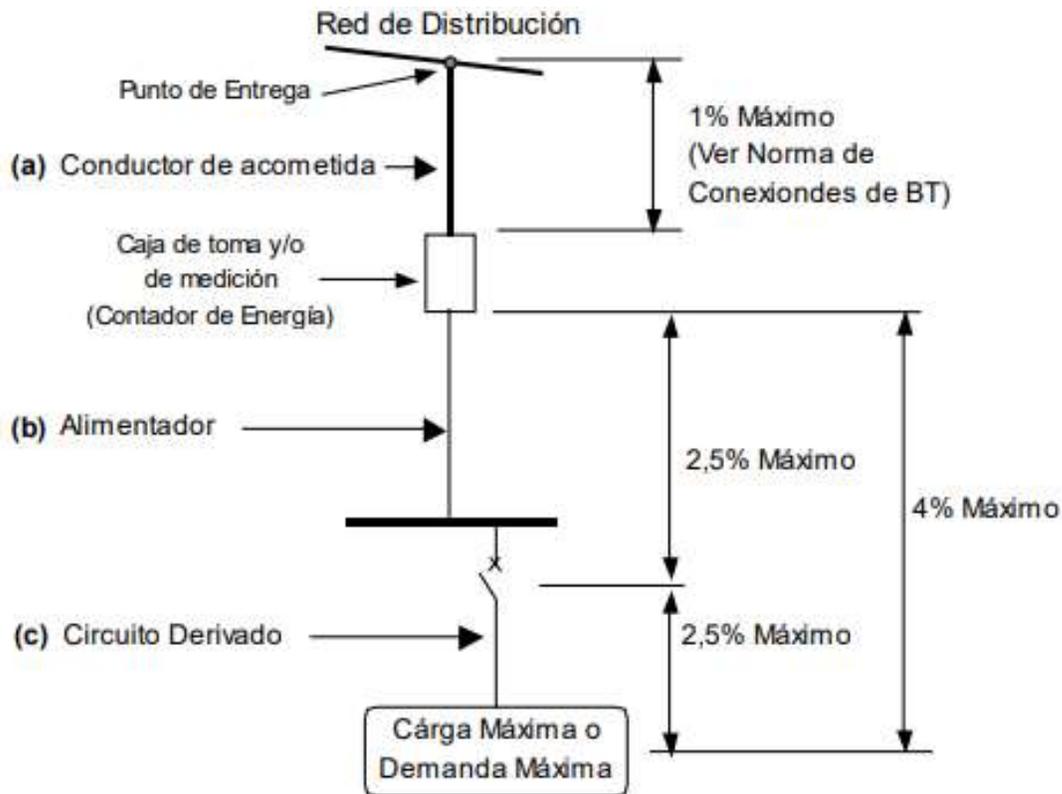


Ilustración 6. Máxima caídas de tensión permitidas en un circuito

Fuente: Manual de sustentación CNE – Utilización sección 050

Teniendo en cuenta la normativa (IEC 60364-5-52:2009 I. , s.f.) no dice que, la temperatura de trabajado de los conductores dependerá de su tipo, los cuales son PVC, XLPE y EPR.

$$\rho_t = \rho_{cu}[1 + \alpha(T - 20)]$$

ρ_{cu} : resistividad del cobre

ρ_{cu} : 0.0178 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

α : Coeficiente de temperatura

α : 0.0040

T: Temperatura

Caída de tensión para una línea trifásica

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I}{\Delta U * U}$$

Caída de tensión para una línea monofásica

$$S = \frac{2 * \rho * L * I}{\Delta U * U}$$

S: Sección

ρ : Resistividad del material

L: Longitud

I: Intensidad de corriente

$\text{Cos}\phi$: Cos ϕ

ΔU : Porcentaje de caída de tensión

U: Tensión

2.2.2.9. Sistema de iluminación:

Comprenderá los siguientes puntos

a) Flujo luminoso:

Según (Harper, 1998, pág. 98) “el flujo luminoso es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa, en una unidad de tiempo, su unidad de medida es el lumen, y se denota con la letra ϕ ”.

b) Iluminación:

Según (Harper, 1998, pág. 99) “la iluminación se denota con la letra E y se define como el flujo luminoso por el área y se mide en LUX”.

$$LUX = \frac{LUMEN}{M^2}$$
$$E = \frac{FLUJO LUMINOSO}{UNIDAD DE SUPERFICIE} = \frac{\phi}{S} \dots \dots \dots (3)$$

c) Eficiencia Luminosa:

“La eficiencia luminosa es la relación que se tiene entre el flujo luminoso (ϕ) y la potencia (P) de la luminaria con la que se va a trabajar”.

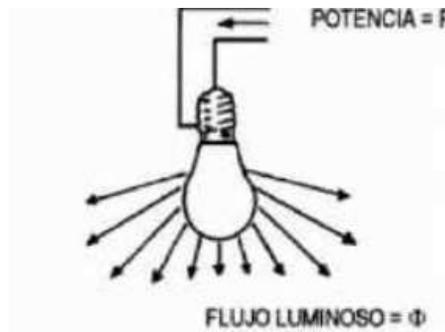


Ilustración 7. Eficiencia luminosa

Fuente: (Harper, 1998, pág. 102)

$$EFICIENCIA = \frac{\Phi}{P} \dots \dots \dots (4)$$

2.2.2.10. Cálculo del alumbrado de interiores:

a) Nivel de iluminación:

Según (resolución ministerial 083, 2019) nos presenta los niveles mínimos de iluminación para diversos ambientes”.

10		NORMAS LEGALES				Martes 12 de marzo de 2019 / El Peruano
2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U ₀	R _s	Requisitos específicos
	Guarderías	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas
	Sala de manualidades	300	19	0,60	80	
	Aulas de profesores	300	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Salas de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable para colocar varias A/V necesarias
	Zona de pizarra	500	19	0,70	80	Deben evitarse las reflexiones especulares. El presentador/profesor debe iluminarse con la luminancia vertical adecuada
	Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lx
	Locales de artes y oficios	500	19	0,60	80	
	Locales de artes (en escuelas de arte)	750	19	0,70	90	5 000 K ≤ T _{CP} < 6 500 K
	Salas de dibujo técnico	750	16	0,70	80	
	Locales de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	
	Aulas de manualidades	500	19	0,60	80	
	Taller de enseñanza	500	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de música	300	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de computación	300	19	0,60	80	
	Laboratorio de idiomas	300	19	0,60	80	
	Locales y talleres de preparación	500	22	0,60	80	
	Vestibulo de entrada	200	22	0,40	80	
	Áreas de circulación, pasillos	100	25	0,40	80	
	Escaleras	150	25	0,40	80	
	Locales comunes de estudiantes y salas de reuniones	200	22	0,40	80	
	Locales de maestros	300	19	0,60	80	
	Biblioteca: estanterías	200	19	0,60	80	
	Biblioteca: áreas de lectura	500	19	0,60	80	
	Almacenes de material de profesores	100	25	0,40	80	
	Salas deportivas, gimnasios y piscinas	300	22	0,60	80	En caso de no existir norma internacional véase la Norma EN 12193 para las condiciones de entrenamiento
	Cocina	500	22	0,60	80	

Tabla 9. Tabla de nivel de iluminación (luxes)

Fuente: http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/1232019/12-03-2019_SE_RM-083-2019-VIVIENDA.pdf

b) Superficie a iluminar:

“Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo “ (FERNANDEZ, s.f.).

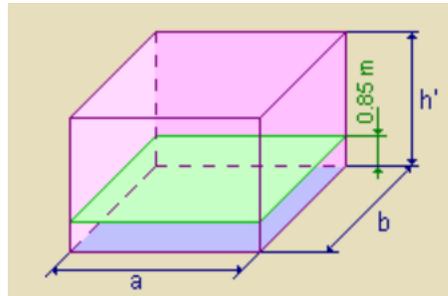


Ilustración 8. Superficie a iluminar

Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>

$$S = A * B \dots\dots\dots(5)$$

c) Índice local K:

“El índice del local (k) se calculará a partir de la geometría del lugar a iluminar” (FERNANDEZ, s.f.).

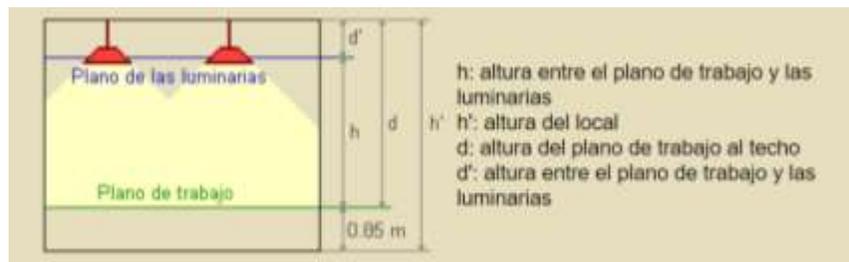


Ilustración 9. Índice local K

Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>

$$k = \frac{A * B}{H(A + B)} \dots\dots\dots(6)$$

d) Factor de reflexión:

Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla. (FERNANDEZ, s.f.)

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Tabla 10. Factor de reflexión

Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>

e) Tipo de iluminación:

“Se debe tomar en cuenta las características de la luminaria a utilizar con lo cual conoceremos la cantidad de lúmenes que emitirá, lo cual nos servirá para nuestros cálculos” (FERNANDEZ, s.f.).

f) Factor de utilización:

Determinar el factor de utilización (μ) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes.

En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar. (FERNANDEZ, s.f.)

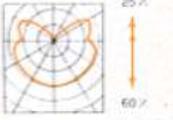
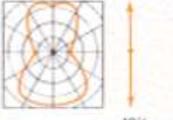
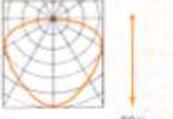
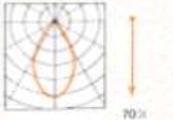
Factor de Utilización de Algunas Luminarias			Techo							
			75 %		50 %		30 %			
			Paredes							
Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
semidirecta 	zócalo solo o con cubierta difusora 	0,50 ÷ 0,70	0,28	0,22	0,18	0,26	0,21	0,18	0,20	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,35	0,29	0,25	0,33	0,27	0,24	0,26	0,24
		0,90 ÷ 1,10	0,39	0,33	0,30	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27
		1,10 ÷ 1,40	0,45	0,38	0,33	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30
		1,40 ÷ 1,75	0,49	0,42	0,37	0,43	0,39	0,34	0,37	0,33
		1,75 ÷ 2,25	0,56	0,50	0,44	0,49	0,44	0,40	0,42	0,38
		2,25 ÷ 2,75	0,60	0,55	0,50	0,53	0,48	0,44	0,47	0,44
		2,75 ÷ 3,50	0,64	0,59	0,54	0,56	0,51	0,47	0,50	0,47
3,50 ÷ 4,50	0,68	0,62	0,59	0,61	0,56	0,53	0,54	0,52		
4,50 ÷ 6,50	0,70	0,65	0,62	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57		
mixta 	difusoras 	0,50 ÷ 0,70	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,32	0,29	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21
		0,90 ÷ 1,10	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24
		1,10 ÷ 1,40	0,40	0,36	0,34	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26
		1,40 ÷ 1,75	0,42	0,39	0,36	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28
		1,75 ÷ 2,25	0,46	0,43	0,40	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
		2,25 ÷ 2,75	0,50	0,46	0,43	0,44	0,40	0,39	0,34	0,33
		2,75 ÷ 3,50	0,52	0,48	0,45	0,46	0,44	0,41	0,37	0,36
3,50 ÷ 4,50	0,55	0,52	0,49	0,48	0,46	0,45	0,39	0,38		
4,50 ÷ 6,50	0,57	0,54	0,51	0,49	0,47	0,46	0,42	0,41		
directa 	reflectores de haz amplio 	0,50 ÷ 0,70	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28
		0,70 ÷ 0,90	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38
		0,90 ÷ 1,10	0,50	0,46	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43
		1,10 ÷ 1,40	0,54	0,50	0,48	0,53	0,50	0,47	0,49	0,47
		1,40 ÷ 1,75	0,58	0,54	0,51	0,56	0,53	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,62	0,59	0,56	0,60	0,58	0,56	0,58	0,56
		2,25 ÷ 2,75	0,67	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,62	0,61
		2,75 ÷ 3,50	0,63	0,66	0,63	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62
3,50 ÷ 4,50	0,72	0,70	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66		
4,50 ÷ 6,50	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,67		
directa 	reflectores de haz medio 	0,50 ÷ 0,70	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
		0,70 ÷ 0,90	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
		0,90 ÷ 1,10	0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41
		1,10 ÷ 1,40	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46
		1,40 ÷ 1,75	0,57	0,53	0,50	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,61	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54	0,56	0,54
		2,25 ÷ 2,75	0,64	0,61	0,59	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57
		2,75 ÷ 3,50	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,59
3,50 ÷ 4,50	0,68	0,66	0,63	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62		
4,50 ÷ 6,50	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63		

Tabla 11. Factor de utilización

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnica/interior>

g) Factor de depreciación:

Determinar el factor de mantenimiento (fm) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores: (FERNANDEZ, s.f.).

