

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD
PEDAGÓGICA NACIONAL DE ACUERDO AL REGLAMENTO TÉCNICO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIÉ)

ANDRÉS LEONARDO GÓMEZ OBANDO

RUBÉN DARÍO QUICENO ABAUNZA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA

BOGOTÁ D.C.

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD
PEDAGÓGICA NACIONAL DE ACUERDO AL REGLAMENTO TÉCNICO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

ANDRÉS LEONARDO GÓMEZ OBANDO
RUBÉN DARÍO QUICENO ABAUNZA

Trabajo de grado para optar el título
de Licenciado en Electrónica

Director de proyecto
Diego Mauricio Acero Soto

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA
BOGOTÁ D.C.

Dedicatoria

A mis padres Leonardo Gómez y Luz Marina Obando, mi hermana Johana Gómez y mi familia por su apoyo a lo largo de mi vida, por todas las enseñanzas y principios que en mi sembraron para poder llegar a culminar mi proceso educativo.

A mi novia Angelica Bermúdez por su constante apoyo durante toda mi carrera, por los consejos que me brindo para afrontar mis miedos y retos, en la ejecución de este proyecto y los sueños que me han ayudado a construir mi vida.

Y a todos mis compañeros que gracias a sus experiencias de vida me brindaron conocimientos y saberes los cuales me ayudaron a llevar mi estadía en la universidad más enriquecedora y alegre.


Andrés Leonardo Gómez Obando

A todas las personas que participaron e hicieron posible este proyecto, muchas gracias por su apoyo incondicional, especialmente a mis padres Fabiola Abaunza y Fabio Quiceno, hermana Adriana Colombia, a mis tías Olga Quiceno, Elena Quiceno, Maritza Quiceno, Luz Dary Quiceno y Mirian Quiceno, quienes me brindaron su apoyo constante en este ciclo de mi vida. Gracias a ellos por inculcarme dedicación y constancia para poder llevar a cabo este proceso académico. A mis compañeros los cuales han aportado en mi proceso de crecimiento personal y académico, quienes con sus experiencias, saberes y conocimientos hicieron de mi estadía en la universidad una experiencia inigualable de construcción de nuevos saberes y conocimientos.

Rubén Darío Quiceno Abaunza

Agradecimientos

Agradecemos al director de proyecto Diego Mauricio Acero Soto quien creyó en la propuesta de investigación y nos acompañó en el proceso de construcción de la misma. Asimismo, agradecemos a las personas de servicios generales de la Universidad Pedagógica Nacional Sede calle 72, al Arquitecto Alex Moreno Cárdenas, Jairo Alexander Aldana, al personal de mantenimiento Víctor Castro, Milton Sevillano y Daniel Bautista quienes con su constante acompañamiento en la inspección de las redes eléctricas permitieron darle finalidad a esta investigación. Finalmente, a nuestros compañeros los tullidos por todas las experiencias vividas en cada espacio académico, cultural y reflexivo, los cuales con su compañía grata nos ayudaron a construir saberes y conocimientos.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>SENSEANDO AL TALENTO</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 114	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Diagnóstico de las instalaciones eléctricas de la universidad pedagógica nacional de acuerdo al reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)
Autor(es)	Gómez Obando, Andrés Leonardo; Quiceno Abaunza, Rubén Darío
Director	Acero Soto, Diego Mauricio
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018, 63p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	INSTALACIONES ELÉCTRICAS, MEDIDAS DE SEGURIDAD, PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, RETIE.

2. Descripción
<p>Trabajo de grado que propone desarrollar un estudio de las redes eléctricas de la Universidad Pedagógica Nacional Sede Calle 72 de acuerdo al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), con el propósito de identificar los riesgos de origen eléctrico. Por lo tanto, se realizan unas tablas de verificación evaluando cada artículo del RETIE en el cumplimiento y no cumplimiento, lo que conlleva a presentar unas recomendaciones para los casos en los cuales no se cumpla con las disposiciones del RETIE, con la intención de que sean corregidas por el personal encargado por medio de un manual ilustrativo de la prevención de los riesgos de origen eléctrico y correcta utilización de la energía eléctrica.</p>

3. Fuentes
<p>Ministerio de Minas y Energía. 2013. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).2013.211. [PDF file]. Recuperado de https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13</p>
<p>Instituto Colombiano De Normas Técnicas Y Certificación. Código Eléctrico Colombiano. NTC-2050. Bogotá: s.n., El Instituto, 1998. [PDF file]. Recuperado de http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf</p>
<p>Martínez Pulgarín, Hernán David; Andrade Arango, Yhonatan Andrés. 2015. Diagnóstico a las instalaciones eléctricas de la institución educativa María Dolorosa – Francisco Javier de Pereira. 128. [PDF file]. Recuperado de http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5727/62131924M385.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>

Monsalve, Katherine; Rincón, Jhon. Inspección eléctrica en la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe de Risaralda, apoyada en el RETIE y la NTC 2050. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. 88. [PDF file]. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6130/621322M754.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López, Jonathan; Pastrana, Luis. Guía para diseñar instalaciones eléctricas domiciliarias según NTC2050 RETIE. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar. [PDF file]. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/212336995/Estudio-y-rediseño-de-las-instalaciones-electricas-de-la-sede-UIS-BUCARICA>

Tamayo, Mario. El proyecto de investigación. Santa fe de Bogotá, D.C, arfo editores LTDA. [PDF file]. Recuperado de https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/documentodeconsultacomplementario-el_proyecto_de_investigacion.pdf

ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación | IDECA [Ideca.gov.co](http://ideca.gov.co). Recuperado de <https://www.ideca.gov.co/es/node/227>

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Reglamentos técnicos, [Mincit.gov.co](http://mincit.gov.co). Recuperado de http://www.mincit.gov.co/publicaciones/16023/reglamentos_tecnicos

4. Contenidos

A continuación, se presenta el contenido del trabajo de grado distribuido en los diferentes capítulos:

CAPITULO I: GENERALIDADES

Este capítulo está compuesto por el planteamiento del problema, justificación, objetivo general y específico, delimitación y antecedentes para realizar el trabajo de grado.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

El marco teórico dirige al lector a través de los conceptos del marco legal, conceptos básicos de instalaciones eléctricas y las diferentes normatividades que se deben aplicar para prevenir los accidentes de origen eléctrico, esto permite desarrollar el trabajo de grado.

CAPITULO III: METODOLOGÍA.

En este capítulo se describe la metodología que se utilizó para dar finalidad al proyecto. Asimismo, se describe el proceso del levantamiento de planos de instalaciones eléctricas y su diseño en el software AutoCAD.

CAPITULO IV: EVALUAR LOS NIVELES DE SOBRECARGA EN LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

Este capítulo se concentra en los niveles de sobrecarga en la subestación eléctrica, donde se puede encontrar la identificación, revisión y medidas al transformador eléctrico y su respectivo tablero general, teniendo en cuenta las normas de seguridad propuestas en el RETIE.

CAPITULO V: ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESPECTO A LAS ESPECIFICACIONES DEL RETIE.

Se enfatiza en la recolección de datos de los capítulos anteriores del proyecto, para realizar el análisis respectivo frente a la normatividad RETIE y enlistar los hallazgos en términos del cumplimiento y no

cumplimiento de la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES FRENTE AL REGLEMENTO RETIE.

En este capítulo, se realizan las modificaciones y recomendaciones respectivas frente al no cumplimiento del reglamento para que la institución cumpla con las especificaciones que contempla el RETIE.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES.

Se concluye toda la investigación realizada mostrando los diferentes hallazgos y conclusiones que se evidenciaron durante el desarrollo y finalización del trabajo de grado.

5. Metodología

En primer lugar, en el desarrollo, ejecución y análisis del proyecto se pudo dar respuesta al grado de cumplimiento de la norma técnica RETIE en la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72, lo cual cumple con un total 62,90322% en el diagnostico a las instalaciones eléctricas en los capítulos 1 al 8 con los diferentes artículos que se aplicaron en los edificios A, B, E y C.

Al realizar el levantamiento de planos de instalaciones eléctricas respectivo de la institución no se tuvo ingreso a la totalidad de los espacios en el edificio B, lo cual dificultó el proceso en las áreas restringidas, ya que no se pudo contar con los permisos necesarios que permitieran el ingreso.

Se observó que la subestación eléctrica no cumple con el balance de fases debido a que la fase S se encuentra sobrecargada con respecto a la R y T, por lo tanto, se deben balancear las cargas en el tablero general de la subestación eléctrica.

Se apreció que la Universidad Pedagógica Nacional al no contar con las debidas marcaciones de los diferentes tableros no se pudo realizar los diagramas unifilares ni cuadros de carga, esto representa un riesgo eléctrico para la Universidad Pedagógica Nacional porque en cualquier accidente o situación de riesgo que se pueda presentar se complicará saber cuál breaker habilito y deshabilita los diferentes circuitos ramales.

Es pertinente saber que la subestación eléctrica cuenta con el calibre de los conductores apropiado y la protección de los totalizadores hace que no se presenten niveles de sobrecarga o sobrecorriente, lo cual se encetra que todos los circuitos de uso final en los edificios y sus niveles están protegidos.

Durante el desarrollo de este proyecto se logra evidenciar que la universidad no cumple con ningún requisito del diseño de instalaciones eléctricas, por cual se hace necesario realizar el estudio y diseño las instalaciones eléctricas de acuerdo al RETIE, debido que se debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales competentes para desarrollar esta actividad.

Se concluye que la Universidad Pedagógica Nacional no cuenta con un sistema de iluminación para las rutas de evacuación en caso de emergencia, debido que el refuerzo de potencia de emergencia se encuentra sectorizada en puntos diferentes a zonas de evacuación, lo cual en caso de emergencia no se contara con la iluminación necesaria para realizar la evacuación respectiva sin que se provoquen accidentes.

Con este ejercicio académico y pedagógico se pudo aprender a realizar levantamiento de planos de instalaciones eléctricas, conocer los riesgos eléctricos más comunes y saber interpretar el reglamento RETIE, para dar solución a todas las preguntas que se presentaron al desarrollar el ejercicio investigativo

6. Conclusiones

En primer lugar, en el desarrollo, ejecución y análisis del proyecto se pudo dar respuesta al grado de cumplimiento de la norma técnica RETIE en la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72, lo cual cumple con un total 62,90322% en el diagnostico a las instalaciones eléctricas en los capítulos 1 al 8 con los diferentes artículos que se aplicaron en los edificios A, B, E y C.

Al realizar el levantamiento de planos de instalaciones eléctricas respectivo de la institución no se tuvo ingreso a la totalidad de los espacios en el edificio B, lo cual dificultó el proceso en las áreas restringidas, ya que no se pudo contar con los permisos necesarios que permitieran el ingreso.

Se observó que la subestación eléctrica no cumple con el balance de fases debido a que la fase S se encuentra sobrecargada con respecto a la R y T, por lo tanto, se deben balancear las cargas en el tablero general de la subestación eléctrica.

Se apreció que la Universidad Pedagógica Nacional al no contar con las debidas marcaciones de los diferentes tableros no se pudo realizar los diagramas unifilares ni cuadros de carga, esto representa un riesgo eléctrico para la Universidad Pedagógica Nacional porque en cualquier accidente o situación de riesgo que se pueda presentar se complicará saber cuál breaker habilito y deshabilita los diferentes circuitos ramales.

Es pertinente saber que la subestación eléctrica cuenta con el calibre de los conductores apropiado y la protección de los totalizadores hace que no se presenten niveles de sobrecarga o sobrecorriente, lo cual se encuentra que todos los circuitos de uso final en los edificios y sus niveles están protegidos.

Durante el desarrollo de este proyecto se logra evidenciar que la universidad no cumple con ningún requisito del diseño de instalaciones eléctricas, por cual se hace necesario realizar el estudio y diseño las instalaciones eléctricas de acuerdo al RETIE, debido que se debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales competentes para desarrollar esta actividad.

Se concluye que la Universidad Pedagógica Nacional no cuenta con un sistema de iluminación para las rutas de evacuación en caso de emergencia, debido que el refuerzo de potencia de emergencia se encuentra sectorizada en puntos diferentes a zonas de evacuación, lo cual en caso de emergencia no se contara con la iluminación necesaria para realizar la evacuación respectiva sin que se provoquen accidentes.

