



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

“ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEJORA PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CAMPUS PUJILÍ”

Propuesta de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia

AUTORES:

Andagua Guanoluisa Evelyn Pamela

Tigse Comina Marco Vinicio

TUTOR:

Ing. León Segovia Marco Aníbal Ms.C.

LATACUNGA - ECUADOR

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, Andagua Guanoluisa Evelyn Pamela y Tigse Comina Marco Vinicio, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEJORA PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CAMPUS PUJILÍ”**, siendo el Ing. Aníbal Marco León Segovia Msc Tutor del presente Trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente Trabajo Investigativo, es de mi exclusiva responsabilidad.

Andagua Guanoluisa Evelyn Pamela

C.I.: 050384913-5

Tigse Comina Marco Vinicio

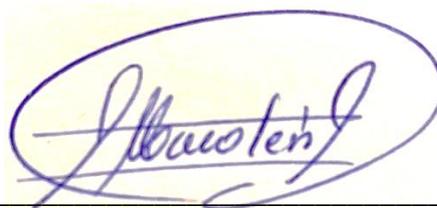
C.I.: 050343408-6

AVAL DEL TUTOR DE EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el Título:

“ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEJORA PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CAMPUS PUJILÍ”, de los señores Andagua Guanoluisa Evelyn Pamela y Tigse Comina Marco Vinicio, de la carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de la Propuesta que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación

Latacunga, 28 de abril 2021



Ing. Marco Aníbal León Segovia Ms.C

C.I: 050230540-2

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: Andagua Guanoluisa Evelyn Pamela y Tigse Comina Marco Vinicio, con el Título de Proyecto de Titulación: **“ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEJORA PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CAMPUS PUJILÍ”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 28 de abril del 2021

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Carlos Francisco Pacheco Mena Ms.C

C.I: 050307290-2

Lector 2

Ing. José Efrén Barbosa Galarza Ms.C

C.I: 050142072-3

Lector 3

Ing. Xavier Alfonso Proaño Maldonado Ms.C

C.I: 050265642-4

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por todas sus bendiciones por la salud y vida, por guiar mi camino y hacer realidad este sueño anhelado.

Agradezco a mis padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y humildad, ellos hicieron todo lo que está en su alcance tanto moralmente y económicamente para que yo pueda ser alguien en la vida. A mis hermanos menores que siempre han confiado en mí.

Y por último expreso mi agradecimiento a mi querida Alma Mater, Universidad Técnica de Cotopaxi, a los docentes que me brindaron sus conocimientos y fortalecieron durante mi carrera estudiantil.

ANDAGUA GUANOLUISA EVELYN PAMELA

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme dado la vida, por anteceder a mis oraciones en los momentos difíciles en los que me encontrado y por brindarme la salud en estos tiempos de pandemia.

Agradezco a mi prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi y profesores de la carrera de Ingeniería Eléctrica por darme la oportunidad de adquirir conocimientos y habilidades en el campo eléctrico para de esta manera contribuir desde mi posición al desarrollo de mi país.

A mi querida madre, familiares y amigos quienes confiaron en mí y con su apoyo moral, ético y económico me permitieron seguir mi carrera estudiantil con mucha responsabilidad.

TIGSE COMINA MARCO VINICIO

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por mantenerme de pie ante los momentos de enfermedad de mis padres.

Al quebranto de salud que viene acarreado mi padre Humberto Andagua hace 5 años, él y sus consejos son mi mayor inspiración para salir adelante.

A mi madre Marlene Guanoluisa que siempre confió en mí, por no abandonarme y darme la más grande herencia el estudio, por enseñarme su noble oficio el trabajo digno y honrado que nos ayudó a salir adelante, te amo MAMI.

A mis hermanos menores Mishell, Belén y Carlos, por su cariño y paciencia.

A mi compañero de vida Freddy Gutierrez por ser mi mejor amigo, por apoyarme en todos y cada uno de los pasos que doy en mi vida.

ANDAGUA GUANOLUISA EVELYN PAMELA

DEDICATORIA

A Dios, que aun siendo de una familia de bajos recursos económicos me brindó la oportunidad de estudiar una carrera que me llena de mucho orgullo y satisfacción.

A la memoria de mi padre, aunque han pasado 15 años de su muerte, todavía sentimos que nos cuida desde el cielo a todos quienes lo recordamos con mucho cariño.

A mi madre Hilda María Comina Escobar, un ángel ya de 70 años sinónimo de amor, esfuerzo y trabajo que ha sido padre y madre haciendo todo lo posible por educarme a mí y mis hermanos desde la niñez hasta la actualidad, este logro es en honor a ella.

TIGSE COMINA MARCO VINICIO

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	19
2. INTRODUCCIÓN	20
2.1. EL PROBLEMA	20
2.1.1. Situación Problémica	20
2.1.2. Formulación del problema.....	20
2.1.1. Formulación del problema.....	21
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	21
2.2.1. Objeto de estudio	21
2.2.2. Campo de Acción.....	21
2.3. BENEFICIARIOS	21
2.4. JUSTIFICACIÓN	21
2.5. HIPÓTESIS	22

2.6. OBJETIVOS	22
2.6.1. Objetivo General.....	22
2.6.2. Objetivos Específicos	22
2.7. SISTEMA DE TAREAS.....	22
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	24
3.1. Antecedentes	24
3.2 Circuito Eléctrico.....	24
3.2.1 Magnitudes eléctricas fundamentales	24
3.2.2 Aparatos eléctricos de medida	25
3.3 Suministro eléctrico	25
3.4 Instalación eléctrica	25
3.4.1 Conductores de la instalación eléctrica.....	25
3.4.1.1 Conductor en Acometidas	26
3.4.1.2 Conductor en puestas a tierra.....	26
3.4.1.3 Conductores en alimentadores y subalimentadores.....	26
3.4.1.4 Conductor en circuitos derivados	26
3.4.1.5 Conductor en circuitos de interiores de iluminación y tomacorrientes	26
3.4.2 Normativa de conductores	27
3.4.2.1 Conductores en canalización.....	27
3.4.2.2 Conductores para instalaciones interiores	27
3.4.3 Altura de instalación de interruptores	27
3.5 Elementos de protección y maniobra.....	28
3.5.1 Interruptor termomagnético de la instalación eléctrica.....	28
3.5.2 Interruptor automático limitador de corriente.....	28
3.5.3 Seccionador.....	28
3.5.4 Relés.....	28

3.5.5	Fusibles.....	28
3.5.6	Tomacorrientes de la instacion eléctrica.....	29
3.5.7	Tablero de distribución de la instalación eléctrica.	29
3.5.8	Puesta a tierra de Tablero General de Distribución.....	29
3.5.8.1	Toma a tierra del Tablero General de Distribución.....	30
3.5.8.2	Líneas de enlace con tierra	30
3.5.9	Nivel de voltaje.....	31
3.5.9.1	Indice	31
3.5.9.2	Límites	31
3.5.10	Fundamentos de iluminación.....	32
3.5.10.1	Nivel de iluminación media Em recomendados	32
3.5.10.2	Principales fórmulas y tablas para el cálculo de luminarias.....	34
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
4.1.	MÉTODOLOGÍA	36
4.1.1	Método Científico.....	36
4.1.2	Método Deductivo	36
4.1.3	Método Cuantitativo	37
4.1.4	Procedimiento de Campo.....	37
4.1.5	Procedimiento Experimental	37
4.1.6	Operacionalización de Variables	37
4.1.7	Variables en el estudio.....	38
4.2.	TÉCNICAS.....	38
4.2.1	Instrumentos de medición.....	38
4.2.2.	Telurometro	39
4.2.3.	Levantamiento de información eléctrica	40
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	40

5.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EXISTENTES	40
5.1.1. Acometida aérea – soterrada de MT	40
5.1.2. Transformador de distribución.....	41
5.1.3. Tablero de Protección y distribución general	42
5.1.4 Subtableros de distribución	44
5.1.5 Servicios industriales.....	56
5.1.6. Luminarias instaladas en el campus Pujilí.....	56
5.1.7 Tomacorrientes	57
5.1.8 Interruptores de iluminación.....	58
5.2. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	62
5.2.1 Etiquetado de tableros de distribución.....	62
5.2.2. Renovación de luminarias con paneles de tecnología led.	64
5.2.3. Cálculo de luminarias	66
5.2.4. Cálculos de iluminación para la oficina de Subdirección.....	66
5.2.4 Cálculos de iluminación general para oficinas, aulas y sanitarios.	75
5.2.5 Circuito de conexión de las luminarias.....	85
5.2.5.2 GENERADOR DE EMERGENCIA	86
5.2.5.3 Consideraciones para la instalación.....	87
5.2.5.4 Características.....	87
5.3.3 Tablero de transferencia	88
5.3.4 Ubicación del generador y TTA.	89
5.3.5 Conexiones del generador auxiliar	90
5.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	92
5.3.1 Resultados y análisis de la instalación del analizador de energía METREL MI 2883...	92
5.3.2 Curva de duración de la demanda diaria para potencia activa, reactiva y aparente.	92
5.3.3 Resultados del nivel de voltaje.	96

5.3.4 Resultados del nivel de corriente.....	96
5.3.5 Resultados del nivel de frecuencia	96
5.3.6 Resultados del factor de potencia	97
5.4. Resultados del etiquetado de tableros.....	97
5.7. Resumen de simulación para iluminación en Dialux 4.13	99
5.8. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DEL PROYECTO	104
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
6.1. Conclusiones.....	110
6.2. Recomendaciones	111
7 BIBLIOGRAFÍA	113
8 ANEXOS	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Protección con fusible,	29
Figura 2. Disposición de la toma a tierra.....	30
Figura 3. Conexión del cable a la toma de tierra.....	31
Figura 4. Variables de estudio	38
Figura 5. Analizador de redes utilizado.....	39
Figura 6. Acometida de MT para la edificación de la Universidad- Campus Pujilí.....	41
Figura 7. Transformador de distribución de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Pujilí	42
Figura 8. Tablero de distribución principal	42
Figura 9. Interruptor termomagnético 100 A del tablero principal	43
Figura 10. Barraje vertical de 10 contactos para las 3 fases	43
Figura 11. Puesta a tierra del tablero principal.....	44
Figura 12. Subtableros de distribución	45
Figura 13. Tomacorrientes existentes	58

Figura 14. Interruptores existentes	59
Figura 15. Mediciones de iluminación, los autores.....	64
Figura 16. Dimensiones de la oficina de Subdirección	67
Figura 17. Generador diésel,	88
Figura 18. Conexiones del grupo electrógeno en CADE- SIMU	91
Figura 19. Distribución luminosa en 3D del área A de Subdirección en DIALux 4.13	99
Figura 20. Isolíneas del área A de Subdirección en DIALux 4.13	100
Figura 21. Distribución luminosa de subdirección área B en DIALux 4.13.....	101
Figura 22. Isolíneas de subdirección área B en DIALux 4.13	101
Figura 23. Distribución luminosa 3D de la subdirección área C en DIALux 4.13.....	103
Figura 24. Isolíneas de la subdirección área C en DIALux	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados	23
Tabla 2. Aparatos de medida, , [3].	25
Tabla 3. Límites para el índice de nivel de voltaje [7].	31
Tabla 4. Parámetros de iluminación recomendados para edificios educativos [9]......	32
Tabla 5. Salas de descanso, sanitarias y de servicios higiénicos [9].	33
Tabla 6. Iluminación en ambientes asistenciales y educativos [5].	34
Tabla 7. Tabla de factor de mantenimiento del entorno	34
Tabla 8. Coeficientes de reflexión de superficies [10].	35
Tabla 9. Factor de utilización de luminaria Philips [11].	35
Tabla 10. Instrumentos de medida para instalaciones eléctricas	39
Tabla 11. Área de cobertura de los subtableros de distribución.....	45
Tabla 12. Conductores hacia los tableros de distribución	47
Tabla 13. Conductores de circuitos de iluminación y tomacorrientes.....	50
Tabla 14. Tipo de luminariás existentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí	56
Tabla 15. Análisis de Flickers.	59
Tabla 17. Mediciones de la Resistencia en la Conexión a tierra en el Transformador.	61

Tabla 17. Mediciones de la Resistencia en la Conexión a tierra en el Transformador.	61
Tabla 18. Mediciones de la Resistencia en la Conexión a tierra en el Transformador.	62
Tabla 19. Etiquetas de tableros de distribución	63
Tabla 20. Mediciones del nivel de iluminación por áreas de trabajo	65
Tabla 21. Tabla de factor de utilización de Philips	69
Tabla 22. Datos de la luminaria RC461B PSD W60L60 1xLED60S/940 de Philips	69
Tabla 23. Datos de la luminaria RC132V W60L60 PSD 1xLED 36/840 de Philips.	72
Tabla 24. Datos técnicos de la luminaria SM400C PSD 1 XLED 28S/840 de Philips	74
Tabla 25. Tabla general de cálculo de luminarias	76
Tabla 26. Tabla de cargas por subtablero de distribución con la implementación de paneles led	80
Tabla 27. Cálculo de corriente y comparación con las protecciones existentes	83
Tabla 29. Características del Generador a diésel itcpower NT6100XE, [16].	88
Tabla 30. Resumen de simulación de el área A de Subdirección en DIALux 4.13	100
Tabla 31. Luminaria propuesta para el área A de subdirección en DIALux 4,13	100
Tabla 32. Resumen de simulacion del área B de Subdirección en DIALux 4.13	102
Tabla 33. Luminaria propuesta para el área B de Subdirección en DIALux 4.13	102
Tabla 34. Resumen de simulación del área C de Subdirección en DIALux 4.13	103
Tabla 35. Luminaría propuesta para el área C de Subdirección en DIALux 4.13	104

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “Estudio y Propuesta de mejora para las instalaciones eléctricas en la Universidad Técnica De Cotopaxi – Campus Pujilí”

Autores: Andagua Guanoluisa Evelyn Pamela
Tigse Comina Marco Vinicio

RESUMEN

En este proyecto se desarrollo el estudio y propuesta de reingeniería en las instalaciones eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi-Campus Pujilí. En primera instancia, se estudió las instalaciones eléctricas en el edificio administrativo para esto se tuvo que trasladar a la edificación en el Cantón Pujilí, con la finalidad de verificar las condiciones actuales de las instalaciones eléctricas.

Para el estudio de la calidad de energía de las instalaciones eléctricas se utilizó el analizador de redes marca METREL modelo MI 2883, para la medición de diferentes magnitudes, almacenando valores medidos durante 7 días, se determinó que la demanda máxima es 5.02 KVA, por lo tanto, el transformador esta sub-excitado para las condiciones actuales de operación.

Debido a que la nueva extensión de la Universidad Técnica de Cotopaxi, fue utilizada como sector hotero existe la necesidad de mejorar los niveles de iluminación, es por ello que se realizó las mediciones en aulas y oficinas con el luxómetro SPER SCIENTIFIC MODELO 850007 detallando el plano útil de trabajo, altura del local, altura del montaje y factor de mantenimiento.

En el área Administrativa de la Extensión Pujilí, se realizó acorde a la norma CPE INEN 19:20012 el etiquetado o señalización de los tableros, donde permitirá actuar de manera inmediata para la conexión y desconexión de los circuitos en el caso de una emergencia.

Palabras Claves--Instalaciones eléctricas, medición, corriente, voltaje, demanda, iluminación DIALux, generador, electrógeno, carga.



M.Sc. Diana Karina Taipe V.
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
diana.taipe@utc.edu.ec

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: "Study and improvement proposal for the electrical installations at the Universidad Técnica De Cotopaxi - Campus Pujilí".

Authors: Andagua Guanoluisa Evelyn Pamela
Tigse Comina Marco Vinicio

SUMMARY

This project develops the study and proposal of improvement in the electrical installations of the Technical University of Cotopaxi - Pujilí Campus. In the first instance, the electrical installations in the administrative building were studied, for this purpose it was necessary to move to the building in the Pujilí Canton, in order to verify the current conditions of the electrical installations.

For the study of the power quality of the electrical installations, a METREL model MI 2883 network analyzer was used to measure different magnitudes, storing measured values for 7 days. It was determined that the maximum demand is 5.02 KVA, therefore, the transformer is under-excited for the current operating conditions.

Due to the fact that the new extension of the Technical University of Cotopaxi was used as a hotel sector, there is a need to improve the illumination levels, that is why measurements were taken in classrooms and offices with the SPER SCIENTIFIC MODEL 850007 luxmeter, detailing the useful work plane, height of the premises, height of the assembly and maintenance factor.

In the administrative area of the Pujilí Extension, the labeling or signaling of the panels was done according to the CPE INEN 19:20012 standard, which will allow immediate action for the connection and disconnection of the circuits in the event of an emergency.

Key words-Electrical installations, measurement, current, voltage, demand, DIALux lighting, generator, generator set, load.



MSc. Diana Karina Taípe V.
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
diana.taípe@utc.edu.ec

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la tesis al Idioma Inglés presentado por los estudiantes; **ANDAGUA GUANOLUISA EVELYN PAMELA** y **TIGSE COMINA MARCO VINICIO**, cuyo título es “**ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEJORA PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CAMPUS PUJILÍ**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 15 de Julio 2021

Atentamente,



Ms.C Diana Karina Taipe Vergara
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.I.: 1720080934



Escanea el código QR
**MARCO PAUL
BELTRAN
SEMBLANTES**



**CENTRO
DE IDIOMAS**

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

“ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEJORA PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CAMPUS PUJILÍ”

Fecha de inicio: Abril del 2021

Fecha de finalización: Julio del 2021

Lugar de ejecución: Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí

Región: Zona 3,

Provincia: Cotopaxi,

Cantón: Pujilí,

Parroquia: Pujilí

Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica

Equipo de Trabajo: Ing. León Segovia Marco Aníbal M.Sc, Andagua Evelyn, Tigse Marco.

Área de Conocimiento¹:

07 Ingeniería, Industria y Construcción y 071 Ingeniería y Profesiones Afines 0713 Electricidad y Energía

Línea de Investigación:

Línea 5. Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Sub Línea 2. Control y sistemas inteligentes.

¹ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO) (2013) [19].

2. INTRODUCCIÓN

2.1. EL PROBLEMA

2.1.1. Situación Problemática

A nivel mundial el avance continuo de la tecnología ha constituido una parte fundamental en cualquier empresa, institución, etc.; el diseño y la implementación constituirán una forma de proteger y mejorar la calidad de energía en la edificación y por ende es necesario el mejoramiento continuo.

En el área Administrativa de la Universidad Técnica de Cotopaxi- Extension pujili, han tenido el inconveniente de no contar con la información técnica actualizada del sistema eléctrico, a raíz de esto el crecimiento de cargas no ha sido uniformemente distribuido, exponiéndose a desbalance de carga generando un bajo de factor de potencia en las líneas 2 y 3, ya que no están siendo utilizadas.

Una problemática importante en un sistema eléctrico son los riesgos expuestos durante una emergencia por falta de señalización o etiquetas de los Tableros de Distribución.

El personal administrativo y estudiantes están propensos a la exposición de riesgos, de acuerdo al estudio que se realizó, en algunas áreas donde serán aulas y oficinas no cuentan con la iluminación adecuada que indique la forma segura de realizar las actividades.

Un factor importante es plan de emergencia ante posibles cortes de suministro eléctrico, pues la extensión Pujili, no cuenta con un generador auxiliar.

2.1.2. Formulación del problema

La falta de un estudio técnico previo en las instalaciones eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí, ha hecho que los sitios de trabajo no cuenten con el adecuado sistema de iluminación y etiquetado de STD, por lo que es necesario realizar propuestas de mejoras.

2.1.1. Formulación del problema

La falta de un estudio técnico previo en las instalaciones eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí, ha hecho que los sitios de trabajo no cuenten con el adecuado sistema de iluminación y etiquetado de STD, por lo que es necesario realizar propuestas de mejoras.

2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1. Objeto de estudio

Las instalaciones eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Pujilí.

2.2.2. Campo de Acción

Las instalaciones eléctricas de bajo voltaje del edificio administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí.

2.3. BENEFICIARIOS

Este trabajo está destinado para el beneficio de la Comunidad estudiantil del Campus Pujilí, el cual tiene por propósito el levantamiento de información eléctrica del sistema de baja tensión de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus-Pujilí mediante el estudio que servirá como base para plantear propuestas de mejora en las instalaciones electricricas.

2.4. JUSTIFICACIÓN

La Universidad Técnica de Cotopaxi, con su trayectoria ha venido desarrollando proyectos de investigación en el Campus La Matriz, pero hace poco tiempo se le fue adjudicada en el Cantón Pujilí una nueva edificación para el desarrollo de sus actividades estudiantiles y hasta el momento no existe ningún tipo de estudio relacionado con la Ingeniería Eléctrica.

El desarrollo de este proyecto se basa en el ámbito del estudio y el levantamiento de información para determinar la situación actual de las instalaciones eléctricas del Campus Pujilí de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

El proyecto de investigación tiene como finalidad el estudio de las instalaciones eléctricas en el campus Pujilí de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mediante el levantamiento de información tableros de distribución, circuitos existentes, protecciones instaladas, para plantear mejoras entre las cuales está las etiquetas de todos los tableros de distribución , sistema de iluminación y la propuesta de la instalación a futuro de un grupo electrógeno en la edificación.

2.5. HIPÓTESIS

A través del estudio técnico de las instalaciones eléctricas de la Universidad técnica de Cotopaxi campus Pujili, se podrá etiquetar los tableros de distribución, cálculo de luminarias y el dimensionamiento de un grupo electrógeno para los cortes imprevistos de suministro eléctrico.

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. Objetivo General

Realizar un estudio de las condiciones eléctricas actuales de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí mediante una investigación de campo para el planteamiento de propuestas de mejora.

2.6.2. Objetivos Específicos

- Investigar mediante referencias bibliográficas sobre fundamentos de instalaciones eléctricas y normativa.
- Levantar información de las instalaciones eléctricas para determinar las condiciones actuales de operación en la edificación.
- Plantear propuestas de mejora en beneficio de la Universidad Tecnica de Cotopaxi – Campus Pujilí.

2.7. SISTEMA DE TAREAS

Las actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados se detallan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivos Específicos	Actividades (Tareas)	Resultado de la Actividad	Descripción de la actividad (Técnica e Instrumentos)
Investigar mediante referencias bibliográficas sobre fundamentos de instalaciones eléctricas y normativa	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilar información conceptual referente a instalaciones eléctricas. - Investigar normativa ecuatoriana, aplicado a instalaciones eléctricas. 	Desarrollo del marco teórico y metodología del proyecto de Investigación.	Investigación Científica
Levantar información de las instalaciones eléctricas para determinar las condiciones actuales de operación en la edificación.	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar un analizador de energía en el tablero de distribución principal. - Determinar la ubicación, protecciones, acometidas y sección de conductores en tableros y subtableros de baja tensión. - Identificar circuitos de tomas e iluminación de cada subtablero de distribución. <p>Esquematar las instalaciones existentes.</p>	Adquisición de la información acerca de las condiciones eléctricas del Campus Pujilí de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	Investigación de Campo
Plantear propuestas de mejora en beneficio de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí.	Análisis de datos para establecer cuales son los requerimientos y necesidades.	Describir la mejora que se desea implementar.	Investigación Experimental

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. Antecedentes

Según [1] donde habla acerca de “En la mayoría de las edificaciones se observa como factor común distribuciones de cargas desbalanceadas y fallas por sobre corrientes que no pueden ser atendidas inmediatamente, sino después de un análisis exhaustivo y personalizado de sus conexiones e instalaciones; esto debido a que las mismas no están reflejadas en un plano o en un informe técnico, esta problemática se observa cada día, y esto evidencia que las normas eléctricas NEC no son llevadas de manera adecuada y en muchas ocasiones están en proceso de implementación o simplemente no existen”.

Según [2] donde habla de: “El diseño eléctrico de una facultad es parte del desarrollo de la universidad misma, las mismas condiciones eléctricas puede aumentar el valor de un mantenimiento que se necesite y a la vez prepararla para el aumento de su carga eléctrica, y el buen estado de las instalaciones eléctricas nos ayudan a disminuir el riesgo de accidentes dentro del estado operacional de las mismas a todas las personas que se encuentran realizando actividades en la facultad.”.

3.2 Circuito Eléctrico

Un circuito eléctrico, es el camino a través del cual se trasladan las cargas eléctricas buscando la fuente de alimentación mediante conductores eléctricos. Estos están compuestos por un conjunto de elementos como (fuente, conductor y cargas) [3].

3.2.1 Magnitudes eléctricas fundamentales

Como magnitudes fundamentales debemos entender las siguientes:

- La tensión, voltaje o diferencia de potencial.
- La resistencia eléctrica.
- La intensidad de la corriente eléctrica.
- La potencia eléctrica.

3.2.2 Aparatos eléctricos de medida

Los aparatos de medida permiten determinar magnitudes de tensión, intensidad y resistencia. estos equipos son (voltímetro, amperímetro, ohmetro)

Tabla 2. Aparatos de medida, , [3].

Magnitud a determinar	Aparato de medida	Unidades de medición
Tensión	Voltímetro	Voltios (V)
Intensidad	Amperímetro	Amperios (A)
Resistencia	Óhmetro	Ohmio (Ω)

3.3 Suministro eléctrico

Es la energía que nos proporciona las empresas distribuidoras de electricidad, en el caso de ser monofásica se tendrá fase y neutro. En trifásico se tendrá tres fases A, B, C ó A, B, C más el neutro [3].