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Tabla 12. Factor de depreciación

Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>

h) Flujo total:

Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula.

$$QT = \frac{E * S * fm}{\mu} \dots\dots\dots(7)$$

E: luminancia media deseada

S: superficie

fm: factor de mantenimiento

i) Numero de lámparas:

$$n \text{ de lamparas} = \frac{QT}{lum \text{ de lampara}} \dots\dots\dots(8)$$

QT: flujo luminoso total

Lum lamp: lúmenes de luminaria

j) Potencia requerida:

$$P = I * V \dots\dots\dots(9)$$

I: intensidad (A)

V: voltaje (V)

2.2.2.11. Puesta a Tierra:

Por puesta a tierra se entiende como la conexión de un conductor eléctrico (electrodo) enterrado en el suelo con la finalidad de dispersar corrientes eléctricas y captar el potencial de referencia cero.

Ante la evolución de la Electrónica con los microprocesadores, computadoras, variadores, PLC, es mucho más necesario que los componentes electrónicos en las tarjetas estén conectadas a tierra y así puedan descargar permanentemente corrientes residuales a una puesta a tierra de baja resistencia, es por eso que se hace imprescindible que las puestas a tierra sean de una buena calidad, es decir de 3 a 5 ohmios de resistencia máxima o lo que especifique el fabricante del equipo. (CANCHA, 2005).

La IEEE define como sistema de puesta a tierra a la conexión conductora, por medio de la cual un circuito o equipo eléctrico se conecta a tierra, o a algún cuerpo conductor de dimensión relativamente grande que cumple la función de tierra. (AGUILAR, 2010)

Según el (CNE sección 60-860) el conductor de puesta a tierra de un sistema no debe tener uniones ni empalmes a lo largo de toda su longitud, con excepción de las barras o donde sea necesario el control de corrientes de dispersión a donde sea necesario el control de corrientes de dispersión a tierra.

a) Resistividad del terreno

En la redacción por parte de (Flores Figueroa, 2017) “los valores de resistividad eléctrica con la que cuenta el suelo, nos indicará la dificultad que este

presenta la corriente a su paso por el, sus valores varían por diversos factores los cuales son la salinidad, temperatura, estratigrafía, presión, variaciones estacionarias y compactación del terreno. Su unidad es el (ρ) y se mide en ($\Omega.m$)”

b) Resistencia del pozo tierra:

La resistencia viene dada por la resistividad del suelo y su geometría (R)

La medida de resistencia de puesta a tierra consiste en hallar la resistencia eléctrica del suelo que rodea al armado del electrodo enterrado dado que dicha porción de suelo, es atravesado por las líneas de corriente que se dispersan para dirigirse a la fuente.

Para un conductor rectilíneo y homogéneo de sección “S” y longitud “l”, la resistencia eléctrica es:

$$R = \frac{\rho * (\ln(4 * \frac{L}{a}) - 1)}{2 * \pi * L} \dots\dots\dots(10)$$

R: Resistencia

ρ : Resistividad

L: Longitud de varilla

a: Diámetro de varilla

Considerando una Resistividad (ρ) de Suelo homogéneo, se aprecia que el valor exacto de la

Resistencia de Puesta a Tierra (RE) se logra haciendo que ($R_e=0$); entonces se hace necesario establecer la relación entre las distancias de los circuitos de medida.

Al clavar en el suelo, 2 electrodos sucesivos y alineados con la Puesta a Tierra (E) que se desea medir, uno de ellos será el de Potencial (P) y el otro el de Corriente (C); el método consiste en aplicar una Corriente (I) que circule por el suelo entre (E) y (C) y retorne por un circuito aislado aéreo, y medir la diferencia de potencial que aparece entre (E) y (P), cabe anotar que se considera que los Electrodo (P) y (C) tienen idéntico radio. (Flores Figueroa, 2017).

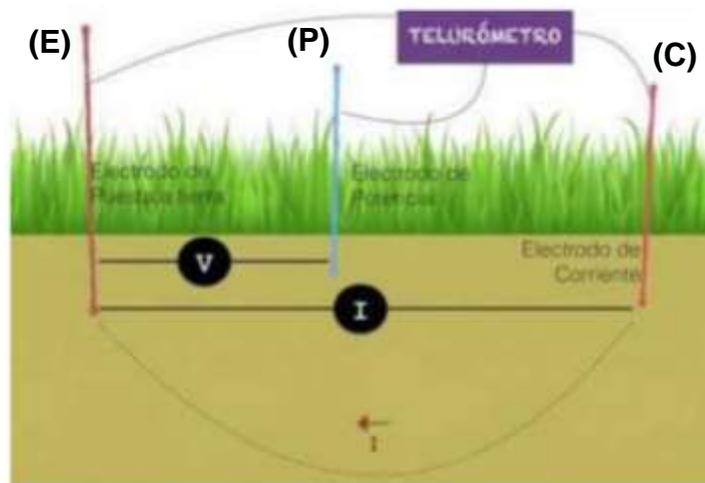


Ilustración 10. Circuito de medida de resistencia

Fuente: (Flores Figueroa, 2017)

c) Método del 62%

Considerando una Resistividad (ρ) de Suelo homogéneo, se aprecia que el valor exacto de la Resistencia de Puesta a Tierra (RE) se logra haciendo que ($Re=0$); entonces se hace necesario establecer la relación entre las distancias de los circuitos de medida.

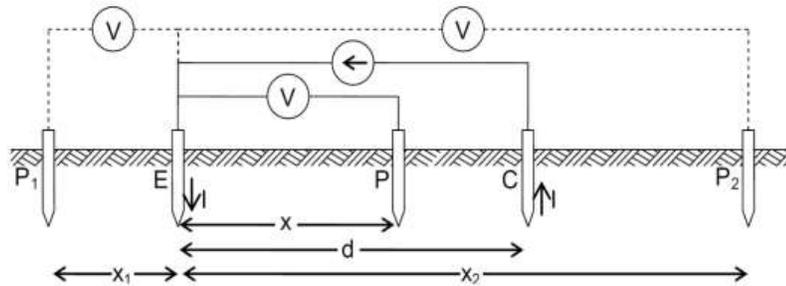


Ilustración 11. Medidas sobre una línea recta

Fuente: (Flores Figueroa, 2017)

$$Re_2 = \frac{\rho}{2\pi} \left(-\frac{1}{d} - \frac{1}{x_2} + \frac{1}{(x_2 - d)} \right)$$

$$1.62 = \frac{x_2}{d} \dots\dots\dots(9)$$

El 62% en la distancia de enclavamiento de las picas con las condiciones de suelo homogéneo nos dará el valor de resistencia con la que cuenta el pozo tierra.

2.3. Definición de términos básicos

- Administrado: Dueño de negocio.
- Interruptor automático: dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito de manera no automática y para abrir un circuito automáticamente, cuando se produce una sobre corriente predeterminada, sin sufrir daño cuando es utilizado dentro de sus valores nominales.
- Inspector: persona natural o jurídica delegada por respectiva autoridad competente, para efectuar la supervisión o fiscalización del cumplimiento del código en las instalaciones eléctricas.
- Instalación eléctrica: instalación de alambrado y accesorios en un terreno, edificación o predio, desde el punto o puntos donde esta energía pueda ser utilizada por algún equipo; también incluye la conexión del alambrado a los mencionados equipos, así como la modificación, ampliación y reparación del alambrado.
- Canalización: canal cerrado diseñado para portar alambres cables o sistemas de barras y a menos que se indique lo contrario en el código, este término incluye tuberías pesadas, tuberías livianas, canalizaciones bajo el piso, pisos celulares, canalizaciones de superficie, ductos de cables, bandejas de cables, ductos de barras y canaletas auxiliares.
- Conductor: alambre, cable u otra forma de metal, instalado con la finalidad de transportar corriente eléctrica desde una pieza o equipo eléctrico hacia otro o tierra.
- Puesta a tierra: camino conductivo permanente y continuo con capacidad suficiente para conducir a tierra cualquier corriente de falla probable que le sea impuesta por diseño, de impedancia suficientemente baja para limitar la elevación de tensión sobre el terreno y facilitar la operación de los dispositivos de protección en el circuito.
- Luminaria: unidad de alumbrado completa, diseñada para contener la lámpara y los dispositivos necesarios para conectarla al suministro eléctrico.
- CNE-U: hace referencia al código nacional – utilización.

- Dispositivos de protección: se hace referencia a los interruptores termomagnéticos diferenciales, equipos eléctricos que protegen los circuitos de la instalación.
- Lúmenes: es la unidad de medir en flujo luminoso, su unidad de medición es (lm).
- Rediseño: replanteo del diseño realizado anteriormente.
- Circuito derivado: circuitos de distribución comprende luminarias tomacorriente y/o circuitos especiales.
- Cable LSOH: cable espacial con aislamiento libre de halógeno.
- INDECI: Instituto nacional de defensa civil.
- Inspector: Persona encargada de hacer la inspección en predio, generalmente son ingenieros eléctricos, civiles, mecánicos eléctricos y arquitectos.
- Electrodo: Varilla de cobre que disipa la corriente de fuga en la tierra
- Resistencia: es la resistencia al paso de la corriente que presentan los conductores.
- Resistividad: es la resistencia que presenta el terreno al paso de la corriente.

CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

En el presente capítulos utilizaremos una metodología cuantitativa ya que con cálculos se demostrará los cinco ejes en el que nos centraremos en el presente informe que son; el buen seleccionamiento de los dispositivos de protección, selectividad de los conductores, caída de tensión, niveles de iluminación en las aulas y sistema de puesta a tierra. Siguiendo estos ejes y complementando con las recomendaciones del CNE se estará conforme a las disposiciones de una inspección por parte de INDECI.

3.1. Determinación y análisis del problema

En las inspecciones realizadas se obtuvo, las observaciones que serían motivo de inconformidad por parte de INDECI cuando se realice en una futura inspección; en este informe nos estamos proyectando a levantar las observaciones eléctricas por parte de defensa civil.

Las observaciones encontradas fueron:

- El sobre dimensionamiento de los interruptores termomagnéticos.
- No hay distribución de sub-tablero en los pisos correspondientes.
- El pozo a tierra no está operativo, se encuentra en una mala ubicación debido a que se encuentra fuera de las instalaciones (en la calle).
- Los conductores tienen un bajo nivel de aislamiento, ya que se encuentra cerca de los valores mínimo permitidos por el código nacional de electricidad (sub-dimensionamiento de los conductores).
- Siguiendo las normativas no se cumple con un código de colores en la instalación de las fases del sistema eléctrico.
- Las luminarias utilizadas actualmente no emiten los suficientes lúmenes requeridos en los ambientes como es aulas.
- Los planos eléctricos se encuentran desactualizados e incompletos.

3.2. Modelo de solución propuesto

3.2.1. Dimensionamiento de conductores

Se propone un cuadro de cargas actualizado considerando las cargas actualmente instaladas y los equipos proyectados a instalar, con lo cual evaluaremos los amperios requeridos para la alimentación de los circuitos.

Las condiciones de temperatura ambiente en la institución están entre 20° a 30°C.

CUADRO DE CARGAS GENERAL				
Paso	Descripción	Pot. Inst. (W)	F.D.	Dem. Máx. (W)
1	Área total del colegio 2032.04 m²			
2	Área total de las aulas 972.1 m²			
3	Carga básica aulas 972.1 x 50 W/m ²	48605		
	Carga del área restante 1059.94 x 10 W/m ²	10599		
4	Carga total	59204		
5	Área > de 900 m ²			
	Potencia 59204 W			
	Área 2032.04 m ² 29.14 W/m ²			
6	Carga por los primeros 900 m ² 29.14 W/m ²		0.75	19669.5
	Carga para las áreas restantes 1132.04 m ² 29.14 W/m ²		0.50	16493.8
	Suma restante			36163.3
7	f.s.=		0.8	28930.6
8	Carga a contratar			30kW
Se solicitará a la concesionaria: 30Kw; 220v; 60Hz.				