Con este ejercicio académico y pedagógico se pudo aprender a realizar levantamiento de planos de instalaciones eléctricas, conocer los riesgos eléctricos más comunes y saber interpretar el reglamento RETIE, para dar solución a todas las preguntas que se presentaron al desarrollar el ejercicio investigativo

Elaborado por:	Gómez Obando, Andrés Leonardo; Quiceno Abaunza, Rubén Darío
Revisado por:	Acero Soto, Diego Mauricio

Fecha de elaboración del Resumen:	30	11	2018
--	----	----	------

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN	2
1 GENERALIDADES.....	3
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.1.1 Objetivo general.	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.2.1 Planeamiento del problema.	3
1.2.2 Justificación.....	4
1.2.3 Delimitación.	5
1.2.4 Antecedentes.....	6
2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 CONCEPTOS MARCO LEGAL.....	7
2.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	8
2.3 REQUERIMIENTOS DEL RETIE.....	12
2.3.1 Simbología y Señalización	12
2.3.2 Señalización de seguridad.	14
2.3.3 Código de colores para conductores.....	15
2.4 REQUISITOS TÉCNICOS ESCENCIALES.....	16
2.4.1 Factores de riesgo eléctrico más comunes.....	16
2.4.2 Distancia de seguridad.....	19
3 METODOLOGÍA.....	20
3.1 LEVANTAMIENTO DE PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL.....	21
3.2 DISEÑOS DE PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL EN AUTOCAD	27
4 EVALUAR LOS NIVELES DE SOBRECARGA EN LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	29
4.1 IDENTIFICAR SUBESTACIÓN.....	29
4.2 REVISIÓN TRANSFORMADOR SUBESTACIÓN	30

4.3 REVISIÓN TABLERO GENERAL DE SUBESTACIÓN.....	32
4.4 MEDIDAS DE SOBRECARGA AL TABLERO GENERAL DE LA SUBESTACIÓN.....	33
5 ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESPECTO A LAS ESPECIFICACIONES DEL RETIE	41
5.1 ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS DEL LEVANTAMIENTO DE PLANOS ...	42
5.1.1 Sistema puesta a tierra	42
5.1.2 Subestación eléctrica.	43
5.1.3 Clavijas y tomacorrientes	46
5.1.4 Equipos de corte y seccionamiento de baja y media tensión.....	47
5.1.5 Extensiones y multitomas.....	49
5.1.6 Tableros eléctricos y celdas de baja tensión	50
5.1.7 Diseño de las instalaciones eléctricas.....	53
5.1.8 Requisitos básicos para sistemas de distribución	54
5.1.9 Protecciones contra sobrecorrientes.	55
5.1.10 Lugares con alta concentración de personas.....	56
6 RECOMENDACIONES FRENTE AL REGLAMENTO RETIE	57
6.1 MODIFICACIONES Y RECOMENDACIONES RESPECTO AL REGLAMENTO RETIE.....	57
7 CONCLUSIONES.....	60
8 BIBLIOGRAFIA.....	62

Lista de Tablas

Tabla 1. Características pinza amperimétrica FLUKE 373.	34
Tabla 2. Sobrecarga subestación eléctrica - Jornada mañana.	2
Tabla 3. Sobrecarga subestación eléctrica – Jornada medio día.	39
Tabla 4. Valor promedio mediciones sobrecarga subestación jornada mañana.	40
Tabla 5. Valor promedio mediciones sobrecarga subestación jornada medio día.	40
Tabla 6. Requisitos de sistema puesta a tierra	42
Tabla 7. Cumplimiento subestación eléctrica desde la Norma RETIE.....	43
Tabla 8. Cumplimiento de producto subestación eléctrica desde la Norma RETIE.....	45
Tabla 9. Requisitos para clavijas y tomacorrientes.....	46
Tabla 10. Requisitos para equipos de corte y seccionamiento de baja y media tensión..	10
Tabla 11. Requisito de instalación de interruptores manuales de baja tensión.....	11
Tabla 12. Requisitos de extensiones y multitomas.	12
Tabla 13. Requisitos de conducción en los tableros.	13
Tabla 14. Requisitos de alambrado para los tableros.....	14
Tabla 15. Requisitos de rotulado e instructivos.	15
Tabla 16. Requisitos de diseño de las instalaciones eléctricas.	16
Tabla 17. Requisitos y prescripciones generales.	17
Tabla 18. Requisitos básicos para sistemas de distribución.	18
Tabla 19. Requisitos para protecciones contra sobrecorrientes.....	19
Tabla 20. Requisitos para lugares con alta concentración de personas.	20

Lista de Figuras

Figura 1. Símbolos eléctricos.....	13
Figura 2. Símbolos eléctricos.....	13
Figura 3. Señales de seguridad	3
Figura 4. Señales de seguridad	4
Figura 5. Código de colores	5
Figura 6. Riesgos eléctricos más comunes	6
Figura 7. Riesgo eléctricos más comunes	7
Figura 8. Riesgos eléctricos más comunes	8
Figura 9. Zona segura trabajos en subestación eléctrica.....	9
Figura 10. Flexómetro CARPINTER 3m	10
Figura 11. Decámetro TUFMIC 20m	11
Figura 12. Tomacorriente quemado	12
Figura 13. Conducto tomacorriente vacío.....	13
Figura 14. Conducto tomacorriente vacío.....	14
Figura 15. Tablero sin marcación	15
Figura 16. Tablero sin marcación	16
Figura 17. Convención de iluminación y simbología.....	17
Figura 18. Convención de Tomacorriente y simbología.....	18
Figura 19. Entrada principal subestación eléctrica	19
Figura 20. Transformador subestación eléctrica.....	20
Figura 21. Características transformador subestación eléctrica.....	21
Figura 22. Tablero general subestación eléctrica.....	22
Figura 23. Totalizadores de los diferentes edificios.	23
Figura 24. Medición tablero general subestación eléctrica.....	24
Figura 25. Medición tablero general subestación eléctrica.....	25
Figura 26. Medición totalizador subestación eléctrica edificio A	26
Figura 27. Medición totalizador subestación eléctrica edificio B	27
Figura 28. Medición totalizador subestación eléctrica edificio C	28
Figura 29. Medición totalizador subestación eléctrica edificio E.....	29

Figura 30. Puesta a tierra	30
Figura 31. Altura subestación eléctrica.....	31
Figura 32. Derrame aceite subestación eléctrica.	32
Figura 33. Aisladores de vidrio.....	33
Figura 34. Medidores eléctricos.....	34
Figura 35. Tomacorriente con cables expuestos.	35
Figura 36. Interruptor expuesto a partes energizadas.	36
Figura 37. Caja metálica interruptor.	37
Figura 38. Barraje tablero general subestación eléctrica.	38
Figura 39. Barraje conexión a tierra.....	39

Lista de Anexos

ANEXO 1. Cantidad de Productos Levantamiento Planos de Instalaciones Eléctricas	1
ANEXO 2. Diseño de Planos de Instalaciones Eléctricas en AutoCAD.....	2
ANEXO 3. Código de Colores Tableros Distribución Edificios.....	3
ANEXO 4. Especificaciones Tableros de Distribución.....	4

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento presenta un diagnóstico y dictamen sobre las redes eléctricas de la Universidad Pedagógica Nacional Sede Calle 72 de acuerdo al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), en este sentido el propósito fue identificar los riesgos de origen eléctrico que existen dentro de las instalaciones de la Universidad consolidando así un documento en el cual se señalan las exigencias y especificaciones que deben garantizar la seguridad de dichas instalaciones con base en su buen funcionamiento, teniendo en cuenta además la necesidad de evaluar y sugerir las medidas necesarias para evitar que tales riesgos se materialicen en incidentes o accidentes.

Por consiguiente, el inicio del documento describe como se realizó el proceso de inspección de las redes eléctricas de la Universidad en la subestación eléctrica y en los bloques A, B, C y E, en donde se realizó inicialmente el levantamiento de planos de instalaciones eléctricas, proceso el cual implicó el estudio de los planos arquitectónicos en los cuales se iba agregando la información obtenida con la finalidad de identificar todos los elementos de las instalaciones eléctricas, posteriormente se realiza el análisis frente a los requerimientos del reglamento RETIE y algunos requerimientos de la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, a fin de diagnosticar el estado actual de la universidad, y finalmente se realizan una serie de recomendaciones necesarias para evitar los riesgos de origen eléctrico a los que está expuesta la universidad.

RESUMEN

El presente trabajo desarrollo un estudio de las redes eléctricas de la Universidad Pedagógica Nacional Sede Calle 72 de acuerdo al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), con el propósito de identificar los riesgos de origen eléctrico. Para la realización de este trabajo fue necesario inicialmente realizar el levantamiento de planos de instalaciones eléctricas utilizando el software de diseño AutoCAD, consecuentemente se realiza una inspección eléctrica a fin de identificar las anomalías que puedan causar accidentes de origen eléctrico. Por lo tanto, se realizan unas tablas de verificación evaluando cada artículo del RETIE en el cumplimiento y no cumplimiento, lo que conlleva a proponer unas recomendaciones para los casos en los cuales no se cumpla con las disposiciones del RETIE, con la intención de que sean corregidas por el personal encargado. Finalmente, un manual para prevenir los riesgos de origen eléctrico y correcta utilización de la energía eléctrica.

1 GENERALIDADES.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general.

Diagnosticar las Instalaciones Eléctricas de la Universidad Pedagógica Nacional, a partir de las condiciones actuales de acuerdo al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), con el fin de prevenir riesgos de origen eléctrico.

1.1.2 Objetivos específicos.

1. Evaluar el estado actual de las instalaciones eléctricas de la UPN sede calle 72, realizando mediciones de sobrecarga, distancias de seguridad para identificar los riesgos eléctricos.
2. Realizar un análisis del estado actual de las instalaciones eléctricas respecto a las especificaciones técnicas del RETIE y listar los principales hallazgos en términos del no cumplimiento, teniendo en cuenta los materiales, equipos y riegos eléctricos.
3. Proponer un plan de modificaciones para prevenir los riesgos detectados en los diferentes bloques, para que la UPN cumpla con la norma técnica RETIE.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.2.1 Planeamiento del problema.

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE (Colombia, 2013), establece las normas de protección contra los riesgos de origen eléctrico, buscando garantizar la seguridad de las personas, equipos e instalaciones que requieran de su uso. Es por esto que este reglamento establece “los requisitos que deben cumplir los materiales,

equipos e instalaciones, así como la obligatoriedad de evaluar los riesgos de origen eléctrico y tomar las medidas necesarias para evitar que tales riesgos se materialicen en incidentes o accidentes.” (Ministerio de Minas y Energía, 2013, p. 211).

Teniendo en cuenta que la sede de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) calle 72 fue adquirida hace 62 años, y en sus bloques se han realizado modificaciones y ampliaciones en términos de infraestructura eléctrica para que los estudiantes y funcionarios puedan tener mejor desarrollo en las actividades laborales y académicas aumentando las salas de sistemas, laboratorios, salones de clase, etc. Al realizar estas modificaciones la UPN no se encuentra exenta de los riesgos eléctricos y accidentes (cortocircuitos, ausencia de electricidad, contacto directo e indirecto, sobrecarga y sobretensión) generados por distribuciones defectuosas de las instalaciones eléctricas, donde no se ha realizado una revisión técnica frente a la normatividad vigente.

Es por esto que se hace necesario un diagnóstico de las Instalaciones Eléctricas de cada uno de sus bloques, ya que habitualmente transitan estudiantes, maestros y funcionarios en donde estas personas pueden verse afectadas por cualquier riesgo de origen eléctrico.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál sería el grado de cumplimiento de la norma técnica RETIE en la Universidad Pedagógica Nacional?