- Suministro MONOFÁSICO= 1 FASE + NEUTRO.
- Suministro TRIFÁSICO 3 Hilos= 3 FASES (L1, L2 Y L3)
- Suministro TRIFÁSICO 4 Hilos= 3 FASES + NEUTRO

3.4 Instalación eléctrica de una edificación

Una instalación eléctrica esta formada por tuberías, conductores, accesorios, dispositivos y otros elementos, cuyo objetivo es dotar de energía eléctrica a un determinado lugar [4].

3.4.1 Conductores de la instalación eléctrica

Los conductores constituyen el camino por donde fluye la corriente eléctrica hacia cada una de las cargas finales y éstos deben tener la suficiente capacidad de conducción y resistencia mecánica adecuada [5].

La Norma Ecuatoriana de Construcción NEC, en su capítulo 15 para instalaciones electromecánicas recomienda los tamaños y colores.

3.4.1.1 Conductor en Acometidas

Los conductores en acometidas recomendados según [5] son:

- # 8 AWG (8,37 mm²) mínimo de cobre
- # 6 AWG (13,30 mm²) mínimo en aluminio
- Neutro considerando la carga lineal, no lineal o número de fases.

3.4.1.2 Conductor en puestas a tierra.

En puestas a tierra el conductor debe ser:

- # 8 AWG (8,37 mm²) conductor aislado o desnudo.

3.4.1.3 Conductores en alimentadores y subalimentadores

El conductor para los alimentadores, debe tener la suficiente capacidad para abastecer la carga y el mínimo a emplear es:

- # 10 AWG (5.26mm²) de cobre

3.4.1.4 Conductor en circuitos derivados

La sección de conductores para circuitos derivados debe ser:

- # 14 AWG mínimo para iluminación.
- # 12 AWG mínimo para fuerza, calefacción o combinación.

3.4.1.5 Conductor en circuitos de interiores de iluminación y tomacorrientes

La sección de conductores para circuitos se especifica en:

- # 14 AWG (2.08 mm²) mínimo para iluminación.
- # 12 AWG (3.31 mm²) mínimo para fuerza, calefacción o combinación.

3.4.2 Normativa eléctrica de conductores

De igual manera se establecen colores para identificar cada uno de los conductores, y estos se detallan a continuación:

3.4.2.1 Conductores en canalización

Los conductores en una canalización tendrán el siguiente código de colores:

- Azul, para fase 1
- Negro, para fase 2
- Rojo, para fase 3
- Blanco, para neutro
- Verde, para tierra

3.4.2.2 Conductores para instalaciones de interiores

- Azul, negro o rojo para fase 1
- Blanco, para neutro
- Verde, para tierra
- Otro color, para retorno

3.4.3 Altura de instalación de interruptores

La altura de instalación para interruptores estará comprendida en:

- 0,80 y 1,40 m de altura medido desde el piso terminado.

3.5 Elementos de protección y maniobra de edificación.

3.5.1 Interruptor termomagnético de la instalación eléctrica

El interruptor termomagnético es un elemento de protección y maniobra diseñado para abrir y/o cerrar un circuito de manera manual o para abrir un circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, con respecto a su valor nominal [6].

3.5.2 Interruptor automático limitador de corriente

El interruptor automático limitador de corriente, es un elemento de protección que se caracteriza por actuar de manera inmediata frente a corrientes de cortocircuito evitando mayores daños al conductor y equipos instalados.

3.5.3 Seccionador de una instalación eléctrica

Los seccionadores son elementos de protección, operados de manera mecánica para abrir o cortar un circuito por medio de una pérdiga. Este tipo de protección tiene también un fusible interno dentro del cartucho y se funde en caso de un cortocircuito perdiendo su rigidez, cayéndose automáticamente.

3.5.4 Relés de detección de una instalación eléctrica

Los relés son dispositivos utilizados para control y protección, actúa mediante una bobina interna que al circular una corriente crea un campo eléctrico que actúa con sus contactos para abrirlos o cerrarlos, entre ellos tenemos los relés de detección de falta de fase.

3.5.5 Fusibles de protección UTC

Los fusibles se utilizan para proteger las instalaciones frente a sobrecargas y cortocircuitos que a continuación se representa en la Fig.

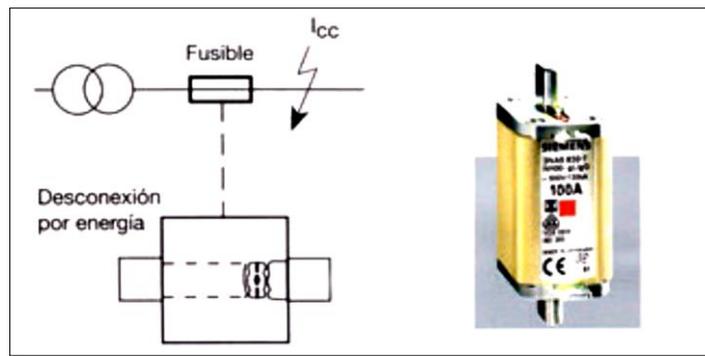


Figura 1. Protección con fusibles [3].

3.5.6 Tomacorrientes de la instalación eléctrica

Dispositivos que tienen contactos hembras para la conexión de clavijas (enchufe), estos dispositivos necesariamente debe tener una puesta a tierra para proteger equipos en la salida [4]. La Norma Ecuatoriana de Construcción NEC, en su capítulo 15 para instalaciones electromecánicas recomienda la siguiente altura de instalación.

- 0,20 y 0,80 m de altura de instalación medidos desde el piso.
- 0,10 m de altura sobre el mesón de cocina
- Instalar en lugar de fácil acceso
- Dimensionar 10 salidas a 200W

3.5.7 Tablero de distribución de la instalación eléctrica

[5]El tablero de distribución concentra la energía que va a ser repartida hacia circuitos derivados como pueden ser de tomacorrientes e iluminación. En su interior también se alojan protecciones contra sobrecorrientes.

3.5.8 Puesta a tierra de Tablero General de Distribución

La puesta a tierra se establece, con objeto de limitar la tensión (de contacto) que, con respeto a tierra, puedan presentar por avería en un momento dado las masas metálicas, asegurando la

actuación de los dispositivos diferenciales y así eliminar el riesgo que supone un contacto eléctrico por avería en las máquinas o aparatos utilizados [3].

Toda puesta a tierra tiene las siguientes partes

- # 8 AWG (8,37 mm²) conductor aislado o desnudo.
- Toma a tierra
- Líneas de enlace a tierra
- Conductores de protección.

3.5.8.1 Toma a tierra del Tablero General de Distribución.

Las tomas a tierra están constituidas por picas verticales de acero cobre de 25 mm de diámetro asentadas dentro de un pozo de la puesta a tierra, los perfiles son de acero galvanizado de 60mm y el cable de unión entre los electrodos serán de Cu no menor a 35 mm [3].

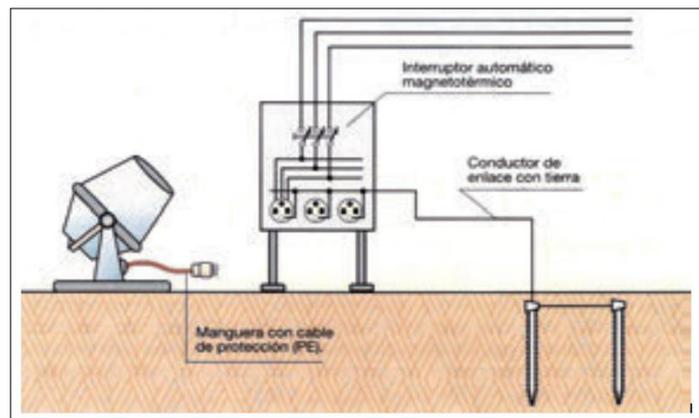


Figura 2. Disposición de la toma a tierra [3].

3.5.8.2 Líneas de enlace con tierra

Son los cables de unión entre electrodos en el caso de existir mas de uno; o a su vez entre el electrodo con el cuadro eléctrico y sus sección no será inferior a los 16 mm de cobre aislado color amarillo o verde. La conexión de la toma con el cable a tierra serán terminales soldados o engastados al cable y sujeto con pernos o anillos de tierra [3].

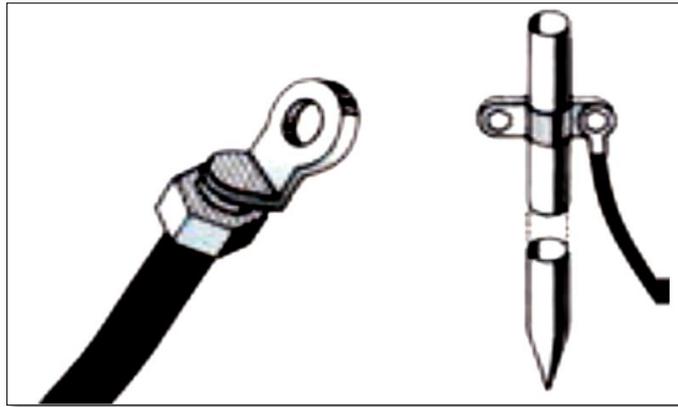


Figura 3. Conexión del cable a la toma de tierra, [3].

3.5.9 Nivel de voltaje un sistema eléctrico

3.5.9.1 Índice

La calidad de nivel de voltaje en un punto del sistema de distribución se determinará con el siguiente índice:

$$\Delta V_K = \frac{V_k - V_N}{V_N} * 100[\%] \quad (1)$$

Donde:

V_K =Variación del voltaje de suministro respecto al voltaje nominal en el punto k .

V_k =Voltaje de suministro en el punto k , determinado como el promedio de las medidas registradas (al menos cada 3 segundos) en un intervalo de 10 minutos.

V_N =Voltaje nominal en el punto k .

3.5.9.2 Límites de Voltaje

Las variaciones de voltaje admitidas semuestra en la tabla 3:

Tabla 3. Límites para el índice de nivel de voltaje [7].

Nivel de Voltaje	Rango Admisible
Alto Voltaje (Grupo 1 y Grupo 2)	± 5.0%
Medio Voltaje	± 6.0%
Bajo Voltaje	± 8.0%

3.5.10 Fundamentos de iluminación

La iluminación de una edificación deberá ser realizada de modo que permita satisfacer las exigencias mínimas tomando en cuenta los criterios de confort visual, prestación visual y seguridad [8]. De igual manera la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC, en su capítulo 15 para instalaciones electromecánicas recomienda el siguiente número de puntos de luz:

- 15 salidas o puntos de iluminación de 1 A por circuito.

3.5.10.1 Nivel de iluminación media E_m recomendados

La norma europea sobre la iluminación para interiores UNE 12464.1, ver tablas, menciona que los establecimientos educativos deben tener sistemas de iluminación que brinden un entorno virtual confortable y adecuado para las tareas de aprendizaje [9].

Tabla 4. Parámetros de iluminación recomendados para edificios educativos [9].

TABLA DE INTERIOR, TAREA O ACTIVIDAD	E_m lux	UGR_L	R_a
Aulas, aulas de tutoría	300	19	80
Sala de lectura	500	19	80
Pizarra	500	19	80
Mesa de demostraciones	500	19	80
Aulas de arte	500	19	80
Aulas de arte en escuelas de arte	750	19	80
Aulas de dibujo técnico	750	19	80
Aulas de prácticas y laboratorio	500	19	80
Aulas de manualidades	500	19	80
Talleres de enseñanza	500	19	80
Aulas de prácticas de música	300	19	80
Aulas de prácticas de informática	300	19	80
Laboratorios de lenguas	300	19	80
Aulas de preparación y talleres	500	22	80

Halls de entrada	200	22	80
Áreas de circulación, pasillos	100	25	80
Escaleras	150	25	80
Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200	22	80
Salas de profesores	300	19	80
Biblioteca: Estanterías	200	19	80
Biblioteca: salas de lectura	500	19	80
Almacenes de material de profesores	100	25	80
Salas de deporte, gimnasios, piscinas, (uso general)	300	22	80
Cantinas escolares	200	22	80
Cocina	500	22	80

Tabla 5. Salas de descanso, sanitarias y de servicios higiénicos [9].

Tipo de interior, tarea actividad	(Em Lux)	UGR_L	U_o	R_a
2.1 Cantinas, despensas	200	22	0,4	80
2.2 Salas de descanso	100	22	0,4	80
2.3 Salas de ejercicio físico	300	22	0,4	80
2.4 Vestuarios, salas de lavado, servicios higiénicos	200	25	0,4	80
2.5 Enfermería	500	19	0,6	80
2,6 Salas para atención médica	500	16	0,6	90

La Norma Ecuatoriana de Construcción NEC en su capítulo 15 para instalaciones electromecánicas, ver tabla 6, recomienda los estándares adecuados de iluminación por entornos de trabajo.

Tabla 6. Iluminación en ambientes asistenciales y educativos [5].

Tipo de Recinto	Iluminancia (Em Lux)
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	300
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de cirugía	500
Salas de clase	300
Salas de dibujo	600

3.5.10.2 Principales fórmulas y tablas para el cálculo de luminarias

- Factor de mantenimiento Fm

El factor de mantenimiento, indica si el entorno o área de trabajo se conserva limpio o no; de acuerdo a esto su porcentaje varía en un 80% y 60 % respectivamente.

Tabla 7. Tabla de factor de mantenimiento del entorno

Ambiente	Factor de mantenimiento Fm
Limpio	Fm = 0,8
Sucio	Fm = 0,6

- Factor k del local

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)} \quad (2)$$

Donde

a= Ancho del local

b= Largo del local

h= Altura de la luminaria al plano de trabajo. Sea: Mesa de trabajo = 0,78 entonces H = 2,75-0,78; En caso que no se trabaje en mesa será H= 2,75.

- En el siguiente análisis ver tabala 8 , menciona los coeficientes de reflexiones de superficies

Tabla 8. Coeficientes de reflexión de superficies [10].

Elemento	Color	Factor de Referencia
Techo	Blanco o muy claro	0,70
	Claro	0,50
	Medio	0,30
Muro	Claro	0,50
	Medio	0,30
	Obscuro	0,10
Suelo	Claro	0,30
	Medio	0,20
	Obscuro	0,10

- En el siguiente análisis ver Tabla 9, se muestra el factor de utilización.

Tabla 9. Factor de utilización de luminaria Philips [11].

Tabla del factor de utilización											
Índice	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
de	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
sala	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
k											
0.60	0.58	0.55	0.57	0.56	0.55	0.48	0.48	0.44	0.47	0.44	0.42
0.80	0.68	0.64	0.67	0.65	0.63	0.57	0.56	0.52	0.56	0.52	0.50
1.00	0.77	0.71	0.75	0.73	0.70	0.64	0.64	0.59	0.63	0.59	0.57
1.25	0.85	0.77	0.83	0.80	0.77	0.71	0.70	0.66	0.69	0.66	0.64
1.50	0.90	0.82	0.88	0.85	0.81	0.76	0.75	0.71	0.74	0.71	0.69
2.00	0.99	0.89	0.97	0.92	0.88	0.83	0.82	0.79	0.81	0.78	0.76
2.50	1.05	0.93	1.02	0.97	0.92	0.88	0.87	0.84	0.85	0.83	0.81
3.00	1.09	0.96	1.06	1.00	0.94	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.84
4.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.98	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
5.00	1.17	1.01	1.13	1.06	0.99	0.97	0.96	0.94	0.94	0.92	0.90

- En el siguiente análisis ver Tabla 9, se muestra el Flujo luminoso total ϕT

$$\phi T = \frac{Em * S}{Cu * Fm} \quad (3)$$

Donde

Em = Nivel medio de iluminación sobre el plano de trabajo en (lux)

ϕT = Flujo luminoso total instalado en el local en lúmenes

Cu = Coeficiente de utilización de la instalación

Fm = Factor de mantenimiento ó depreciación de la instalación

S = Superficie total del local en (m²)

- Número de luminarias

$$N = \frac{\phi T}{\phi L} \quad (4)$$

N= Número de luminarias

ϕT = Flujo luminoso total

ϕL = Flujo luminoso de la luminaria

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. MÉTODOLOGÍA

4.1.1 Método Científico

Según [12], en su artículo “**El método científico y sus etapas**”, donde dice que el método científico es el procedimiento planteado que se sigue en la investigación para descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, para generalizar y profundizar los conocimientos así adquiridos y llegar a demostrarlos con rigor racional y con ello comprobarlos en el experimento y con las técnicas de su aplicación.

4.1.2 Método Deductivo

Según [13], en su libro “**Investigación, escritura y publicación**”, menciona que el método deductivo va de un razonamiento general a uno particular, del principio a la consecuencia; infiere una conclusión a partir de una premisa de un principio o de una ley. Con este método se logró poner énfasis en la información obtenida, en modelos teóricos según normas ecuatorianas y en la realización de inspecciones para la elaboración de conclusiones y propuestas de mejoramiento.

4.1.3 Método Cuantitativo

Según [14], en su libro “**Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción**”, donde habla del enfoque cuantitativo que se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas y por ende tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, por otro lado, utiliza la recolección de datos y el análisis de los mismos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis formuladas previamente.

Mediante el método cuantitativo se usará la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

4.1.4 Procedimiento de Campo

El proyecto de investigación se enfoca en realizar un estudio de las instalaciones eléctricas del edificio administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Pujilí, además en base a los datos obtenidos se propone realizar mejoras como la señalización de los tableros de distribución, determinar los niveles de iluminación adecuados y la adquisición de un generador auxiliar. Para determinar esto se hizo observaciones directas y toma de datos correspondientes al estado actual de las conexiones eléctricas en la edificación.

4.1.5 Procedimiento Experimental

Mediante el procedimiento experimental se pudo comprobar que la hipótesis planteada es correcta; debido a que se necesita contar con información del transformador instalado, tableros de distribución, circuitos de tomas e iluminación para así plantear propuestas de mejora; razón por la cual es necesario trasladarse al lugar y levantar datos.

4.1.6 Operacionalización de Variables

Variable Independiente	Variable Dependiente
El estudio de las instalaciones eléctricas en el edificio administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí.	Propuestas de mejora para la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí

4.1.7 Variables en el estudio

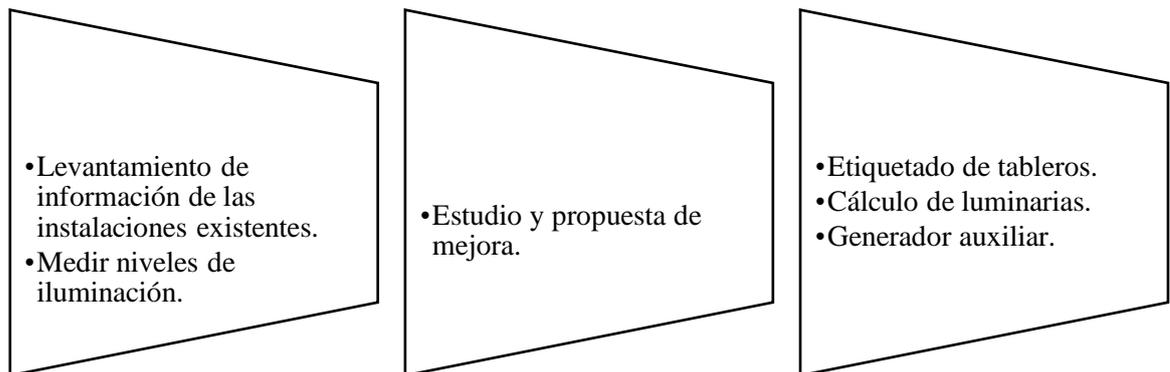


Figura 4. Variables de estudio

4.2. TÉCNICAS UTILIZADAS

4.2.1 Instrumentos de medición

4.2.1.1 Analizador de Energía METREL modelo MI 2883.

En el proyecto de investigación se utilizó un analizador de energía marca METREL modelo MI 2883, el cual tiene la capacidad de medir lo siguiente:

- Voltaje
- Corriente
- Potencia (Real, Reactiva y Aparente)
- Frecuencia
- Factor de Potencia
- Armónicos.
- Flickers

Este analizador también permite el almacenamiento de los valores medidos en 7 días y ofrece gráficos dinámicos de todas las variables eléctricas necesarias en la tesis, a continuación, en la figura 4.2. se puede ver el analizador utilizado.



Figura 5. Analizador de redes utilizado

Empleando el Analizador de Redes de Energía se realizó la medición de las diferentes magnitudes del Sistema Eléctrico en la edificación, que se describe a continuación:

Tabla 10. Instrumentos de medida para instalaciones eléctricas

VARIABLES	DIMENSIÓN	INSTRUMENTO
Voltaje	Voltios (V)	Multímetro, Analizador de energía
Corriente	Amperios (A)	Multímetro, Analizador de energía
Potencia	Vatios (W)	Analizador de energía
Armónicos	THD (%)	Analizador de energía

4.2.2. Teluometro Proskit 8PK – ST1520

Se realiza el estudio de la puesta a tierra, tomando como referencia varios puntos de medición, que se detalla a continuación:

- Transformador de Distribución
- Tablero general
- Sub tablero

- Para este análisis se utiliza el telurómetro marca Proskit 8PK – ST1520, el mismo que permite el análisis del voltaje y la resistencia de la puesta a tierra.



Figura 6. Telurómetro utilizado

4.2.3. Levantamiento de información eléctrica de Universidad técnica de Cotopaxi

Para esto se tuvo que trasladar a la edificación en el Cantón Pujilí, con la finalidad de verificar las condiciones actuales de las instalaciones eléctricas y utilizando el método descriptivo se detalló las áreas del nuevo campus de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EXISTENTES EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CAMPUS PUJILÍ

5.1.1. Acometida aérea – soterrada de MT Campus Pujilí

Se observó que la acometida aérea es trifásica con conductor de cobre #2 AWG de 15KV, cable de tierra #4 AWG desnudo, pararrayos de 10KV y fusibles de 200 A a 15 KV. Ver en la Fig 1, La red desciende por tubería conduit metálica galvanizada (EMT) hacia la canalización PVC (Polivil de Cloruro) de 110 mm que conecta a cajas de revisión (0.80x0.80x90cm) ubicadas en acera por un tramo de 100 metros hasta el transformador de 30KVA de la institución ver la Fig.7:



Figura 7. Acometida de MT para la edificación de la Universidad- Campus Pujilí

5.1.2. Transformador de distribución de la Cámara de Transformación marca INATRA 30KVA

La cámara de transformación esta compuesta por un transformador trifásico marca INATRA con las siguientes características ver la Fig 8:

- Dimensiones de la cámara LxAxH 2,27x2,12x3,50 m
- Potencia 30 KVA
- Transformador autorefrigerado en aceite
- Alimentación 13.800 KV - tres fases
- Conexión triangulo-estrella (Δ -Y)
- Salida en bajo voltaje a 110-220 V
- Tres fusibles NH en baja tensión de 160 A a 500V.
- Puesta a tierra con calibre #2 Cu desnudo



Figura 8. Transformador de distribución de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Pujlí

5.1.3. Tablero de Protección y distribución general de la Universidad Tecnica de Cotopaxi

El tablero de distribución principal se encuentra situado cerca de la cámara de transformación a 4 metros exactamente ver la Fig 9:

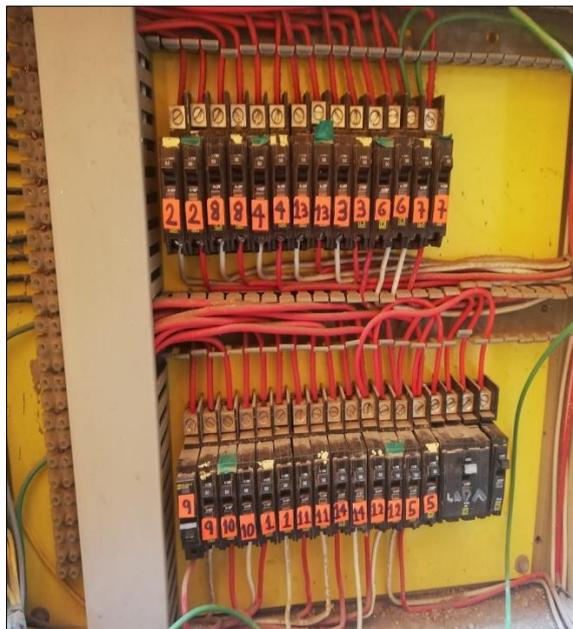


Figura 9. Tablero de distribución principal

5.1.4 Interruptor Termomagnético del Tablero de Distribucion General

Dentro del TDG se encuentra el interruptor termomagnético encargado en la protección y maniobra diseñado para abrir y/o cerrar un circuito de manera manual o para abrir un circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente ver en la Fig 10:

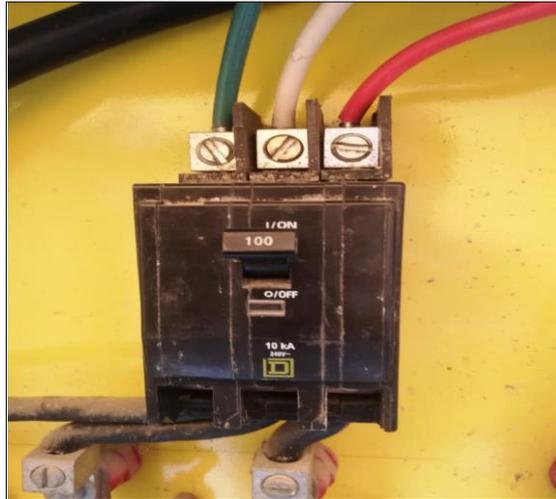


Figura 10. Interruptor termomagnético 100 A del tablero principal

5.1.5 Interruptor Termomagnético del Tablero de Distribucion General

En el siguiente análisis dentro del TDG se encuentra el barraje vertical de 10 contactos para las 3 fases ver en la Fig. 11:

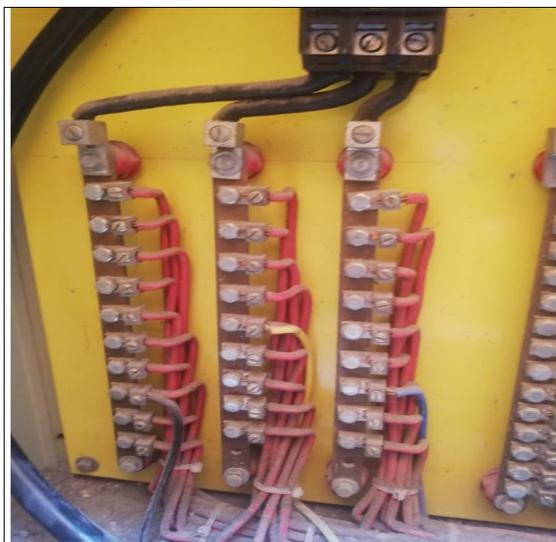


Figura 11. Barraje vertical de 10 contactos para las 3 fases

5.1.6 Puesta a tierra del Tablero General de Distribución.

Dentro del Tablero principal ese puede observar ver en la Fig 12:

- Gabinete de dimensiones: 1,21m x 0,60m empotrado en pared a 1,03 m del piso.
- La acometida hacia el tablero general de distribución es a través de un conductor 4x6 WG (J) THWN-2 a 600V
- Los colores de los conductores de las 3 fases y neutro son: Verde oscuro para fase A, blanco para fase B, rojo para fase C y negro para neutro.
- Posee salida de puesta a tierra para todos los circuitos derivados.
- Posee un interruptor termomagnético general de 100 A.
- Tiene 4 barrajes de 10 contactos verticales de 19"
- Contiene 14 circuitos con protecciones de 2x50 A .