Tabla 13. Cuadro de cargas general

Fuente: Elaboración propia

Calcularemos la corriente nominal y de diseño la cual será la requerida para la alimentación de nuestro tablero general, para lo cual utilizaremos la formula (1) y (2) descritas anteriormente.

$$I_n = \frac{36163.3}{220 * \sqrt{3} * 0.95}$$

$$I_n = 99.9 \text{ A}$$

$$I_d = 1.25 * 99.9$$

$$I_d = 124.87 \text{ A}$$

Seccion mm ²	N° HILOS (und)	Espesor de aislamiento (mm)	Espes. Cubierta (mm)	Peso Aprox (Kg/Km)	Amperaje aire (A)	Amperaje ducto 30°C (A)
4	7	0.7	0.9	196	55	55
6	7	0.7	0.9	260	65	68
10	7	0.7	0.9	388	90	95
16	7	0.7	0.9	569	125	125
25	7	0.9	0.9	864	160	160
⋮						

TABLA N° 2 TABLA DE DATOS TECNICOS DE CONDUCTOR N2XOH

Fuente: Elaboración propia, datos del fabricante

TABLERO GENERAL		
Alimentación	3 Fases	TIERRA
I_n	99.9 A	
I_d	124.87 A	
Selectividad de conductor alimentador (N2XOH)	16 mm ²	16mm ²

Tabla 14. Calculo de corriente tablero general

Fuente: Elaboración propia

Calculo de áreas de la institución

$$\text{Area exterior} = \left[\frac{(33.6 + 37.07)}{2} \times 12.91 \right] + [14.85 \times 13.43]$$

$$\text{Area exterior primer piso} = 655.68 \text{ m}^2$$

$$\text{Area exterior 2do. 5to piso} = 4x \left\{ \left[\frac{(33.6 + 35.79)}{2} \times 8.15 \right] + \left[\frac{(17.39 + 18.66)}{2} \right] \times 4.71 \right\}$$

$$\text{Area exterior 2do} - \text{5to piso} = 4x\{344.09\} = 1376.36 \text{ m}^2$$

$$\text{Area exterior total del colegio} = 655.68 \text{ m}^2 + 1376.36 \text{ m}^2 = 2032.04 \text{ m}^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Area aulas 1er. 3er piso} = 3x \left\{ 7.14x5.05 + 7.17x5.05 + \left[\frac{(6.97 + 7.44)}{2} \right] \times 5.2 + \left[\frac{(8.15 + 7.2)}{2} \right] \times 5.2 + \left[\frac{(6.85 + 7.07)}{2} \right] \times 6.72 \right\}$$

$$\text{Area aulas 1er} - \text{3er piso} = 3x\{196.37\} = 589.11 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Area aulas 4to piso} &= 7.14x5.05 + 7.17x5.05 + \left[\frac{(6.97 + 7.44)}{2} \right] \times 5.2 + \left[\frac{(8.15 + 7.2)}{2} \right] \times 5.2 + \left[\frac{(6.85 + 7.07)}{2} \right] \times 6.72 \\ &+ \left[\frac{(3.76 + 3.37)}{2} \right] \times 5.56 + \left[\frac{(3.36 + 3.08)}{2} \right] \times 4.43 + 1.81 \times 1.13 \end{aligned}$$

$$\text{Area aulas 4to piso} = 233.39 \text{ m}^2$$

$$\text{Area aulas 5to piso} = 7.14x5.05 + 7.17x5.05 + \left[\frac{(6.97 + 7.44)}{2} \right] \times 5.2 + \left[\frac{(8.15 + 7.2)}{2} \right] \times 5.2$$

$$\text{Area aulas 5to piso} = 149.6 \text{ m}^2$$

$$\text{Area total de aulas} = 589.11 + 233.39 + 149.6 = 972.1 \text{ m}^2 \dots\dots\dots(2)$$

a) Cuadro de carga sub-tablero 1

Considerando que se tiene una temperatura ambiente de 20~30°C se considerarán las cargas existentes. Calcularemos la corriente de alimentación del tablero TD-1 y aplicados 1.25 para la corriente de diseño para que los conductores trabajen al 80% de su capacidad.

CUADRO DE CARGAS TD-1						
N°	Descripción	Cant.	Pot und.(W)	Pot. total (W)	F.D.	Dem. Max. (W)
1	Luminaria	39	72	2808	0.75	2106
2	Computadora / laptop	7	300	2100	0.75	1575
3	Proyector	5	293	1465	0.75	1098.75
4	Impresora	2	150	300	0.75	225
5	Reflector LED	3	100	300	0.50	150
6	Aspiradora	1	1300	1300	0.50	650
7	Extras (timbre, reloj control de asistencia y otros)	1	150	150	0.75	112.5
						5917.25

Tabla 15. Cuadro de cargas de TD-1

Fuente: Elaboración propia

$$I_n = \frac{5917.25}{220 * \sqrt{3} * 0.95}$$

$$I_n = 16.34 \text{ A}$$

$$I_d = 1.25 * 16.34$$

$$I_d = 20.43 \text{ A}$$

SUB-TABLERO TD-1		
alimentación	3 Fases	TIERRA
I_n	16.34	
I_d	20.43	
Selectividad de conductor (LSOH-80)	2.5 mm ²	2.5 mm ²

Tabla 16. Cálculo de corriente de tablero TD-1

Fuente: Elaboración propia

b) Cuadro de carga sub-tablero 2

Considerando que se tiene una temperatura ambiente de 20~30°C se considerarán las cargas existentes. Calcularemos la corriente de alimentación del tablero TD-2 y aplicados 1.25 para la corriente de diseño para que los conductores trabajen al 80% de su capacidad.

CUADRO DE CARGAS TD-2 (computo)						
N°	Descripción	Cant.	Pot und.(W)	Pot. total (W)	F.D.	Dem. Max. (W)
1	Luminaria	2	72	144	0.75	108
2	Computadora / laptop	26	300	7800	1	7800
3	Proyector	1	293	293	1	293
4	Kit de 8 Cámaras de seguridad	1	92	92	1	92
5	Extras (otros)	1	100	100	0.75	75
						8368

Tabla 17. Cuadro de cargas de TD-2

Fuente: Elaboración propia

$$I_n = \frac{8368}{220 * \sqrt{3} * 0.95}$$

$$I_n = 23.12 \text{ A}$$

$$I_d = 1.25 * 23.12$$

$$I_d = 28.90 \text{ A}$$

SUB-TABLERO TD-2 (computo)		
alimentación	3 Fases	TIERRA
I_n	23.12	
I_d	28.90	
Selectividad de conductor (LSOH-80)	4 mm ²	4 mm ²

Tabla 18. Cálculo de corriente de tablero TD-2

Fuente: Elaboración propia

c) Cuadro de carga sub-tablero 3

Considerando que se tiene una temperatura ambiente de 20~30°C se considerarán las cargas existentes en el segundo nivel. Calcularemos la corriente de alimentación del tablero TD-3 y aplicados 1.25 para la corriente de diseño para que los conductores trabajen al 80% de su capacidad.

CUADRO DE CARGAS TD-3						
N°	Descripción	Cant.	Pot und.(W)	Pot. total (W)	F.D.	Dem. Max. (W)
1	Luminaria	28	72	2016	0.75	1512
2	Computadora / laptop	5	300	1500	0.75	1125
3	Proyector	4	293	1172	0.75	879
4	Impresora	1	1500	1500	0.75	1125
5	Aspiradora	1	1300	1300	0.50	650
6	Extras (otros)	1	100	100	0.75	75
						5366

Tabla 19. Cuadro de cargas de TD-3

Fuente: Elaboración propia

$$I_n = \frac{5366}{220 * \sqrt{3} * 0.95}$$

$$I_n = 14.82 \text{ A}$$

$$I_d = 1.25 * 14.82$$

$$I_d = 18.53 \text{ A}$$

SUB-TABLERO TD-3		
alimentación	3 Fases	TIERRA
I_n	14.82	
I_d	18.53	
Selectividad de conductor (LSOH-80)	2.5 mm ²	2.5 mm ²

Tabla 20. Cálculo de corriente de tablero TD-3

Fuente: Elaboración propia

d) Cuadro de carga sub-tablero 4

Considerando que se tiene una temperatura ambiente de 20~30°C se considerarán las cargas existentes en el tercer nivel. Calcularemos la corriente de alimentación del tablero TD-4 y aplicados 1.25 para la corriente de diseño para que los conductores trabajen al 80% de su capacidad.

CUADRO DE CARGAS TD-4						
N°	Descripción	Cant.	Pot und.(W)	Pot. total (W)	F.D.	Dem. Max. (W)
1	Luminaria	32	72	2304	0.75	1728
2	Computadora / laptop	6	300	1800	0.75	1350
3	Proyector	5	293	1465	0.75	1098.75
4	Impresora	1	150	150	0.75	112.5
5	Aspiradora	1	1300	1300	0.50	650
6	Extras (otros)	1	100	100	0.75	75
						5014.25

Tabla 21. Cuadro de cargas de TD-4

Fuente: Elaboración propia

$$I_n = \frac{5014.25}{220 * \sqrt{3} * 0.95}$$

$$I_n = 13.85 \text{ A}$$

$$I_d = 1.25 * 13.85$$

$$I_d = 17.31 \text{ A}$$

SUB-TABLERO TD-4		
alimentación	3 Fases	TIERRA
I_n	13.85	
I_d	17.31	
Selectividad de conductor (LSOH-80)	2.5 mm ²	2.5 mm ²

Tabla 22. Cálculo de corriente de tablero TD-4

Fuente: Elaboración propia

e) Cuadro de carga sub-tablero 5

Considerando que se tiene una temperatura ambiente de 20~30°C se considerarán las cargas existentes en el cuarto nivel. Calcularemos la corriente de alimentación del tablero TD-5 y aplicados 1.25 para la corriente de diseño para que los conductores trabajen al 80% de su capacidad.

CUADRO DE CARGAS TD-5						
N°	Descripción	Cant.	Pot und.(W)	Pot. total (W)	F.D.	Dem. Max. (W)
1	Luminaria	33	72	2376	0.75	1782
2	Computadora / laptop	8	300	2400	0.75	1800
3	Proyector	8	293	2344	0.75	1758
5	Aspiradora	1	1300	1300	0.50	650
6	Extras (otros)	1	100	100	0.75	75
						6065

Tabla 23. Cuadro de cargas de TD-5

Fuente: Elaboración propia

$$I_n = \frac{6065}{220 * \sqrt{3} * 0.95}$$

$$I_n = 16.75 A$$

$$I_d = 1.25 * 16.75$$

$$I_d = 20.94 A$$

SUB-TABLERO TD-5		
alimentación	3 Fases	TIERRA
I_n	16.75	
I_d	20.94	
Selectividad de conductor (LSOH-80)	2.5 mm ²	2.5 mm ²

Tabla 24. Cálculo de corriente de tablero TD-5

Fuente: Elaboración propia

f) Cuadro de carga sub-tablero 6

Considerando que se tiene una temperatura ambiente de 20~30°C se consideran las cargas existentes en el quinto nivel. Calcularemos la corriente de alimentación del tablero TD-6 y aplicados 1.25 para la corriente de diseño para que los conductores trabajen al 80% de su capacidad.

CUADRO DE CARGAS TD-6						
N°	Descripción	Cant.	Pot und.(W)	Pot. total (W)	F.D.	Dem. Max. (W)
1	Luminaria	31	72	2232	0.75	1674
2	Computadora / laptop	4	300	1200	0.75	900
3	Proyector	4	293	1172	0.75	879
4	Microondas	1	1200	1200	0.5	600
5	Refrigeradora	3	350	1050	1	1050
6	Aspiradora	1	1300	1300	0.50	650
7	Extras (otros)	1	100	100	0.75	75
						5828

Tabla 25. Cuadro de cargas de TD-6

Fuente: Elaboración propia

$$I_n = \frac{5828}{220 * \sqrt{3} * 0.95}$$

$$I_n = 16.10 \text{ A}$$

$$I_d = 1.25 * 16.10$$

$$I_d = 20.13 \text{ A}$$

SUB-TABLERO TD-6		
alimentación	3 Fases	TIERRA
I_n	16.10	
I_d	20.13	
Selectividad de conductor (LSOH-80)	2.5 mm ²	2.5 mm ²

Tabla 26. Cálculo de corriente de tablero TD-6

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Selección de dispositivos de protección

Correspondiente a los circuitos derivados realizaremos los cálculos para el seleccionamiento de protección.

TABLERO GENERAL					
		CIRCUITOS		CIRCUITOS	
1	3x125	IG		5	3x20
2	3x20	TD-1		6	3x20
3	3x32	TD-2		7	3x20
4	3x20	TD-3		8	2x32
					Reserva

Tabla 27. Circuitos derivados del tablero TG

Fuente: Elaboración propia

a) Sub-tablero 1

Considerando que se tiene una temperatura en el ambiente de 20 a 30°C, se seleccionan los ITM adecuados para cada circuito tal como se muestra en el cuadro adjunto.

SUB-TABLERO TD-1				
CIRCUITOS	POTENCIA	AMPERIOS	SELECCIÓN DE CONDUCTOR	SELECCIÓN DE ITM
General	5917	16.34	2.5	3x20
Iluminación 1	1143	5.47	2.5	2x16
Iluminación 2	1188	5.68	2.5	2x16
Tomacorriente 1	1902	9.10	2.5	2x20
Tomacorriente 2	3059.25	14.64	2.5	2x20

Tabla 28. Cálculo de protecciones del tablero TD-1

Fuente: Elaboración propia

SUB-TABLERO TD-1					
		CIRCUITOS		CIRCUITOS	
1	2x32	IG		6	2x25
2	2x25	ID. de Iluminación 1		7	2x20
3	2x16	Iluminación 1		8	2x25
4	2x25	ID. de Iluminación 2		9	2x20
5	2x16	Iluminación 2			
					Diferencial de Tomacorrientes 1
					Tomacorrientes 1
					Diferencial de Tomacorrientes 2
					Tomacorrientes 2

Tabla 29. Circuitos derivados del tablero TD-1

Fuente: Elaboración propia

b) Sub-tablero 2:

Considerando que se tiene una temperatura en el ambiente de 20 a 30°C, se seleccionan los ITM adecuados para cada circuito tal como se muestra en el cuadro adjunto.