1.2.2 Justificación.

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE pretende garantizar la seguridad de la vida humana, animal, vegetal y la preservación del medio ambiente, además de prevenir los riesgos de origen eléctrico. A la par, “es un instrumento técnico-legal para Colombia, que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre

empresa, permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumplan con los objetivos legítimos” (Ministerio de Minas y Energía, 2013, p. 211). Es por esto, que la Universidad Pedagógica Nacional no se encuentra exenta de garantizar los parámetros mínimos de seguridad en las instalaciones eléctricas de cada uno de sus bloques, con el fin de certificar el desarrollo de las actividades académicas y laborales adecuadamente.

Es por esto que la idea de realizar este proyecto surge de la asignatura Electrónica de potencia, en la cual se exponen temas referentes a la transmisión, transformación, generación y distribución de la energía eléctrica, a la par se conoce el RETIE, el cual sería útil para realizar un diagnóstico de los riesgos de origen eléctrico para prevenir problemas futuros en las instalaciones eléctricas, y disponer un plan a nivel de mantenimiento que atienda las prioridades según lo establece la norma, además de reducir costos por prevención de accidentes de emergencia, disminución de mantenimiento correctivo y menor reposición de equipos defectuosos. Así se garantizaría, la seguridad de las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento, la seguridad de la comunidad universitaria y equipos, frente a cualquier riesgo de origen eléctrico.

1.2.3 Delimitación.

Este proyecto busca mirar la adecuación a la norma técnica RETIE del capítulo 1 al capítulo 8 en la Universidad Pedagógica Nacional, en la sede Calle 72, en los bloques; A, B, C y E. En este sentido se excluyen las instalaciones de cableado estructurado (datos), cafetería, restaurante, piscina, auditorios, taller tecnología, sótanos, gimnasio y bodegas, debido a que estas zonas requieren instalaciones eléctricas complementarias.

1.2.4 Antecedentes.

Inspección Eléctrica en la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe de Risaralda, apoyada en el RETIE y la NTC 2050, (2016). Trabajo de grado. Universidad Tecnológica de Pereira, se identificaron las fallas eléctricas en el diseño actual de la institución, donde se elaboraron los diagramas unifilares, planos eléctricos, ubicación de salidas de fuerza e iluminación y cuadro de cargas, teniendo en cuenta las normas establecidas en el RETIE y la NTC 2050, en conclusión la inspección cumple con la norma en un 70%, ya que no son muchos los riesgos que se pueden presentar pero es necesario que la institución mejore el estado de la red eléctrica.

Diagnóstico a las instalaciones eléctricas de la Institución Educativa María Dolorosa – Francisco Javier de Pereira. (2015). Trabajo de grado. Universidad Tecnológica de Pereira, se detectaron las fallas eléctricas en la institución educativa María Dolorosa Francisco Javier de Pereira; por un diagnóstico eléctrico al transformador de energía, dispositivos de protección, circuitos ramales y tomacorrientes; basado en la norma RETIE y NTC 2050, En una de sus conclusiones observaron que la institución educativa no contaba con los tomacorrientes apropiados ni distancias que exigen las normas RETIE y la NTC2050.

Guía para Diseñar Instalaciones Eléctricas Domiciliarias según NTC 2050 y RETIE,(2012). Trabajo de grado. Universidad Tecnológica de Bolívar. Este trabajo realizó el diseño de una instalación eléctrica que incluye la acometida hasta sus diferentes circuitos ramales, cálculo de conductores y dispositivos de protección, en otras palabras, esta guía se desarrolló con el fin de facilitar la interpretación y aplicación de la norma RETIE y NTC 2050 para diseñar instalaciones eléctricas. Una de sus conclusiones fue resaltar los aspectos

más importantes de la norma RETIE y NTC 2050, detallando paso a paso lo que se debe realizar para lograr el diseño de una instalación eléctrica que cumpla con las normas estipuladas en el país.

2 MARCO TEÓRICO.

2.1 CONCEPTOS MARCO LEGAL.

A continuación, se abordarán algunos de los conceptos necesarios para la realización y comprensión del proyecto a presentar.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

(ICONTEC):”ICONTEC, como Organismo Nacional de Normalización (ONN) es el encargado de orientar en la normalización y certificación de las normas técnicas colombianas; representando a Colombia ante organismos de normalización internacional y regional como la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), y la Comisión Panamericana de Normas de la Cuenca del Pacífico (COPANT)” (IDECA, s.f.).

Norma Técnica Colombiana (NTC): La misión del Instituto es promover, desarrollar y guiar la aplicación de Normas Técnicas Colombianas, con el fin de alcanzar una economía óptima de conjunto, el mejoramiento de la calidad y también facilitar las relaciones cliente-proveedor, en el ámbito empresarial nacional o internacional, para cumplir en determinados productos, procesos o servicios (Repositorio.utp.edu.co, s.f.).

Reglamento técnico: “Documento en el que se establecen las características de un producto o los procesos y métodos de producción con ellas relacionados, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables, y cuya observancia es obligatoria. También

puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas” (MINCIT, s.f.).

Reglamento técnico de las instalaciones eléctricas (RETIE):“El objeto fundamental de este reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y fabricación de equipos. Adicionalmente, señala las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento; la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos y equipos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas” (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

2.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

El presente documento precisará en las diferentes definiciones generales que aparecen en el artículo 3 del documento del Ministerio de Minas y Energía (RETIE)¹, los cuales deben tenerse en cuenta para la realización del siguiente proyecto.

Accidente: Evento no deseado, incluidos los descuidos y las fallas de equipos, queda por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o deterioro ambiental.

Análisis de riesgos: Conjunto de técnicas para identificar, clasificar y evaluar los factores de riesgo. Es el estudio de consecuencias nocivas o perjudiciales, vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

¹RETIE. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, resolución no. 180398 del 7 de abril de 2004.

Bombilla: Dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso, por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento o luminiscente si hay pasó de corriente a través de un gas.

Cable: Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

Carga: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

Circuito eléctrico: Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos. Pueden ser de modo diferencial (por conductores activos) o de modo común (por conductores activos y de tierra).

Contacto directo: Es el contacto de personas o animales con conductores activos o partes energizadas de una instalación eléctrica.

Contacto indirecto: Es el contacto de personas o animales con elementos o partes conductivas que normalmente no se encuentran energizadas. Pero en condiciones de falla de los aislamientos se puedan energizar.

Corriente eléctrica: Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro.

Cortocircuito: Unión de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial del mismo circuito.

Cuarto eléctrico: Recinto o espacio en un edificio dedicado exclusivamente a los equipos y dispositivos eléctricos, tales como transformadores, celdas, tableros, UPS, protecciones,

medidores, canalizaciones y medios para sistemas de control entre otros. Algunos edificios por su tamaño deben tener un cuarto eléctrico principal y otros auxiliares.

Distancia de seguridad: Distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no habrá accidente por acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones o de otros equipos.

Fase: Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

Inspección: Conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

Instalación eléctrica: Conjunto de aparatos eléctricos, conductores y circuitos asociados, previstos para un fin particular: Generación, transmisión, transformación, conversión, distribución o uso final de la energía eléctrica. La cual, para los efectos del presente reglamento, debe considerarse como un producto terminado.

Norma de seguridad: Toda acción encaminada a evitar un accidente.

Norma técnica: Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos, cuya observancia no es obligatoria.

Norma técnica colombiana (NTC): Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

Plano eléctrico: Representación gráfica de las características de diseño y las especificaciones para construcción o montaje de equipos y obras eléctricas.

Puesta a tierra: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

Reglamento técnico: Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

Retie: Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

Señalización: Conjunto de actuaciones y medios dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación.

Sistema de puesta a tierra (SPT): Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

Sobrecarga: Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

Subestación: Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

Tablero: Encerramiento metálico o no metálico donde se alojan elementos tales como aparatos de corte, control, medición, dispositivos de protección, barrajes, para efectos de este reglamento es equivalente a panel, armario o cuadro.

Tensión: La diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio; un error frecuente es hablar de “voltaje”.

Tierra (ground): Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería de agua. El término “masa” sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

Tomacorriente: Dispositivo con contactos hembra, diseñado para instalación fija en una estructura o parte de un equipo, cuyo propósito es establecer una conexión eléctrica con una clavija.

2.3 REQUERIMIENTOS DEL RETIE.

Con el fin de desarrollar este proyecto es necesario tener en cuenta los requerimientos generales del RETIE.

2.3.1 Simbología y Señalización

Algunos de los símbolos gráficos contemplados en las siguientes figuras serán utilizados para realizar el levantamiento de planos de instalaciones eléctricas actuales de la Universidad Pedagógica Nacional. “Dado a las normas unificadas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99 e IEEE 315, los cuales guardan las relaciones de simbología estándar para seguridad eléctrica.” (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Figura 1.
Símbolos eléctricos

Caja de empalme	Corriente continua	Central hidráulica en servicio	Central térmica en servicio	Conductores de fase	Conductor neutro
Conductor de puesta a tierra	Conmutador unipolar	Contacto de corte	Contacto con disparo automático	Contacto sin disparo automático	Contacto operado manualmente
Descargador de sobretensiones	Detector automático de incendio	Dispositivo de protección contra sobretensiones - DPS	DPS tipo varistor	Doble aislamiento	Empalme
Equipotencialidad	Extintor para equipo eléctrico	Fusible	Generador	Interruptor, símbolo general	Interruptor automático en aire

Fuente: RETIE (Ministerio de Minas y Energía, pp. 35)

Figura 2.
Símbolos eléctricos






Interruptor bipolar	Interruptor con luz piloto	Interruptor unipolar con tiempo de cierre	Interruptor diferencial	Interruptor unipolar de dos vías	Interruptor seccionador para AT
Interruptor termomagnético	Lámpara	Masa	Parada de emergencia	Seccionador	Subestación
Tablero general	Tablero de distribución	Tierra	Tierra de protección	Tierra aislada	Tomacorriente, símbolo general
Tomacorriente en el piso	Tomacorriente monofásico	Tomacorriente trifásico	Transformador símbolo general	Transformador de aislamiento	Transformador de seguridad

Fuente: RETIE (Ministerio de Minas y Energía, pp. 36)

2.3.2 Señalización de seguridad.








La señalización de seguridad, se refiere a la imagen que advierte a las personas que existe un peligro en el área en la que se encuentra. “El objetivo de las señales de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones que entrañen un peligro potencial.”(Ministerio de Minas y Energía, 2013). Es decir, que se hace necesario el conocimiento de las señales de seguridad, para entrar a la subestación eléctrica y realizar las mediciones con la indumentaria necesaria para evitar y prevenir un riesgo eléctrico. En las siguientes figuras, se observan el uso, la descripción del pictograma y la señal respectiva, para su correcto entendimiento.

Figura 3.
Señales de seguridad

USO	DESCRIPCIÓN PICTOGRAMA	SEÑAL
Equipo de primeros auxilios	Cruz Griega	 <ol style="list-style-type: none"> 1. Negro o Verde 2. Blanco 3. Verde Significado: Puesto de Primeros auxilios
Materiales inflamables o altas temperaturas.	Llama	
Materiales tóxicos	Calavera con tibias cruzadas	
Materiales corrosivos	Mano carcomida	
Materiales radiactivos	Un trébol convencional	

Fuente: RETIE (Ministerio de Minas y Energía, pp. 37)

Figura 4.
Señales de seguridad

Riesgo eléctrico	Un rayo o arco	
Uso obligatorio de protección de los pies.	Botas con símbolo de riesgo eléctrico	
Prohibido el paso	Peatón caminando con línea transversal sobrepuesta	
Uso obligatorio de protección para la cabeza	Cabeza de persona con casco	
Uso obligatorio de protección para los ojos	Cabeza de persona con gafas	
Uso obligatorio de protección para los oídos	Cabeza de persona con auriculares	
Uso obligatorio de protección para las manos	Guante	

Fuente: RETIE (Ministerio de Minas y Energía, pp. 38)

2.3.3 Código de colores para conductores.

El código de colores, se refiere a la manera de distinguir los diferentes conductores, tales como fases, neutros, tierras, etc. “Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación del nivel de tensión y tipo de sistema utilizado, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados de potencia según corresponda” (Ministerio de Minas y Energía, 2013). Ahora bien, es importante identificar el código de colores en los tableros generales de la subestación eléctrica de la Universidad Pedagógica Nacional, debido a que uno de ellos, distribuye la energía a los bloques A, B y E, y el otro distribuye la energía al

bloque C, asimismo, los diferentes tableros de distribución que se encuentran en los niveles de los bloques para identificar el cumplimiento referente a la normatividad.