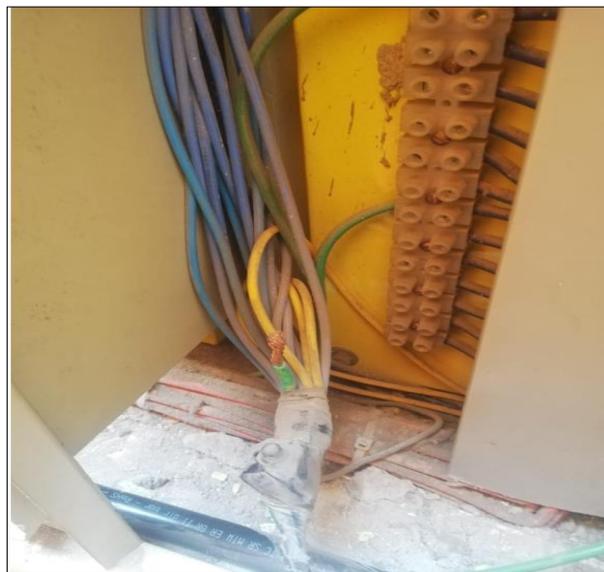


Figura 12. Puesta a tierra del tablero principal

5.1.6 Subtableros de distribución PB-P1 Universidad Técnica de Cotopaxi- Campus Pujilí

Los subtableros de distribución tienen como objetivo proteger los circuitos de las distintas áreas de la edificación y estos pueden abrir o cerrar el paso de corriente de los tomacorrientes o de las luminarias en caso de emergencia o maniobra. En total están instalados 14 subtableros a lo largo del edificio, los cuales se detallaran a profundidad ver la Fig 13:



Figura 13. Subtableros de distribución

A continuación se detalla las áreas de cobertura de los subtableros de distribución de PB y P1 ver la Tabla 11:

Tabla 11. Área de cobertura de los subtableros de distribución

Áreas de cobertura de los tableros de distribución			
TABLEROS	N° CIRCUITO	TIPO	ÁREAS DE CUBERTURA
STD - PB - 01	C1	Tomacorrientes	Oficinas: Dirección, Subdirección, Secretaría y Patio 1
	C2	Iluminación	Oficinas: Dirección, Subdirección, Secretaría y Patio 1
STD – PB - 02	C1	Tomacorrientes	Salón A1, Patio 2, Baños De Patio 2, Tomas Cocina 1
	C2	Iluminación	Patio 2
	C3	Iluminación	Cocina 1, Baños De Patio 2
	C4	Iluminación	Salón A1, Pasillo B1, Escalera Principal.
STD –PB -03	C1	Tomacorrientes	Patio 4, Aula 18, 19 y 20
	C2	Iluminación	Cocina 2. Patio 4. Aula 18, 19 y 20

STD – PB - 04	C1	Tomacorriente 220V	Cocina 1
	C2	Tomacorrientes	Cocina 1
	C3	Tomacorriente 220V	Cocina 1
STD – PB - 05	C1	Iluminación	Área C3, Área C4 Y Área C5
	C2	Tomas altas	Oficina Educación Inicial, Oficina Educación Básica, Oficina De Idiomas Nacionales y Extranjeros.
	C3	Iluminación Tomas	Oficina Educación Inicial, Oficina Educación Básica, Oficina De Idiomas Nacionales y Extranjeros. Aula 11
	C4	Tomacorrientes	Área C4, Área C5 y Aula 10
	C5	Iluminación	Aula 10
	C6	Tomacorriente 220V	Pasillo B3
	C7	Salida 30 A	
STD – PB - 06	C1	Iluminación	Aula, Pasillo B4
	C2	Tomas aéreas	Aula 10
	C3	Tomas aéreas	Oficina Bienestar Estudiantil, Enfermería, Aula9 y Aula 11
	C4	Tomacorrientes	Pasillo B2 Oficina De Idiomas Nacionales y Extranjeros, Oficina Educación Inicial, Oficina Educación Básica.
STD – PB - 07	C1	Iluminación	Oficina Bienestar Estudiantil, Enfermería y Aula 9
	C2	Iluminación	Pasillo B4, Pasillo B2
	C3	Tomacorrientes	Patio 2 Oficina Bienestar Estudiantil, Enfermería y Aula 9
STD – P1 - 08	C1	Tomacorrientes	Salón A2, Tomas Bajas Cocina 2
	C2	Iluminación	Salón A2
STD – P1 - 09	C1	Toma baja	Aula 21, y 22.
	C2	Iluminación	Aula 21 y 22

STD – P1 - 10	C1	Iluminación	Pasillo B6
STD – P1 - 11	C1	Iluminación	Pasillo B7
	C2	Iluminación	Área C7, Área C8 y Área C9
	C3	Tomacorrientes	C7, C8 y C9
	C4	Toma baja	Aula 15, 16, 17. Pasillo B6
STD – P1 - 12	C1	Iluminación	Aula 15, 16 y 17
	C2	Tomas alta	Aula 15, 16 y 17.
STD – P1 - 13	C1	Tomacorrientes	Patio 3, Aula 12, 13 y 14.
	C2	Iluminación	Patio 3
STD – P1 - 14	C1	Iluminación	Oficina Coordinación de Investigación, Oficina Coordinación de Vinculación, Aula 14

Los conductores que conectan a los subtableros de distribución desde el tablero principal son 2x8+1N #8 AWG + 1 tierra #12 AWG, desde donde se distribuyen en circuitos de iluminación y tomacorrientes ver tabla 12:

Tabla 12. Conductores hacia los tableros de distribución

Conductores hacia tableros de distribución									
Tablero	Fases F1F2 N	Conductor						Normativa	
		Calibre Conductor	N° conductores	Diámetro [mm]	Área [mm ²]	Colores	Corriente [A]	NEC	Observación
TDP G – PB - 01	ABCN	4x6 AWG	4	4,11 mm	13,30mm ²	Verde oscuro , blanco, rojo. Neutro= negro	55	Si cumpl e	Tablero principal
STD – PB - 01	ABN	2x8+1N #8 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm ² 3,31mm ²	Rojo, blanco. Neutro= negro.	40 20	Si cumpl e	Subtablero

		Tierra 1#12 AWG				Azul.			
STD – PB – 02	ACN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – P1 – 03	BCN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – PB – 04	ABN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – PB – 05	ACN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – PB – 06	BCN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – PB – 07	ABN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – P1 – 08	ACN	2x8+1N #8 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro.	40 20	Si cumpl e	Subtablero

		Tierra 1#12 AWG				Azul.			
STD – P1 – 09	BCN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – P1 – 10	ABN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – P1 – 11	ACN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – P1 – 12	BCN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – P1 – 13	ABN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero
STD – P1 – 14	ACN	2x8+1N #8 AWG Tierra 1#12 AWG	4	3,26 mm 2,05 mm	8,37 mm2 3,31mm2	Rojo, blanco. Neutro= negro. Azul.	40 20	Si cumpl e	Subtablero

Cada subtablero de distribución contiene circuitos de tomacorrientes e iluminación, los mismos que alimentan a cargas finales ver la tabla 13 donde el circuito de tomacorrientes tiene una protección de 20 A con un conductor 1X12+1N#12 +tierra #12 de color blanco para fase, amarillo para neutro y amarillo para tierra. El circuito de iluminación tiene las mismas dimensiones antes mencionas pero de color rojo para fase y negro para neutro.

Tabla 13. Conductores de circuitos de iluminación y tomacorrientes

Circuitos de iluminación y tomacorrientes											
Table ro	Fas e	N° Circui to	Tipo	Conductor						Normativa	
				Calibre Conducto r AWG	N° conducto res	Diáme tro [mm]	Área [mm2]	Colores	I [A]	NEC	Obs erva ción
STD - PB - 01	AB N	C1	Tomacorrien tes	1x12+1N #12	3	2,05 mm	3,31 mm2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
		C2	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
STD - PB - 02	AC N	C1	Tomacorrien tes	1x12+1N #12	3	2,05 mm	3,31 mm2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
		C2	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
		C3	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro	30A	Si cumple	Circ uito

								= negro.			
		C4	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
STD -PB - 03	BC N	C1	Tomacorrientes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
		C2	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
STD -PB - 04	AB N	C1	Tomacorriente								
		C2	Tomacorriente								
		C3	Tomacorriente	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
STD -PB - 05	AC N	C1	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
		C2	Tomacorrientes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra	30 A	Si cumple	Circ uito

								=amarillo.			
		C3	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
		C4	Tomacorrientes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amarillo, tierra =amarillo.	30 A	Si cumple	Circ uito
		C5	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
		C6	Tomacorrientes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amarillo, tierra =amarillo.	30 A	Si cumple	Circ uito
		C7	Tomacorrientes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amarillo, tierra =amarillo.	30 A	Si cumple	Circ uito
STD - PB - 06	BC N	C1	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
		C2	Tomacorrientes	1x12+1N #12	3			Fase = blanco,	30 A	Si cumple	Circ uito

				Tierra 1#12		2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.			
		C3	Tomacorrien tes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
		C4	Tomacorrien tes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
STD - PB - 07	AB N	C1	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
		C2	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
		C3	Tomacorrien tes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
	AC N	C1	Tomacorrien tes	1x12+1N #12	3	2,05 mm	3,31 mm2	Fase = blanco, neutro	30 A	Si cumple	Circ uito

STD - P1 - 08				Tierra 1#12		2,05m m	3,31m m2	=amaril lo, tierra =amaril lo.				
		C2	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito	
STD - P1 - 09	BC N	C1	Tomacorrien tes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito	
			C2	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
STD - P1 - 10	AB N	C1	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito	
STD - P1 - 11	AC N	C1	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito	
			C2	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
			C3	Tomacorrien tes	1x12+1N #12	3	2,05 mm	3,31 mm2	Fase = blanco, neutro =amaril lo,	30 A	Si cumple	Circ uito

				Tierra 1#12		2,05m m	3,31m m2	tierra =amaril lo.			
		C4	Tomacorrien tes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
STD - P1 - 12	BC N	C1	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
		C2	Tomacorrien tes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
STD - P1 - 13	AB N	C1	Tomacorrien tes	1x12+1N #12 Tierra 1#12	3	2,05 mm 2,05m m	3,31 mm2 3,31m m2	Fase = blanco, neutro =amaril lo, tierra =amaril lo.	30 A	Si cumple	Circ uito
		C2	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito
STD - P1 - 14	AC N	C1	Iluminación	1x12+1N #12	2	2,05m m	3,31m m2	Fase = rojo, neutro = negro.	30A	Si cumple	Circ uito

5.1.5 Servicios industriales- bombas Planta baja del Campus Pujilí

En este punto se hace referencia todos los equipos conectados como son bombas, equipos industriales, etc., observando que en la edificación existe un cuarto destinado al almacenamiento de tanques para la purificación del agua.

5.1.6. Luminarias instaladas en la Planta Baja y Piso 1 del Campus Pujili

Las luminarias existentes en el edificio administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí son ver en la tabla 14:

- Luminaria colgantes de techo de 6 y 8 focos ahorradores de 15W cada una, ubicadas en áreas comunes.
- Luminaria doble tipo rosetón circular sobrepuesta, con disposición interna para 2 bombillos. Algunas de ellas no disponen de focos insertados. Este tipo de iluminación se encuentra ubicado en cada oficina – aula.
- Apliques de pared tipo flor con una salida máxima de 60W cada una. Este tipo de iluminación se encuentra ubicados en pasillos a lo largo de la edificación.
- Flourescente de 20W, ubicado en patio – corredor.

Tabla 14. Tipo de luminariás existentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí

Luminaria colgante

Luminaria doble

Aplique de pared



5.1.7 Tomacorrientes instalados en el edificio Administrativo del Campus Pujilí

Los tomacorrientes instalados en el edificio administrativo de la universidad presentan las siguientes condiciones ver la Fig 14:

- Tomacorrientes doble, de salida de 2 polos a 127V, 15 A.
- Estructura NEMA 5 -15.
- Tiene puesta a tierra con conductor #12 AWG (3,31 mm²)
- Conductores #12 AWG de color blanco para fase y amarillo para neutro.



Figura 14. Tomacorrientes existentes

Uno aspecto importante de mencionar es la altura de instalación a la que se encuentra.

- 0,42 m de altura, tomas normales.
- 2,47 m de altura, tomas en altura.

Por consiguiente los tomacorrientes cumplen con los estándares establecidos en la Norma Ecuatoriana de la construcción de ser ubicados a una altura de 0,20 a 0,80 m del piso.

5.1.8 Interruptores de iluminación del Edificio del Area Administrativa

En la institución se encuentran instalados los siguientes tipos de interruptores ver Fig 15:

- Interruptor simple (S) 15A unipolar, ubicado en oficinas – aulas.
- Interruptor doble (S2) 15A, de 2 polos en patios, corredores y salones auditorios A1 A2.
- Interruptor de conmutación 15A, en el pasillo B7 de planta alta.



Figura 15. Interruptores existentes

La altura a la que se encuentran instalados los interruptores es de 1,12 m; razón por la cuál cumple con la Normativa Ecuatoriana de la Construcción, de ser ubicados a partir de una distancia mínima de 0,80 y 1,40 desde el piso terminado.

5.1.9. Análisis de Flickers METREL MI 2883

De acuerdo a la regulación ARCONEL 005/18, señala que los flickers en una red eléctrica debe ser menor a la unidad. Ver tabla 15, se realiza el análisis para la Universidad Técnica de Cotopaxi dando los siguientes resultados:

Tabla 15. Análisis de Flickers.

Fecha	Hora	Flicker	Pst1	Pst2	Pst3	Pst Promedio	ARCONEL 003/18
25/06/2021	20:50	Flicker Mínimo	0,03	0,03	0,03	0,03	Cumple con la regulación
26/06/2021	22:20	Flicker Máximo	2,49	2,54	2,48	2,50	No cumple con la Regulación

De acuerdo al análisis respectivo se puede observar que el flicker se encuentra fuera del 1% recomendado por la regulación. Por lo que es necesario realizar un cambio en las luminarias, reemplazandolas por unas más eficientes ver Fig 16.

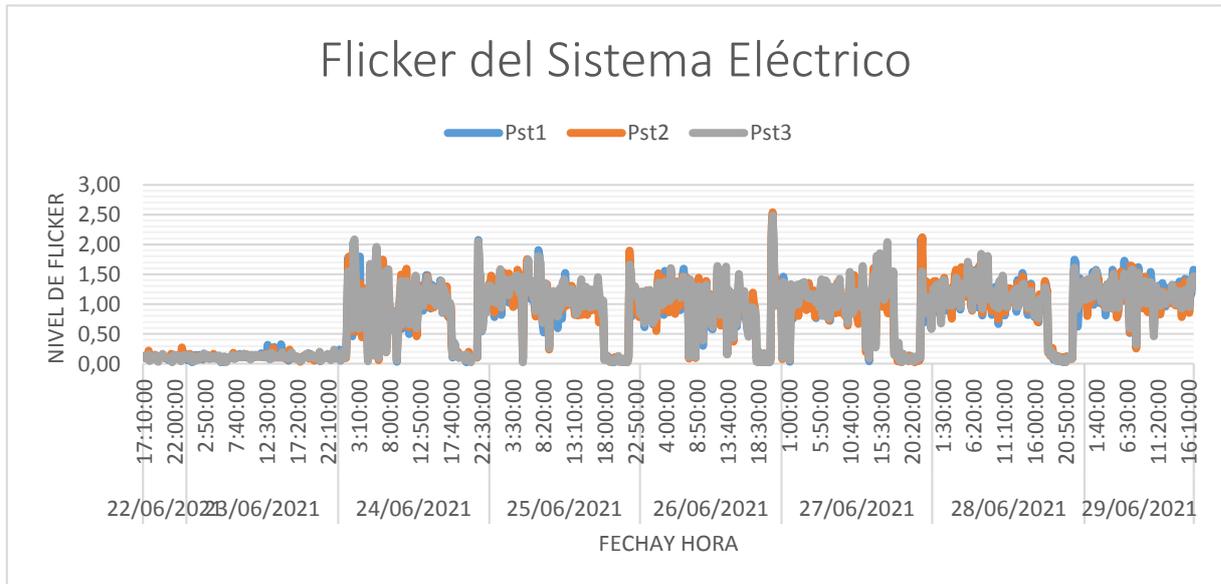


Figura 16. Análisis de Flickers

5.1.10. Análisis de la resistencia de la Puesta a tierra de Tablero de Distribucion

5.1.10.1. Normativa

No existe un único umbral estándar de resistencia que debe cumplir la puesta a tierra que sea reconocido por todas las agencias de electricidad. Sin embargo, la NFPA y la IEEE han recomendado un valor de resistencia de puesta a tierra de 5 ohmios o menos.

Por otro lado la normativa NEC ha indicado lo siguiente “Se debe de asegurar de que la impedancia del sistema a la puesta a tierra sea de menos de 25 ohmios, tal como se especifica en NEC 250.56. En instalaciones con equipo sensible, debe ser de 5,0 ohmios o menos”.

Para la realización de este estudio en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Pujilí se tomara el rango de 5 ohmios o menos, debido a que los equipos electrónicos de la universidad son sensibles. La meta en la resistencia de puesta a tierra es lograr el mínimo valor de la resistencia de la puesta a tierra, que tenga sentido económico y físicamente.

5.1.10.2 Datos de Voltaje en la conexión de puesta a tierra del Transformador

Se debe considerar que el voltaje que debe circular por el neutro debe ser de 0 Voltios. De acuerdo a las mediciones tomadas, la medición de Voltaje que tiene la conexión de puesta a tierra es de 2.3 Voltios, el mismo que puede ser provocado por una mala conexión de puesta a tierra. Este problema puede ocasionar fallas y problemas en el equipo electrónico (sensible) y en algunas ocasiones hasta ignición (explosión) de los mismos por sobrecalentamiento.

5.1.10.3. Datos de Resistencia de la conexión de puesta a tierra del Transformador

De acuerdo a la tabla 16, el valor de la resistencia que circula por la conexión a Tierra del Transformador de Distribución es de 1,93 Ω y se encuentra dentro de la normativa.

Tabla 16. Mediciones de la Resistencia en la Conexión a tierra en el Transformador.

Valor de Resistencia	Valor nominal establecido por la norma.	Observaciones
1,93 Ω	5 Ω	Cumple

5.1.10.4. Datos de Resistencia de la conexión de puesta a tierra del Sub Tablero de Distribución

Se puede observar en la tabla 17, el valor de la resistencia que circula por la conexión a Tierra en el Tablero General de Distribución es de 1,97 Ω , por lo tanto se encuentra dentro de la normativa.

Tabla 17. Mediciones de la Resistencia en la Conexión a tierra en el Transformador.

Valor de Resistencia	Valor nominal establecido por la norma.	Observaciones
1,97 Ω	5 Ω	Cumple

5.1.10.5. Datos de Resistencia de la conexión de puesta a tierra del Subtablero de Distribución

Se puede observar en la tabla 18, el valor de la resistencia que circula por la conexión a Tierra en el Subtablero es de 1,94 Ω , por lo tanto se encuentra dentro de la normativa.

Tabla 18. Mediciones de la Resistencia en la Conexión a tierra en el Transformador.

Valor de Resistencia	Valor nominal establecido por la norma.	Observaciones
1,94 Ω	5 Ω	Cumple

5.2. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS CAMPUS PUJILÍ

La propuesta de mejora se centra en específico en la identificación y etiquetado de tableros de distribución, cálculo de luminarias de tecnología LED y la adquisición de un generador de emergencia en caso de cortes del suministro eléctrico debido a que actualmente no se cuenta con un equipo que cumpla esta función.

5.2.1 Etiquetado de tableros de distribución

El proyecto de investigación propone el etiquetado de los los tableros eléctricos en la edificación acorde a la norma CPE INEN 19:20012. Esto es necesario debido a que no existe una señalización adecuada que permite actuar de manera inmediata para la conexión y desconexión de los circuitos en el caso de presentarse una emergencia.

Se propone utilizar la siguiente nomenclatura para el etiquetado de los tableros de distribución:

Tipo de Tablero:

- TDPG: Tablero de Distribución y Protección General

- STD: Sub Tablero de Distribución
- TCM: Tablero de Control y Medición.

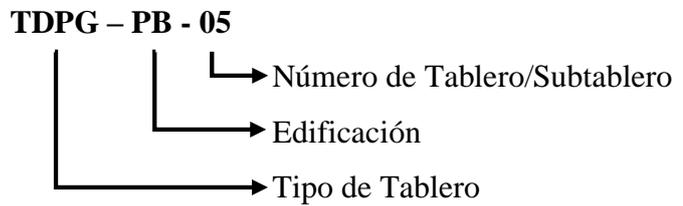
Edificación:

- Planta Baja: PB
- Primer Piso: P1
- Segundo Piso: P2

Numero de Tablero y Subtablero:

- 01 al 99

Estructura del etiquetado:



De acuerdo a lo antes mencionado se tiene finalmente la nomenclatura para el etiquetado de los 15 tableros de la universidad, quedando de la siguiente manera.

Tabla 19. Etiquetas de tableros de distribución

Etiquetado de Tableros de Distribución	
N° de Tablero	Código
Tablero principal	TDPG – PB - 01
Tablero 1	STD – PB - 01
Tablero 2	STD – PB - 02
Tablero 3	STD – P1 - 03
Tablero 4	STD – PB - 04
Tablero 5	STD – PB - 05
Tablero 6	STD – PB - 06

Tablero 7	STD – PB - 07
Tablero 8	STD – P1 - 08
Tablero 9	STD – P1 - 09
Tablero 10	STD – P1 - 10
Tablero 11	STD – P1 - 11
Tablero 12	STD – P1 - 12
Tablero 13	STD – P1 - 13
Tablero 14	STD – P1 - 14

5.2.2. Renovación de luminarias con paneles de tecnología led en la Universidad Técnica de Cotopaxi-Campus Pujilí .

En el edificio administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí, existe la necesidad de mejorar los niveles de iluminación; debido a que esta infraestructura fue utilizada anteriormente en el sector hotelero ver figura 16 donde se realizó con un equipo debidamente calibrado.



Figura 17. Mediciones de iluminación, los autores.