SUB-TABLERO TD-2 (computo)				
CIRCUITOS	POTENCIA	AMPERIOS	SELECCIÓN DE CONDUCTOR	SELECCIÓN DE ITM
General	8368	23.12	4	3x32
Iluminación	108	0.52	2.5	2x16
PC Derecha	3900	18.66	4	2x25
PC Izquierda	3900	18.66	4	2x25
Cámaras	485	2.32	2.5	2x16

Tabla 30. Cálculo de protecciones del tablero TD-2

Fuente: Elaboración propia

SUB-TABLERO TD-2 (computo)					
		CIRCUITOS			CIRCUITOS
1	3x32	IG	7	2x16	Cámara
2	2x25	Diferencial de PC Izq	8	2x25	Diferencial iluminación
3	2x25	PC Izq	9	2x16	Iluminación
4	2x25	Diferencial de PC Der	10	2x25	Reserva
5	2x25	PC Der	11	2x25	Reserva
6	2x25	Diferencial de Cámara	12	2x25	Reserva

Tabla 31. Circuitos derivados del tablero TD-2

Fuente: Elaboración propia

c) Sub-tablero 3

Considerando que se tiene una temperatura en el ambiente de 20 a 30°C, se seleccionan los ITM adecuados para cada circuito tal como se muestra en el cuadro adjunto.

SUB-TABLERO TD-3				
CIRCUITOS	POTENCIA	AMPERIOS	SELECCIÓN DE CONDUCTOR	SELECCIÓN DE ITM
General	5366	14.82	2.5	3x20
Iluminación 1	756	3.62	2.5	2x16
Iluminación 2	756	3.62	2.5	2x16
Tomacorriente 1	1902	9.10	2.5	2x20
Tomacorriente 2	3471.75	16.61	4	2x25

Tabla 32. Cálculo de protecciones del tablero TD-3

Fuente: Elaboración propia

SUB-TABLERO TD-3					
		CIRCUITOS			CIRCUITOS
1	3x20	IG	6	2x25	Diferencial de Tomacorrientes 1
2	2x25	ID. de Iluminación 1	7	2x20	Tomacorrientes 1
3	2x16	Iluminación 1	8	2x25	Diferencial de Tomacorrientes 2
4	2x25	ID. de Iluminación 2	9	2x20	Tomacorrientes 2
5	2x16	Iluminación 2			

Tabla 33. Circuitos derivados del tablero TD-3

Fuente: Elaboración propia

d) Sub-tablero 4

Considerando que se tiene una temperatura en el ambiente de 20 a 30°C, se seleccionan los ITM adecuados para cada circuito tal como se muestra en el cuadro adjunto.

SUB-TABLERO TD-4				
CIRCUITOS	POTENCIA	AMPERIOS	SELECCIÓN DE CONDUCTOR	SELECCIÓN DE ITM
General	5014.25	13.85	2.5	3x20
Iluminación 1	918	4.39	2.5	2x16
Iluminación 2	810	3.88	2.5	2x16
Tomacorriente 1	1902	9.10	2.5	2x20
Tomacorriente 2	1928.81	9.23	2.5	2x20

Tabla 34. Cálculo de protecciones del tablero TD-4

Fuente: Elaboración propia

SUB-TABLERO TD-4				
		CIRCUITOS	CIRCUITOS	
1	3x20	IG	6	2x25 Diferencial de Tomacorrientes 1
2	2x25	ID. de Iluminación 1	7	2x20 Tomacorrientes 1
3	2x16	Iluminación 1	8	2x25 Diferencial de Tomacorrientes 2
4	2x25	ID. de Iluminación 2	9	2x20 Tomacorrientes 2
5	2x16	Iluminación 2		

Tabla 35. Circuitos derivados del tablero TD-4

Fuente: Elaboración propia

e) Sub-tablero 5

Considerando que se tiene una temperatura en el ambiente de 20 a 30°C, se seleccionan los ITM adecuados para cada circuito tal como se muestra en el cuadro adjunto.

SUB-TABLERO TD-5				
CIRCUITOS	POTENCIA	AMPERIOS	SELECCIÓN DE CONDUCTOR	SELECCIÓN DE ITM
General	6065	16.75	2.5	3x20
Iluminación 1	918	4.39	2.5	2x16
Iluminación 2	864	4.13	2.5	2x16
Tomacorriente 1	1902	9.10	2.5	2x20
Tomacorriente 2	3681	17.61	4	2x25

Tabla 36. Cálculo de protecciones del tablero TD-5

Fuente: Elaboración propia

SUB-TABLERO TD-5					
		CIRCUITOS			CIRCUITOS
1	3x20	IG	6	2x25	Diferencial de Tomacorrientes 1
2	2x25	ID. de Iluminación 1	7	2x20	Tomacorrientes 1
3	2x16	Iluminación 1	8	2x25	Diferencial de Tomacorrientes 2
4	2x25	ID. de Iluminación 2	9	2x20	Tomacorrientes 2
5	2x16	Iluminación 2			

Tabla 37. Circuitos derivados del tablero TD-5

Fuente: Elaboración propia

f) Sub-tablero 6:

Considerando que se tiene una temperatura en el ambiente de 20 a 30°C, se seleccionan los ITM adecuados para cada circuito tal como se muestra en el cuadro adjunto.

SUB-TABLERO TD-6				
CIRCUITOS	POTENCIA	AMPERIOS	SELECCIÓN DE CONDUCTOR	SELECCIÓN DE ITM
General	5828	16.10	2.5	3x20
Iluminación 1	864	4.13	2.5	2x16
Iluminación 2	1026	4.91	2.5	2x16
Tomacorriente 1	2304	11.02	2.5	2x20
Cocina	1762.5	8.43	2.5	2x20

Tabla 38. Cálculo de protecciones del tablero TD-6

Fuente: Elaboración propia

SUB-TABLERO TD-6					
		CIRCUITOS			CIRCUITOS
1	3x20	IG	6	2x25	Diferencial de Tomacorrientes 1
2	2x25	ID. de Iluminación 1	7	2x20	Tomacorrientes 1
3	2x16	Iluminación 1	8	2x25	Diferencial de Cocina
4	2x25	ID. de Iluminación 2	9	2x20	Cocina
5	2x16	Iluminación 2			

Tabla 39. Circuitos derivados del tablero TD-6

Fuente: Elaboración propia

ρ : 0.022784

L: 22

I: 99.9

ΔU : 3%

U: 220

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 0.018512 * 22 * 99.9}{16 * 220}$$

$$S = 2\%$$

Cálculos para caída de tensión						
Circuitos	Distancia	Resistividad	Intensidad	Fases	Sección	Caída de tensión
TG	22	0.018512	99.9	3	16	2%
TD-2 (Computo)	26	0.018512	23.12	3	10	0.88%
Punto más lejano de TD-2	7.48	0.018512	17.22	2	4	Σ 0.94%
TD-3 (2do piso)	4	0.018512	14.82	3	2.5	0.35%
Punto más lejano de TD-3	32.41	0.018512	7.53	2	4	Σ 1.5%
TD-4 (3er piso)	6	0.018512	13.85	3	2.5	0.48%
Punto más lejano de TD-4	28.41	0.018512	3.88	2	2.5	Σ 1.04%
TD-5 (4to piso)	8	0.018512	16.75	3	2.5	0.78%
Punto más lejano de TD-5	32.41	0.018512	6.15	2	2.5	Σ 1%
TD-6 (6to piso)	10	0.018512	16.10	3	2.5	0.94%
Punto más lejano de TD-6	20	0.018512	5.25	2	2.5	Σ 0.8%

Tabla 40. Calculo de caída de tensión

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Niveles de iluminación en aulas

Calcularemos el nivel de iluminarias del salón más grande en el primer piso para saber si se cuenta con un nivel de iluminación adecuado para la actividad de lectura y estudio para la cual es utilizado.

3.2.4.1. Característica del aula:

Largo: 5.05

Ancho: 7.14

Altura: 2.82

$$S = A * B$$

$$S = 5.05 * 7.14 = 36.06 \text{ m}^2$$

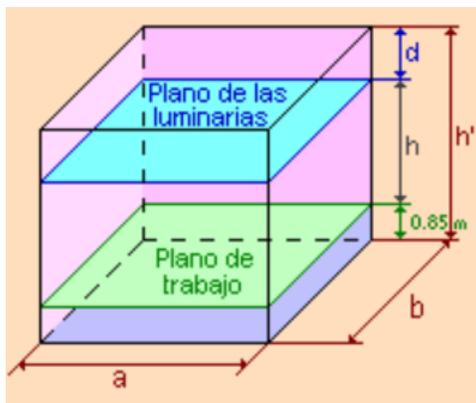
3.2.4.2. Nivel adecuado de iluminación:

Según la tabla para un aula el nivel de iluminación en lux es **500lx** ya que las aulas del primer piso son aulas de inicia (guardería) y aulas.

3.2.4.3. Índice K:

Aplicaremos la formula la formula (4) antes mencionada.

$$k = \frac{A * B}{h(A + B)}$$



$$\text{Si } h' = 2.82 \text{ m}$$

$$d = 0.1 \text{ m}$$

$$h = 2.82 - 0.85 - 0.1$$

$$h = 1.87$$

FIGURA N° 7 INDICE LOCAL K

Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>

$$k = \frac{36.06}{1.87 * (5.05 + 7.14)} = 1.58$$

3.2.4.4. Coeficiente de reflexión de techo y pared:

Ya que el color del techo es blanco y de la pared es color crema se considerará un coeficiente de reflexión de 0.7 y 0.5 respectivamente, estos valores se toman teniendo en cuenta la tabla N°5.

Tipo de luminaria



Ilustración 12. Luminaria seleccionada

Fuente: <https://opalux.com.pe/?product=fluorescente-led-18w-opalux-1-20mts-t8-2000-lumens-luz-blanca-6500k-220v-50000hrs-g13>

Las características del fabricante para este fluorescente led son las siguientes:

Fluorescente tipo rejilla 4x72

Numero de tubos:	4
Lumenes del fluorescente LED:	2000 lm c/u
Flujo luminoso:	8000 lumenes
Tipo:	tubo LED 18W c/u

Potencia de lámpara: 72 W
 Voltaje: 220V
 Dimensiones: largo 1.22x0.55x0.07 M

1) Factor de utilización:

Según tabla N°7 el factor utilización μ será de 0.42

Factor de Utilización de Algunas Luminarias			Techo							
			75 %		50 %		30 %			
			Paredes							
Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	50 %	20 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
			semidirecta	zócalo solo o con cubierta difusora	0,50 ÷ 0,70 0,70 ÷ 0,90 0,90 ÷ 1,10 1,10 ÷ 1,40 1,40 ÷ 1,75 1,75 ÷ 2,25 2,25 ÷ 2,75 2,75 ÷ 3,50 3,50 ÷ 4,50 4,50 ÷ 6,50	0,28 0,35 0,39 0,45 0,49 0,56 0,60 0,64 0,68 0,70	0,22 0,29 0,33 0,38 0,42 0,50 0,55 0,59 0,62 0,65	0,18 0,25 0,30 0,33 0,37 0,44 0,50 0,54 0,59 0,62	0,26 0,33 0,37 0,40 0,43 0,49 0,53 0,56 0,61 0,65	0,21 0,27 0,32 0,36 0,39 0,44 0,48 0,51 0,56 0,62
mixta	difusores	0,50 ÷ 0,70 0,70 ÷ 0,90 0,90 ÷ 1,10 1,10 ÷ 1,40 1,40 ÷ 1,75 1,75 ÷ 2,25 2,25 ÷ 2,75 2,75 ÷ 3,50 3,50 ÷ 4,50 4,50 ÷ 6,50	0,26 0,32 0,37 0,42 0,47 0,52 0,57	0,23 0,29 0,33 0,36 0,39 0,43 0,46 0,51	0,21 0,27 0,31 0,34 0,36 0,40 0,43 0,46	0,23 0,28 0,31 0,34 0,36 0,41 0,44 0,46 0,49	0,21 0,26 0,29 0,31 0,33 0,38 0,40 0,44 0,47	0,19 0,24 0,27 0,30 0,32 0,35 0,39 0,41	0,19 0,26 0,30 0,32 0,34 0,37 0,39 0,42	0,17 0,21 0,24 0,28 0,30 0,33 0,36 0,38 0,41
directa	reflectores de haz amplio	0,50 ÷ 0,70 0,70 ÷ 0,90 0,90 ÷ 1,10 1,10 ÷ 1,40 1,40 ÷ 1,75 1,75 ÷ 2,25 2,25 ÷ 2,75 2,75 ÷ 3,50 3,50 ÷ 4,50 4,50 ÷ 6,50	0,38 0,46 0,50 0,54 0,58 0,62 0,67 0,72 0,74	0,32 0,42 0,46 0,50 0,54 0,59 0,64 0,70 0,71	0,28 0,38 0,43 0,48 0,51 0,56 0,61 0,67 0,69	0,37 0,46 0,50 0,53 0,56 0,60 0,65 0,70 0,72	0,32 0,41 0,46 0,50 0,53 0,58 0,63 0,68 0,70	0,28 0,38 0,43 0,47 0,50 0,56 0,61 0,66 0,68	0,31 0,41 0,46 0,49 0,52 0,58 0,62 0,67 0,69	0,28 0,38 0,43 0,47 0,50 0,56 0,61 0,66 0,67
directa	reflectores de haz medio	0,50 ÷ 0,70 0,70 ÷ 0,90 0,90 ÷ 1,10 1,10 ÷ 1,40 1,40 ÷ 1,75 1,75 ÷ 2,25 2,25 ÷ 2,75 2,75 ÷ 3,50 3,50 ÷ 4,50 4,50 ÷ 6,50	0,35 0,43 0,48 0,53 0,57 0,61 0,64 0,68 0,69	0,32 0,39 0,45 0,50 0,53 0,57 0,61 0,66 0,67	0,30 0,37 0,42 0,47 0,50 0,53 0,55 0,59 0,66	0,35 0,42 0,47 0,52 0,56 0,59 0,62 0,63 0,67	0,32 0,39 0,44 0,49 0,52 0,57 0,60 0,63 0,66	0,30 0,37 0,42 0,47 0,50 0,54 0,58 0,61 0,64	0,32 0,39 0,43 0,48 0,52 0,56 0,59 0,61 0,63	0,30 0,37 0,41 0,46 0,50 0,54 0,57 0,59 0,62