A continuación, se visualiza la siguiente figura en la cual se encuentra de manera detallada el código de colores de los conductores.

Figura 5.
Código de colores

Sistema c.a.	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ	3ΦY
Tensión nominal (voltios)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/277	480 - 440	Más de 1000 V	Más de 1000 V
Conductor activo	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases	3 fases
Fase	Color fase o negro	Color fases o 1 Negro	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo	Amarillo Violeta Rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Blanco o Gris	No aplica	No aplica	No Aplica
Tierra de protección	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	No Aplica
Tierra aislada	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No Aplica

Fuente: RETIE (Ministerio de Minas y Energía, pp. 38)

2.4 REQUISITOS TÉCNICOS ESCENCIALES.



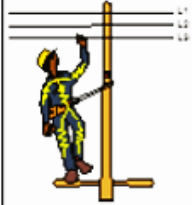
2.4.1 Factores de riesgo eléctrico más comunes.

La existencia de los riesgos eléctricos es inminente, por ello se nombrarán más adelante, algunos de ellos, que se podrían identificar en la Universidad Pedagógica Nacional.

“Por lo general las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes. El tratamiento preventivo de los riesgos de origen eléctrico obliga a identificarlos antes de que suceda algún accidente. Identificar el riesgo es primordial para tomar las medidas necesarias para mitigar y controlar tal riesgo, asimismo, se nombrarán algunos de los riesgos eléctricos más comunes, sus posibles causas y algunas medidas de protección.” (Ministerio de Minas y Energía, 2013) Es decir, que es importante contextualizar y dirigir el proyecto hacia estos

riesgos, debido a que en las intervenciones futuras será necesario tener el conocimiento de ello para evitar errores y ocasionar el riesgo, como se ven en las siguientes figuras de manera ilustrativa.

Figura 6.
Riesgos eléctricos más comunes

	<p>ARCOS ELECTRICOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acorde con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.</p>
	<p>AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p>
	<p>CONTACTO DIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.</p>

Fuente: RETIE (Ministerio de Minas y Energía, pp. 46-48)

Figura 7.
Riesgo eléctricos más comunes

	<p>CONTACTO INDIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p>
	<p>CORTOCIRCUITO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.</p>
	<p>ELECTRICIDAD ESTÁTICA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.</p>
	<p>EQUIPO DEFECTUOSO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.</p>
	<p>RAYOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p>

Fuente: RETIE (Ministerio de Minas y Energía, pp. 46-48)

Figura 8.
Riesgos eléctricos más comunes

	<p>SOBRECARGA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Uso de Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.</p>
	<p>TENSIÓN DE CONTACTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>
	<p>TENSIÓN DE PASO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla,</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>

Fuente: RETIE (Ministerio de Minas y Energía, pp. 46-48)

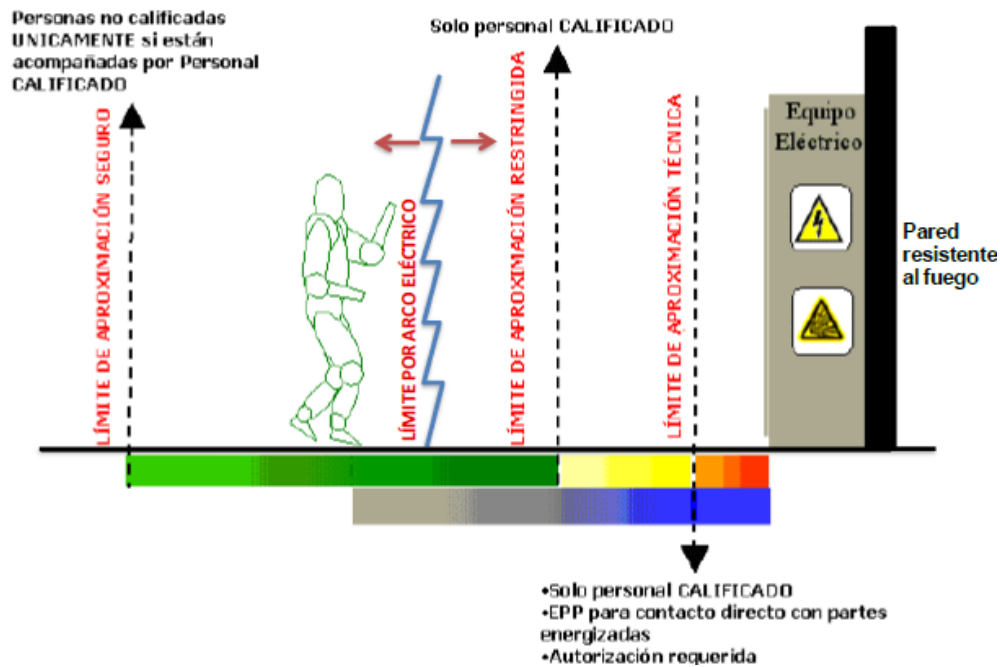
2.4.2 Distancia de seguridad

Como su nombre lo indica, la distancia de seguridad es el espacio que se encuentra entre los conductores y estructuras metálicas para no generar un accidente.

Para mitigar los riesgos de origen eléctrico “la técnica más efectiva de prevención, siempre será guardar una distancia respecto a las partes energizadas, puesto que el aire es un excelente aislante” (Ministerio de Minas y Energía, 2013). Comprender esto, es significativo para el proyecto, puesto que es necesario tener claro las distancias en la subestación eléctrica, tablero general y de distribución con el fin de evaluarlos con respecto a la norma RETIE, además de tener las precauciones necesarias para realizar las medidas correspondientes en la subestación y los tableros.

Véase y entiéndase la siguiente figura de manera ilustrativa frente al párrafo anteriormente expuesto.

Figura 9.
Zona segura trabajos en subestación eléctrica



Fuente: RETIE (Ministerio de Minas y Energía, pp. 63)

3 METODOLOGÍA

La metodología de investigación utilizada para la elaboración de este trabajo fue por fases; los cuales dieron orden inicialmente al levantamiento de planos de instalaciones eléctricas, diagnóstico y análisis de las redes eléctricas de acuerdo al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), y finalmente a las recomendaciones generales y manuales para prevenir los riesgos de origen eléctrico. A continuación, se presentan esas fases.

Primer Fase.

- Levantamiento de planos de instalaciones eléctricas de la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72.
- Diseños de planos de instalaciones eléctricas en AutoCAD.

Segunda fase.

- Análisis de las redes eléctricas de acuerdo al reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).
- Comparativa datos recolectados frente al RETIE y NTC 2050.

Tercera fase.

- Recomendaciones generales.
- Documento en el cual se diagnostica el estado actual de las redes eléctricas de la Universidad Pedagógica Nacional Sede Calle 72.
- Manuales para prevenir los riesgos de origen eléctrico.

3.1 LEVANTAMIENTO DE PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL.

Para la ejecución de este proyecto se realizó un paso a paso que llevaría a cabo la realización con éxito del mismo. En primera instancia, se consultó con las personas encargadas de Servicios Generales si había planos de instalaciones eléctricas de la Universidad Pedagógica Nacional Sede Calle 72, para empezar a trabajar sobre ellos, pero la respuesta fue negativa pues solo se contaban con los planos de instalaciones eléctricas de: la biblioteca, Bloque C - Nivel 2 y Bloque A – Nivel 3, con la normatividad

correspondiente al RETIE y NTC 2050. Estos intervenidos en las modificaciones de la estructura en los últimos años.

Ahora bien, se encontraban los planos arquitectónicos los cuales fueron suministrados en formato digital por el arquitecto Alexander Moreno Cárdenas quien nos concedió una cita previa para ello. Consecuentemente, se plantea un cronograma de tal manera que se puedan realizar las mediciones correspondientes a interruptores, toma corrientes e iluminarias para proceder al levantamiento de planos de cada salón, oficina, laboratorio, baños y pasillos que se encuentran en los bloques, comenzando por el Bloque A– Nivel 2, y de esta manera con los demás bloques y sus respectivos niveles.

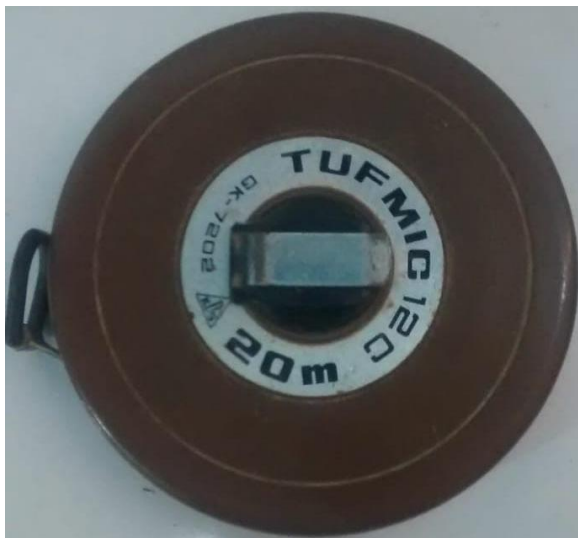
Para realizar la medición se utilizaron dos instrumentos: decámetro y flexómetro. Se utilizó un decámetro TUFMIC de 20 metros y un flexómetro CARPINTER de 3 metros, véanse en las siguientes figuras.

Figura 10.
Flexómetro CARPINTER 3m



Instrumento de medida Flexómetro (Elaboración propia)

Figura 11.
Decámetro TUFMIC 20m



Instrumento de medida Decámetro (Elaboración propia)

Las mediciones fueron hechas desde el 06 de Marzo de 2018 al 09 de Agosto de 2018, con estos datos se realizan las siguientes tablas que se encuentra en el Anexo 1, allí se condensa la información recolectada sobre el número de los diferentes productos encontrados en los espacios descritos anteriormente, las cuales son primordiales para el levantamiento de planos de instalaciones eléctricas.

Es importante resaltar que, en el momento de hacer las mediciones se hallaron varios impases importantes para la realización de los planos. Se evidencia que algunos tomacorrientes se encuentran deshabilitados y quemados como se muestra en la figura 12. En algunas iluminarias, se encuentran derivaciones destapadas y otras deshabilitadas. En algunos interruptores dobles y triples, se encuentran funcionando solamente un contacto y los demás están sin uso. Por ello, al sondear los conductos de conexión se observa que algunas estructuras son viejas y algunos conductos se encuentran vacíos y no es preciso saber su origen y destino como se muestra en las figuras 13 y 14.

Finalmente, no se pueden realizar los cuadros de carga ni diagramas unifilares de los planos correspondientes debido a las diferentes modificaciones que se le han realizado a la estructura, comenzando por el tablero general de los edificios y en los tableros de distribución no cuentan con la marcación correspondiente del breaker como se muestra en las figuras 15 y 16.

Figura 12.
Tomacorriente quemado



Tomacorriente quemado (Elaboración propia)

Figura 13.
Conducto tomacorriente vacío



Conducto vacío (Elaboración propia)

Figura 14.
Conducto tomacorriente vacío



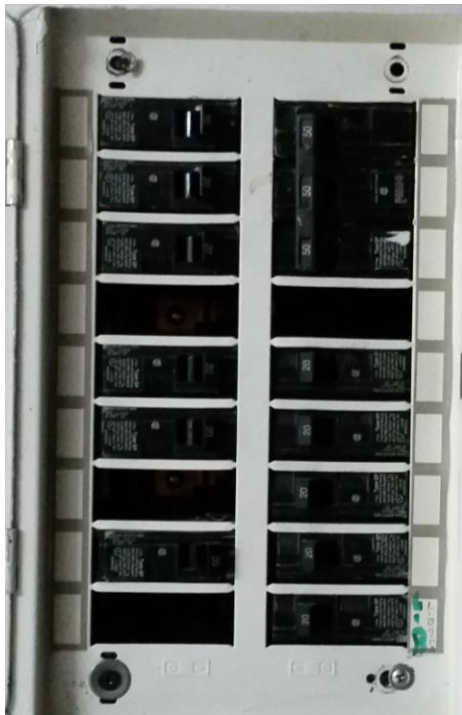
Conducto vacío (Elaboración propia)

Figura 15.
Tablero sin marcación



Conducto vacío (Elaboración propia)

Figura 16.
Tablero sin marcación



Conducto vacío (Elaboración propia)

Es decir, al no tener las marcaciones que por norma debieran existir, se dificulta conocer los diferentes circuitos ramales, las marcaciones correspondientes de las fases para llegar a los circuitos de uso final donde se encuentra en detalle la cantidad de equipos eléctricos a ser instalados y finalmente los circuitos de reserva para futuras ampliaciones.