Las mediciones en aulas y oficinas se lo realizó con el luxómetro SPER SCIENTIFIC MODELO 850007, de los cuales se obtuvo los siguientes datos ver la tabla 20:

Tabla 20. Mediciones del nivel de iluminación por áreas de trabajo

Mediciones con el equipo luxómetro										
(en lux)										
N°	Oficinas / aulas	Área A				Área B	Área C	Total (lux)		
		A	A	A	A	B	C	A	B	C
Planta baja										
1	Subdirección	180	180	178	177	188	128	179,33	188	128
2	Dirección	141	131	124	127	168	120	132	168	120
3	Secretaria	78	86	98	95	-	-	89,25	-	-
4	Pedagogía de los idiomas nacionales y extranjeros	88	136	91	101	138	122	112,66	138	122
5	Educación inicial	74	78	82	84	94	115	78	94	115
6	Educción básica	128	86	128	125	-	-	116,75	-	-
7	Bienestar estudiantil	130	90	110	112	120	112	112,33	120	112
8	Enfermería	126	55	60	73	76	119	80,33	76	119
9	Aula	114	98	106	117	105	123	110,5	105	123
10	Aula	43	36	29	37	39	23	34,5	39	23
11	Aula	73	22	46	51	75	130	47	75	130
A1	Salón Auditorio sector A	135	213	113	116	-	-	153,66	-	-
	Salón Auditorio sector B	73	61	44	143	-	-	59,33	-	-
P1	Patio – pasillo 1	43	62	78	52	-	-	58,75	-	-
P2	Patio – pasillo 2	132	240	151	143	-	-	174,33	-	-
Planta alta										
12	Coordinación de investigación	118	104	84	90	205	131	102	205	131
13	Coordinación de vinculación	86	78	120	114	133	117	108	133	117
14	Aula	134	188	123	131	142	123	140,16	142	123
15	Aula	149	140	118	107	123	132	135,66	123	132
16	Aula	67	93	75	82	87	97	78,33	87	97
17	Aula	85	135	119	121	124	102	114,33	124	102
18	Aula	41	28	65	73	81	94	63,66	81	94
19	Aula	97	101	87	98	101	103	97,83	101	103

20	Aula	98	110	102	107	114	116	107,83	114	116
21	Aula	109	123	78	90	92	125	102,83	92	125
22	Aula	36	31	21	27	44	97	42,66	44	97
A2	Centro de cómputo	120	247	229	174	-	-	192,5	-	-
P3	Patio – pasillo 3	195	170	184	197	-	-	183	-	-
P4	Patio – pasillo 4	198	185	173	187	-	-	185,33	-	-
C7	Salón auditorio planta alta	83	134	143	91	-	-	112,75	-	-
C9		67	82	74	69	-	-	74,33	-	-

De acuerdo a datos obtenidos, se relacionó con los valores de iluminación media (Em) establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción – CAP 15, de los cuales ninguna de las áreas de trabajo cumplen con los estándares mínimos que son 300 para oficinas, 100 en pasillos, 300 en salas de cómputo, 300 aulas y 200 lux en sanitarios; razón por la cual es necesario realizar un cálculo de luminarias.

5.2.3. Cálculo de luminarias

Para realizar el cálculo de iluminación requerida, es necesario conocer las dimensiones del área a iluminar ($L \times A \times H$), fijar la altura del plano de trabajo, determinar el factor de mantenimiento, coeficientes de reflexión en paredes y seleccionar un tipo de luminaria en específico a utilizar para obtener los índices de utilización.

5.2.4. Cálculos de iluminación para la oficina de Subdirección

Dimensiones a iluminar – Área A

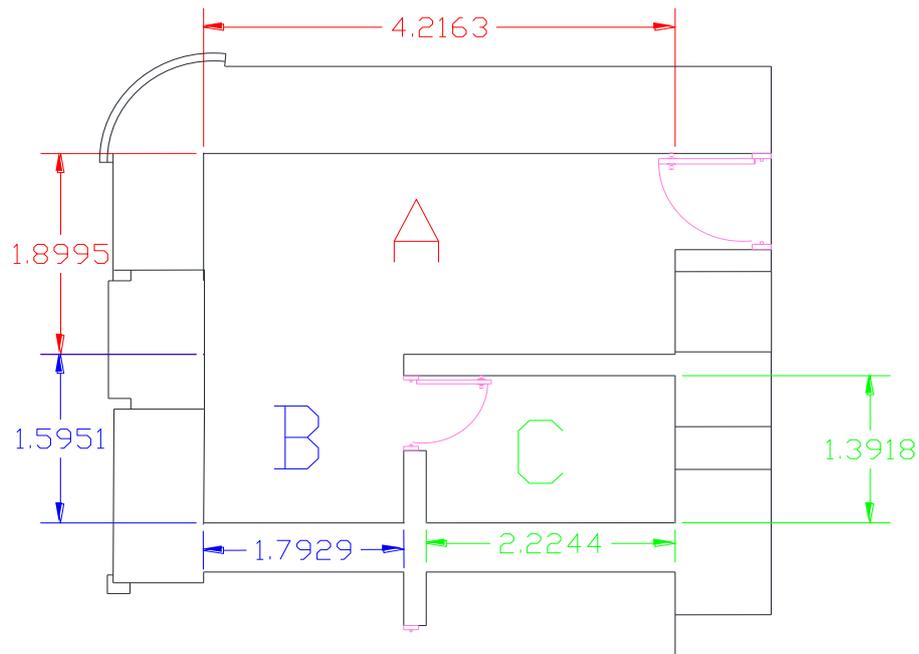


Figura 18. Dimensiones de la oficina de Subdirección

$$a = \text{ancho (m)} = 1,8995 \sim 1,90 \text{ m}$$

$$b = \text{largo (m)} = 4,2163 \sim 4,22 \text{ m}$$

$$H = \text{alto (m)} = 3,23 \text{ m}$$

$$S = a * b$$

$$S = 1,90 * 4,22$$

$$S = 8,01 \text{ m}^2$$

Fijar la altura del plano de trabajo

En la oficina normalmente el plano de trabajo está a nivel de las mesas de escritorios de 0,78 m.

$$h = H - 0,78 \text{ m}$$

$$h = 3,23 - (0,78) \text{ m}$$

$$h = 2,45 \text{ m}$$

Determinar el nivel de iluminación media (Em) que ha de tener el local

De acuerdo a la tabla de Iluminación en ambientes asistenciales y educativos NEC, se tiene que la iluminación media requerida (Em) para oficinas es 300 lux.

$E_m = 300 \text{ Lux}$

Factor de mantenimiento (FM)

Estos factor se lo puede hallar en tablas y consta de dos parámetros como se muestra a continuación:

Limpio = 0,8

Sucio= 0,6

El factor de mantenimiento seleccionado es 0,8 considerando que se va mantener un buen estado de limpieza en el lugar

$F_m = 0,8$

Cálculo del Coeficiente de utilización (Cu)

Factor del local (K)

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$
$$K = \frac{1,90 * 4,22}{2,45 * (1,90 + 4,22)}$$
$$K = 0,53$$

Determinar los coeficientes de reflexión de las superficies

De acuerdo la tabla de coeficientes de reflexión, se tiene los siguientes porcentajes de reflexión ver la tabla 21:

Techo = 70%

Pared = 50%

Suelo = 20%

Tabla 21. Tabla de factor de utilización de Philips

	Factor de utilización			
Índice	0.80	0.80	0.70	0.70
de	0.50	0.50	0.50	0.50
sala	0.30	0.10	0.30	0.20
k				
	0.60	0.58	0.55	0.57
				0.56

Como se obtuvo un factor k de 0,53 bajo lo mínimo de 0,60 se calculará por medio de regla de tres y en caso que hubiese sido mayor se deberá realizar por interpolación. Es así que se obtiene que:

$$C_u = 0,49$$

Cálculo del flujo luminoso total ϕT

$$\phi T = \frac{E_m * S}{C_u * F_m}$$

$$\phi T = \frac{300 * 8,01}{0,49 * 0,80}$$

$$\phi T = 6130,1 \text{ lm}$$

Cálculo del número de luminarias

Tabla 22. Datos de la luminaria RC461B PSD W60L60 1xLED60S/940 de Philips

Tipo de Luminaria	RC461B PSD W60L60 1xLED60S/940
Montaje	Empotrada
Flujo luminoso	6000 lm
Potencia	44,5 W
LxBxH	0,60x0,60x0,07 m
Alimentación	110 V-220V



$$N = \frac{\phi T}{\phi L}$$

$$N = \frac{6130,1 \text{ lm}}{6000 \text{ lm}}$$

$$N = 1,02 \sim 1$$

Cálculo de emplazamiento de la luminaria

Numero de filas de luminarias a lo ancho del local

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b} * a}$$

$$N_{ancho} = 1$$

Número de columnas de luminarias a lo largo del local

$$N_{largo} = N_{ancho} * \left(\frac{b}{a}\right)$$

$$N_{largo} = 1$$

Disposición de luminarias de muro a punto central de luminaria

$$d_x = \frac{b}{N_{largo}}$$

$$d_x = \frac{4,2163}{1}$$

$$d_x = 4,2163$$

$$d_x' = \frac{d_x}{2}$$

$$d_x' = \frac{4,2163}{2}$$

$$d_x' = 2,108 \text{ m}$$

$$d_y = \frac{a}{N_{ancho}}$$

$$d_y = \frac{1,8995}{1}$$

$$d_y = 1,8995$$

$$d_y' = \frac{d_y}{2}$$

$$d_y' = \frac{1,8995}{2}$$

$$d_y' = 0,94 \text{ m}$$

Una vez efectuados los cálculos, se determinó que se necesita una luminaria de un flujo luminoso total de 6000 lúmenes para tener 300 lux en el área útil A de la oficina de

Subdirección. Esto se conseguirá si se instala técnicamente este tipo de luminaria RC461B PSD W60L60 1xLED60S/940.

Subdirección – Área B

$$\begin{aligned}a &= \text{ancho (m)} = 1,5951 \sim 1,60 \text{ m} \\b &= \text{largo (m)} = 1,7929 \sim 1,79 \text{ m} \\H &= \text{alto (m)} = 3,23 \text{ m} \\S &= a * b \\S &= 2,86 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Fijar la altura del plano de trabajo

En la oficina normalmente el plano de trabajo está a nivel de las mesas de escritorios de 0,78 m.

$$\begin{aligned}h &= H - 0,78 \text{ m} \\h &= 3,23 - (0,78) \text{ m} \\h &= 2,45 \text{ m}\end{aligned}$$

Determinar el nivel de iluminación media (Em) que ha de tener la oficina.

De acuerdo a la tabla de iluminación en ambientes asistenciales y educativos NEC se tiene:

$$E_m = 300 \text{ Lux}$$

Factor de mantenimiento (FM)

$$F_m = 0,80$$

Cálculo del Coeficiente de utilización (Cu)

Factor del local (K)

$$\begin{aligned}K &= \frac{1,60 * 1,79}{2,45 * (1,60 + 1,79)} \\K &= 0,34\end{aligned}$$

Determinar los coeficientes de reflexión de las superficies

$$\text{Techo} = 0,70$$

$$\text{Muro} = 0,50$$

$$\text{Suelo} = 0,20$$

Para estos datos se tiene mediante cálculos:

$$Cu = 0.31$$

Cálculo del flujo luminoso total ϕT

$$\phi T = \frac{300 * 2,86}{0,31 * 0,80}$$

$$\phi T = 3459,67 \text{ lm}$$

Cálculo del número de luminarias

Tabla 23. Datos de la luminaria RC132V W60L60 PSD 1xLED 36/840 de Philips.

Tipo de Luminaria	PHILIPS RC132V W60L60 PSD 1 xLED36S/840
Montaje	Empotrada
Flujo luminoso	3600 lm
Potencia	33 W
LxBxH	0.60x0.60x0.07 m
Alimentación	110 V



$$N = \frac{\phi T}{\phi L}$$

$$N = \frac{3459,67 \text{ lm}}{3600 \text{ lm}}$$

$$N = 0,96 \sim 1$$

Cálculo de emplazamiento de luminarias

Numero de filas de luminarias a lo ancho de la oficina

$$N_{ancho} = 1$$

Número de columnas de luminarias a lo largo de la oficina

$$N_{largo} = 1$$

Disposición de pared a punto central de luminaria

$$d_x' = \frac{d_x}{2}$$

$$d_x' = \frac{1,7929}{2}$$

$$d_x' = 0,89 \text{ m}$$

$$d_y' = \frac{d_y}{2}$$

$$d_y' = \frac{1,5951}{2}$$

$$d_y' = 0,79 \text{ m}$$

Una vez efectuados los cálculos, se determinó que se necesita una luminaria de un flujo luminoso total de 3600 lúmenes para tener 300 lux en el área útil B de la oficina de Subdirección. Esto se conseguirá si se instala la luminaria PHILIPS RC132 W60L60 PSD 1x LED36S/840.

Subdirección – Área C

$$a = \text{ancho (m)} = 1,3918 \sim 1,39 \text{ m}$$

$$b = \text{largo (m)} = 2,2244 \sim 2,22 \text{ m}$$

$$H = \text{alto (m)} = 3,23 \text{ m}$$

$$S = a * b$$

$$S = 3,09 \text{ m}^2$$

Fijar la altura del plano de trabajo

El inodoro se encuentra a 0,41 m. Estas consideraciones permitirán realizar un análisis adecuado de los niveles de iluminación.

$$h = H - 0,41 \text{ m}$$

$$h = 3,23 - (0,41 + 0,07) \text{ m}$$

$$h = 2,81 \text{ m}$$

Determinar el nivel de iluminación media (Em) que ha de tener el local

De acuerdo a la tabla UNE 12464.1 Salas de descanso, sanitarias y de servicios higiénicos se tiene:

$$E_m = 200 \text{ lux}$$

Factor de mantenimiento (Fm)

$$F_m = 0,8$$

Cálculo del Coeficiente de utilización (Cu)

Factor del local (K)

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

$$K = \frac{1,39 * 2,22}{2,81 * (1,39 + 2,22)}$$

$$K = 0,30$$

Determinar los coeficientes de reflexión de las superficies

Techo = 0,70

Muro =0,50

Suelo =0,30

De acuerdo a cálculos y por medio de la tabla de utilización se obtiene el coeficiente de utilización

Cu = 0,28

Cálculo del flujo luminoso total ϕT

$$\phi T = \frac{200 * 3,09}{0,28 * 0,80}$$

$$\phi T = 2758,92 \text{ lm}$$

Cálculo del número de luminarias

Tabla 24. Datos técnicos de la luminaria SM400C PSD 1 XLED 28S/840 de Philips

Tipo de Luminaria	SM400C PSD W60L60
	1xLED28S/840
Montaje	Adosada
Flujo luminoso	2800 lm
Potencia	25,5 W
LxBxH	0.60x0.60x0.07 m
Alimentación	110 V-220V



$$N = \frac{\phi T}{\phi L}$$

$$N = \frac{2758,92 \text{ lm}}{2800 \text{ lm}}$$

$$N = 0,98 \sim 1$$

Cálculo de emplazamiento de luminarias

Numero de filas de luminarias a lo ancho

$$N_{ancho} = 1$$

Número de columnas de luminarias a lo largo

$$N_{largo} = 1$$

Disposición de pared a punto central de luminaria

$$d_x' = \frac{d_x}{2}$$
$$d_x' = 1,11 \text{ m}$$
$$d_y' = \frac{d_y}{2}$$
$$d_y' = 0,69 \text{ m}$$

Una vez efectuados los cálculos, se determinó que se necesita una luminaria de un flujo luminoso total de 2800 lúmenes para tener 200 lux en el área útil C de la oficina de Subdirección. Esto se conseguirá si se instala la luminaria PHILIPS PSD W60L60 1Xled28S/840.

5.2.4 Cálculos de iluminación general para oficinas, aulas y sanitarios.

Para determinar las demás áreas de trabajo en oficinas, aulas, entre otras se aplicará la misma metodología de cálculo, cuyos resultados obtenidos se muestra en la siguiente tabla 25.

Tabla 25. Tabla general de cálculo de luminarias

Cálculo de luminarias general																
Dependencia	Área	L*A*H (m)	Medición Luxómetro	Normativa	Cumple	Requerimiento por cálculo	Propuesta - DIAlux									
							Tipo de Luminaria								Total	
	B	1,79x1,42x3,23	168	300	No	3284,48 lm	-	-	-	-	-	1	-	3600	33	
	C	2,22x1,21x3,23	120	200	No	2680 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5	
3	A	4,22x3,64x2,75	89,25	300	No	8861,53 lm	-	-	2	-	-	-	-	8400	81	
	A	4,04x3,29x2,75	(112,66) - (135,66)	300	No No	7019,36 lm	-	2	-	-	-	-	-	7200	67	
4 - 15	(B/G)	1,72x1,52x2,75	(138) - (123)	300	No No	2509,61 lm	-	-	-	-	1	-	-	2800	22,5	
	(C/G)	2,33x1,52x2,75	(122) - (132)	200	No No	2315,78 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5	
5 - 16	A	4,04x3,39x2,75	(78) - (78,33)	300	No No	7230,63 lm	-	2	-	-	-	-	-	7200	67	
	(B/G)	1,72x1,52x2,75	(94) - (87)	300	No No	2509,61 lm	-	-	-	-	1	-	-	2800	22	
	(C/G)	2,33x1,52x2,75	(115) - (97)	200	No	2315,78 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5	

					No											
17	A	4,04x2,08x2,75	114,33	300	No	5170,08 lm	-	-	-	-	-	-	1	6000	44,5	
	(B/G)	1,72x1,52x2,75	124	300	No No	2509,61 lm	-	-	-	-	1	-	-	2800	22	
	(C/G)	2,33x1,52x2,75	102	200	No No	2315,78 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5	
6	A	4,04x3,79x2,75	116,75	300	No	7875 lm	-	-	2	-	-	-	-	7200	67	
7 - 18	A	4,04x2,28x2,75	(112,33) – (63,66)	300	No No	5588,70	-	-	-	-	-	-	1	6000	44,5	
	(B/G)	1,72x1,52x2,75	(120) – (81)	300	No No	2509,61 lm	-	-	-	-	1	-	-	2800	22	
	(C/G)	2,33x1,52x2,75	(112) – (94)	200	No No	2315,78 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5	
8 - 19	A	4,04x3,54x2,75	(80,33) – (97,5)	300	No No	7453,12	-	2	-	-	-	-	-	7200	67	
	(B/G)	1,72x1,52x2,75	(76) – (101)	300	No No	2509,61 lm	-	-	-	-	1	-	-	2800	22	
	(C/G)	2,33x1,52x2,75	(119) – (103)	200	No	2315,78 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5	

					No												
9 - 20	A	4,04x3,49x2,75	(110,50) – (107,83)	300	No No	7343,75 lm	-	2	-	-	-	-	-	7200	67		
	(B/G)	1,72x1,52x2,75	(105) – (114)	300	No No	2509,61 lm	-	-	-	-	1	-	-	2800	22		
	(C/G)	2,33x1,52x2,75	(123) – (116)	200	No No	2315,78 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5		
10 - 21	A	5,71x3,25x2,75	(34,5) – (102,83)	300	No No	8550 lm	-	-	2	-	-	-	-	8400	81		
	B	1,72x0,76x2,75	(39) – (92)	300	No No	1879,32 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5		
	(C/G)	2,33x1,52x2,75	(23) – (125)	200	No No	2315,78 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5		
11 - 22	A	3,89x3,352,75	(47) – (42,666)	300	No No	6985,71 lm	-	2	-	-	-	-	-	7200	67		
	B	1,72x121x2,75	(75) – (44)	300	No No	2363,63 lm	-	-	-	-	1	-	-	2800	22		
	(C/G)	2,33x1,52x2,75	(130) – (97)	200	No No	2315,78 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5		

12	A	4,22x1,90x3,23	102	300	No	5889,70 lm	-	-	-	1	-	-	-	6000	55
	B	1,79x1,60x3,23	205	300	No	3351,56 lm	-	1	-	-	-	-	-	3600	33,5
	C	2,22x1,39x3,23	131	200	No	2663,79 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,,5
13	A	4,22x3,64x3,23	108	300	No	8861,53 lm	-	-	2	-	-	-	-	8400	81
	B	1,79x1,42x3,23	133	300	No	3175 lm	-	1	-	-	-	-	-	3600	33,5
	C	2,22x1,21x3,23	117	200	No	2586,53	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5
14	A	4,13x4,01x3,23	140,16	300	No	9268,65 lm	-	-	2	-	-	-	-	8400	81
	B	1,59x1,42x3,23	142	300	No	2896,55 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5
	C	2,22x1,21x3,23	123	200	No	2586,53 lm	1	-	-	-	-	-	-	2800	25,5
A_1	A	5,0863x4,2163x3,91	153,56	300	No	12970,7 lm	-	-	-	2	-	-	-	12000	110
	B	5,0863x4,2163x3,91	59,33	300	No	12970,7 lm	-	-	-	2	-	-	-	12000	110
A_2	A	5,0863x4,2163x3,91	192,5	300	No	12970,7 lm	-	-	-	2	-	-	-	12000	110
C7	A	10,0162x2,39x3,60	112,75	300	No	14961,87 lm	-	-	-	3	-	-	-	18000	165
C9	A	4,0449x3,1923x3,45	74,33	300	No	8062,5 lm	-	-	2	-	-	-	-	8400	81
TOTAL:							14	12	14	10	6	2	2		2124

Especificaciones:

A= Cálculo de área A individual.

B= Cálculo de área B individual.

(B/G) = Cálculo de área B general para todos.

C= Cálculo del área de sanitario individual.

(C/G) = Cálculo de sanitario general para todos.

A_1= Salón auditorio de planta baja.

A_2= Centro de computo de planta alta

C7= Salón auditorio de planta alta.

1= Oficina Subdirección.

8= Enfermería

9= Aula

10= Aula

11= Aula

12= Oficina Coordinación de Investigación

13= Oficina Coordinación de vinculación.

14= Aula

15= Aula

16= Aula

- | | |
|---|----------|
| 2= Oficina Director Campus Pujilí. (Dirección) | 17= Aula |
| 3= Secretaria | 18= Aula |
| 4= Oficina de Pedagogía de los idiomas nacionales y extranjeros | 19= Aula |
| 5= Oficina de Educación Inicial | 20= Aula |
| 6= Oficina de Educación Básica | 21= Aula |
| 7= Oficina de Bienestar Estudiantil | 22= Aula |

Nota: El cálculo indica exactamente el flujo luminoso total (ΦT) requerido para cada área, y el tipo de luminaria utilizada para esta propuesta está según el catálogo de la marca PHILIPS, pero puede adquirirse luminarias con características semejantes que estén disponibles en el mercado para la implementación.

Una vez determinada los niveles de iluminación requerido por ambiente, se establece la tabla de cargas que cada circuito y subtablero tendrá. Esta tabla engloba la potencia de las luminarias led que se propone implementar y carga instalada existente

Tabla 26. Tabla de cargas por subtablero de distribución con la implementación de paneles led

Tabla de cargas por subtablero de distribución, con la implementación de paneles led																
Tableros	Circuitos	Tomacorrientes					Iluminación							Total		
				Tomacorrientes a 0,40 m [200W]	Tomacorrientes 220V [1500W]	Tomacorrientes altura 2,47 [200W]	Tomacorrientes cocina [200-400-1000W]		Aplicadores de pared [60W]	Fluorescente [20W]	Foco ahorrador	L. Colgante 6 focos [90W]	L. Colgante 8 focos [120W]	L. doble de 2 focos [30W]	Tomacorrientes	Iluminación

STD1	C1	13	-	3	-														16	-	3200W	20A		
	C2	-	-	-	-							7	8	-	-	-	-	-	-	-	24	903,5 W	15A	
STD2	C1	13	-	-	1							-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	2800 W	20A	
	C2	-	-	-	-							6	8	-	-	-	-	-	-	-	14	520W	15A	
	C3	-	-	-	-							-	5	4	2	1	-	-	-	-	12	460W	15A	
	C4	-	-	-	-							8	-	-	2	1	1	-	-	-	14	920W	15A	
STD3	C1	16	-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	3200 W	20A	
	C2	-	-	-	-							6	-	1	-	1	-	-	-	-	19	816W	15A	
STD4	C1	-	-	-	1							-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1000W	30A	
	C2	1	-	-	2							-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1200W	20A	
	C3	-	-	-	1							-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1000W	30A	
STD5	C1	-	-	-	-							3	-	5	-	-	-	-	-	-	8	255W	15A	
	C2	-	-	3	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	600W	20A
	C3	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	310W	15A	
	C4	6	-	1	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	1400W	20A
	C5	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	132W	15A	
	C6	-	1	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1500W	30A
	C7	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30A	
STD6	C1	-	-	-	-							1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	174,5W	15A	
	C2	-	-	2	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	400W	20A
	C3	-	-	3	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	600W	20A
	C4	10	-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	2000W	20A
STD7	C1	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	321W	15A	
	C2	-	-	-	-							6	-	2	-	-	-	-	-	-	8	390W	15A	
	C3	13	-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	2600W	20A
STD8	C1	8	-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	1600W	20A
	C2	-	-	-	-							3	-	-	-	1	1	-	-	-	5	330W	15A	
STD9	C1	7	-	5	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	2400W	20A
	C2	-	-	-	-							1	-	-	-	-	-	-	-	-	9	303	15A	
STD10	C1	-	-	-	-							3	-	-	1	-	-	-	-	-	4	270 W	15A	
	C1	-	-	-	-							2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	5	210W	15A

STD11	C2	-	-	-	-															-	6	261W	15A		
	C3	3	-	-	-																3	-	600W	20A	
	C4	11	-	-	-																11	-	2200W	20A	
STD12	C1	-	-	-	-																-	11	321W	15A	
	C2	-	-	3	-																	3	-	600W	20A
STD13	C1	12		3																	15	-	3000W	20A	
	C2	-	-	-	-									6	-	-	-	1	-			-	7	480 W	15A
STD14	C1	-	-	-	-									-	-	-	-	-	-			-	11	386W	15A
Total Carga instalada:		95	1	23	5									52	21	13	5	5	5			142	187	39 KW	

Mediante el cálculo de la corriente se podrá establecer si las protecciones actuales abastecen la proyección de carga, lo cual se detalla a continuación.