TABLA N° 7 FACTOR DE UTILIZACIÓN

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnica/interior>

2) Tipo de mantenimiento

Ya que las aulas son ambientes cerrados se considerará un nivel de suciedad regular 0.8 para esto se tomará en cuenta la tabla N°7

3) Flujo total:

Tomaremos en cuenta formula (5)

$$QT = \frac{500 * 36.06 * 0.8}{0.42}$$

$$QT = 34342.9$$

4) Calculo del número de luminarias

Para el cálculo del número de luminarias tomaremos en cuenta la formula (6)

$$n \text{ de lamparas} = \frac{34342.9}{8000}$$

$$n \text{ de lamparas} = 4.29 \approx 4$$

ILUMINACION PRIMER PISO									
DESCRIPCIÓN	AMBIENTE			ILUMINACIÓN (LUX)	FLUJO LUMINOSO	K	μ	FLUJO TOTAL	# DE LUMINARIAS
	AREA (S)	ALTURA (h')	ALTURA DE TRABAJO						
AULA 1	36.06	2.82	1.87	500	8000	1.58	0.42	34342.9	4
AULA 2	36.20	2.82	1.87	500	8000	1.59	0.42	34476.2	4
AULA 3	37.47	2.82	1.87	500	8000	1.65	0.42	35685.7	4
AULA 4	39.91	2.82	1.87	500	10400	1.72	0.42	38009.5	4
AULA 5	46.77	2.82	1.87	500	10400	1.84	0.46	40669.6	4
DIRECCIÓN	11.13	2.82	1.87	300	5200	0.90	0.37	7219.5	1

Tabla 41. Calculo luminarias 1er piso

ILUMINACION SEGUNDO PISO									
DESCRIPCIÓN	AMBIENTE			ILUMINACIÓN (LUX)	FLUJO LUMINOSO	K	μ	FLUJO TOTAL	# DE LUMINARIAS
	AREA (S)	ALTURA (h')	ALTURA DE TRABAJO						
AULA 6	36.06	2.82	1.87	500	8000	1.58	0.42	34342.9	4
AULA 7	36.20	2.82	1.87	500	8000	1.59	0.42	34476.2	4
AULA 8	37.47	2.82	1.87	500	8000	1.65	0.42	35685.7	4
AULA 9	39.91	2.82	1.87	500	10400	1.72	0.42	38009.5	4
AULA 10 (computo)	46.77	2.82	1.87	300	10400	1.84	0.46	24401.7	2
AULA DE PROFESORES	11.13	2.82	1.87	300	5200	0.90	0.37	7219.5	1

Tabla 42. Calculo luminarias 2do piso

Fuente: Elaboración propia

ILUMINACION TERCER PISO									
DESCRIPCIÓN	AMBIENTE			ILUMINACIÓN (LUX)	FLUJO LUMINOSO	K	μ	FLUJO TOTAL	# DE LUMINARIAS
	AREA (S)	ALTURA (h')	ALTURA DE TRABAJO						
AULA 11	36.06	2.82	1.87	500	8000	1.58	0.42	34342.9	4
AULA 12	36.20	2.82	1.87	500	8000	1.59	0.42	34476.2	4
AULA 13	37.47	2.82	1.87	500	8000	1.65	0.42	35685.7	4
AULA 14	39.91	2.82	1.87	500	10400	1.72	0.42	38009.5	4
AULA 15	46.77	2.82	1.87	500	10400	1.84	0.46	40669.6	4
PSICOLOGÍA	11.13	2.82	1.87	300	5200	0.90	0.37	7219.5	1

Tabla 43. Calculo luminarias 3er piso

Fuente: Elaboración propia

ILUMINACION CUARTO PISO									
AMBIENTE				ILUMINACIÓN (LUX)	FLUJO LUMINOSO	K	μ	FLUJO TOTAL	# DE LUMINARIAS
DESCRIPCIÓN	AREA (S)	ALTURA (h')	ALTURA DE TRABAJO						
AULA 16	36.06	2.82	1.87	500	8000	1.58	0.42	34342.9	4
AULA 17	36.20	2.82	1.87	500	8000	1.59	0.42	34476.2	4
AULA 18	37.47	2.82	1.87	500	8000	1.65	0.42	35685.7	4
AULA 19	39.91	2.82	1.87	500	10400	1.72	0.42	38009.5	4
AULA 20	19.15	2.82	1.87	500	8000	1.16	0.40	19150	2
AULA 21	19.59	2.82	1.87	500	8000	1.11	0.40	19590	2
AULA 22	16.31	2.82	1.87	500	8000	0.95	0.37	17632.4	2
AULA 23	19.82	2.82	1.87	500	8000	1.16	0.40	19820	2

Tabla 44. Cálculo luminarias 4to piso

Fuente: Elaboración propia

ILUMINACION QUINTO PISO									
AMBIENTE				ILUMINACIÓN (LUX)	FLUJO LUMINOSO	K	μ	FLUJO TOTAL	# DE LUMINARIAS
DESCRIPCIÓN	AREA (S)	ALTURA (h')	ALTURA DE TRABAJO						
AULA 24	36.06	2.82	1.87	500	8000	1.58	0.42	34342.9	4
AULA 25	36.20	2.82	1.87	500	8000	1.59	0.42	34476.2	4
AULA 26	37.47	2.82	1.87	500	8000	1.65	0.42	35685.7	4
AULA 25	39.91	2.82	1.87	500	10400	1.72	0.42	38009.5	4
AULA 26	46.77	2.82	1.87	500	10400	1.84	0.46	40669.6	4
AULA PROFESORES	11.13	2.82	1.87	300	5200	0.90	0.37	7219.5	1

Tabla 45. Cálculo luminarias 5to piso

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Puesta a tierra

Según lo presentado en las formulas anteriormente mencionadas.

$$R = \frac{\rho * (\ln(4 * \frac{L}{a}) - 1)}{2 * \pi * L}$$

Teniendo en cuenta que tenemos este terreno cuenta con arena húmeda.

Resistividad del terreno: 30 Ω /m

Longitud de varilla: 2.4 m

Díámetro de varilla: 3/4" \approx 0.019 m

$$R = \frac{30 * (\ln(4 * \frac{2.4}{0.019}) - 1)}{2 * \pi * 2.4}$$

$$R = 10.35\Omega$$

3.3. Resultados

3.3.1. Seleccionamiento de conductores:

El colegio tiene actualmente un cable alimentado con una distancia de 22 m desde el medidor hasta el tablero general, la canalización es empotrada por el suelo y pared de concreto, según el cuadro de máxima demanda planteado, necesitamos hacer el cambio del alimentador debido a que el cable alimentador actual es insuficiente.

Con los calculos demostrados se demuestra que se a tenido un subdimensionamiento en la selectividad con lo cual se sustenta su cambio respectivo a lo recomendado.

A continuación, presentamos un resumen de la selectividad de los conductores.

Resumen de selección de conductores				
Tablero	Tipo de cable	Circuitos derivados	Intensidad de diseño	Sección
TG	N2XOH	Alimentación	124.87 A	16 mm ²
TD-1	LSOH-80	Alimentación	20.43 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Iluminación1	6.84 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Iluminación 2	7.1 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Tomacorriente 1	11.38 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Tomacorriente 2	18.3 A	2.5 mm ²
TD-2	LSOH-80	Alimentación	28.90 A	10 mm ²
	LSOH-80	Iluminación	0.65 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	PC Derecha 1	23.33 A	4 mm ²
	LSOH-80	PC Izquierda 2	23.33 A	4 mm ²
	LSOH-80	Cámaras	2.32 A	2.5 mm ²
TD-3	LSOH-80	Alimentación	18.53 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Iluminación1	4.53 A	2.5 mm ²

	LSOH-80	Iluminación 2	4.43 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Tomacorriente 1	11.38 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Tomacorriente 2	20.76 A	4 mm ²
TD-4	LSOH-80	Alimentación	17.31 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Iluminación1	5.48 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Iluminación 2	4.85 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Tomacorriente 1	11.38 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Tomacorriente 2	11.53 A	2.5 mm ²
TD-5	LSOH-80	Alimentación	20.94 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Iluminación1	5.49 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Iluminación 2	5.16 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Tomacorriente 1	11.38 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Tomacorriente 2	22.01 A	4 mm ²
TD-6	LSOH-80	Alimentación	20.13 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Iluminación1	5.16 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Iluminación 2	6.14 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Tomacorriente 1	13.78 A	2.5 mm ²
	LSOH-80	Cocina	10.54 A	2.5 mm ²

Tabla 46. Resumen de selección de conductores

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Selección de dispositivos de protección:

Considerando los cálculos se demuestra que ha habido un sobre dimensionamiento en la selectividad de los ITM por lo cual se fundamentan los cambios correspondientes, por otra parte, la institución no utiliza interruptores diferenciales en el rediseño propuestos siguiendo los acuerdos dados por las normativas ya mencionadas los interruptores diferenciales serán de igual o mayor amperaje de los interruptores termomagnéticos para lo cual siguen las recomendaciones del

PRONIED en el caso de aulas de computo se recomienda el uso de **interruptores diferenciales inmunizados ya que son más sensible a los equipos electrónicos**. A continuación, presentamos un resumen de la selectividad de los ITM.

Resumen de selección de protecciones (ITM)					
Tablero	Tipo de cable	Circuitos derivados	Sección	ITM	ID
TG	N2XOH	Alimentación	16 mm ²	3x125	-
TD-1	LSOH-80	Alimentación	2.5 mm ²	3x20	-
	LSOH-80	Iluminación1	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Iluminación 2	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Tomacorriente 1	2.5 mm ²	2x20	2x25
	LSOH-80	Tomacorriente 2	2.5 mm ²	2x20	2x25
TD-2	LSOH-80	Alimentación	10 mm ²	3x32	-
	LSOH-80	Iluminación	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	PC Derecha 1	4 mm ²	2x25	2x25
	LSOH-80	PC Izquierda 2	4 mm ²	2x25	2x25
	LSOH-80	Cámaras	2.5 mm ²	2x16	2x25
TD-3	LSOH-80	Alimentación	2.5 mm ²	3x20	-
	LSOH-80	Iluminación1	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Iluminación 2	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Tomacorriente 1	2.5 mm ²	2x20	2x25
	LSOH-80	Tomacorriente 2	4 mm ²	2x25	2x25
TD-4	LSOH-80	Alimentación	2.5 mm ²	3x20	-
	LSOH-80	Iluminación1	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Iluminación 2	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Tomacorriente 1	2.5 mm ²	2x20	2x25

	LSOH-80	Tomacorriente 2	2.5 mm ²	2x20	2x25
TD-5	LSOH-80	Alimentación	2.5 mm ²	3x20	-
	LSOH-80	Iluminación1	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Iluminación 2	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Tomacorriente 1	2.5 mm ²	2x20	2x25
	LSOH-80	Tomacorriente 2	4 mm ²	2x25	2x25
		LSOH-80	Alimentación	2.5 mm ²	3x20
TD-6	LSOH-80	Iluminación1	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Iluminación 2	2.5 mm ²	2x16	2x25
	LSOH-80	Tomacorriente 1	2.5 mm ²	2x20	2x25
	LSOH-80	Cocina	2.5 mm ²	2x20	2x25

Tabla 47. Resumen de selección de protecciones

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Caídas de tensión:

Según los cálculos y de acuerdo a las distancias que se tiene en la institución, se tendría una caída de tensión fuera de lo permitido en la norma, en la alimentación del TD-2 (aula de computo), debido a esto es que se aumentará la sección del mismo a los 10mm².