En resumen, esto representa un riesgo eléctrico para la Universidad Pedagógica Nacional porque en cualquier accidente o situación de riesgo que se pueda presentar se complicará saber cuál breaker habilita y deshabilita los diferentes circuitos ramales. Debido a este problema, se realizará la identificación correspondiente del breaker en los tableros de distribución de los niveles en los edificios, para saber cómo actuar y cuál breaker deshabilitar en una situación de riesgo o accidente. Esta identificación se verá reflejada en los manuales a entregar.











3.2 DISEÑOS DE PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL EN AUTOCAD

Ahora bien, al finalizar las mediciones respectivas del levantamiento de planos en los diferentes edificios y respectivos niveles, se procede a ingresar la información recolectada en el Software de diseño AutoCAD, utilizando como base los planos arquitectónicos para elaborar los planos de instalaciones eléctricas.

Al obtener la información completa se realiza la división de los planos de instalaciones eléctricas en tres partes de la siguiente manera; la primera parte tendrá las longitudes del espacio correspondiente, la segunda poseerá los datos sobre toma de corrientes actuales y, por último, estará la iluminación con sus respectivos controles de mando, de igual manera, el diseño se realiza de manera simultánea con la toma de mediciones de los edificios y sus respectivos niveles, comenzando desde el 16 de Abril de 2018 al 09 de Septiembre de 2018. A continuación, se mostrará en las figuras 17 y 18 las convenciones y simbología utilizadas para realizar el diseño de los planos de instalaciones eléctricas.

Figura 17.
Convención de iluminación y simbología

CONVENCIONES

	LÍNEA CONTROL DE MANDO
	TUBO LED DE 4IW
	PANEL LED REDONDO 22W
	APLIQUES 18W
	BOMBILLO 120W
	PANEL LED 60X60 4IW
	INTERRUPTOR SENCILLO
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

Figura 18.
Convención de Tomacorriente y simbología

CONVENCIONES

	CANALETA ADOSADA A PARED
	CORRIENTE REGULADA
	CORRIENTE NORMAL
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

Asimismo, las siguientes figuras mostrarán el diseño de los planos de instalaciones eléctricas de tomacorrientes e iluminación de la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72, los cuales se encuentra en el Anexo 2.

4 EVALUAR LOS NIVELES DE SOBRECARGA EN LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado del proyecto, se hablará de la información recolectada para realizar como primera medida el diagnóstico a la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72, donde se hará hincapié en la subestación eléctrica determinando los niveles de sobrecarga y distancias de seguridad enfocados a la normatividad vigente RETIE. Esto Con el fin de identificar riesgos eléctricos en la subestación.

4.1 IDENTIFICAR SUBESTACIÓN

Se identifica la subestación eléctrica de la Universidad Pedagógica Nacional Sede Calle 72, esta se encuentra ubicada en medio del edificio A y el edificio B y es de tipo interior o local.

Figura 19.
Entrada principal subestación eléctrica



Subestación eléctrica (Elaboración propia)

4.2 REVISIÓN TRANSFORMADOR SUBESTACIÓN

Para la revisión del transformador es necesario ingresar a la subestación eléctrica donde se utilizan las medidas de protección correspondientes para su ingreso tales como; botas dieléctricas, guantes, casco y overol.

Allí se encuentra un transformador de potencia ubicado en un cuarto tipo local fabricado por industrias TyF S.A en el año 1984, el cual se caracteriza por tener una potencia nominal de 500 KVA a una frecuencia de 60Hz, contiene una tensión primaria de 11.4KV con una corriente primaria 25.32A, la salida de tensión secundaria es de 254/208V y corriente secundaria de 11.36/13.88A. Se encuentra sumergido en un fluido aislante de aceite mineral que cumple la función de dar la rigidez dieléctrica y de refrigerar el Transformador.

Figura 20.
 Transformador subestación eléctrica



Subestación eléctrica (Elaboración propia)

Figura 21.
 Características transformador subestación eléctrica



Subestación eléctrica (Elaboración propia)

4.3 REVISIÓN TABLERO GENERAL DE SUBESTACIÓN

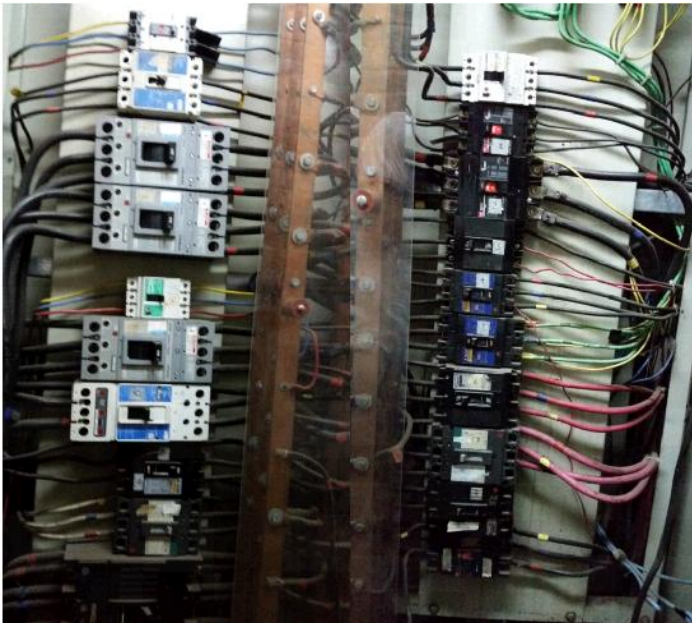
Para el siguiente punto, se realiza una revisión del tablero general de la subestación eléctrica donde se puede ver que está ubicada al respaldo de la misma, allí se ingresa para realizar la revisión y se encuentra que el tablero general cuenta con 19 totalizadores, de los cuales 5 son totalizadores generales los cuales se distribuyen la energía para los diferentes edificios. A continuación, en las figuras se puede apreciar el tablero general y sus respectivos totalizadores.

Figura 22.
Tablero general subestación eléctrica.



Subestación eléctrica (Elaboración propia)

Figura 23.
Totalizadores de los diferentes edificios.



Subestación eléctrica (Elaboración propia)

4.4 MEDIDAS DE SOBRECARGA AL TABLERO GENERAL DE LA SUBESTACIÓN

A continuación, se presentará las medidas de sobrecarga y distancia de seguridad realizadas en el tablero general pasando por cada uno de los totalizadores principales de los diferentes edificios donde están previamente identificados.

Para realizar las siguientes medidas de sobrecarga se utilizó una Pinza Amperimétrica FLUKE 373 con las especificaciones descritas en la tabla 1.

Tabla 1.
Características pinza amperimétrica FLUKE 373.

Característica	Valor
Medición de Corriente AC Máxima Absoluta	600A ac
Medición Máxima de Tensión AC Absoluta	600V ac
Medición de Tensión DC Máxima Absoluta	600V dc
Medición de Resistencia Máxima Absoluta	6k Ω
Número de modelo	373
Resolución de Medición de Corriente AC	100mA ac
Precisión Máxima de Corriente AC	$\pm 2\%$ +5 dígitos
Precisión Máxima de Tensión AC	$\pm 1\%$ + 5 dígitos
Temperatura Mínima de Funcionamiento	-10°C
Temperatura Máxima de Funcionamiento	+50°C
Categoría de Seguridad	CAT III 600 V, CAT IV 300 V

Pinza amperimétrica FLUKE 373 (Elaboración propia)

Además, se realizan dos mediciones de sobrecarga durante 6 días los cuales se comprenden en las siguientes fechas; del 20/08/2018 al 25/08/2018 en el horario de la mañana 8:30 A.M y 12:30 P.M del medio día, ya que la circulación de personas es distinta durante estas horas, entonces se realiza un análisis en las horas de la mañana y al medio día, para saber si se puede presentar los niveles de sobrecarga más elevados debido al consumo de energía. En las horas de la noche no se pudo realizar las respectivas mediciones, dado

que el personal de mantenimiento que tenía acceso a la subestación eléctrica no se encontraba lo cual dificultó el proceso de la toma de mediciones. Asimismo, se presenta en las siguientes figuras las respectivas mediciones.

Figura 24.
Medición tablero general subestación eléctrica.



Toma de datos corriente eléctrica (Elaboración propia)

Figura 25.
Medición tablero general subestación eléctrica.



Toma de datos corriente eléctrica (Elaboración propia)

Figura 26.
Medición totalizador subestación eléctrica edificio A



Toma de datos corriente eléctrica (Elaboración propia)

Figura 27.
Medición totalizador subestación eléctrica edificio B



Toma de datos corriente eléctrica (Elaboración propia)

Figura 28.
Medición totalizador subestación eléctrica edificio C



Toma de datos corriente eléctrica (Elaboración propia)

Figura 29.
Medición totalizador subestación eléctrica edificio E



Toma de datos corriente eléctrica (Elaboración propia)

Con las figuras anteriormente mostradas se recolecta la información de sobrecarga en los diferentes totalizadores de los edificios para condensar los datos en las tablas 2 y 3, mostrando las mediciones en la jornada mañana y medio día.

Después de condensar los datos en las tablas anteriormente descritas se realizó un promedio de los valores en los 6 días respectivos anteriormente descritos de las mediciones en caliente, guardando los datos recolectados en un rango de 30 minutos por medición en los diferentes horarios para mirar si en los diferentes horarios se presenta los niveles de sobrecarga o si no los presenta, esta información se ve recolectada en las tablas 4 y 5.

Además, según la figura 5 mostrada con anterioridad se entiende el código de colores para cada línea o fase; **R**AMARILLO, **T**AZUL y **S**ROJO, por lo tanto, al realizar las mediciones a los totalizadores y sus respectivas fases se realiza un análisis de cada una de ellas mostrando si se encuentran en riesgo eléctrico o si se cumple con la protección adecuada para los totalizadores generales de cada edificio.

Finalmente, se toma en cuenta que los conductores deben estar debidamente aislados y con calibres apropiados, para que no se generen calentamientos que produzcan incendios o daño en el aislamiento, por esto, se toma en cuenta los conductores de los totalizadores encontrados en el tablero general de la subestación eléctrica, donde las especificaciones son las siguientes: Tipo de cable THW 75° C, tensión máxima 600V, calibre del conductor 3/0 AGW y recubrimiento 4Cu, fabricado por general de Colombia

Tabla 2.
Sobrecarga subestación eléctrica - Jornada mañana.

Tabla datos Sobrecarga Subestación – Jornada mañana.																
Fecha	Hora	Edificio A			Edificio B - Circuito 1			Edificio B - Circuito 2			Edificio C			Edificio E		
		R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S
20/08/2018	8:30	55,2	56,5	70,2	35,5	28,4	45,9	32,2	24,5	35,9	83,1	82,3	70,8	6,6	7,2	5,2
21/08/2018	8:30	65,3	76,7	80,3	43,9	43,6	50,9	43,6	42,8	50,9	101,2	87,5	113,5	15,6	13,6	18,8
22/08/2018	8:30	70,1	67,5	78,8	47,3	38,3	51,5	55,2	34,2	51,2	92,1	44,6	95,5	15,5	14,2	16,1
23/08/2018	8:30	52,6	44,4	51,6	45,9	31,2	48,8	45,5	34,7	47,7	53,2	84,7	85,7	13,5	8,8	15,6
24/08/2018	8:30	71,2	62,5	85,5	55,4	32,4	57,4	57,5	40,9	67,4	164,3	155,5	170,9	10,1	8,5	10,8
25/08/2018	8:30	62,7	59,5	81,6	45,9	49,9	55,2	51,6	46,9	57,2	135,7	156,4	157,7	8,5	7,2	17,8

Datos obtenidos en la subestación eléctrica (Elaboración propia).