Tabla 27. Cálculo de corriente y comparación con las protecciones existentes

CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES							
Tablero	Circuito	Potencia Instalada P [W]	Fórmula	I [A]	Protección Existente [A]	Abastece Si/No	Observaciones
TDPG – PB - 01	C1	3200	$I = \frac{P[W]}{V}$ FD=0,70	17,63	20A	Si	
	C2	903,5		4,97	15A	Si	La protección está sobredimensionada
STD – PB - 02	C1	2800		15,43	20A	Si	
	C2	520		2,86	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C3	460		2,53	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C4	920		5,07	15A	Si	La protección está sobredimensionada
STD – P1 - 03	C1	3200		17,63	20A	Si	
	C2	816		4,49	15A	Si	La protección está sobredimensionada
STD – PB - 04	C1	1000		4,54	30A	Si	
	C2	1200		6,61	20A	Si	La protección está sobredimensionada
	C3	1000		4,54	30A	Si	
STD – PB - 05	C1	255		1,40	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C2	600		3,30	20A	Si	La protección está sobredimensionada
	C3	310		1,70	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C4	1400		7,71	20A	Si	
	C5	132		0,72	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C6	1500	6,81	30A	Si		
	C1	174,5	0,96	15A	Si	La protección está sobredimensionada	
	C2	400	2,20	20A	Si	La protección está sobredimensionada	

STD – PB - 06	C3		600		3,30	20A	Si	La protección está sobredimensionada
	C4		2000		11,02	20A	Si	
STD – PB - 07	C1		321		1,76	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C2		390		2,14	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C3		2600		14,33	20A	Si	
STD – P1 - 08	C1		1600		8,81	20A	Si	La protección está sobredimensionada
	C2		330		1,81	15A	Si	La protección está sobredimensionada
STD – P1 - 09	C1		2400		13,22	20A	Si	
	C2		303		1,67	15A	Si	La protección está sobredimensionada
STD – P1 - 10	C1		270		1,48	15A	Si	La protección está sobredimensionada
STD – P1 - 11	C1		210		1,15	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C2		261		1,43	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C3		600		3,30	20A	Si	La protección está sobredimensionada
	C4		2200		12,12	20A	Si	
STD – P1 - 12	C1		321		1,76	15A	Si	La protección está sobredimensionada
	C2		600		3,30	20A	Si	La protección está sobredimensionada
STD – P1 - 13	C1		3000		16,53	20A	Si	
	C2		480		2,64	15A	Si	La protección está sobredimensionada
STD – P1 - 14	C1		386		2,12	15A	Si	La protección está sobredimensionada

De acuerdo a los resultados obtenidos, los conductores y protecciones existentes abastece la proyección de carga, por lo que es factible la implementación de paneles led para mejorar las condiciones de iluminación.

5.2.5 Circuito de conexión de las luminarias

Para la conexión del circuito de iluminación LED, se propone utilizar el mismo cableado existente debido a las siguientes consideraciones ver Fig 15:

- Las protecciones existentes son termomagnéticos de 15 A y la carga total instalada es 903,5 KW lo es factible la proyección de carga.
- Los conductores para iluminación instalados son de sección 1x12+1N#12AWG (3,31mm²) con una capacidad propia de 30 A; y además la normativa ecuatoriana recomienda un conductor mínimo #14 AWG por lo que se cumple los estándares establecidos.
- Los conductores están en buen estado de conservación según observaciones directas.

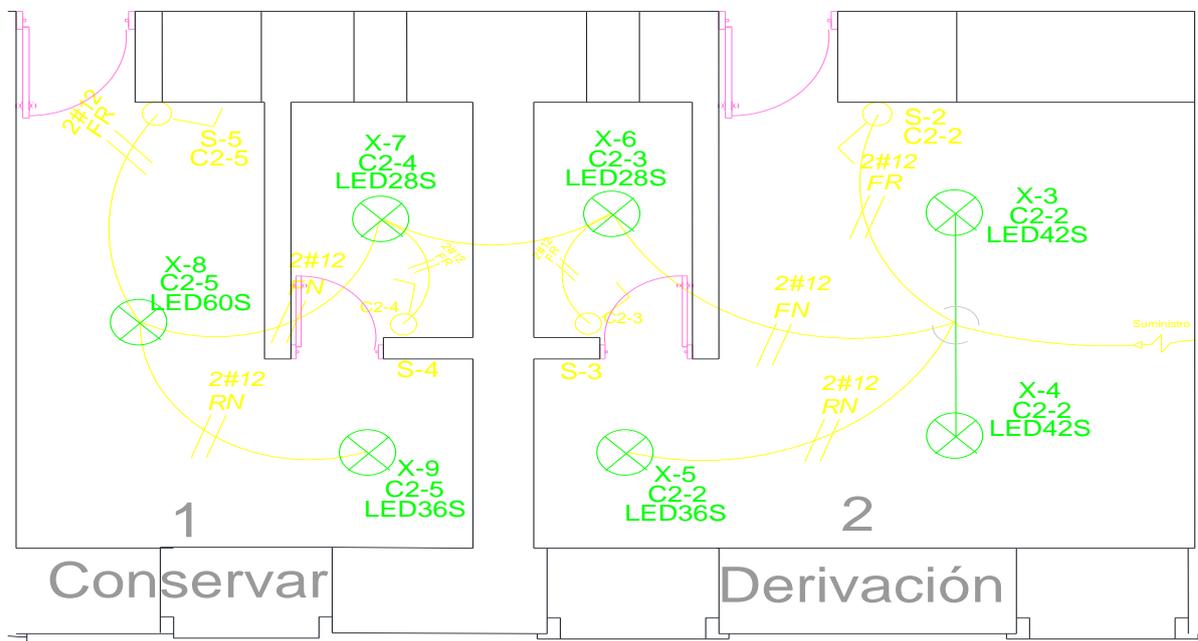


Figura 19. Conexión de las luminarias LED

En la figura el cableado existente se representa con curvas de color amarillo, las luminarias de tecnología led en verde y el nuevo cableado en canaleta con línea recta de color verde.

5.2.5.1 Instalación de las luminarias

- Conservando los mismas salidas de las luminarias existentes - caso 1

Los paneles led se instalarán utilizando las mismas salidas de las luminarias existentes, gracias a que todas ellas están ubicadas en el punto central de cada área de trabajo.

- Derivando de la salida central – caso 2

Algunas áreas de trabajo dónde se tiene una sola salida central y se necesita instalar 2 luminarias led, se deberá realizar una derivación con canaleta plástica y por ende se utilizará en promedio 2,5 m de conductor # 12 flexible para estos fines. Los conductores existente se acoplaran a las extensiones mediante empalmes.

Para ver estas derivaciones, se pone a disposición un plano con las conexiones de las luminarias led, utilizando el mismo cableado existente y derivando por medio de canaletas plásticas en donde se requiera.

5.2.5.2 GENERADOR DE EMERGENCIA

La propuesta de adquirir un grupo electrógeno para la edificación del Campus Pujilí, es necesaria, debido a que no se cuenta un generador auxiliar en caso de cortes del suministro eléctrico.

El generador de emergencia alimentará Edificación de La UTC campus Pujilí 39 KW. En este centro de carga se encuentra instalado dos circuitos de tomacorrientes 3200 W e iluminación 903,5 W, los mismos que abastecen las siguientes cargas de mayor sensibilidad:

5.2.5.3 Consideraciones para la instalación

El Generador de emergencia debe estar ubicado en un lugar accesible para su instalación, operación y mantenimiento, sin interferencia de ningún tipo, con un espacio suficiente, con la ventilación adecuada y considerando el tipo de clasificación, el espacio previsto para el generador deberá ser de uso exclusivo del sistema eléctrico de suministro de la edificación [15].

- El Generador de emergencia debe ser seleccionado tomando en cuenta el tipo de usuario, de acuerdo a la altura a nivel del mar y a las condiciones del ambiente [15].
- Se debe tener en cuenta el montaje mecánico del generador. Si el equipo cuenta con un sistema antivibración la losa no requiere ninguna consideración especial salvo soportar el peso del equipo; caso contrario se deberá construir una base apropiada que evite la transmisión de la vibración al resto de la estructura [15].
- La evacuación de gases del escape al exterior debe ser lo más directa posible, evitando curvaturas pronunciadas del tubo de escape. La ubicación de la salida al exterior del tubo de escape debe cumplir con las reglamentaciones u ordenanzas municipales, y en ningún caso el tubo de escape debe salir en paredes medianeras, o hacia veredas frontales donde afecten a los peatones, en edificios altos se recomienda que el tubo de escape salga en el nivel de terraza y en la tubería de escape se debe usar accesorios adecuados para la instalación, tales como abrazaderas, cinta de aluminio, de tal manera que se eviten fugas al interior del cuarto. Se debe ubicar este elemento fuera del contacto con personas, para evitar accidentes, para lo cual se debe prever un ducto adecuado que permita conducir el tubo de escape y desechos de la combustión en el generador hacia el exterior [15].

5.2.5.4 Características

El grupo generador elegido es de 16

KW para una carga total instalada de 39 KW, el mismo que contará con una reserva adicional.

Tabla 28. Características del Generador a diésel itcpower NT6100XE, [16].

Descripción

Datos Técnicos

Potencia nominal: 16 KW

Potencia máxima: 6,3 KW

Voltaje: 110-220V

Marca: ITC Power. Generador diésel insonorizado, inyección directa

Motor: 4 tiempos, refrigerado por aire, diésel con inyección directa.

Conexión ATS: Arranque automático por señal

Corriente: 23,9 A

Enchufes: 2x16A

Pantalla: Digital LED5.

Modelo de motor: D400E

Potencia 10 HP

Cilindrada: 418 CC.

Modo de arranque: Eléctrico

Depósito de combustible: 12 L.

Salida de corriente continua: 12V/8,3 A

Batería: 36 Ah

Modelo de alternador: A5S

Factor de potencia ($\cos\phi$): 1

Regulación de voltaje: AVR

Peso neto: 108 Kg.

Dimensiones: 720x480x600mm

Nivel de ruido: 95 dBA



Figura 20. Generador diésel, [16]

5.3.3 Tablero de transferencia

El tablero de transferencia es utilizado como un sistema de control para activar automáticamente al generador en el caso de que el servicio de la red comercial falle y de esta manera mantener constante el suministro de energía eléctrica. El tablero de transferencia propuesto debe tener los siguientes elementos que se detallan a continuación:

- Bateria 24V
- Disyuntor
- Pulsadores de arranque NA y paro NC, verde y rojo respectivamente
- Pilotos led
- Contactor III trifásico.
- Contactor II de mando
- Temporizador de conexión
- Temporizador de desconexión
- Relé de falta de fase, para determinar los cortes de energía.
- Gabinete metálico liviano
- Barraje, cableado y accesorios para tablero de transferencia.

5.3.4 Ubicación del generador y TTA.

El tablero de transferencia automática se ubicará junto al tablero principal de distribución ubicado en el pasillo B3 de la universidad; éste gabinete irá colocado de manera sobrepuesta en pared con tornillos a una altura de 1,03 metros del piso y junto irá el grupo electrógeno. No será necesario construir infraestructura, debido a el pasillo tiene cubierta general y el lugar no es de transito común para personas en cuestiones de seguridad.

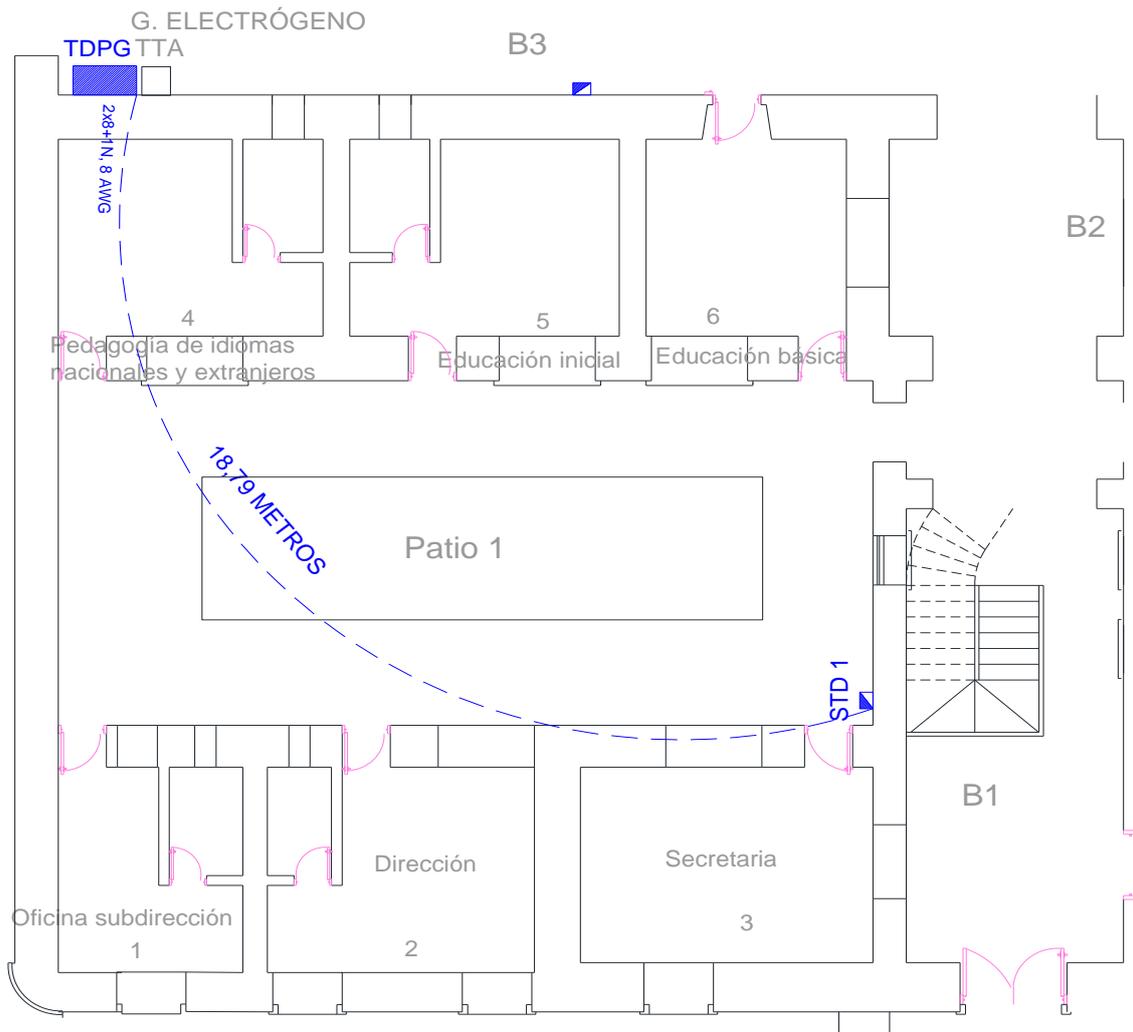
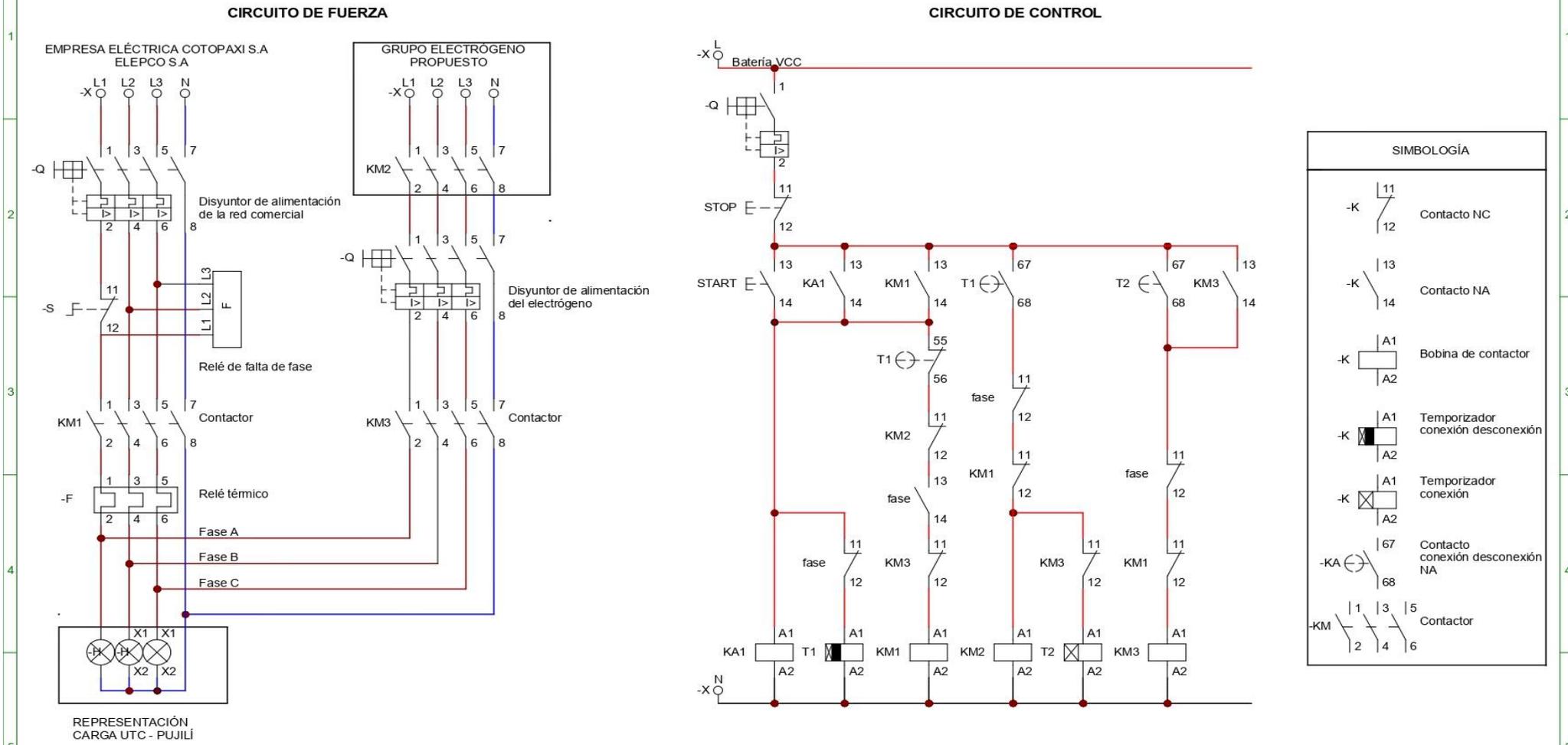


Figura 21. Ubicación del TDPG y TTA

5.3.5 Conexiones del generador auxiliar

El grupo electrógeno tiene un circuito de fuerza y un circuito de control, este sistema se modeló en CADE_SIMU y funciona correctamente empleando los elementos descritos anteriormente.

**CONEXIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - CAMPUS PUJILÍ**



	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha:	19-Jul-2021	Núm:	1 de 1
Dibujado	18/07/2021	ANDAGUA_TIG		UTC - PUJILÍ	GRUPO ELECTRÓGENO	Archivo:	CONEXIÓN ELECTRÓGENO		
Comprobado	19/07/2021	ING. LEÓN M							

Figura 22. Conexiones del grupo electrógeno en CADE- SIMU

5.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

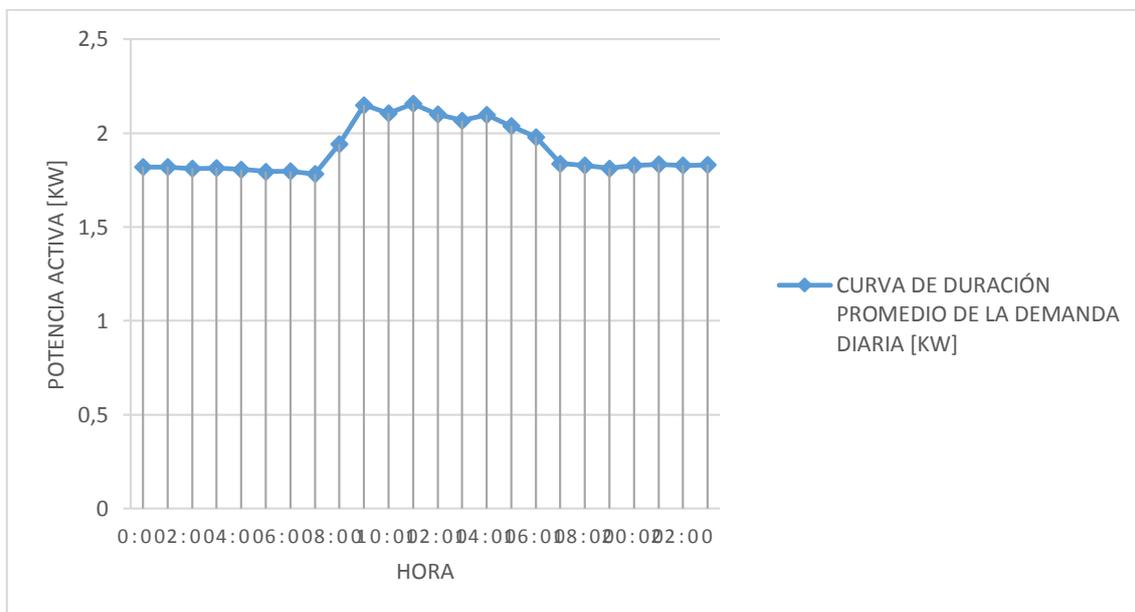
5.3.1 Resultados y análisis de la instalación del analizador de energía METREL MI 2883

En la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Pujilí se instaló un analizador de redes modelo Metrel MI 2883 a partir de la fecha 22/06/2021 desde las 17:00 horas hasta las 17:00 horas del 29/06/2021. Estas mediciones contribuyeron en el diagnóstico del estado actual de las instalaciones eléctricas.

5.3.2 Curva de duración de la demanda diaria para potencia activa, reactiva y aparente.

Hora	Potencia Total Media [KW]
00:00:00	1,820
01:00:00	1,819
02:00:00	1,811
03:00:00	1,814
04:00:00	1,806
05:00:00	1,795
06:00:00	1,796
07:00:00	1,783
08:00:00	1,943
09:00:00	2,150
10:00:00	2,106
11:00:00	2,157
12:00:00	2,100
13:00:00	2,068
14:00:00	2,097
15:00:00	2,038
16:00:00	1,979
17:00:00	1,838
18:00:00	1,827
19:00:00	1,813
20:00:00	1,828

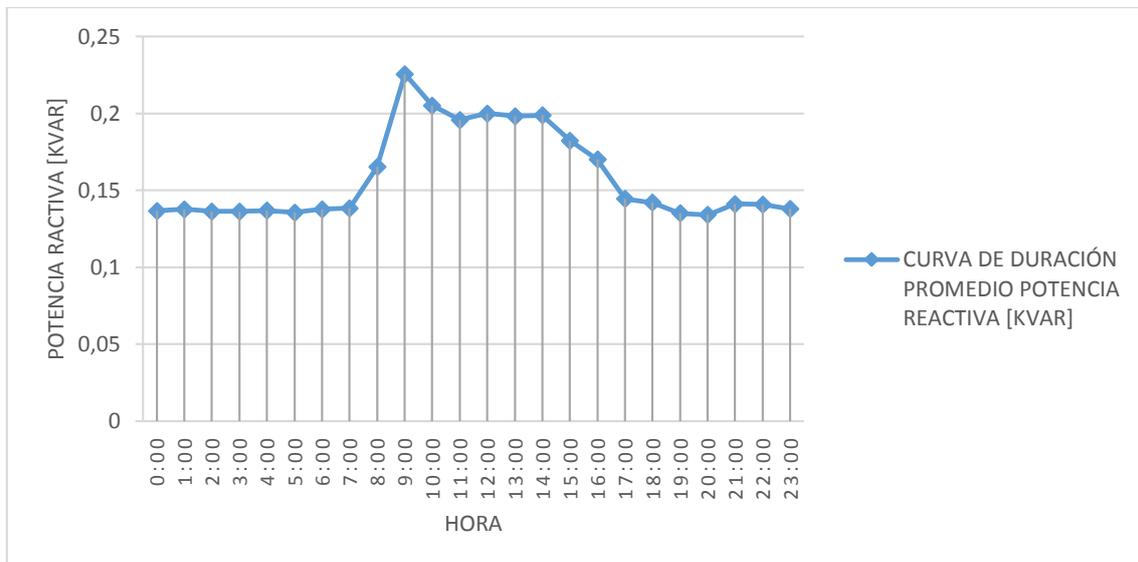
21:00:00	1,834
22:00:00	1,828
23:00:00	1,830



En la figura se observa que el pico más alto de potencia activa (P) es de 2,151 7kW a las 11:00 horas y el pico más bajo fue de 1, 827 kW a las 18:00 horas, además existen cambios mínimos en los valores de potencia.