Con respecto a los demás valores se tiene la conformidad de que en las sumatorias de caída de tensión no se ha sobrepasado el 4%.

3.3.4. Niveles de iluminación en aulas:

Según los cálculos realizados y las inspecciones realizadas, las aulas de la institución cuentan un bajo nivel de iluminación.

Con los cálculos se ha demostrado que para que cumpla con los requerimientos de la normativa, se va a cambiar las luminarias en las aulas a fluorescentes LED de 4 tubos debido que con estas luminarias

se llega a los valores de lúmenes recomendados y con esto no sería necesario adicionar nuevos puntos de iluminación lo cual conlleva a un ahorro para la institución.

3.3.5. Puesta a tierra:

Para la elaboración del pozo tierra se siguen las normativas mencionadas anteriormente. El tipo de suelo para la ejecución del pozo tierra es el adecuado (Anexo) para lo cual se propone la instalación de 2 pozos tierra verticales, uno para la instalación y otro específico para el laboratorio de computo, los cuales estarán distanciados mínimo a una distancia de 3 metros entre ellos, con los cálculos se demuestra que tendríamos unos valores de resistencia aceptables con los cuales se puede trabajar con normalidad.

En su ejecución se excavarán 3.0m de profundidad se hidratará el pozo, se aplicarán sal industrial para pozo tierra lo cual ayudará a reducir la resistividad, se instalará la barra de cobre de 3/4", en cada metro se aplicarán las dosis de thorgel y se llenará el pozo con la misma tierra extraída mezclada con 3 sacos de bentonita lo cual beneficiará al pozo tierra en la absorción y en mantenerlo hidratado. Finalizado esto se recomienda realizarle un mantenimiento de una vez al año para mantener los valores de resistencia según normativa.

CONCLUSIÓN

- Al realizar el rediseño en la institución educativa se utilizará cables libres de halógeno ya que son retardantes al fuego, se aplican nuevos tableros de distribución ya que en la actualidad son carentes en la instalación, los tableros deberán estar correctamente identificados y respectivamente aterrados, por otra parte no se tienen observaciones en la altura de los tableros existentes, en los nuevos tableros igualmente se seguirá las recomendaciones del CNE en el cual especifica que los tableros deben ser ubicados de tal manera que sus dispositivos de protección no estén a más de 1.70 m, se considera las ubicaciones de luces de emergencia en zonas de evacuación escalera y cerca a los tablero electricos.
- Según los cálculos realizados teniendo en cuenta las cargas existentes se fundamenta que se ha tenido un subdimensionamiento de los conductores en los circuitos de alimentación, con los cual se realizará el cambio correspondiente según lo calculado.
- Se concluye que los dispositivos de protección que se han utilizado se encuentran sobredimensionados, para lo cual con los cálculos se fundamentan que los dispositivos de protecciones estarán acordes selectivamente, de acuerdo a los conductores utilizados y a las cargas que se tienen en la instalación.
- Se fundamenta según los cálculos que en la instalación no se presentan caídas de voltaje considerables en los circuitos derivados de los sub-tableros, sin embargo, en los tramos de los alimentadores a los sub-tableros se observa que si ha sido necesario aumentar la sección del conductor para la alimentación del tablero TD-2 debido a que, si se mantenía con una sección menor, la sumatoria en las caídas de tensión sobrepasarían lo permitido por el CNE.
- La iluminación en las aulas no era la suficiente porque no se ha utilizado la luminaria adecuada, para lo cual en el cálculo se demuestra que con la luminaria adecuada y con 4 puntos de iluminación en las aulas, se contaría con un nivel adecuado de iluminación.
- Se propone 2 pozos con una separación adecuada de 3 metros entre ellos, uno exclusivo para el laboratorio de cómputo y otro para las áreas restantes. Estos

pozos tierra estarán dentro de la institución y su ubicación se especifica en los planos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el cambio del cableado de la institución ya que sus valores de aislamiento, aunque aún están dentro del rango aceptado, cuenta con valores bajos.
- Se recomienda la investigación de la tarifa eléctrica (actualmente se cuenta con una tarifa BT5B) que pueda ser más adecuada al horario de actividades de la institución ya que en su mayoría se trabaja en horas fuera de punta.
- Se sugiere realizar los trámites para poder gestionar un aumento de potencia en el suministro del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- resolución ministerial 083, v. (2019). Instalaciones eléctricas interiores del reglamento nacional de edificaciones. el peruano. Obtenido de http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/1232019/12-03-2019_SE_RM-083-2019-VIVIENDA.pdf
- 017-AI-1, n. D. (1982). *NORMA DE ALUMBRADO DE INTERIORES Y CAMPOS DEPORTIVOS*. Lima: Ministerio de Energía y Minas.
- (31 de marzo de 2020). Obtenido de ikastaroak.birt: https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/IEI/IEI07/es_IEA_IEI07_Contenidos/website_323_medida_de_la_resistencia_de_aislamiento_de_la_instalacin.html
- C.N.E. (2006). *Código nacional de electricidad*. Lima: Diario oficial El peruano.
- FERNANDEZ, J. G. (s.f.). *CALCULO DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO*. Obtenido de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
- Flores Figueroa, K. R. (2017). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PUESTAS A TIERRA TRATADAS CON CEMENTO CONDUCTIVO PARA LA RED DE DATOS EN VARIAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA REGIÓN DE PUNO*.
- Generation. (2015-2017). *diesel service generation*. Obtenido de <http://venta-deplantasdeluz.com.mx/que-es-tablero-de-transferencia.html>
- Harper, E. (1998). *El abc del alumbrado y instalaciones eléctricas en baja tensión* (2da ed.). limusa. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/371950406/el-abc-del-alumbrado-y-istalaciones-electricas-en-baja-tension-pdf>
- IEC 60364-5-52:2009. (2009). Obtenido de <https://webstore.iec.ch/publication/1878>
- IEC 60364-5-52:2009, I. (s.f.). Obtenido de <https://webstore.iec.ch/publication/1878>
- IEC60947-1. (s.f.). *International Electrotechnical Commission*.
- León Palacios, D. r. (2014). *Levantamiento y rediseño adecuado de las instalaciones eléctricas del monasterio de la inmaculada concepción del catón Otavalo provincia de Imbabura*. Quito.
- LOSH-80, I. C. (s.f.). Obtenido de <https://www.elcope.com.pe/wp-content/uploads/LSOH-80-CL2.pdf>
- LSOH-80, I. C. (s.f.). Obtenido de <https://www.elcope.com.pe/wp-content/uploads/LSOH-80-CL2.pdf>

MANUAL ITSE. (2018). *MANUAL DE EJECUCIÓN DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE SEGURIDAD EN EDIFICACIONES*. Decreto supremo N° 002-2018.

N2XOH, I. f. (s.f.). Obtenido de

https://www.rojesan.com/sistema/cache/pdf/Ficha_Tecnica857151.pdf

Norma Técnica. (2021). *Criterios generales de diseño para infraestructura educativa*. Lima: Ministerio de educación.

Ramos, I. V. (2011). *La medición electrónica de la energía*. Ica: Osinergmin.

Obtenido de

http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/Foro_Electricidad_Ica_2011/Medicion_Electronica_Energia-Bravo.pdf

S.E.C., S. (2003). *Electricidad en instalaciones de consumo en baja tensión*.

Santiago: Nch elec. 4/2003.

SCHNEIDER ELECTRIC. (27 de 11 de 2018). *curvas de disparo*. Obtenido de

https://www.se.com/ww/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/290000/FA290198/es_ES/Curvas%20disparo%20aparamenta%20modular%20Acti9.pdf

ANEXO

7.1. Estado actual es la institución (imágenes)

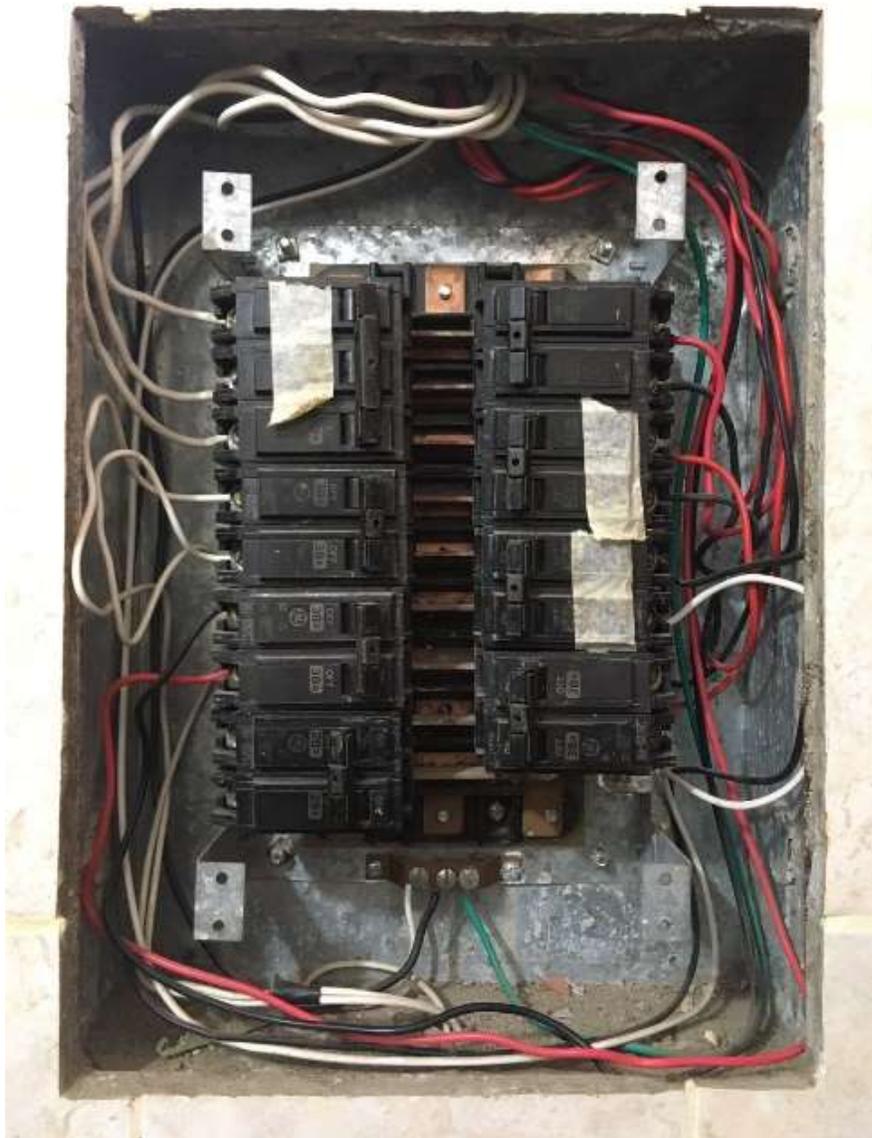


Ilustración 13. Mal peinado y mala presentación de los conductores en tg

Fuente: propia



Ilustración 14. Mal dimensionamiento de los conductores

Fuente: propia



Ilustración 15. Bajo nivel de aislamiento

Fuente: propia

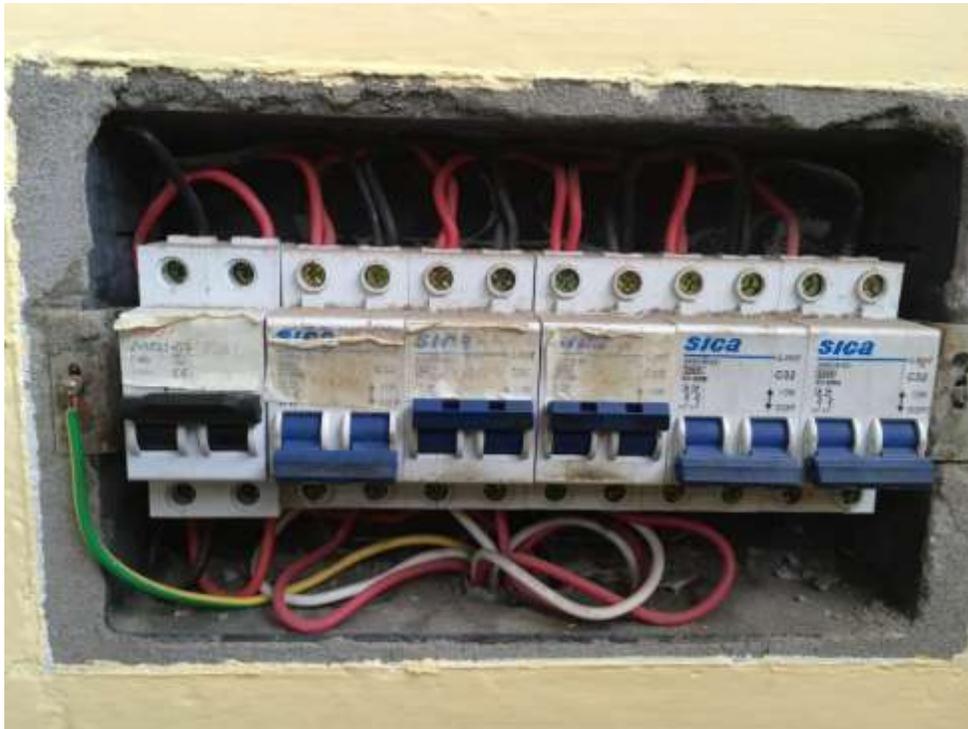


Ilustración 16. Falta de diferenciales en tablero td-2 (computo)