Tabla 3.
Sobrecarga subestación eléctrica – Jornada medio día.

Tabla datos Sobrecarga subestación – Jornada medio día.																
Fecha	Hora	Edificio A			Edificio B - Circuito 1			Edificio B - Circuito 2			Edificio C			Edificio E		
		R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S
20/08/2018	12:30	61,8	69,2	90,2	57,3	37,1	46,5	41,5	39,1	46,2	125,6	130,2	145,6	11,3	14,3	9,3
21/08/2018	12:30	70,1	70,3	90,3	45,2	39,2	62,4	39,2	40,1	50,5	140,4	146,4	153,1	16,1	16,1	36,1
22/08/2018	12:30	73,5	62,8	61,4	49,2	29,4	55,3	46,2	32,6	42,9	130,5	120,3	122,4	21,3	15,2	9,3
23/08/2018	12:30	70,4	62,4	90,4	43,8	52,8	54,2	56,7	53,4	50,3	165,1	138,1	155,2	12,5	9,8	12,3
24/08/2018	12:30	72,6	63,4	89,9	42,5	54,6	58,9	56,7	53,4	51,3	166,7	139,6	156,7	12,8	10,1	13,1
25/08/2018	12:30	73,5	60,4	80,3	45,5	54,5	59,9	57,8	54,3	52,2	166,6	139,8	155,5	13,5	11,2	13,4

Datos obtenidos en la subestación eléctrica (Elaboración propia).

Tabla 4.
Valor promedio mediciones sobrecarga subestación jornada mañana.

Tabla datos sobrecarga subestación – Jornada mañana.														
Edificio A			Edificio B - Circuito 1			Edificio B - Circuito 2			Edificio C			Edificio E		
R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S
62,85	61,18	74,67	45,65	37,3	51,617	47,6	37,3333	51,717	104,93	101,83	115,68	11,63	9,9167	14,05

Datos obtenidos en la subestación eléctrica (Elaboración propia)

Tabla 5.
Valor promedio mediciones sobrecarga subestación jornada medio día.

Tabla datos sobrecarga subestación – Jornada medio día.														
Edificio A			Edificio B - Circuito 1			Edificio B - Circuito 2			Edificio C			Edificio E		
R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S
68,95	66,18	83,08	48,87	39,62	54,6	45,9	41,3	47,47	140,4	133,75	144,08	15,3	13,85	16,75

Datos obtenidos en la subestación eléctrica (Elaboración propia)

Al realizar el promedio respectivo de los datos recolectados en los rangos establecidos se puede visualizar los valores correspondientes con los cuales se realizará el análisis de niveles de sobrecarga para verificar si los totalizadores de los edificios cumplen con los niveles respectivos de sobrecarga.

El primer paso para identificar si el circuito esta sobrecargado es determinar si la salida tiene demasiadas conexiones, esto haría que fluya demasiada corriente a través de los conductores. Si no se contara con la protección adecuada, al pasar el tiempo el aislante se derretirá y se quemarán los conductores.

El segundo paso es identificar el número de polos y la capacidad de protección del totalizador. Cada edificio cuenta con las siguientes especificaciones; totalizador edificio A 3x175A, totalizador edificio B circuito1 3x175A y circuito2 3x175A, totalizador edificio C 3x200A y totalizador edificio E 3x125A con el tipo de conductores descrito anteriormente.

El tercer paso es calcular el promedio respectivo de los datos tomados de las fases R, T y S para sacar las respectivas conclusiones sobre el cumplimiento de los niveles de sobrecarga, desbalance de fases o sobrepaso de la protección del totalizador.

Finalmente, se concluye que la subestación eléctrica no cumple con el balance de fases debido a que la fase S se encuentra sobrecargada con respecto a la R y T, por lo tanto, se deben balancear las cargas en el tablero general de la subestación eléctrica.

5 ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESPECTO A LAS ESPECIFICACIONES DEL RETIE

Con la información y los datos recolectados en el transcurso del proyecto se pretende realizar un análisis del estado actual de las instalaciones eléctricas respecto a las especificaciones técnicas del RETIE, enlistando los principales hallazgos en términos del cumplimiento, teniendo en cuenta los materiales, equipos y riegos eléctricos.

5.1 ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS DEL LEVANTAMIENTO DE PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

5.1.1 Sistema puesta a tierra

Se expondrán los requisitos a tener en cuenta para enlistar los principales hallazgos en términos del no cumplimiento frente al RETIE y realizar las observaciones en la medida necesaria respecto a las siguientes tablas:

Tabla 6.
Requisitos de sistema puesta a tierra

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
15.3.3. (a)	El conductor para baja tensión, debe seleccionarse con la Tabla 250-95 de la NTC 2050.	Si cumple	Figura 30.
15.3.3. (c)	Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalmen, deben quedar mecánica y eléctricamente seguros mediante soldadura o conectores certificados para tal uso.	Si cumple	Se aterriza con una varilla de cobre Copperweld de metro y medio de cable 8 hilos número 16.
15.3.3. (d)	El conductor de puesta a tierra de equipos, debe acompañar los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización.	Si cumple	En el momento de la inspección se encontró que los conductores están sin interrupción.
15.3.3. (e)	Los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, deben ser de aislamiento color verde, verde con rayas amarillas o identificados con marcas verdes en los puntos de inspección y extremos.	Si cumple	En los tableros de distribución se visualiza que el cable es verde.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 30.
Puesta a tierra



Análisis RETIE (Elaboración propia)

5.1.2 Subestación eléctrica.

Tabla 7.
Cumplimiento subestación eléctrica desde la Norma RETIE

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
(23.1)-a	Toda subestación debe contar con un diseño eléctrico.	No cumple.	No se cuenta con el diseño eléctrico requerido.
(23.1)-c	En los espacios en los cuales se encuentran instaladas las subestaciones con partes energizadas expuestas, deben colocarse y asegurar la permanencia de cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que limite la posibilidad de acceso a personal no autorizado. Las puertas deben contar con elementos de seguridad que limite la entrada de personal no autorizado.	Si cumple.	La subestación eléctrica es de tipo interior y cuenta con la seguridad requerida. Figura 19.
(23.1)-e	Los muros o mallas metálicas que son utilizados para encerrar las subestaciones, deben tener una altura mínima de 2,50 metros y deben estar debidamente conectados a tierra.	Si cumple.	Los muros de la subestación cuentan con una altura de 2,70 metros. Figura 31.

(23.1)-f	Con el fin garantizar la seguridad tanto del personal que trabaja en las subestaciones como del público en general, se deben cumplir los requisitos de puesta a tierra que le apliquen, establecidos en el artículo 15° del presente Anexo General.	Si cumple.	De acuerdo a la inspección cumple con la tabla 6 del sistema puesta a tierra.
(23.1)-q	El encerramiento de cada unidad funcional debe ser conectado al conductor de tierra de protección.	Si cumple.	En el tablero general se tiene el conductor desnudo de protección de tierra.
(23.1)-u	En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.	Si cumple.	La subestación es de tipo interior o local cumpliendo con las especificaciones requeridas.
(23.1)-v	Para evitar los peligros de propagación de un incendio ocasionado por derrame del aceite, se debe construir un foso o sumidero en el que se agregarán varias capas de gravilla que sirvan como filtro y absorbente para ahogar la combustión; se exceptúan las subestaciones tipo poste, las de tipo pedestal y las subestaciones con transformadores en aceite cuya capacidad total no supere 112,5 KVA.	No cumple.	No cuenta con el foso o sumidero para ahogar la combustión. Figura 32.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 31.
Altura subestación eléctrica



Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 32.
Derrame aceite subestación eléctrica.



Análisis RETIE (Elaboración propia)

Productos relacionados a la subestación

Tabla 8.
Cumplimiento de producto subestación eléctrica desde la Norma RETIE

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
(2.3)-1	Aisladores eléctricos de vidrio, cerámica y otros materiales, para uso en líneas, redes, subestaciones y barrajes eléctricos, de tensión superior a 100 V.	Si cumple.	Figura 33.

(2.3)-11	Celdas para uso en subestaciones de media tensión	No cumple.	No se cuenta con las celdas adecuadas para los medidores y se encuentran al aire libre. Figura 34.
(2.3)-42	Puertas cortafuego para uso en bóvedas de subestaciones eléctricas.	No cumple.	No se cuenta con puertas corta fuego. Figura 19.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 33.

Aisladores de vidrio.



Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 34.

Medidores eléctricos.



Análisis RETIE (Elaboración propia)

5.1.3 Clavijas y tomacorrientes

Tabla 9.

Requisitos para clavijas y tomacorrientes.

Art.	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
------	----------	--------------	----------------

RETIE			
20.10.1. (g)	Los tomacorrientes deben suministrarse e instalarse con su respectiva placa, tapa o cubierta destinada a evitar el contacto directo con partes energizadas; estos materiales deben ser de alta resistencia al impacto.	Si cumple.	En algunos salones NO CUMPLE los requisitos expuesto en el artículo del RETIE como se ve en la Figura 12 y 35.
20.10.1. (h)	Los tomacorrientes polarizados y con polo a tierra, deben tener claramente identificados mediante letras, colores o símbolos, los terminales de neutro y tierra y si son trifásicos los terminales donde se conectan las fases también se deben marcar con letras. En los tomacorrientes monofásicos el terminal plano más corto debe ser el de la fase.	Si cumple.	No hay observaciones.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 35.

Tomacorriente con cables expuestos.



Análisis RETIE (Elaboración propia)

5.1.4 Equipos de corte y seccionamiento de baja y media tensión

Tabla 10.

Requisitos para equipos de corte y seccionamiento de baja y media tensión.

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
-------------------	-----------------	---------------------	-----------------------

20.16.3.1. (a)	Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor. Este requisito no es exigible a interruptores para usos exclusivamente domiciliarios o similares. (Vivienda, comercio, oficinas)	Si cumple.	No hay observaciones.
20.16.3.1. (b)	Los interruptores deben estar diseñados en forma tal que, al ser instalados y cableados, en uso normal las partes energizadas no sean accesibles a las personas.	Si cumple	En algunos salones NO CUMPLE los requisitos expuesto en el artículo del RETIE como se ve en la Figura 36.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 36.

Interruptor expuesto a partes energizadas.



Análisis RETIE (Elaboración propia)

Requisitos de Instalación de interruptores manuales de baja tensión.

Tabla 11.

Requisito de instalación de interruptores manuales de baja tensión.

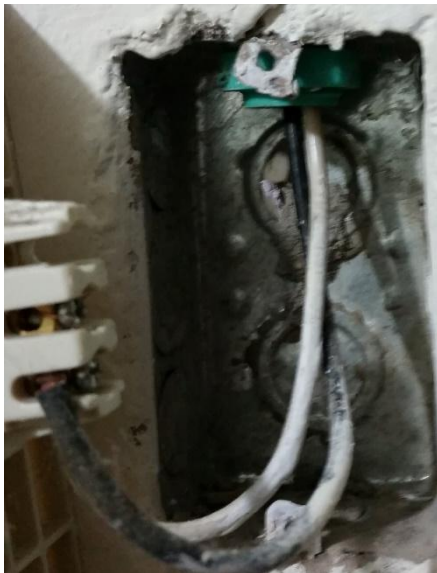
Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
-----------------------	-----------------	---------------------	-----------------------

20.16.3.2 (a)	Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.	Si cumple.	No hay observación.
20.16.3.2 (d)	La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra.	No cumple.	Figura 37.
20.16.3.2 (e)	Los interruptores deben ser provistos de sus respectivas tapas que impidan el contacto con partes energizadas.	Si cumple.	En algunos salones NO CUMPLE los requisitos expuesto en el artículo del RETIE como se ve en la Figura 36.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 37.

Caja metálica interruptor.



Análisis RETIE (Elaboración propia)

5.1.5 Extensiones y multitomas

Tabla 12.

Requisitos de extensiones y multitomas.