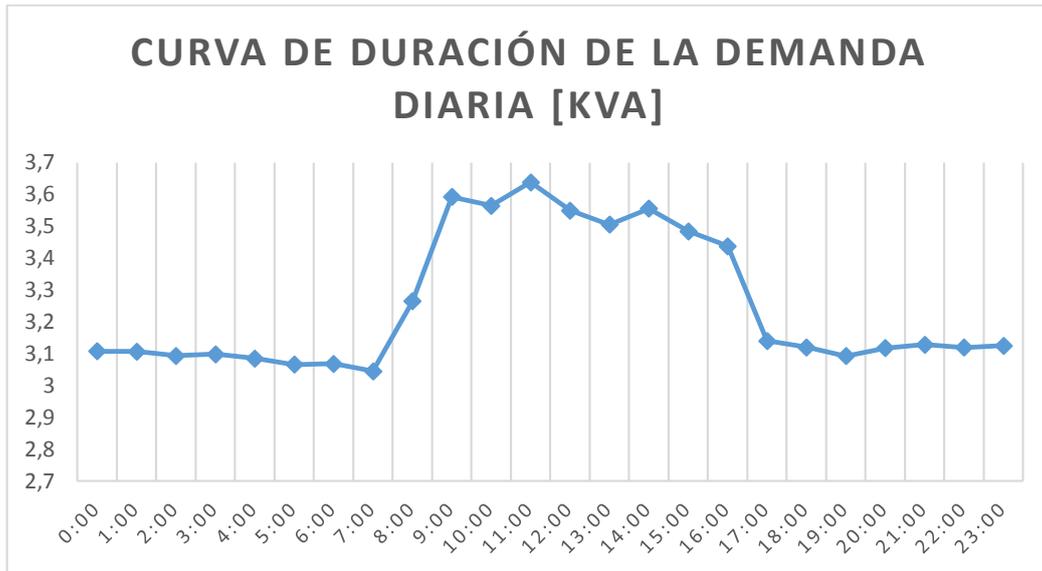
Hora	Potencia Total Media [KVAR]
00:00:00	0,136
01:00:00	0,137
02:00:00	0,136
03:00:00	0,136
04:00:00	0,136
05:00:00	0,135
06:00:00	0,137
07:00:00	0,138
08:00:00	0,165
09:00:00	0,225
10:00:00	0,205
11:00:00	0,195

12:00:00	0,200
13:00:00	0,198
14:00:00	0,182
15:00:00	0,182
16:00:00	0,170
17:00:00	0,144
18:00:00	0,142
19:00:00	0,135
20:00:00	0,134
21:00:00	0,141
22:00:00	0,140
23:00:00	0,138



En la figura se observa que el pico más alto de potencia reactiva (Q) es de 0,225 KVAR a las 9:00 horas y el pico más bajo fue de 0,134 KVAR a las 20:00 horas. Esto indica que las instalaciones actualmente no tiene altos índices de potencia reactiva circulando en el sistema que se deba intervenir para mitigarlo.

Hora	Potencia Total Media [KVA]
00:00:00	3,107
01:00:00	3,106
02:00:00	3,093
03:00:00	3,098
04:00:00	3,085
05:00:00	3,065
06:00:00	3,068
07:00:00	3,044
08:00:00	3,264
09:00:00	3,591
10:00:00	3,564
11:00:00	3,637
12:00:00	3,549
13:00:00	3,505
14:00:00	3,555
15:00:00	3,484
16:00:00	3,437
17:00:00	3,140
18:00:00	3,119
19:00:00	3,092
20:00:00	3,117
21:00:00	3,128
22:00:00	3,118
23:00:00	3,124



En la figura se observa que el pico más alto de potencia aparente (S) es de 3,637 KVA a las 11:00 horas y el pico más bajo fue de 3,044 KVA a las 7:00 horas.

5.3.3 Resultados del nivel de voltaje.

El voltaje en las tres fases tiene un comportamiento simétrico, el pico más alto es de 129,378V y el pico más bajo fue de 122,504V por lo que existen cambios mínimos en los valores de voltaje.

5.3.4 Resultados del nivel de corriente

En cuanto al nivel de corriente, el pico más alto es de 26,31A y el pico más bajo fue de 2,89A, por lo que la corriente actualmente en etapa de covid presenta desbalances, debido a esto se recomienda realizar un nuevo estudio en condiciones normales post covid.

5.3.5 Resultados del nivel de frecuencia

Para el nivel de frecuencia, el pico más alto es de 60,125Hz y el pico más bajo fue de 59,869Hz, es decir existen cambios mínimos en los valores de frecuencia y se mantiene en índices adecuados.

5.3.6 Resultados del factor de potencia

Para el factor de potencia, el pico más alto es de 0,999 y el pico más bajo fue de 0,93. Es decir se mantiene en condiciones adecuadas, pero se recomienda monitorear el sistema para que no sea menor a 0,92 para evitar penalizaciones.

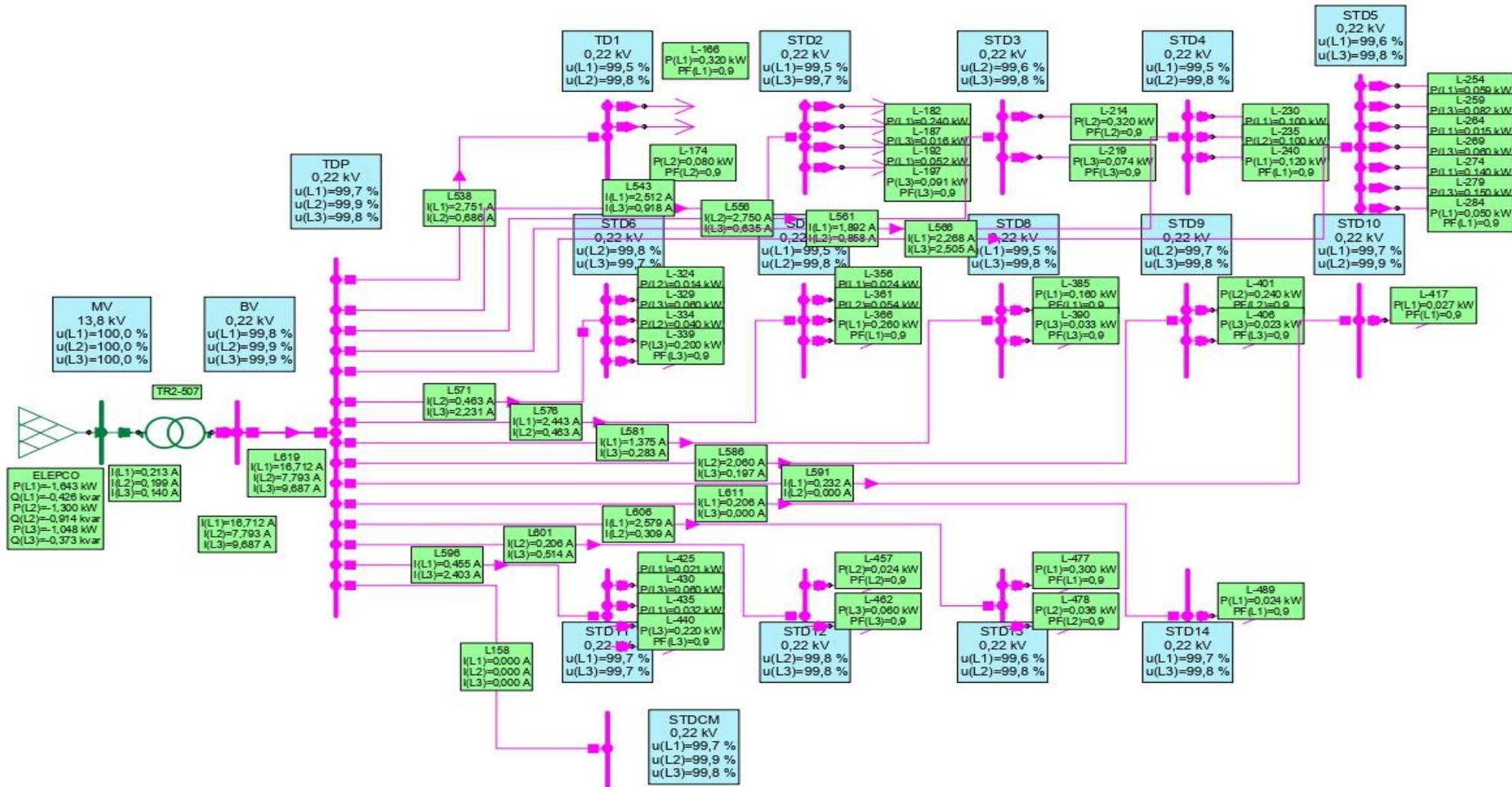
5.4. Resultados del etiquetado de tableros

El etiquetado de los tableros se lo realizó con papel adhesivo y se colocó en cada tablero y subtablero de distribución de acuerdo a lo establecido en la propuesta.

En el ANEXO IV se puede observar el etiquetado realizado de todos los tableros y subtableros del Campus Pujilí de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Esto permitirá actuar de manera oportuna en la red al presentarse eventos de mantenimiento o fallo.

5.6. Simulación de las instalaciones electricas – PROGRAMA NEPLAN

El siguiente estudio se realizo la simulación en el programa NEPLAN.



5.7. Resumen de simulación para iluminación en Dialux 4.13

Subdireccion – Área A

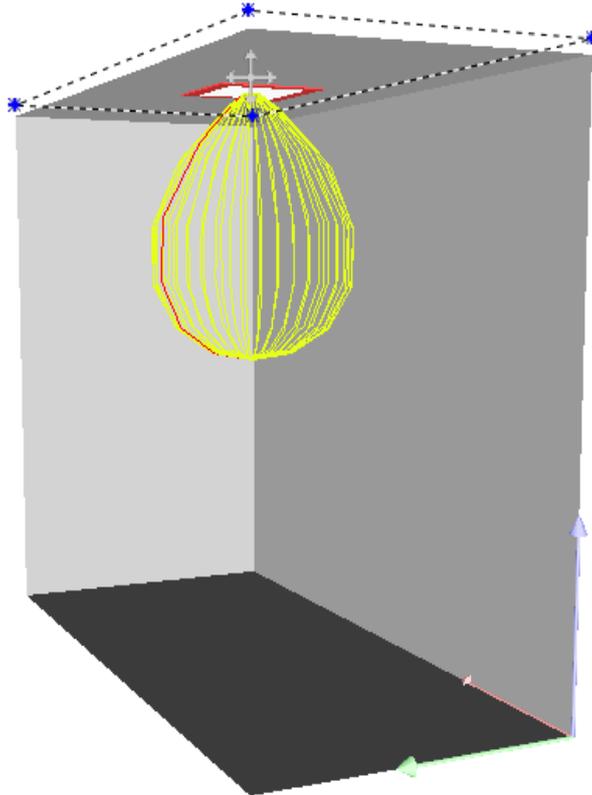


Figura 23. Distribución luminosa en 3D del área A de Subdirección en DIALux 4.13

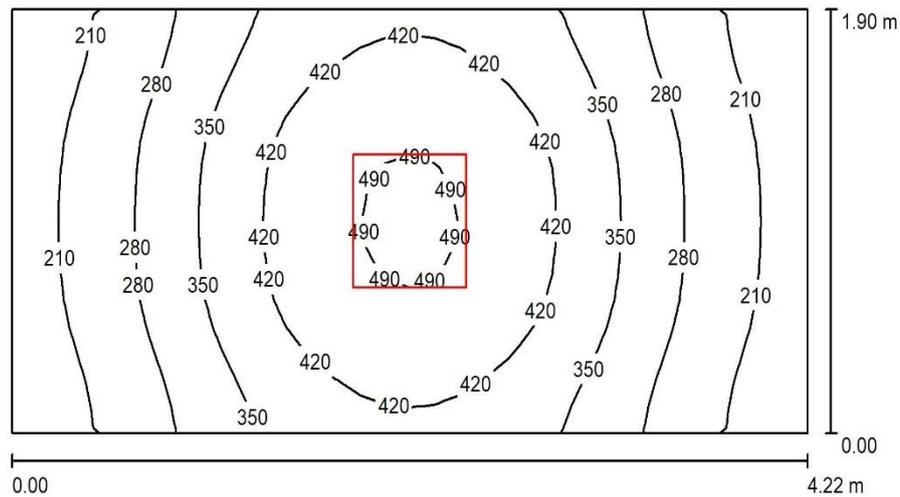


Figura 24. Isótopas del área A de Subdirección en DIALux 4.13

Altura del local: 3.230 m, Altura de montaje: 3.300 m, Factor mantenimiento: 0.80

Tabla 29. Resumen de simulación de el área A de Subdirección en DIALux 4.13

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	335	167	501	0.498
Suelo	20	250	164	316	0.658
Techo	70	68	44	99	0.638
Paredes (4)	50	153	47	527	/

Plano útil:

Altura: 0.780 m
 Trama: 32 x 16 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Tabla 30. Luminaria propuesta para el área A de subdirección en DIALux 4,13

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS RC461B PSD W60L60 1 xLED60S/940 OC (1.000)	6000	6000	44.5
Total:			6000	Total: 6000	44.5

Valor de eficiencia energética: $5.55 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.02 m^2)

Como se puede apreciar con el uso de la luminaria planteada se cubre los requerimientos de iluminación de 300 lux en el plano útil de trabajo a nivel de los escritorios.

Subdireccion – Área B

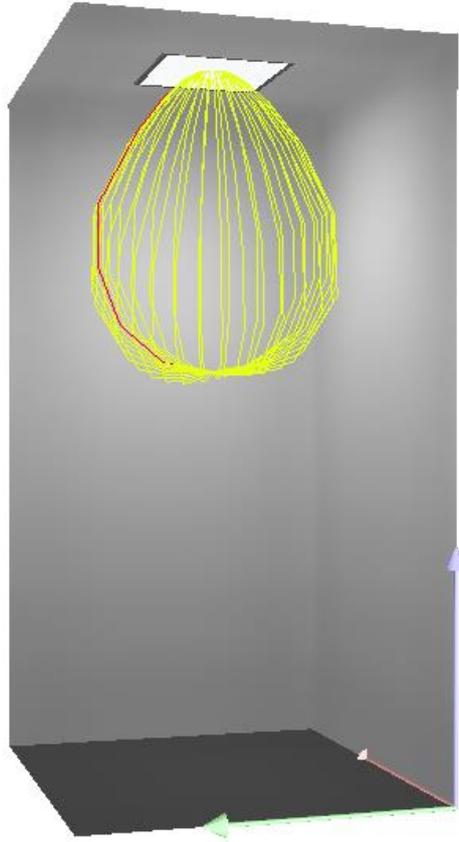


Figura 25. Distribución luminosa de subdirección área B en DIALux 4.13

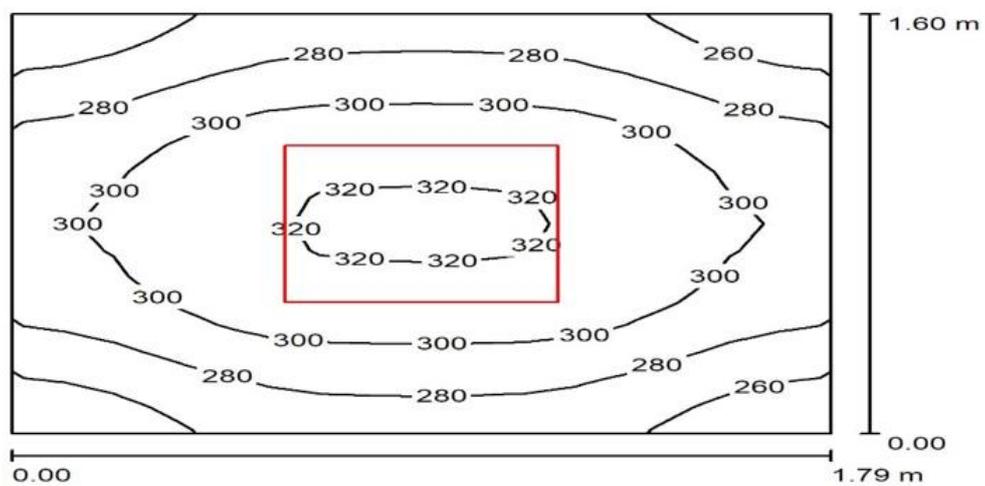


Figura 26. Isolíneas de subdirección área B en DIALux 4.13

Altura del local: 3.230 m, Altura de montaje: 3.241 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux,

Tabla 31. Resumen de simulacion del área B de Subdirección en DIALux 4.13

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	301	242	322	0.832
Suelo	20	189	169	201	0.897
Techo	70	117	84	134	0.725
Paredes (4)	50	213	81	443	/

Plano útil:

Altura: 0.780 m
 Trama: 16 x 16 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Tabla 32. Luminaria propuesta para el área B de Subdirección en DIALux 4.13

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS RC132V W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC EL (1.000)	3600	3600	33.0
Total:			3600	Total: 3600	33.0

Valor de eficiencia energética: $11.52 \text{ W/m}^2 = 3.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.86 m^2)

Para el área B, el uso de la luminaria planteada también cubre los requerimientos de iluminación de 300 lux en el plano útil a nivel de los escritorios de oficinas.

Subdireccion – Área C

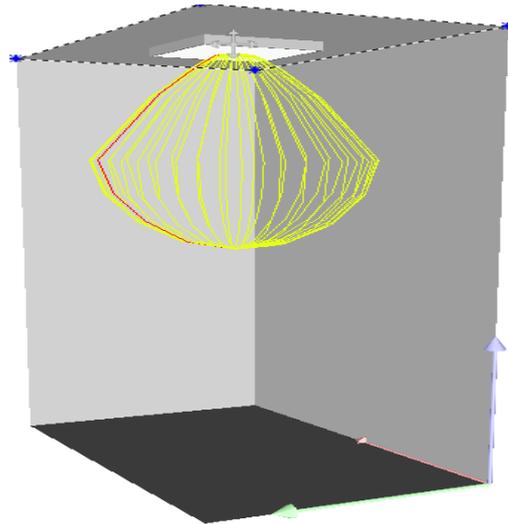


Figura 27. Distribución luminosa 3D de la subdirección área C en DIALux 4.13

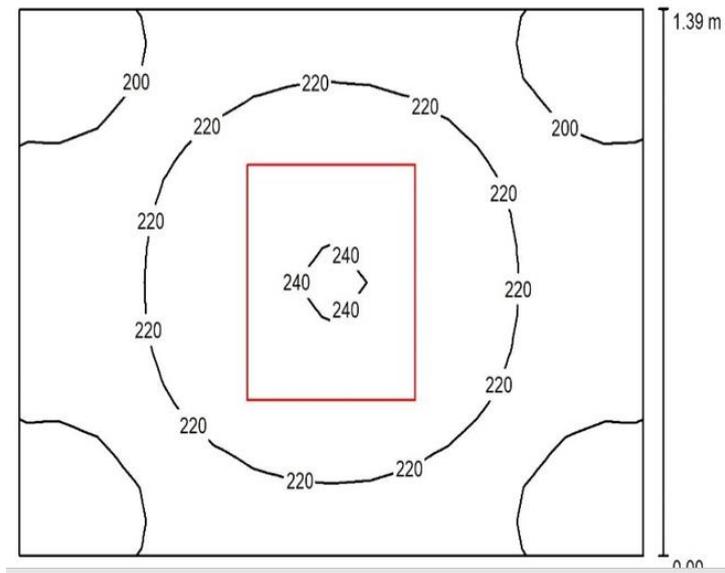


Figura 28. Isolíneas de la subdirección área C en DIALux

Altura del local: 3.230 m, Altura de montaje: 3.230 m, Factor mantenimiento: 0.80

Tabla 33. Resumen de simulación del área C de Subdirección en DIALux 4.13

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	202	158	210	0.844
Suelo	30	152	133	166	0.878
Techo	70	82	55	99	0.672
Paredes (4)	50	156	64	467	/

Plano útil:

Altura: 0.410 m
 Trama: 16 x 16 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Tabla 34. Luminaria propuesta para el área C de Subdirección en DIALux 4.13

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Factor de	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS SM400C PSD W60L60 1 xLED28S/840 (1.000)	1	2800	2800	25.5
				Total: 2800	Total: 2800	25.5

Valor de eficiencia energética: $8.24 \text{ W/m}^2 = 4.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.10 m^2)

Como se puede apreciar con el uso de la luminaria planteada se cubre los requerimientos de iluminación de 200 lux en el plano útil para sanitarios. Esto indica que los cálculos efectuados en la propuesta son acertados y permitirán cumplir con los estándares de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.

5.8. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DEL PROYECTO

- **Luminarias de tecnología LED**

Detalle: LUMINARIAS DE TECNOLOGÍA LED PARA OFICINAS Y AULAS				
MATERIALES –PANELES LED PHILIPS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SM400C PSD W60L60 1x LED28S/840 ADOSADA (LxBxH: 0.60x0.60x0.07). Incluido Kit accesorios de adosar luminaria	u	22	25,00	550
SM400C PSD W60L60 1x LED36S/840 ADOSADA (LxBxH:0.60x0.60x0.07 Incluido Kit accesorios de adosar luminaria	u	22	26, 50	583
SM400C PSD W60L60 1x LED42S/840 ADOSADA (LxBxH:0.60x0.60x0.07)	u	16	28,00	448
SM150C L1440 1x LED60S/840 ADOSADA (LxBxH:1.44x0.16x0.06) Incluido Kit accesorios de adosar luminaria	u	6	30,00	180
RC136B PSD W60L60 1x LED28S/830 EMPOTRADO (LxBxH:0.60x0.60x0.04) Incluido Kit de accesorios de empotrar.	u	14	22,00	308
RC132V W60L60 PSD 1x LED36S/840 EMPOTRADO (LxBxH:0.60x0.60x0.07)	u	2	24,50	49

Incluido Kit accesorios de empotrar.					
RC461B PSD W60L60 1x LED60S/940 EMPOTRADO (LxBxH:0.60x0.60x0.07) Incluido Kit accesorios de empotrar.	u	4	26,50		106
Conductor Cu flexible #14 para fase	m	1	33.00		33
Conductor Cu flexible #14 para neutro		1	33.00		33
Canaleta plástica PVC 13x7x2000mm	u	43	1,85		79,55
Unión recta para canaleta.	u	0	0,00		0,00
Unión de ángulo para canaleta	u	10	0,70		7
Caja Tacos Fisher	u	1	8.00		8
Caja tornillos de fijación	u	1	10.00		10
Cinta de aislar (taipe)	u	3	0,50		1,50
				Subtotal:	2,363
HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Taladro	1	3	3	0,3	0,9
Herramientas (destornillador, martillo, pinza, sierra, etc.)	2	2	4	0,3	1,2
Probador de líneas de corriente	1	12	0	0,3	0
Tijera de inglete	1	5	5	0,3	1,5
Amoladora	1	4	4	0,3	1,2
				Subtotal:	4,8
MANO DE OBRA					
TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNADA POR HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Supervisor electricista	1	2	20	0,3	0,06
Electricista	1	8	3,75	0,3	1,125
Ayudante de electricista	1	8	2,50	0,3	0,75
Peón	1	8	1,87	0,3	0,561
				Subtotal:	2,47
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN			CANTIDAD	DÍAS	COSTO
Camioneta de carga			1	7	70
Bus público			3	7	10,5
Taxi			1	3	15
				Subtotal:	95,5
OTROS GASTOS					
DESCRIPCIÓN			CANTIDAD	DÍAS	COSTO
Alimentación			4	7	56
Incentivos			4	3	10
Refrigerios			4	7	14
				Subtotal:	80

COSTO UNITARIO DIRECTO:	2.554,77
INDIRECTOS: 15%X	383,21
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$2937,98
VALOR TOTAL:	\$2937,98

- **Renovación de focos de los apliques de pared**

Detalle: RENOVACIÓN DE BOMBILLOS DE LOS APLIQUES DE PARED					
Debido a que los existentes han cumplido su vida útil y en algunos casos se han quemado.					
M) MATERIALES –FOCOS LED					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Foco LED tipo vela 4W E12 luz cálida. Potencia 4W. Voltaje 100-240V. Medidas 10.8x3.7 cm. Flujo total 320 lúmenes. Color de cuerpo transparente. Base E12. 25,000 hrs de vida.	u	52	2,75	143,00	
				Subtotal:	143,00
N) HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Probador de líneas de corriente	1	5,00	0,60	0,8	5,00
				Subtotal:	5,00
O) MANO DE OBRA					
TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL POR HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Electricista	1	2,50	2,50	0,9	20,00
				Subtotal:	20,00
P) TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	DIAS	COSTO	
Camioneta de carga		1	1	5,00	
Bus público		2	1	1,00	
				Subtotal:	6,00
Q) OTROS GASTOS					

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DÍAS	COSTO
Alimentación	1	1	2,50
Refrigerios	1	1	1,00
Subtotal:			3,50
COSTO UNITARIO DIRECTO:			\$ 177,5
INDIRECTOS: 15% X			\$ 26,62
COSTO TOTAL DEL RUBRO:			\$ 204,125
VALOR TOTAL:			\$204,12