Fuente: propia



Ilustración 17. Mala selectividad de los ITM

Fuente: propia



Ilustración 18. Mala selectividad de los itm y falta de independización de circuitos

Fuente: propia



Ilustración 19. Mala ubicación y sellado del pozo tierra

Fuente: propia

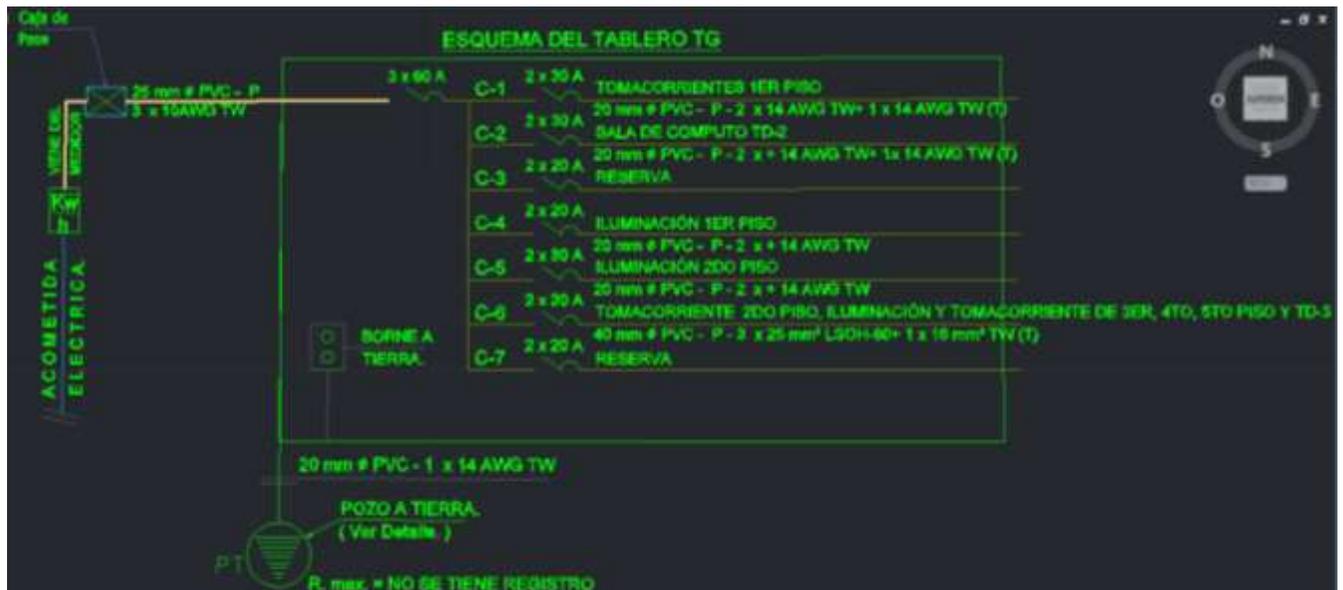


Ilustración 20. Diagrama unifilar actual tg (no adecuado)

Fuente: propia

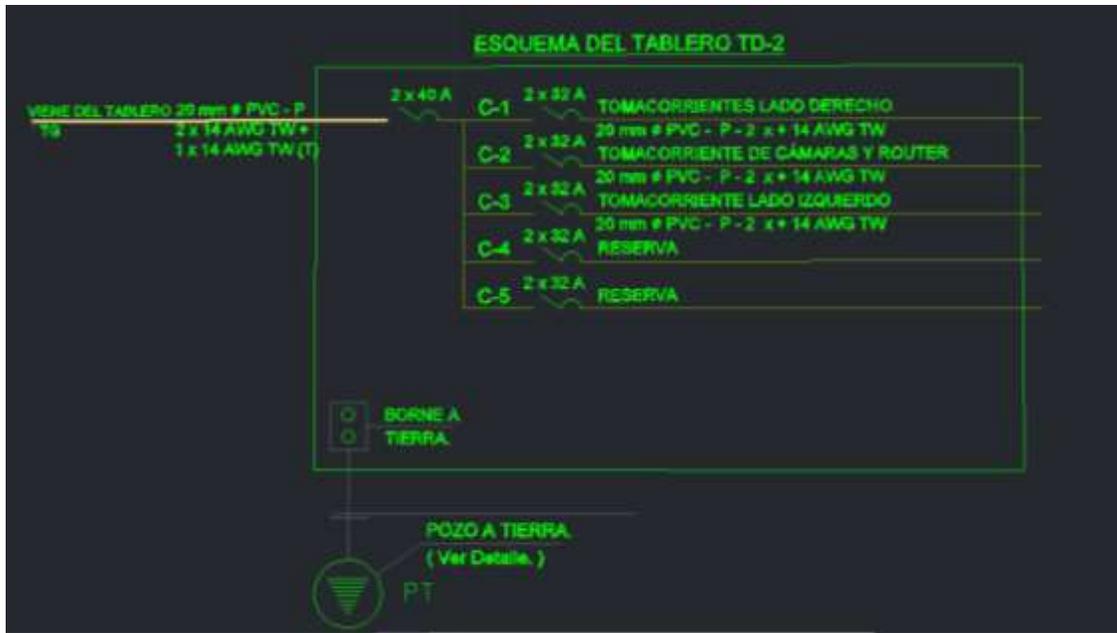


Ilustración 21. Diagrama unifilar actual td-2 (no adecuado)

Fuente: propia

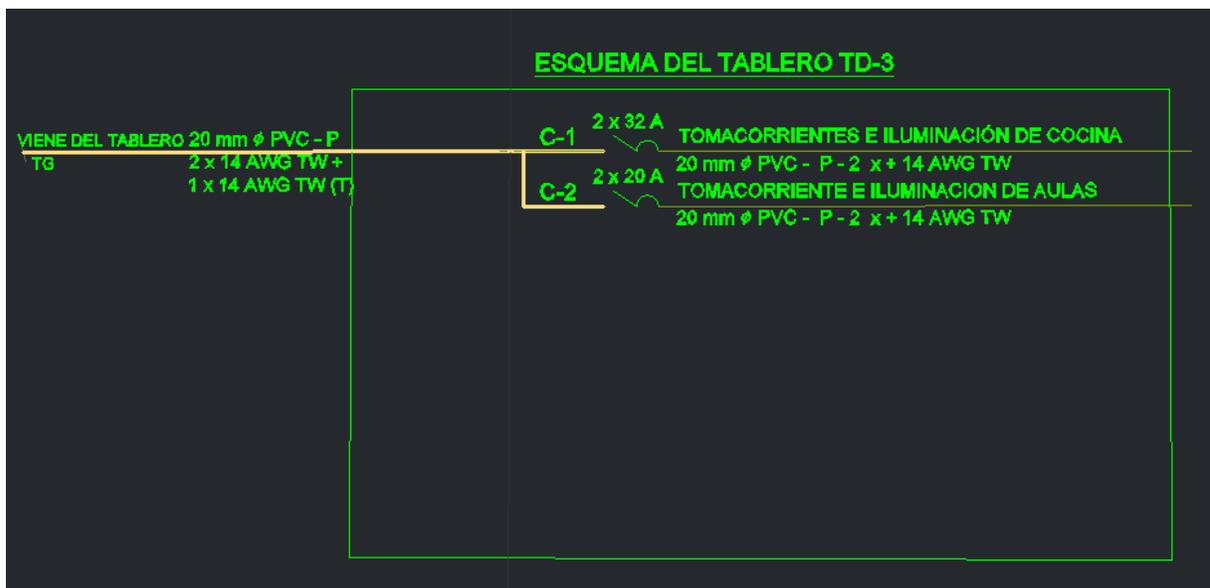


Ilustración 22. Diagrama unifilar actual td-3 (no adecuado)

Fuente: propia



Ilustración 23. Plano desactualizado 1

Fuente: propia

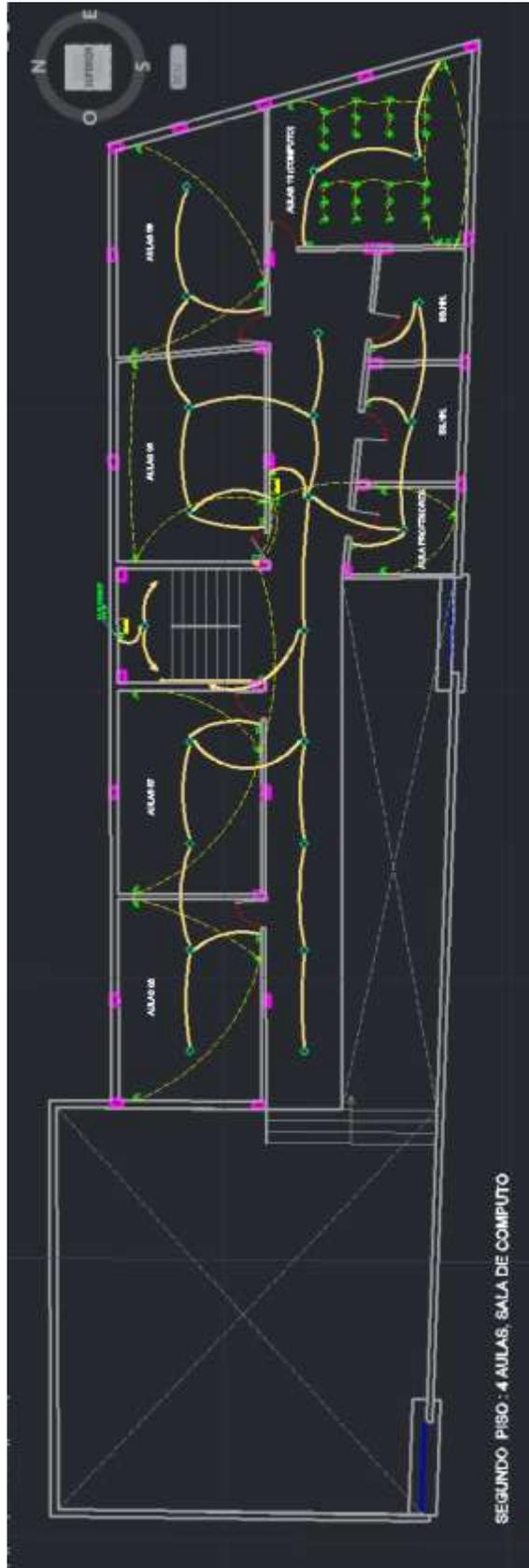
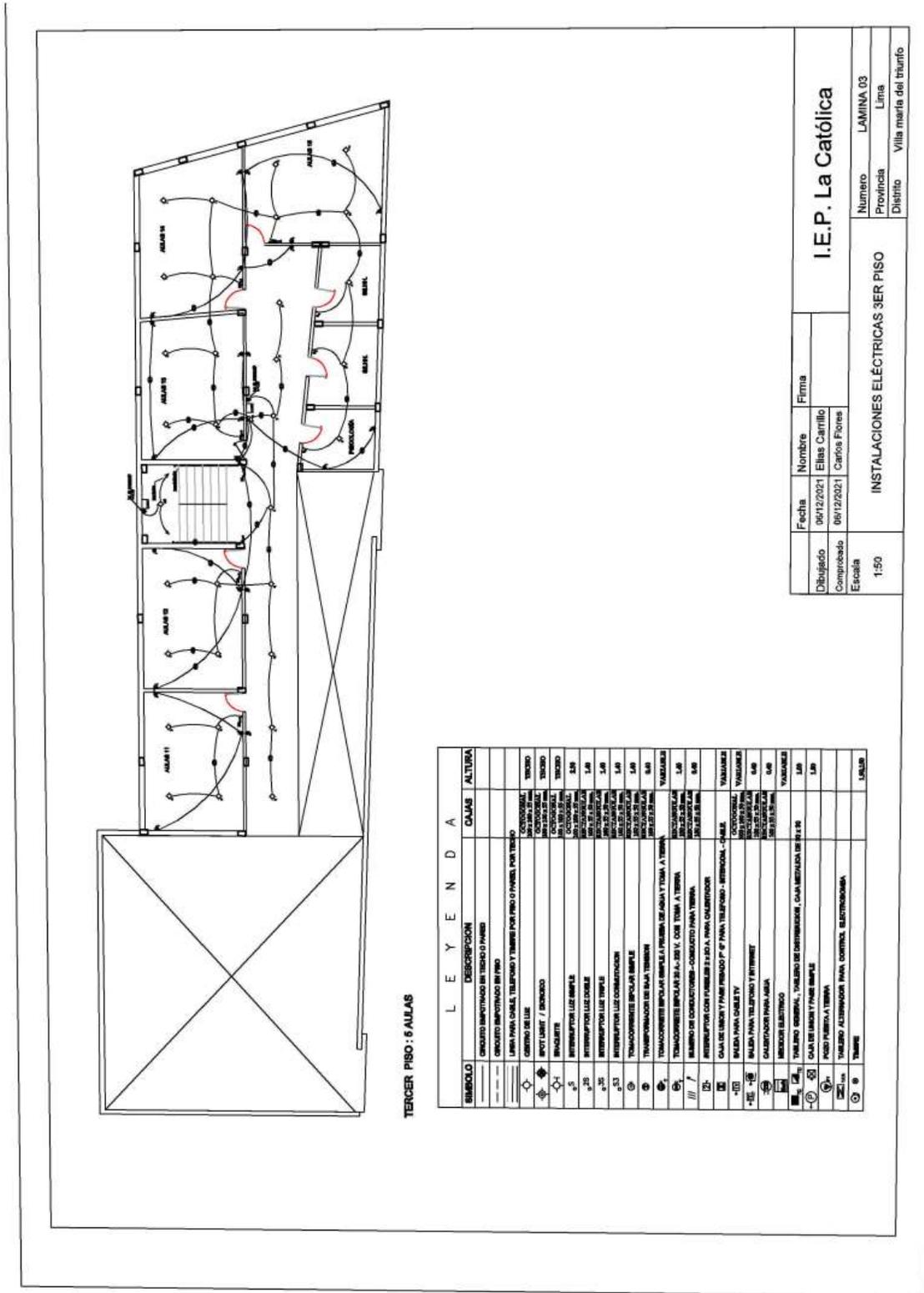