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
-------------------	-----------------	---------------------	-----------------------

20.18.1. (g)	El tipo de conductor (cable o cordón flexible) tanto en multitomas como extensiones y los terminales de conexión deben ser adecuados para la capacidad de corriente de toda la carga conectada, en ningún caso podrán ser inferiores al del conductor de cobre calibre 14 AWG.	No cumple.	No se escoge el calibre correcto para los requerimientos del RETIE por parte de los estudiantes.
--------------	--	------------	--

Análisis RETIE (Elaboración propia)

5.1.6 Tableros eléctricos y celdas de baja tensión

Tabla 13.

Requisitos de conducción en los tableros.

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
20.23.1.2 (b)	Los barrajes deben estar rígidamente sujetos a la estructura del encerramiento, sobre materiales aislantes para la máxima tensión que pueda recibir. Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se deben utilizar tornillos y tuercas de acero con revestimiento que los haga resistentes a la corrosión o de bronce. Los revestimientos deben ser de cadmio, cinc, estaño o plata; el cobre y el latón no se aceptan como revestimientos para tornillos de soporte, tuercas ni terminales de clavija de conexión. Todo terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.	Si cumple.	Tablero general subestación eléctrica. Figura 38.
20.23.1.2 (e)	Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.	Si cumple.	No hay observaciones.
20.23.1.2 (f)	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema. Las dimensiones, encerramientos y	Si cumple.	Permite el espacio suficiente para la curvatura de los cables. Figura 38.

	barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.		
--	---	--	--

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 38.

Barraje tablero general subestación eléctrica.



Análisis RETIE (Elaboración propia)

Terminales de alambrado

Tabla 14.

Requisitos de alambrado para los tableros.

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
20.23.1.3 (a)	Cada conductor que se instale en el tablero, debe conectarse mediante terminal que puede ser a presión o de sujeción por tornillo.	Si cumple	No hay observaciones.
20.23.1.3 (d)	El tablero debe proveerse con barrajes aislados para los conductores de neutro y puesta a tierra aislada, tanto del circuito alimentador como de los circuitos derivados y solo en el tablero principal, se debe instalar el puente equipotencial principal.	No cumple	Figura 38.
20.23.1.3 (e)	El tablero debe tener un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Si cumple	Figura 39.
20.23.1.3 (f)	El alambrado del tablero debe cumplir el código de colores establecido en el presente	No cumple	Ver el Anexo 3 de cada tablero de los edificios.

	reglamento.		
--	-------------	--	--

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Figura 39.

Barraje conexión a tierra.



Análisis RETIE (Elaboración propia)

Rotulado e instructivos

Tabla 15.

Requisitos de rotulado e instructivos.

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
20.23.1.4 (a)	Tensión(es) nominal(es) de operación.	Si cumple	Se muestran las figuras de los tableros. Anexo 4.
20.23.1.4 (b)	Corriente nominal de alimentación.	Si cumple	Anexo 4.
20.23.1.4 (c)	Número de fases.	Si cumple	Anexo 4.
20.23.1.4 (d)	Número de hilos (incluyendo tierras y neutros).	Si cumple	Anexo 4.
20.23.1.4 (e)	Razón social o marca registrada del productor, comercializador o importador.	Si cumple	Anexo 4.
20.23.1.4 (f)	El símbolo de riesgo eléctrico.	Si cumple	Anexo 4.
20.23.1.4 (g)	Cuadro para identificar los circuitos	Si cumple	Anexo 4.
20.23.1.4 (h)	Indicar, de forma visible, la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.	Si cumple	Anexo 4.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

5.1.7Diseño de las instalaciones eléctricas.

Tabla 16.

Requisitos de diseño de las instalaciones eléctricas.

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
10.1.1. (a)	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	No cumple.	No se cuenta con los cuadros de carga, excepto los de las modificaciones resientes.
10.1.1. (b)	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	No cumple.	No se tiene una coordinación para tal caso.
10.1.1. (c)	Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	No cumple.	No se tiene previsto en el plan de mantenimiento.
10.1.1. (d)	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	No cumple.	No se cuenta con la protección requerida.
10.1.1. (e)	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	No cumple.	No hay observaciones.
10.1.1. (f)	Análisis del nivel tensión requerido.	Si cumple.	No hay observaciones.
10.1.1. (h)	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	Si cumple.	No hay observaciones.
10.1.1. (i)	Cálculo del sistema de puesta a tierra.	No cumple.	No se cuenta con el cálculo.
10.1.1. (o)	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	Si cumple.	No hay observaciones.
10.1.1. (r)	Elaboración de diagramas unifilares.	No Cumple.	Cumple para las remodelaciones realizadas en algunos de los edificios.
10.1.1. (s)	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	No cumple.	No se cuenta con los planos de instalaciones eléctricas.
10.1.1. (t)	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	No cumple.	No hay observaciones.
10.1.1. (u)	Establecer las distancias de seguridad requeridas.	No cumple.	Cumple para la subestación eléctrica.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Prescripciones generales

Tabla 17.

Requisitos y prescripciones generales.

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
21.1. (r)	La iluminación en la central y en las subestaciones debe ser uniforme, evitando en especial el deslumbramiento en las zonas de lectura de tableros, los valores de iluminancia deben cumplir los requisitos establecidos en el reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP.	No cumple.	No se presenta iluminación en la subestación eléctrica.
21.1. (u)	Para evitar los peligros que pudieran originar el incendio de un transformador de más de 100 KVA o un interruptor de gran volumen de aceite, se debe construir un foso o sumidero en el que se colocarán varias capas de gravilla que servirán como filtro y para ahogar la combustión.	No cumple.	No se cuenta con el foso o sumidero. Figura 32.
21.1. (w)	Los transformadores con potencia igual o mayor 100 KVA, ubicados en las subestaciones deben ser instalados en espacios protegidos por muros y puertas cortafuego.	No cumple.	No se tiene muros ni puertas cortafuego. Figura 19.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

5.1.8 Requisitos básicos para sistemas de distribución

Tabla 18.

Requisitos básicos para sistemas de distribución.

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
25.2. (a)	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	Si cumple.	Cumple para las modificaciones que se han realizado actualmente.

25.2. (e)	El responsable de la construcción, operación y mantenimiento debe proveer los elementos de protección, en cantidad suficiente para que las personas calificadas puedan cumplir con los requerimientos de la labor que se va a emprender, los cuales deben estar disponibles en lugares fácilmente accesibles y visibles.	Si cumple.	Cumple para las modificaciones que se han realizado actualmente.
25.2. (f)	Las personas calificadas deben conocer perfectamente las normas de seguridad y pueden ser evaluados en cualquier momento –por la autoridad o la empresa propietaria de la red- para demostrar sus conocimientos sobre las mismas. Así mismo, si la labor se realiza en las proximidades de equipos o líneas energizadas, deben ejecutar sólo aquellas tareas para las cuales han sido capacitados, equipados y autorizados. Aquellos que no tengan la suficiente experiencia, deben trabajar bajo la dirección de un profesional competente y ejecutar sólo tareas dirigidas.	Si cumple	Se cuenta con el personal calificado en el área de mantenimiento.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

5.1.9 Protecciones contra sobrecorrientes.

Tabla 19.

Requisitos para protecciones contra sobrecorrientes

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
27.4.3. (a)	Toda instalación eléctrica para el uso final de la electricidad debe contar con protección automática contra sobrecorriente.	Si cumple.	En la inspección se visualiza que cuenta con la protección adecuada.
27.4.3. (b)	Cada circuito debe ser provisto de un interruptor automático, que lo proteja de sobrecorrientes.	Si cumple.	Todos los circuitos están protegidos.
27.4.3. (c)	La corriente de disparo del interruptor no debe superar la corriente a la cual el aislamiento del conductor o los equipos asociados, alcancen la	Si cumple.	No hay observaciones.

	temperatura máxima de operación permitida. No se debe cambiar el interruptor automático por uno de mayor capacidad que supera la cargabilidad de los conductores del circuito a proteger.		
27.4.3. (d)	El tablero donde se alojen los interruptores automáticos debe ser fácilmente accesible, es decir que no se requiera de elementos adicionales ni retirar obstáculos para poder acceder a él, debe permitir accionar manualmente los interruptores y el espacio de trabajo donde se localice el tablero debe tener las dimensiones adecuadas que permita la movilidad del operario que requiera retirar sus tapas, abrir sus puertas y sustraer, reparar o mantener sus componentes.	Si cumple.	No hay observaciones.

Análisis RETIE (Elaboración propia)

5.1.10 Lugares con alta concentración de personas.

Tabla 20.

Requisitos para lugares con alta concentración de personas.

Art. RETIE	Aspecto.	Diagnóstico.	Observaciones.
28.3.3 (a)	Estas instalaciones deben proveerse con un sistema de potencia de emergencia, destinados a suministrar automáticamente energía eléctrica dentro de los 10 segundos siguientes al corte, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y la vida humana	Si cumple.	Suple la ausencia de tensión en el edificio A, taller de tecnología, enfermería, edificio E, cafetería y sala de profesores.
28.3.3 (c)	Las subestaciones para el servicio de lugares con alta concentración de personas o donde el fuego producido por el aceite de transformadores se pueda propagar en todo el edificio, no se	No cumple.	Se encuentra confinado en un cuarto tipo interior que no cumple con los requerimientos de muros resistentes al

	deben tener transformadores con aislamiento en aceite a menos que estén confinados en una bóveda con resistencia al fuego mínimo de tres horas o las condiciones establecidas en los numerales 450-42 y 450-43 de la NTC 2050.		fuego ni puertas cortafuego.
--	--	--	------------------------------

Análisis RETIE (Elaboración propia)

6 RECOMENDACIONES FRENTE AL REGLEMENTO RETIE

En el siguiente apartado se tratarán las recomendaciones frente a la norma RETIE, teniendo en cuenta el resultado anteriormente descrito en el cual no cumplen con las especificaciones necesarias para el respectivo análisis.

6.1 MODIFICACIONES Y RECOMENDACIONES RESPECTO AL REGLAMENTO RETIE

- Se sugiere realizar el diseño eléctrico de la subestación, ya que es necesario conocer el conjunto de equipos utilizados para transferir el flujo de energía, las fallas del sistema y corriente de corto máxima.
- Se indica colocar iluminarias a la subestación eléctrica con los requerimientos del RETILAP, debido que no se cuenta con iluminación en esta zona y es fundamental para realizar trabajos de mantenimiento sin que se pueda causar algún accidente.
- Se recomienda construir un foso o sumidero para evitar los peligros de propagación de un incendio ocasionado por derrame del aceite, en el cual se debe agregar varias capas de gravilla que sirva como filtro y absorbente para ahogar la combustión.

- Se necesita contar con puertas cortafuego para la subestación, debido a que su material puede evitar la propagación de fuego en caso de incendio y permite un rápido ingreso o salida en caso de algún incidente.
- Las señales de seguridad son primordiales para preservar la vida humana, en la subestación eléctrica no se cuenta con la señalización requerida por el RETIE, se sugiere realizar la debida señalización para prevenir cualquier accidente.
- De acuerdo al RETIE los interruptores deben estar diseñados en forma tal que, al ser instalados y cableados en uso normal, las partes energizadas no sean accesibles a las personas, se sugiere cambiar los interruptores que no cuenten con tapa, ya que las personas que interactúan con este pueden estar expuesta a contacto directo o indirecto.
- Toda instalación eléctrica debe contar con una conexión a tierra apropiada, en los casos en los cuales la caja metálica que alberga al interruptor no esté conectada sólidamente a tierra, se recomienda hacerlo ya que protege la vida útil de los equipos conectados a la instalación eléctrica, asimismo resguarda la vida de las personas.
- Se recomienda poner los diferentes interruptores en los salones y oficinas del cuarto piso del edificio B, debido que la iluminaria se habilita y deshabilita desde el tablero de distribución.
- Se debe capacitar a las personas encargadas de las chazas sobre los riesgos de origen eléctrico que pueden causar la no utilización de los conductores (cable o cordón flexible) para multitomas como extensiones y terminales de conexión, estos deben ser adecuados para la capacidad de corriente de toda la carga conectada, en ningún caso podrán ser inferiores al conductor de cobre calibre 14 AWG.