- **Grupo Electrónico**

Detalle: GRUPO ELECTRÓGENO					
MATERIALES – GENERADOR					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Generador diésel itcpower NT6100XE 16 KW (4,10 KW Según la carga instalada de la edificación)	u	1	2800,27	1800,27	
Suelda exotérmica, cobre	u	2	4,79	9,58	
Electrodo de 5/8 para puesta a tierra	u	2	9,36		
Conectores tipo AB	u	2		18,79	
Cable desnudo 25mm	m	3	3,24	9,72	
Accesorios de sujeción de cable de acometida	kit	1	15,00	15,00	
Subtotal:				1843,62	
HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Taladro	1	5	5	0,3	5
Herramienta variada (destornillador, martillo, pinza, sierra, etc.)	5	2	10	0,3	10
Probador de líneas de corriente	1	12	0	0,3	12
Subtotal:					27,00
MANO DE OBRA					
TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNADA POR HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO

Supervisor electricista	1	20	20	0,9	20
Electricista	1	3,75	3,75	0,9	30
Ayudante de electricista.	1	2,50	2,50	0,9	20
Peón	1	1,87	1,87	0,9	15
Subtotal:					85,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	DIAS	COSTO	
Camioneta de carga		1	7	5	
Bus público		2	1	2	
Taxi				0	
Subtotal:					2
OTROS GASTOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	DÍAS	COSTO	
Alimentación		4	2	8	
Salud		4	1	4	
Incentivos		4	1	5	
Refrigerios		4	2	4	
Subtotal:					21
COSTO UNITARIO DIRECTO:					\$2978,62
INDIRECTOS:					\$446,793
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$2275,41
VALOR TOTAL:					\$3425,41

- **Tablero de control**

<ul style="list-style-type: none"> • Detalle: TABLERO DE CONTROL AUTOMÁTICO 				
MATERIALES – MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL AUTOMÁTICO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Contactador III, de 110 A bobina 220 V.	u	1	45,00	45,00
Relé de reconocimiento de falta de fase trifásico	u	1	15,78	15,78
Interruptor termomagnético caja moldeada 2x20A Schneider	u	2	55,00	110
Interruptor diferencial	u	1	25,00	25,00
Contactador II, de mando	u	2	8,00	16,00
Temporizador de conexión	u	1	10,00	10,00
Temporizador de desconexión	u	1	10,00	10,00
Pilotos led de 220-127V	u	2	5,00	10,00

Bornera de 15 A de cuatro contactos	u	1	4,00	4,00	
Pulsador NA verde (Start)	u	1	4,00	4,00	
Pulsador NC rojo (Stop)	u	1	4,00	4,00	
Etiquetas de señalización	u	3	3,00	9,00	
Conductor flexible para conexión interno.	m	6	0,60	4,80	
Accesorios de anclaje y soporte en pared.	kit	1	10,00	10,00	
Amarras plásticas 55 cm para ajuste de cableado	kit	1	14,00	14,00	
Gabinete metálico liviano. Medida 600 (alto) x 400 (ancho) x 200 (profundidad)	u	1	95,00	95,00	
Barraje, cableado y accesorios para tablero de transferencia.	kit	1	75,00	75,00	
Conductor #12 AWG para conexión entre TDPG y planta de emergencia.	m	8	0,80	6,40	
Cinta de aislar	u	1	1,00	1,00	
Subtotal:				468,5	
HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Taladro	1	5	5	0,3	5
Herramienta variada (destornillador, martillo, pinza, sierra, etc.)	5	2	10	0,3	10
Probador de líneas de corriente	1	12	0	0,3	12
Subtotal:					27,00
MANO DE OBRA					
TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNADA POR HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Supervisor electricista	1	20	20	0,9	20
Electricista	1	3,75	3,75	0,9	30
Ayudante de electricista.	1	2,50	2,50	0,9	20
Peón	1	1,87	1,87	0,9	15
Subtotal:					85,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN			CANTIDAD	DIAS	COSTO

Camioneta de carga	1	7	5
Bus público	2	1	2
Taxi			0
Subtotal:			2
OTROS GASTOS			
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	DÍAS
Alimentación		4	2
Salud		4	1
Incentivos		4	1
Refrigerios		4	2
Subtotal:			21
COSTO UNITARIO DIRECTO:			601,5
INDIRECTOS: X 15%			90,22
COSTO TOTAL DEL RUBRO:			\$ 691,725
VALOR TOTAL:			\$ 691,725

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

De acuerdo a los datos de corriente obtenidos en las mediciones, se pudo observar que existe un desbalance en la línea uno, donde se visualiza la mayor concentración de cargas en esa línea.

El sistema eléctrico actualmente cuenta con un transformador trifásico de 30 KVA en una cámara de transformación, de los resultados obtenidos se observa que la demanda máxima es de 5.025 KVA, por lo tanto, el transformador esta sub-excitado o sobre dimensionado para las condiciones actuales de operación.

La cargabilidad actual del transformador es de 16.75%.

El desbalance de carga genera un bajo de factor de potencia en las líneas 2 y 3, ya que no están siendo utilizadas.

Los tableros de distribución están sobredimensionados en las condiciones actuales y sus protecciones son de 20 A para tomacorrientes y 15 A para iluminación en todos los casos. Los conductores de acometidas y circuitos cumplen con las normas ecuatorianas establecidas, por lo que es factible la proyección de carga.

La ubicación de los tomacorrientes cumple con los estándares establecidos en la Norma Ecuatoriana de la construcción de ser fijados a una altura de 0,20 a 0,80 m del piso, al encontrarse a 0,42 m.

La ubicación de los interruptores cumple con la Normativa Ecuatoriana de la Construcción, de ser fijados a una distancia mínima de 0,80 y 1,40 desde el piso terminado, al estar empotrados a 1,12m.

Los niveles de iluminación actuales no cumplen con los estándares establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción – CAP 15, por lo que es una necesidad cambiar el tipo de luminaria.

Se utilizará el mismo cableado para el circuito de iluminación led, debido a que las protecciones actuales de 15A permiten la proyección de carga y los conductores 1x12+1N#12AWG (3,31mm²) están en buen estado de conservación

El cálculo indica exactamente el flujo luminoso total (ϕT) requerido para cada área, y el tipo de luminaria utilizada para esta propuesta está según el catálogo de la marca PHILIPS, pero puede adquirirse luminarias con características semejantes que estén disponibles en el mercado para la implementación.

De acuerdo a los datos tomados se puede apreciar que la variación de la resistencia de puesta a tierra en los tres puntos de medición no es mucha.

6.2. Recomendaciones

Se debe realizar un balance de cargas, para que las líneas no se encuentren sobrecargadas y así evitar el daño parcial o total de los equipos.

Dimensionar un banco de Capacitores que ayude compensar el factor de potencia y así evitar penalizaciones por parte de la empresa concesionaria de electricidad.

El estudio de carga se vuelva a realizar cuando las condiciones de funcionamiento sean normales o post COVID, el presente estudio es realizado en condiciones de teletrabajo y semipresencial etapa de COVID.

Realizar el mantenimiento y limpieza de la cámara de transformación para disminuir el riesgo para las vidas humanas en el momento de realizar alguna maniobra en los mismos.

Realizar las mediciones periódicas tanto de voltaje, corriente, factor de potencia esto permite tener el valor real de cómo se encuentra trabajando el sistema.

La propuesta ha sido elaborada para el mejoramiento de las instalaciones eléctricas del campus Pujilí, y su respectiva implementación brindará el cumplimiento de la normativa eléctrica y de seguridad.

Al realizar el análisis de calidad de energía se determinó que existen Pst con el valor de 2.5, cuando la norma exige que sean valores menores igual a 1, se debe tener cuidado al instalar los equipos electrónicos delicados, de ser el caso se debe instalar necesariamente instalar sistemas de alimentación con U.p.s ya que es la única forma de eliminar estos Pst.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. J. Parrales Reyes y A. M. Flores Bernal , *Auditoria y Propuesta de mejora a las instalaciones electricas de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil*, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2015.
- [2] J. Govea Morocho, *ESTUDIO Y PLAN DE MEJORA DE LAS INSTALACIONES ACTUALES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL*, Guayaquil: UCSG, 2014.
- [3] J. A. Calvo Saéz, *Manual básico de seguridad en las instalaciones eléctricas de baja tensión*, Canarias: Consejería de Empleo, Políticas Sociales y Vivienda, 2016.
- [4] Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, *Norma Ecuatoriana de la Construcción - Instalaciones Eléctricas*, Quito: MIDUVI, 2018.
- [5] N. E. D. L. C. N. C. 15, *INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS*, Quito: Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2013.
- [6] ABB Corporation, *Manual técnico de instalaciones electricas, Aparatos de protección y La instalación eléctrica*, Bergamo: ABB SACE, 2007.
- [7] Agencia de regulación y control de electricidad, *RESOLUCIÓN Nro ARCONEL 053/18*, Quito: ARCONEL, 2018.
- [8] N. E. D. L. C. N. -. 11, *EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN EN ECUADOR*, Quito: Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011.
- [9] U. 12464.1, *Norma europea sobre la iluminación para interiores, NORMATIVA / INFO*, 2020.
- [10] J. A. Soto Ruiz, *Interacción de la luz con las texturas y su efecto en el confort lumínico de los espacios arquitectónicos*, México: Primera, 2013.
- [11] PHILIPS, *Catálogo de selección de luminaria - Photometric Dabatase*, 2021.
- [12] R. Ruíz, *El Método Científico y sus Etápas*, Mexico D.F.: Grijalbo, 2007.
- [13] M. Á. Gomez Mendoza, *Investigacion, escritura y publicación*, Primera ed., Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010, p. 170.
- [14] H. Ñaupas Paitán y E. Mejía , *Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redaccion de la Tesis*, Cuarta ed., Bogotá: ediciones de la U, 2014, p. 97.

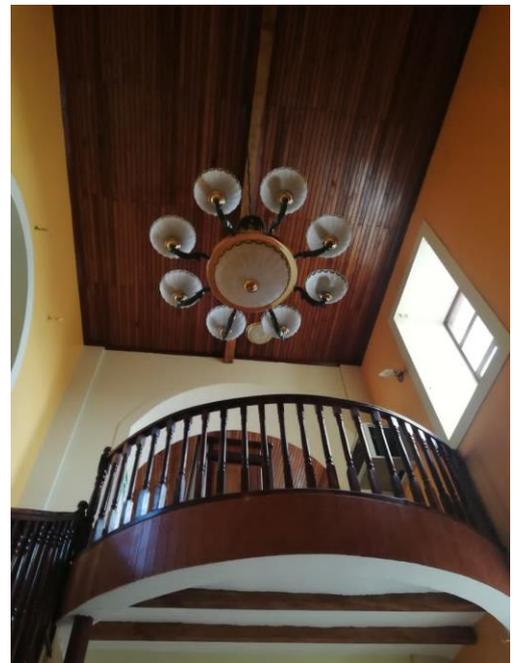
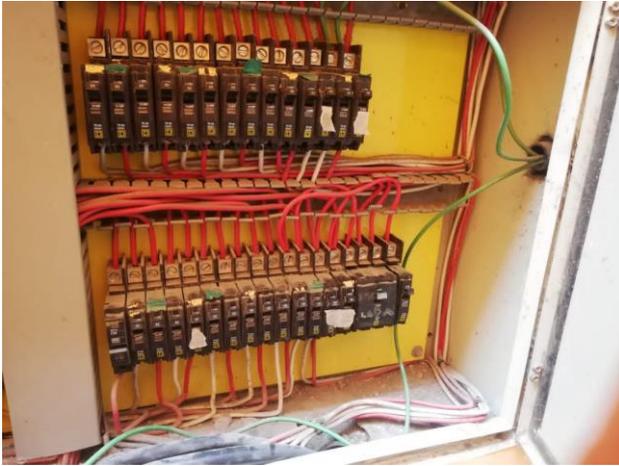
- [15] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, *Norma Ecuatoriana de Construcción - Instalaciones Electromecánicas Cap. 15*, Quito: MIDUVI, 2013.
- [16] ENVERD. [En línea]. Available: https://www.generadoreselectricos.org/generadores-arranque-automatico/generador-diesel-itcpower-nt6100xe.html?fbclid=IwAR3O4XV11HHB89WsC2rkyh2oWMMuGa7q32FEbJvABm2dDy_i5By8gTOdAgs. [Último acceso: 22 07 2021].
- [17] D. B. Van Dalen, *Estrategia de la Investigación Experimental*, Madrid: marcombo, 2015.
- [18] A. Garza Mercado, *Manual de técnicas de investigación para estudiantes*, Séptima ed., Mexico D.F.: El colegio de Mexico, 2009, pp. 3-4.
- [19] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura, *Clasificación Internacional Normalizada de la Educación*, Reedición ed., vol. I, París: Instituto de Estadística, 1997, p. 48.
- [20] Schneider Electric, *Guía de diseño de instalaciones eléctricas*, Barcelona: Shneider Electric España S.A., 2008.
- [21] Institute of Electrical and Electronics Engineers, *Draft Standard for Harmonic Control in Electric Power Systems*, Unknown: IEEE STD, 2014.
- [22] EXATELEC CIA LTDA, *Instalaciones Eléctricas*, Guayaquil: Unknown, 2010.
- [23] Instituto Ecuatoriano de Normalización , *Código Eléctrico Nacional*, Quito: INEN, 2001.
- [24] METREL, *Manual de Instrucciones - Energy Master Metrel MI2883*, Ljubljanska - Eslovenia: Metrel, 2016.

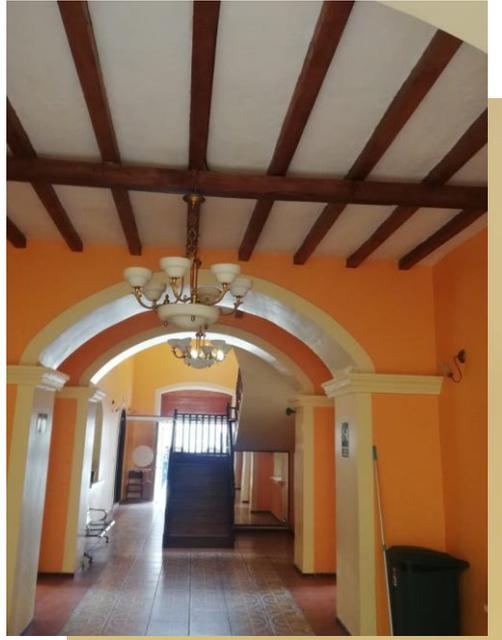
8 ANEXOS

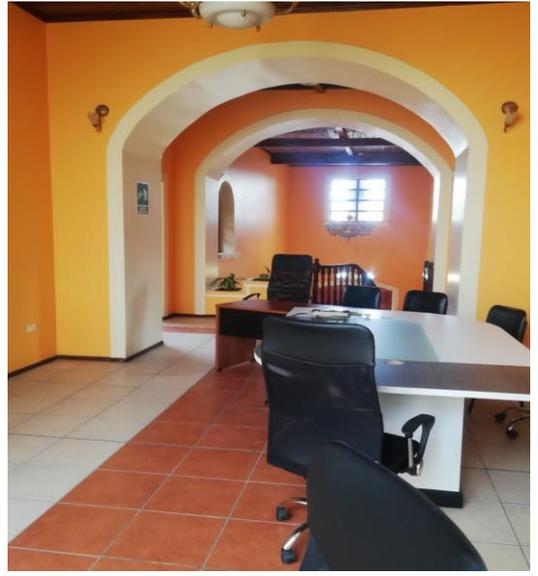
ANEXO I

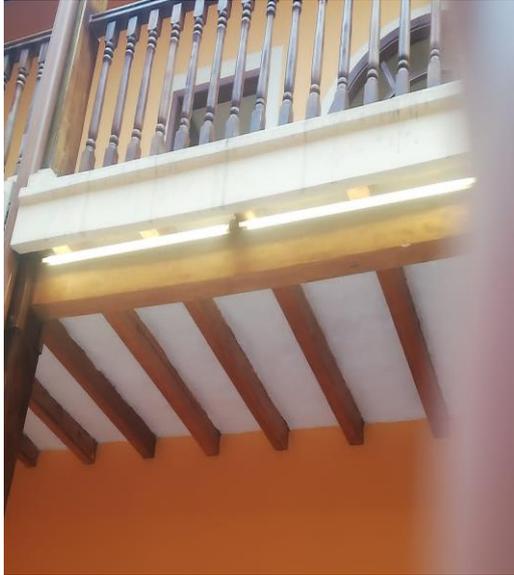
FOTOGRAFIAS DE LA EDIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

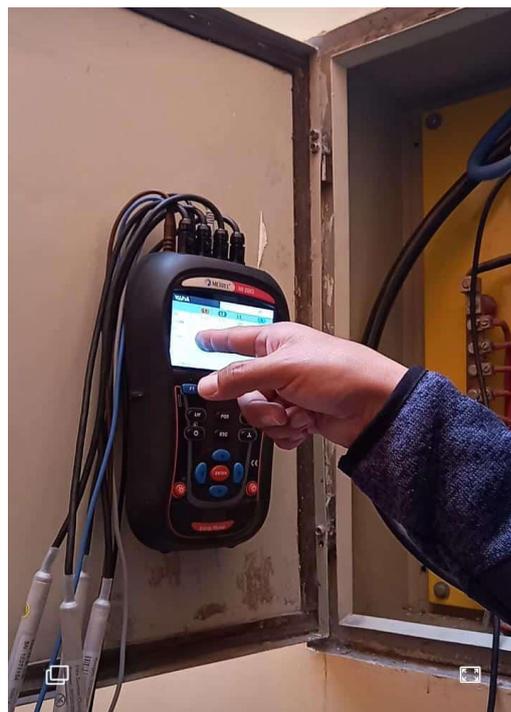
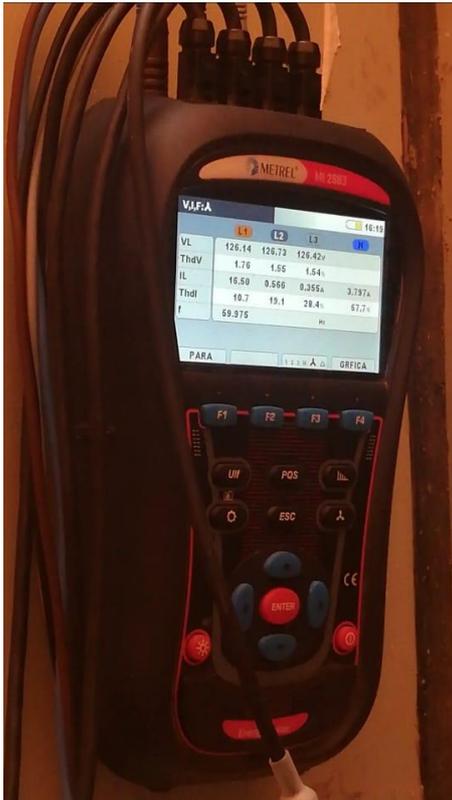
1-2

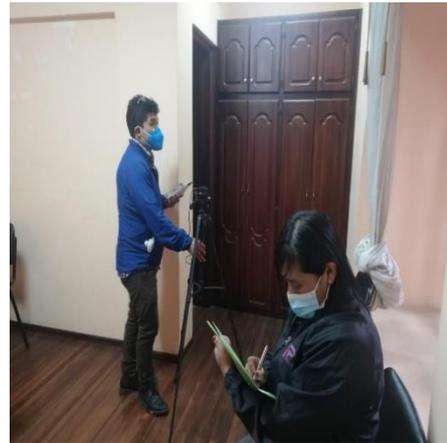




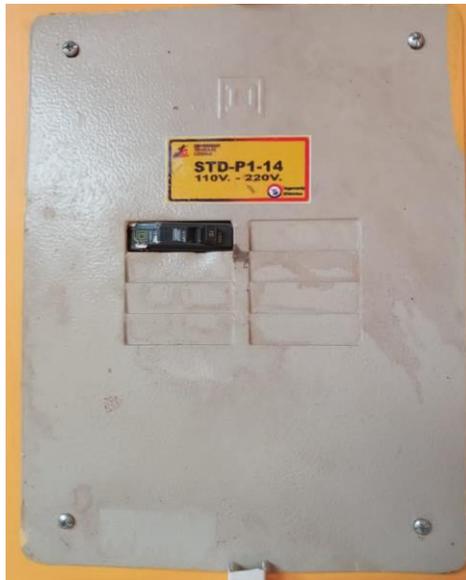








ANEXO IV ETIQUETADO DE LOS TABLEROS Y SUBTABLEROS DE DISTRIBUCIÓN 1-1







CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CC-4766-001-20

																																															
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE																																															
EMPRESA:	IPGMSERVICIOS AMBIENTALES CIA. LTDA.																																														
DIRECCION:	AV CONDOR ÑAN Y AV LLIRA ÑAN, EDF. BOSQUES DE QUITUMBRE 4, OF. 07																																														
TELEFONO:	2739006																																														
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO																																															
EQUIPO:	LUXOMETRO	CÓDIGO ASIGNADO:	NO APLICA																																												
MARCA:	SPER SCIENTIFIC	RESOLUCIÓN / SUBDIVISIONES:	1 ; 10																																												
MODELO / TIPO:	850007	UNIDAD DE MEDIDA:	lux																																												
SERIE:	S.029272	CAPACIDAD / RANGO:	0 a 100 000																																												
CÓDIGO:	NO ESPECIFICA	UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA																																												
PATRONES UTILIZADOS																																															
CODIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO																																									
EL.PC.071	PATRON LAMPARA INCANDESCENTE	PHILIPS	FEL	CENAM FEL-12	2021-12-12	CNM-CC-520-394-395/2018																																									
EL.PT.930	DISTANCIOMETRO	BOSCH	GLM35	712403652	2021-06-26	CC-1491-043-20																																									
EL.PT.466	BAROMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	1081	150322677	2021-09-04	CC-2945-019-20																																									
EL.PT.710	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	170500256	2021-06-29	CC-1491-042-20																																									
CALIBRACIÓN																																															
MÉTODO:	COMPARACION DIRECTA CON LAMPARA PATRON																																														
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.50																																														
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LAB. FOTOMETRICO (ELICROM)																																														
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA (°C):	24,1																																														
HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%HR):	51,8																																														
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (hPa):	1010																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nominal lux</th> <th>Lectura lux</th> <th>Error lux</th> <th>Error (%)</th> <th>Incertidumbre relativa, k=2</th> <th>Factor de Cobertura (k)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>33,000</td> <td>3,000</td> <td>10,000</td> <td>2,2</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>145,000</td> <td>-5,000</td> <td>-3,333</td> <td>1,1</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>242,000</td> <td>-8,000</td> <td>-3,200</td> <td>1,0</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>1249</td> <td>1230,000</td> <td>-19,000</td> <td>-1,521</td> <td>1,1</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>3520</td> <td>3465,000</td> <td>-55,000</td> <td>-1,563</td> <td>1,0</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>3929</td> <td>3785,000</td> <td>-144,000</td> <td>-3,665</td> <td>1,0</td> <td>2,00</td> </tr> </tbody> </table>						Nominal lux	Lectura lux	Error lux	Error (%)	Incertidumbre relativa, k=2	Factor de Cobertura (k)	30	33,000	3,000	10,000	2,2	2,00	150	145,000	-5,000	-3,333	1,1	2,00	250	242,000	-8,000	-3,200	1,0	2,00	1249	1230,000	-19,000	-1,521	1,1	2,00	3520	3465,000	-55,000	-1,563	1,0	2,00	3929	3785,000	-144,000	-3,665	1,0	2,00
Nominal lux	Lectura lux	Error lux	Error (%)	Incertidumbre relativa, k=2	Factor de Cobertura (k)																																										
30	33,000	3,000	10,000	2,2	2,00																																										
150	145,000	-5,000	-3,333	1,1	2,00																																										
250	242,000	-8,000	-3,200	1,0	2,00																																										
1249	1230,000	-19,000	-1,521	1,1	2,00																																										
3520	3465,000	-55,000	-1,563	1,0	2,00																																										
3929	3785,000	-144,000	-3,665	1,0	2,00																																										
Nota: Promedio de 10 mediciones por cada punto																																															
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA																																															
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del CENAM o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).																																															
OBSERVACIONES																																															
La estimación de la incertidumbre expandida se realizó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k , que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.																																															
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Alex Bajaña																																														
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2020-12-21		FECHA DE EMISIÓN:	2020-12-23																																											
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2020-12-23																																														