Ilustración 24. Plano desactualizado 2

Fuente: propia



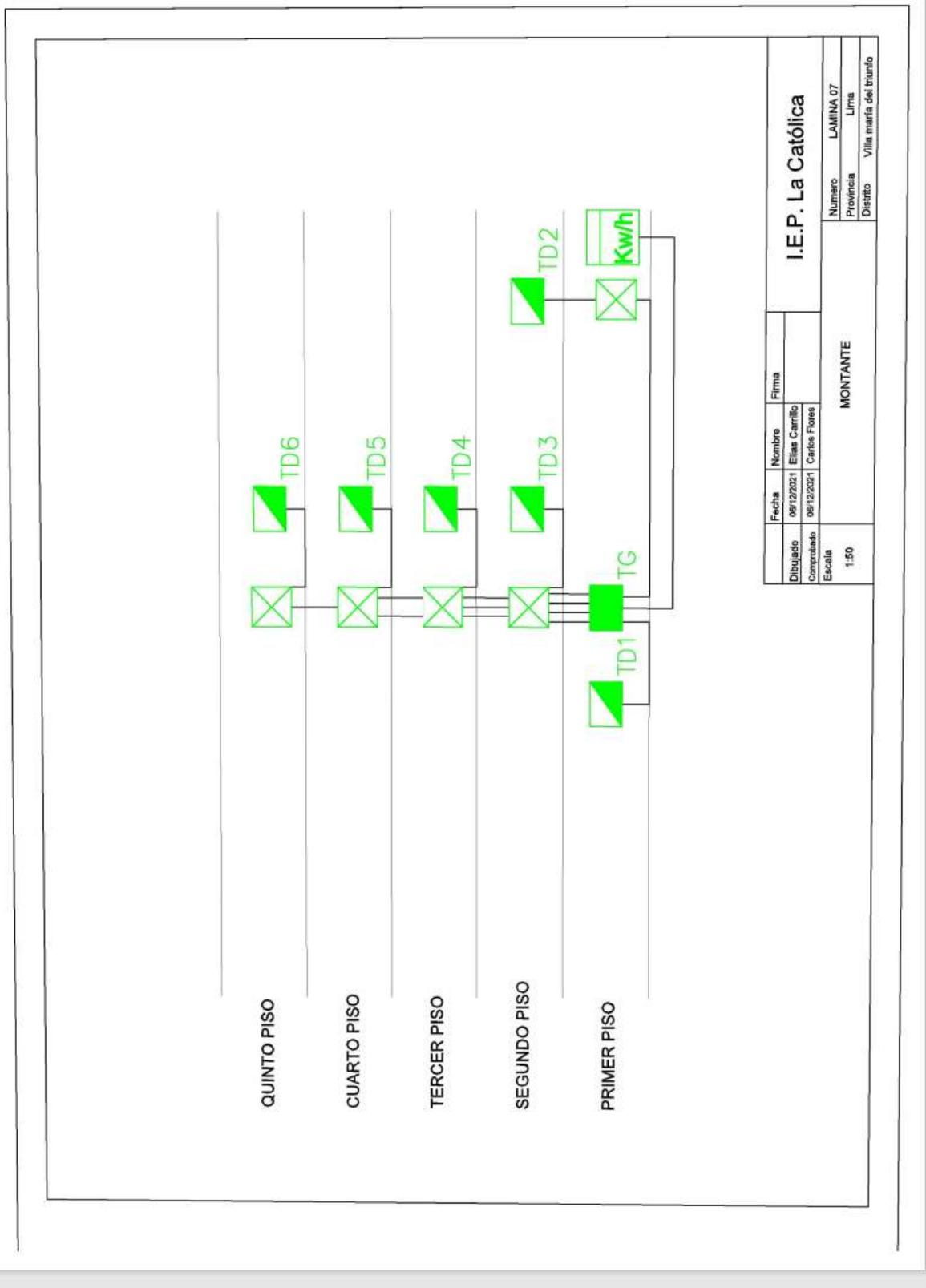
TERCER PISO : 6 AULAS

LEYENDA		CANAL	ALTURA
—	CIRCUITO IMPEDIMENTADO EN TUBOS O PANES		
—	CIRCUITO IMPEDIMENTADO EN PISO		
—	LINIA PARA CABLE, TELEFONO Y TUBOS PARA PISO O PANES POR TUBO		
⬠	CENTRO DE LUZ	CONVENIONAL	TUBO
⬠	SWIT LIGHT / INTERRUPTOR	CONVENIONAL	TUBO
⬠	RECEPTOR	CONVENIONAL	TUBO
⬠	INTERRUPTOR LUZ SIMPLE	CONVENIONAL	TUBO
⬠	INTERRUPTOR LUZ DOBLE	CONVENIONAL	TUBO
⬠	INTERRUPTOR LUZ TRIPLE	CONVENIONAL	TUBO
⬠	INTERRUPTOR LUZ COMBINACION	CONVENIONAL	TUBO
⬠	TRANSFORMADOR IMPULSO SIMPLE	CONVENIONAL	TUBO
⬠	TRANSFORMADOR DE BAJA TENSION	CONVENIONAL	TUBO
⬠	TRANSFORMADOR IMPULSO SIMPLE PARA AGUA Y TUBO A TUBO	CONVENIONAL	TUBO
⬠	TRANSFORMADOR IMPULSO SIMPLE 200 V. CON TUBO A TUBO	CONVENIONAL	TUBO
⬠	INTERRUPTOR CON FUSIBLE 2 1/2 A. PARA CABLEADO	CONVENIONAL	TUBO
⬠	INTERRUPTOR CON FUSIBLE 2 1/2 A. PARA CABLEADO	CONVENIONAL	TUBO
⬠	GAIA DE LIGHT Y PANE PRINDO P' 6" PARA TELEFONO - SERVIDOR - CHALE	CONVENIONAL	TUBO
⬠	GAIA PARA CABLE TV	CONVENIONAL	TUBO
⬠	GAIA PARA TELEFONO Y INTERNET	CONVENIONAL	TUBO
⬠	CALENTADOR PARA AGUA	CONVENIONAL	TUBO
⬠	MEZCLA ELECTRICO	CONVENIONAL	TUBO
⬠	TUBO DE AGUA, TUBO DE DISTRIBUCION, CANAL MEDIANTE DE 1 1/2"	CONVENIONAL	TUBO
⬠	CANAL DE AGUA Y PANE SIMPLE	CONVENIONAL	TUBO
⬠	PISO PARA AGUA	CONVENIONAL	TUBO
⬠	TUBO DE ALTERNADOR PARA CONTROL ELECTRONICO	CONVENIONAL	TUBO
⬠	TUBO	CONVENIONAL	TUBO

Dibujado	06/12/2021	Nombre	Elias Carrillo	Fecha	06/12/2021
Comprobado	06/12/2021	Nombre	Carlos Flores	Comprobado	06/12/2021
Escala	1:50	Nombre	E.I.P. La Católica	Nombre	LAMINA 03
		Provincia	Lima	Provincia	Lima
		Distrito	Villa maria del trunfo	Distrito	Villa maria del trunfo
INSTALACIONES ELECTRICAS 3ER PISO					

Ilustración 27. Plano 3er piso

Fuente: propia



Fecha		Nombre		Firma	
Dibujado		06/12/2021		Elias Carrillo	
Comprobado		06/12/2021		Carlos Flores	
Escala		1:50		MONTANTE	
				Numero	
				LAMINA 07	
				Provincia	
				Lima	
				Distrito	
				Villa maria del triunfo	

Ilustración 30. Plano de montante

Fuente: propia

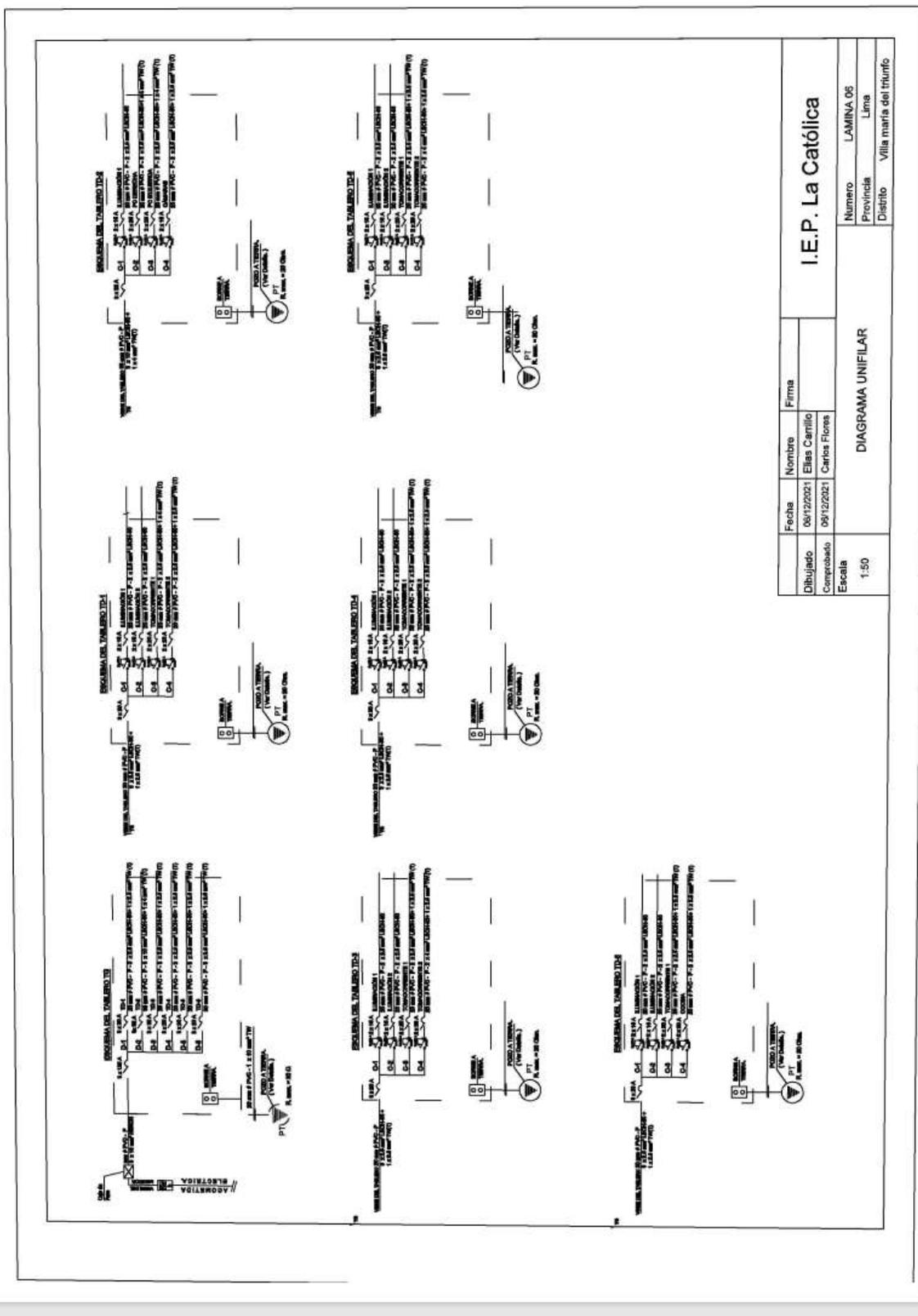


Ilustración 31. Plano diagrama unifilar

Fuente: propia