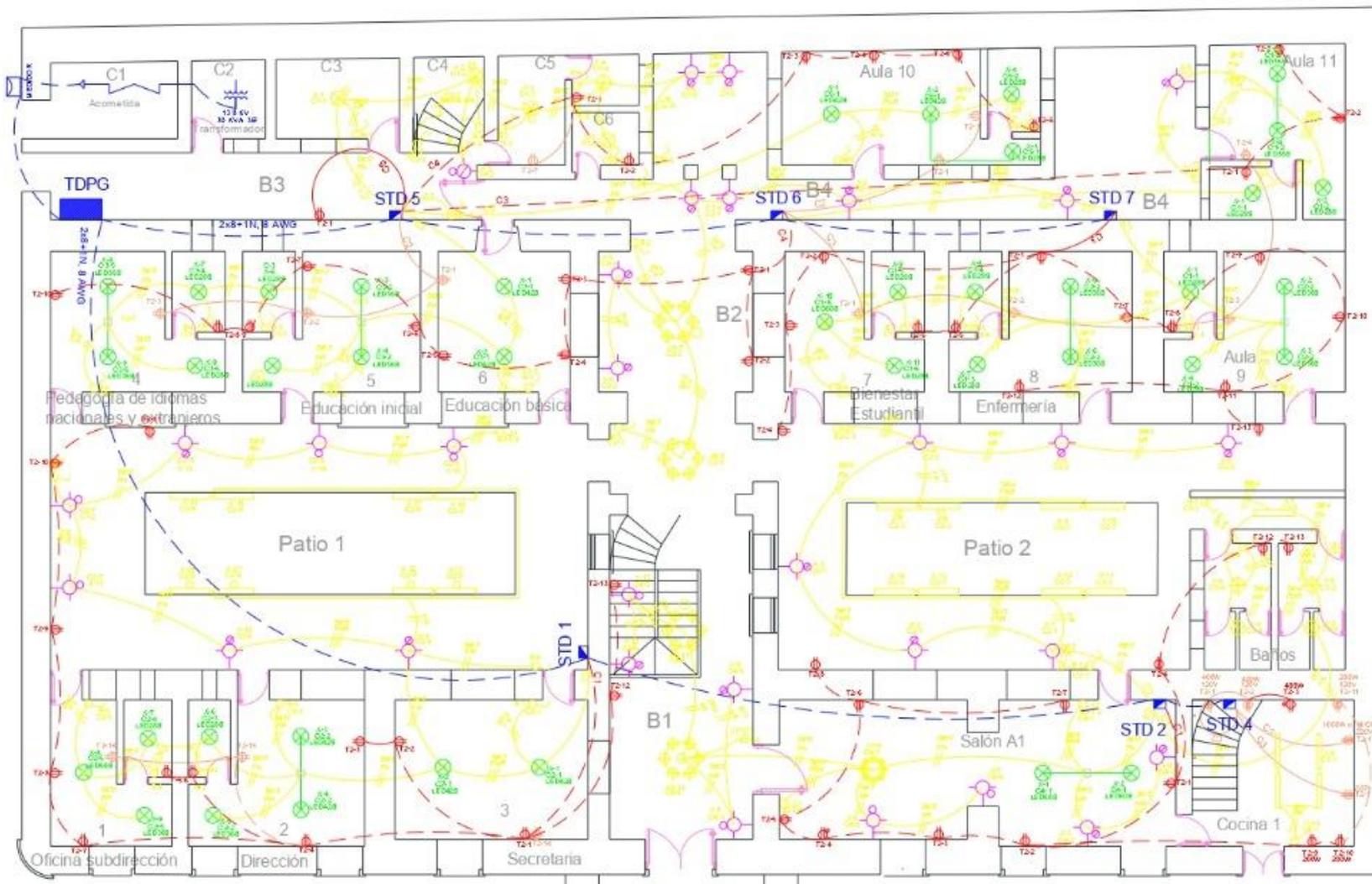
Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Gerente técnico - Autorización EC220319SP



Sustento legal de firma electrónica



LEYENDA DE INSTALACIONES ELECTRICAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TRANSFORMADOR 10.8 KV. 50 KVA. 50
	SECCIONADOR 100 A
	ACUMULADOR 400 AH/20
	WEDDA
	TDPG
	STD
	2x8-TN, B AWG
	Panel LED 2000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 3000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 4000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 5000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 6000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 7000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 8000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 9000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 10000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 11000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 12000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 13000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 14000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 15000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 16000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 17000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 18000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 19000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 20000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 21000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 22000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 23000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 24000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 25000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 26000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 27000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 28000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 29000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 30000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 31000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 32000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 33000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 34000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 35000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 36000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 37000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 38000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 39000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 40000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 41000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 42000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 43000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 44000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 45000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 46000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 47000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 48000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 49000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 50000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 51000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 52000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 53000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 54000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 55000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 56000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 57000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 58000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 59000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 60000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 61000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 62000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 63000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 64000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 65000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 66000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 67000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 68000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 69000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 70000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 71000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 72000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 73000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 74000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 75000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 76000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 77000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 78000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 79000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 80000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 81000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 82000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 83000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 84000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 85000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 86000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 87000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 88000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 89000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 90000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 91000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 92000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 93000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 94000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 95000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 96000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 97000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 98000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 99000 LUMENS 30.5 x 30.5 W
	Panel LED 100000 LUMENS 30.5 x 30.5 W

CUADRO DE CARGAS

Circuito	Tomacorrientes				Tomacorrientes								Toma		POT	Reserva (%)	
	Cargas	Tempo a la hora (min)	Tempo (min)	Tempo (min)	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto			Medio
STD1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
STD2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
STD3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
STD4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
STD5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
STD6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
STD7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXT. PUJILI

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA

DISTRIBUCIÓN DE TABLEROS - AZUL
 CIRCUITO DE ILUMINACION EXISTENTE
 COLOR AMARILLO
 CIRCUITO DE ILUMINACION LED PROPUESTO
 COLOR VERDE
 CIRCUITO DE TOMACORRIENTES - ROJO
 TABLA DE CARGAS INSTALADAS

1/2

ANAGRA GUANGLUSA EVELYN P.
 TISE COYNA MARCO VINICIO

ING. MSC LEON SEGOVIA MARCO A.

ABR. 2021 - AGOSTO 2021

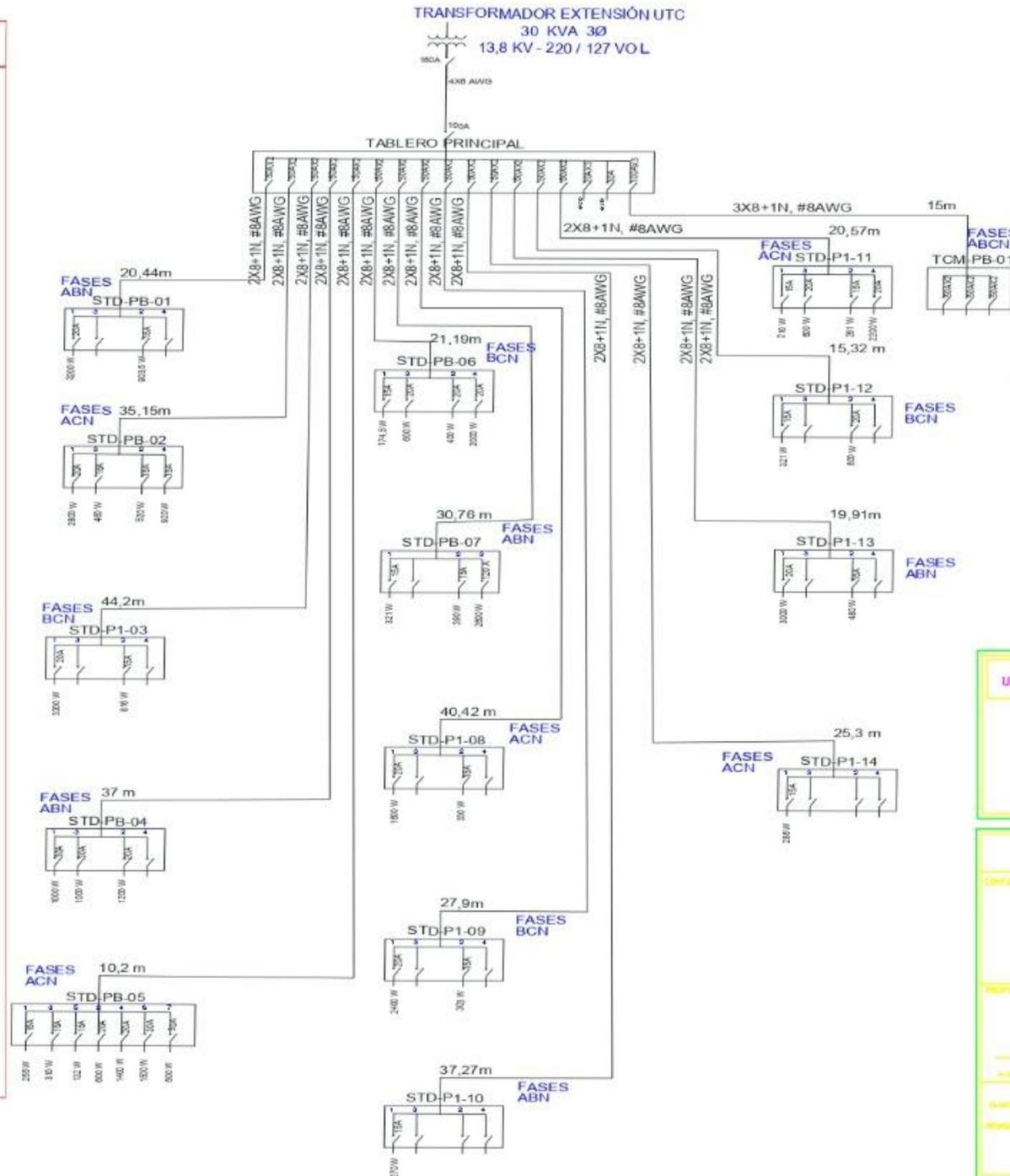
1/1

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

1-3

DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS

TABLEROS	Nº CIRCUITO	TIPO	ÁREAS DE CUBIERTA
STD-PB-01	C1	TOMACORRIENTES	OFICINAS DIRECCIÓN, SUBDIRECCIÓN, SECRETARÍA (1)
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINAS DIRECCIÓN, SUBDIRECCIÓN, SECRETARÍA (1)
STD-PB-02	C1	TOMACORRIENTES	SALÓN AL BASTO 1, BAÑOS DE PACTO 1, TOMAS COCINA 1
	C2	ILUMINACIÓN	PACTO 1
STD-PB-03	C1	ILUMINACIÓN	COCINA 1, BAÑOS DE PACTO 1
	C2	ILUMINACIÓN	SALÓN AL BASTO 1, ESCALERA PRINCIPAL
STD-PB-04	C1	TOMACORRIENTES	PACTO 4, ÁREA 11, 11P, 11N
	C2	ILUMINACIÓN	COCINA 2, PACTO 4, ÁREA 11P, 11N
STD-PB-05	C1	TOMACORRIENTES	COCINA 1
	C2	ILUMINACIÓN	ÁREA A1, ÁREA C Y ÁREA C5
STD-PB-06	C1	TOMACORRIENTES	COCINA 1
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINA DE EDUCACIÓN SOCIAL OFICINA DE EDUCACIÓN BÁSICA
STD-PB-07	C1	TOMACORRIENTES	COCINA 1
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINA DE EDUCACIÓN SOCIAL OFICINA DE EDUCACIÓN BÁSICA
STD-PB-08	C1	TOMACORRIENTES	PAILELO 8
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINA DE EDUCACIÓN SOCIAL OFICINA DE EDUCACIÓN BÁSICA
STD-PB-09	C1	TOMACORRIENTES	PAILELO 8
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINA DE EDUCACIÓN SOCIAL OFICINA DE EDUCACIÓN BÁSICA
STD-PB-10	C1	TOMACORRIENTES	PAILELO 8
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINA DE EDUCACIÓN SOCIAL OFICINA DE EDUCACIÓN BÁSICA
STD-PB-11	C1	TOMACORRIENTES	PAILELO 8
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINA DE EDUCACIÓN SOCIAL OFICINA DE EDUCACIÓN BÁSICA
STD-PB-12	C1	TOMACORRIENTES	PAILELO 8
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINA DE EDUCACIÓN SOCIAL OFICINA DE EDUCACIÓN BÁSICA
STD-PB-13	C1	TOMACORRIENTES	PAILELO 8
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINA DE EDUCACIÓN SOCIAL OFICINA DE EDUCACIÓN BÁSICA
STD-PB-14	C1	TOMACORRIENTES	PAILELO 8
	C2	ILUMINACIÓN	OFICINA DE EDUCACIÓN SOCIAL OFICINA DE EDUCACIÓN BÁSICA



LEYENDA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TRANSFORMADOR 13,8 KV - 220V - 3Ø
	INTERRUPTOR 100A
	ACOMETIDA 4Ø-3W-3Ø
	WEBBORT
TGD	TABLERO DISTRIBUCIÓN 220V-127V
STD	TABLERO DISTRIBUCIÓN 220V-127V
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 12,15,20 A
	INTERRUPTOR 100A/100A-1, 11 A
	INTERRUPTOR DOBLE 125/150 A-1, 12 A
	INTERRUPTOR DOBLE 150/150 A-1, 150 A
	LAMPARA DE ALUMINACIÓN
	FOCO INCANDESCENTE 15W
	LAMPARA COCINANTE DE 2 FOCOS 100 W
	LAMPARA COCINANTE DE 4 FOCOS 100 W
	LAMPARA TROQUELON DE 2 FOCOS 100 W
	AFIQUÉ DE PARED 1 Ø 100/110/120 W
	LAMPARA FLOUORESCENTE 30W
	PINCEL LED 2800 LUMENES 30A - 30 W
	PINCEL LED 3000 LUMENES 30A - 30 W
	PINCEL LED 4200 LUMENES 40A - 40 W
	PINCEL LED 5000 LUMENES 50A - 50 W
	TOMACORRIENTE DOBLE 125V/200V - 940V
	TOMACORRIENTE 200V
	TOMA EN ALTO 120V/200V - 2,47 m
	TOMA CORRIENTE EXISTENTE EN COCINA 100A
	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN EXISTENTE 2X12 Ga Reg. Regis
	CABLEADO PARA LED PROYECTORIA 4 Ø EN COCINA
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTE EXISTENTE 2X120 Ga
	ALIMENTACIÓN A 4 Ø EXISTENTE 2Ø+1N+AWG 3Ø
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTE EXISTENTE EN ALTURA
	QUEDES PARA ILUMINACIÓN EXISTENTE

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXT. PUJILI

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DIAGRAMA UNIFILAR MEDIO Y BAJO VOLTAJE 220 V / 127 V

1/1

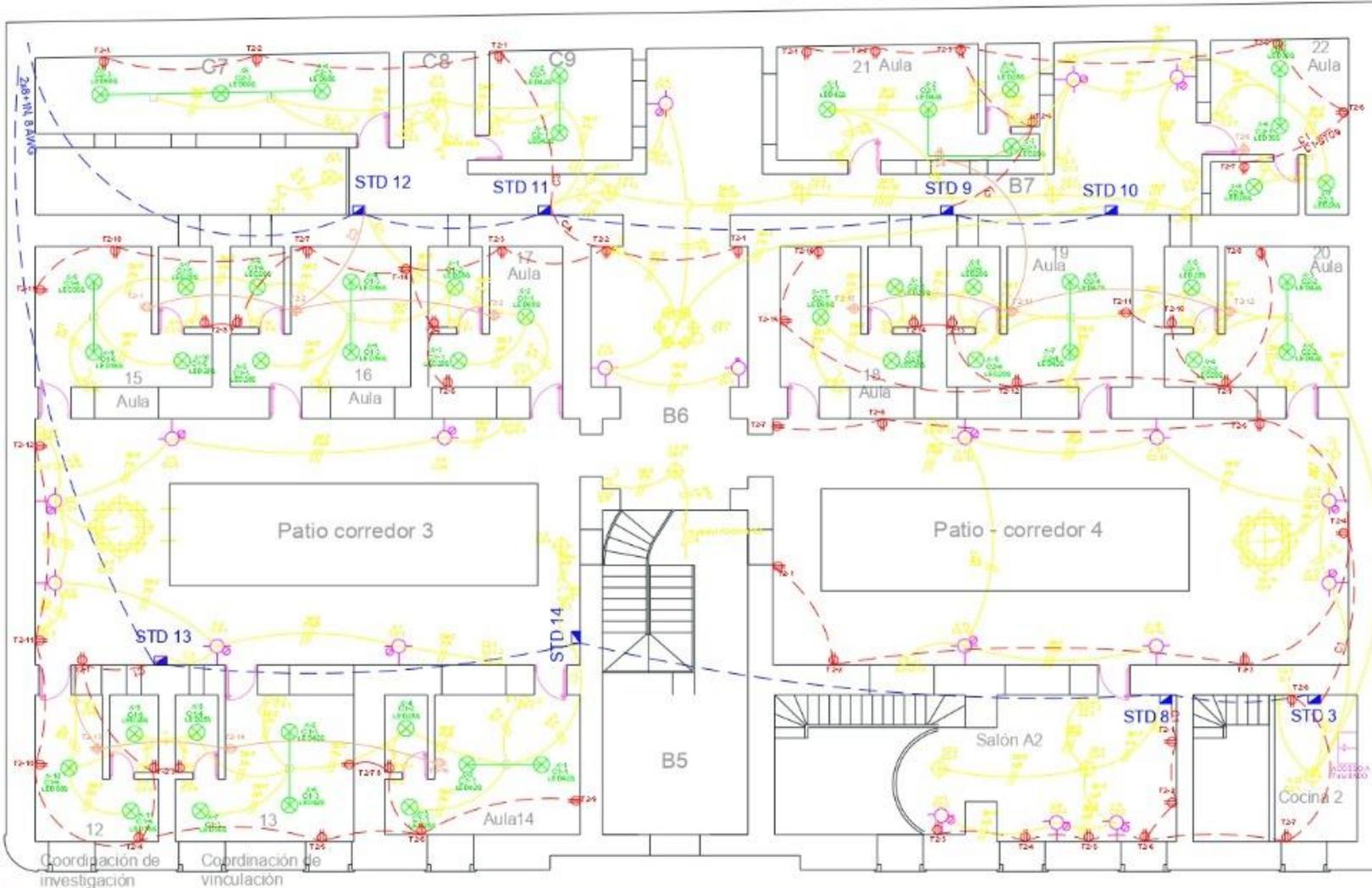
APR 2021 - 40510 2021

INGENIERO GUARACAMA FREDY P. TORO GUANA BARRIO VINCIO

INGENIERO MSc. MSc. LEÓN SEGURA MARIO A.

1:1

INGENIERO CARLOS RAMÍREZ



LEYENDA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TRANSFORMADOR 120 V. 30 KVA - 32
	SECCIONADOR 100 A
	ACORTACORRIENTE 400/4500
	INTERRUPTOR
	INTERRUPTOR SIMPLE 0.015V - 1.14 A
	INTERRUPTOR SIMPLE 0.015V - 1.12 A
	INTERRUPTOR COMBINADO 10A x 12V
	INTERRUPTOR COMBINADO 10A x 12V
	LAMPARA DE MODELO 030W
	ECO LAMPARAS 10W
	LAMPARA COLOANTE DE 4 FOCOS 100W
	LAMPARA COLOANTE DE 6 FOCOS 90 W
	LAMPARA TIPO ROBOTON DE 2 FOCOS 90 W
	APAREJOS PAPER 1 BOMBILLAS 40W
	LAMPARA FLUORESCENTE 60W
	PAÑEL LED 2000 LUMENES 20.5 x 32W
	PAÑEL LED 3000 LUMENES 33.3 x 33W
	PAÑEL LED 4000 LUMENES 40.0 x 34W
	PAÑEL LED 5000 LUMENES 50.0 x 44.5W
	TOMACORRIENTE DOBLE 120V 200VA - 1000
	TOMACORRIENTE 200V
	TOMA EN ALTURA 120V 200W - 247 W
	TOMA DOBLE RECEPTOR DE COCINA 0.31A
	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN EXISTENTE EN COLORES AZUL
	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN LED PROPOSTO EN COLOR AMARILLO
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES EXISTENTE EN COLOR ROJO
	ALIMENTACIÓN STD EXISTENTE EN COLOR VERDE
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTE EXISTENTE EN LA CUBA
	SEÑAL PARA ILUMINACIÓN EXISTENTE

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXT. PUJILI

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DISTRIBUCIÓN DE TABLEROS - AZUL
 CIRCUITO DE ILUMINACIÓN EXISTENTE
 COLOR AMARILLO
 CIRCUITO DE ILUMINACIÓN LED PROPOSTO
 COLOR VERDE
 CIRCUITO DE TOMACORRIENTES - ROJO
 TABLA DE CARGAS INSTALADAS

2/2

INGENIERO: ANDRÉS GUARAJOSA EVELIN P. ROSA COPIVA MARCO VINCIO
 INGENIERO: ING. MSC. LEÓN SEGOWA MARCO A.

APR. 2021 - 00570 2021

CUADRO DE CARGAS

Tablero	Tomacorrientes				Iluminación							Total											
	Cableado	Tomas sobre cocina (200V-00-1000W)	Tomas sobre 47 (200V)	Tomas 120V (1000W)	Tomas 0-40-2m (200V)	S3440C PSD W90L60 1s LED365 S40 AJUSTADA (LcRtH 0.0010.0010.07) 4=300 lm D=25.5 [W]	S3440C PSD W90L60 1s LED365 S40 AJUSTADA (LcRtH 0.0010.0010.07) 4=300 lm D=33.5 [W]	S3440C PSD W90L60 1s LED365 S40 AJUSTADA (LcRtH 0.0010.0010.07) 4=300 lm D=40.5 [W]	S3430C L3440 1s LED365 S40 AJUSTADA (LcRtH 1.4410.0010.00) 4=600 lm D=35 [W]	RC136R PSD W90L60 1s LED365 S40 EMPOTRADO (LcRtH 0.0010.0010.04) 4=300 lm D=22 [W]	RC137V W90L60 PSD 1s LED365 S40 EMPOTRADO (LcRtH 0.0010.0010.07) 4=300 lm D=33 [W]	RC46R PSD W90L60 1s LED365 S40 EMPOTRADO (LcRtH 0.0010.0010.07) 4=600 lm D=35 [W]	Aplicación (lm)	Protección (lm)	Protección (lm)	Protección (lm)	L. Columna 6 secc (lm)	L. Columna 5 secc (lm)	L. Columna 3 secc (lm)	Tomas	Iluminación	Total	Protección (A)
STD4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5	1000W	20A
STD6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	300W	15A
STD8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9	300 W	15A
STD9	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	270 W	15A
STD10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	220W	15A
STD11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	300W	20A
STD12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11	750W	30A
STD13	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11	327W	15A
STD14	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	300W	20A
STD15	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	400 W	15A
STD16	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11	366 W	15A
Total Carga excluida	95	1	23	5	-	22	22	36	6	34	2	4	52	21	13	5	5	5	5	142	187	39 204	



DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR DE EMERGENCIA Y ESTUDIO DE CARGA								
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI								
N° DEL PROYECTO: 1								
LOCALIZACIÓN: CAMPUS PUULLI								
EDIFICACIÓN CATEGORÍA >251								
M2: A								
N°	DENOMINACIÓN		P _u (W)	CI (W)	EFF _u (%)	CIR (W)	ES _u (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Tomas a 0,40 m [200W]	95	200	19000	80%	15200	50%	7600
2	Tomas 220V [1500W]	1	1500	1500	10%	150	1%	1,5
3	Tomas altura 2,47 [200W]	23	200	4600	50%	2300	40%	920
4	Tomas cocina [200W]	5	200	1000	10%	100	10%	10
5	SM400C PSD W/60L60 1x LED28S/840 ADOSADA Φ=2800 lm P=25,5 [W]	22	25,5	561	90%	504,9	50%	252,45
6	SM400C PSD W/60L60 1x LED36S/840 ADOSADA Φ= 3600 lm P=33,5 [W]	22	33,5	737	90%	663,3	50%	331,65
7	SM400C PSD W/60L60 1x LED42S/840 ADOSADA Φ=4200 lm P=40,5 [W]	16	40,5	648	90%	583,2	50%	291,6
8	SM150C L1440 1x LED60S/840 ADOSADA Φ=6000 lm P=55 [W]	6	55	330	90%	297	50%	148,5
9	RC136B PSD W/60L60 1x LED28S/830 EMPOTRADO Φ=2800 lm P=22 [W]	14	22	308	90%	277,2	50%	138,6
10	RC132V W/60L60 PSD 1x LED36S/840 EMPOTRADO (LxBxH:0.60x0.60x0.07) Φ=3600 lm P=33 [W]	2	33	66	90%	59,4	50%	29,7
11	RC461B PSD W/60L60 1x LED60S/940 EMPOTRADO Φ=6000 lm P=44,5 [W]	4	44,5	178	90%	160,2	50%	80,1

12	Aplicques de pared [60W]	52	60	3120	50%	1560	50%	780		
13	Fluorescente [20W]	21	20	420	50%	210	50%	105		
14	Foco ahorrador [15W]	13	15	195	10%	19,5	10%	1,95		
15	L. Colgante 6 focos [90W]	5	90	450	50%	225	50%	112,5		
16	L. Colgante 8 focos [120W]	5	120	600	50%	300	50%	150		
17	L. S6616 de 2 focos [30W]	5	30	150	50%	75	50%	37,5		
TOTALES			2689	33863		22691,7		11000,05		
									11,00	K
FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA		FACTOR DE DEMANDA		DMU =		11000,05	0,324839796			
FP=		0,93	FDM	CI		53863				
DMU (kVA)		11,83								
(1+T)(%)		1,30								
DMUP (kVA)		15,38								
FD		3,6								
AP (kVA)		0,0								
DD (kVA)		0,0								
CAP. TRANSF (kVA)=		15,38								