- De acuerdo al análisis de las mediciones de sobrecarga realizadas a la subestación (tablas 4 y 5) se identifica un desbalanceo de la fase S para los circuitos de los edificios A, B, C y E, lo que podría ocasionar calentamiento adicional a los equipos, se sugiere realizar el respectivo balance ya que una de las disposiciones del RETIE es establecer condiciones para evitar daños por sobrecorriente.
- Se recomienda no pintar los tableros generales y tableros de distribución debido que al pintarlo se pierden las propiedades de inflamabilidad electrostática que traen de fábrica.
- Seguidamente realizar la marcación de las fases en los conductores de los tableros que no cumplen con el código de colores establecido en el presente reglamento.
- Se recomienda tener un plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para las modificaciones actuales y futuras en los diferentes edificios, para mejorar todos los aspectos que no cumplen con dicho reglamento.
- Se debe realizar el diseño, análisis e implementación del alumbrado de escape para garantizar una evacuación rápida y segura de las personas, facilitando las maniobras de seguridad e intervenciones de auxilio.
- Se recomienda cambiar las iluminarias por panel led, debido que en la mayoría de oficinas, salones y laboratorios cuentan con lámparas incandescentes las cuales presentan un alto consumo en dichas instalaciones.
- Es importante reemplazar tomacorrientes que se encuentran dañados o quemados, para prevenir accidentes eléctricos ya que en ocasiones no se tiene el cuidado y las personas que manipulan estos tomacorrientes podrían tener contacto directo con estas partes lo que representaría un gran riesgo.

- Se debe cambiar los tomacorrientes ubicados en zonas húmedas o con tubería de agua o gas como son las cocinetas y laboratorios del edificio B nivel 3 y 4 por tomacorrientes GFCI para que proteja el circuito ramal y no se ocasionen riesgos eléctricos.

7CONCLUSIONES

- En primer lugar, en el desarrollo, ejecución y análisis del proyecto se pudo dar respuesta al grado de cumplimiento de la norma técnica RETIE en la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72, lo cual cumple con un total 62,90322% en el diagnóstico a las instalaciones eléctricas en los capítulos 1 al 8 con los diferentes artículos que se aplicaron en los edificios A, B, E y C.
- Al realizar el levantamiento de planos de instalaciones eléctricas respectivo de la institución no se tuvo ingreso a la totalidad de los espacios en el edificio B, lo cual dificultó el proceso en las áreas restringidas, ya que no se pudo contar con los permisos necesarios que permitieran el ingreso.
- Se observó que la subestación eléctrica no cumple con el balance de fases debido a que la fase S se encuentra sobrecargada con respecto a la R y T, por lo tanto, se deben balancear las cargas en el tablero general de la subestación eléctrica.
- Se apreció que la Universidad Pedagógica Nacional al no contar con las debidas marcaciones de los diferentes tableros no se pudo realizar los diagramas unifilares ni cuadros de carga, esto representa un riesgo eléctrico para la Universidad Pedagógica Nacional porque en cualquier accidente o situación de riesgo que se pueda presentar se complicará saber cuál breaker habilito y deshabilita los diferentes circuitos ramales.

- Es pertinente saber que la subestación eléctrica cuenta con el calibre de los conductores apropiado y la protección de los totalizadores hace que no se presenten niveles de sobrecarga o sobrecorriente, lo cual se encierra que todos los circuitos de uso final en los edificios y sus niveles están protegidos.
- Durante el desarrollo de este proyecto se logra evidenciar que la universidad no cumple con ningún requisito del diseño de instalaciones eléctricas, por cual se hace necesario realizar el estudio y diseño las instalaciones eléctricas de acuerdo al RETIE, debido que se debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales competentes para desarrollar esta actividad.
- Se concluye que la Universidad Pedagógica Nacional no cuenta con un sistema de iluminación para las rutas de evacuación en caso de emergencia, debido que el refuerzo de potencia de emergencia se encuentra sectorizada en puntos diferentes a zonas de evacuación, lo cual en caso de emergencia no se contara con la iluminación necesaria para realizar la evacuación respectiva sin que se provoquen accidentes.
- Con este ejercicio académico y pedagógico se pudo aprender a realizar levantamiento de planos de instalaciones eléctricas, conocer los riesgos eléctricos más comunes y saber interpretar el reglamento RETIE, para dar solución a todas las preguntas que se presentaron al desarrollar el ejercicio investigativo.

8 BIBLIOGRAFIA

- Ministerio de Minas y Energía. 2013. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).2013.211. [PDF file]. recuperado de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETI+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>
- Instituto Colombiano De Normas Técnicas Y Certificación. Código Eléctrico Colombiano. NTC-2050.Bogotá: s.n., El Instituto, 1998.[PDF file]. Recuperado de <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>
- Martínez Pulgarín, Hernán David; Andrade Arango, Yhonatan Andrés. 2015. Diagnóstico a las instalaciones eléctricas de la institución educativa María Dolorosa – Francisco Javier de Pereira.128. [PDF file]. recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5727/62131924M385.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monsalve, Katherine; Rincón, Jhon. Inspección eléctrica en la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe de Risaralda, apoyada en el RETIE y la NTC 2050. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. 88. [PDF file]. recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6130/621322M754.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, Jonathan; Pastrana, Luis. Guía para diseñar instalaciones eléctricas domiciliarias según NTC2050 RETIE. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar. [PDF file]. recuperado de <https://es.scribd.com/document/212336995/Estudio-y-redisenio-de-las-instalaciones-electricas-de-la-sede-UIS-BUCARICA>

- Tamayo, Mario. El proyecto de investigación. Santa fe de Bogotá, D.C, arfo editores LTDA. [PDF file]. recuperado de
https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/documentodeconsultacomplementario-el_proyecto_de_investigacion.pdf
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación | IDECAIdeca.gov.co. recuperado de
<https://www.ideca.gov.co/es/node/227>
- El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Reglamentos técnicos, Mincit.gov.co. recuperado de
http://www.mincit.gov.co/publicaciones/16023/reglamentos_tecnicos

ANEXO 1.

Cantidad De Productos Levantamiento Planos de instalaciones Eléctricas

DATOS BLOQUE A NIVEL 2

Bloque A nivel 2								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulada	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
A202	1		1			1		
A203	1		1			1		
A204	2		1			1		
A205	1		1			1		
A206	1		1			1		
A207	1		1			1		
A208	2		1			1		
A209	1		1			1		
A210	1		2			1		
A211	1		1			1		
A212	1		1					
A213	1		1					
A214	1		1			1		
A215	2		1			1		
A218	3		2			1		
A219	1		1			1		
A220	1		1					
A221	1		1			1		
A222	1		1			1		
A223	1		1			1		
A224	1		1			2		
A225	2		3			1		
A227	1		1			1		
A228	1		1			1		
Oficina								
A201	1		2			1		
A216	2		1			1		
A217	2		1			1		
A226	4		3			2		
Baño Hombres	1			4		1		
Baño Mujeres	1			4		2		

Pasillo	3		5			2		
---------	---	--	---	--	--	---	--	--

DATOS BLOQUE B NIVEL 1

Bloque B nivel 1								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulada	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
B101	7		2			1		
B102	2		2			1		
B127a	2	4	3			1	1	
B127b	18		6			4		
Oficina								
B103	4	10	2			1		
B106	3	1	4			1		
B109	10	4		6	12	1	1	
B114	1				4	1		
B118	3		2			1		
B127	40		10	1		5	2	
ITAE	16	16	2			3		
Consultorio								
B115	8	1		2	5	2		
B116	3	11	5			5		
B117	3		2			1	3	
B119	1	3	2			1		
B120	4			1	2	1		1
B121	4			3	1	1	1	
B122	5	1		1	2	1	1	
B123	4	1		1	2	12	1	
Pasillo								

Datos obtenidos en el levantamiento de planos (Elaboración propia)

DATOS BLOQUE B NIVEL 2

Bloque B nivel 2								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulada	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
B201	6		3				1	
B210	15	15	3					1
B211	2		2			1		
B212	5		1			1		
B213	5		3	10		1		
B214	12		2			1		
B215	14		2				1	

B216	16		2					1
B221	5	5		1	5	1		1
B224	28		5				1	
B225	3		1				1	
Laboratorio								
B211a	5		2			1		
B217	26		2					1
B218	14		1			1		
B219	60		4			3		
Oficina								
B204	1	2				1		
B205	1		2			1		
B206			2			1		
B207		2	2			1		
B208	3		2		2			1
B209	4		2				1	
B222	67	27	9			4	1	
B223	15	2	6	4			2	1
Baño Hombres	1			3		1		
Baño Mujeres	2			4			1	
Pasillo								

Datos obtenidos en el levantamiento de planos (Elaboración propia)

DATOS BLOQUE B NIVEL 3

Bloque B nivel 3								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulada	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
B311	11		3					1
B316	16	8	2				1	
B321	7		2	8			1	
B323	21				14			
B329	13		2			1		
B331	11		4	6			1	
Laboratorio								
B300	3	1	4			1	1	
B302	8		4				1	
B310	10		1			1		
B315	6		2					1
B326	22	2		12	1	1	1	

B327	12		4				1	
Oficina								
B301	4	3	2	1		2		
B303	3		1		2	1		
B304	9		3			1		
B305	6		2			2		
B306	6		2			2		
B307	6		2			1		
B308	6		2			1		
B309	4		1			1		
B312	4		1	2				1
B313	7	5	1					1
B314	7	5	1					1
B317	4	2	2					1
B318	17		8			1	2	
B319	7	10				1	1	
B320	7		3	1			1	
B324	26	4	7					1
B325	24	2	8	5	4	4	2	
B328	2		2			1		
B330	3		1			1		
Baño Hombres	1			3		1		
Baño Mujeres	4	1				2		
Pasillo								

Datos obtenidos en el levantamiento de planos (Elaboración propia)

DATOS BLOQUE B NIVEL 4

Bloque B nivel 4								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulada	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
B401	3		7				1	
B401a	2		9				1	
B407		21	6				1	
B419	10			30			5	
B422-4223	4		2			1		
B432-433	3		2					
Laboratorio								
B402	15	1	13			2	3	
B405	38		8	1		1	1	
B406	32		8	2		2	1	

B408	32		8	2		3		
B409	39		8	1		3		
B410	26		13				1	
B411	5	3	1			1		
B413	12	3	2			1		
B414	14		2			1		
B414a	4	3	1			1		
B416	14		2				1	
B417	11		2			1		
Oficina								
B400a	12		1			1		
B403	3		1			1		
B404	5		1			1		
B410a	2	2	1			1		
B412	3		1			1		
B415	4		1			1		
B420a	9		9	1		3		
B421	14	1	3		2	4		
B424	3	3	1			1		
B425	5		1			1		
B426	3		1			1		
B427	3		1			1		
B428	3				2			
B429	3		1			1		
B430	5		1			1		
B431	4		1			1		
B435	3		1			1		
B436	2		1			1		
B437	4		1			1		
B438	2		1			1		
Pasillo	2		14	8		2		

Datos obtenidos en el levantamiento de planos (Elaboración propia)

DATOS BLOQUE C NIVEL 1

Bloque C nivel 1								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulada	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
C102a	2		1			1		
C102b	1		4			1		
C102c			2			1		
C102d	1		4			1		

T. C103	3		4			1		
C108	4		4				1	
C109	4		4				1	
C110	1		2			1		
Escultura	3	1	6			1		
Lab. C114	7		4				1	
Lab. 1	1	1	1			1		
Lab. Fotografía	6	2	6	1		2		
Lab. Medios	3	13	3			1		
Baño Hombres	1				9	1		
Baño Mujeres	1				9	1		
Pasillo	3	3	18			2		2

Datos obtenidos en el levantamiento de planos (Elaboración propia)

DATOS BLOQUE C NIVEL MEZANINE

Bloque C nivel Mezanine								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulada	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
C102e	1		4			1		
C102f	1		6			1		
C102g	1		5			1		
C102h	1		4			1		
T. Pintura	4		6			1		
T. Dibujo	2		6			1		
Oficina								
S. Profesores	5	6	4			1		
Coord. Artes	7	4	6			1		
Pasillo	2		6			1	2	

Datos obtenidos en el levantamiento de planos (Elaboración propia)

DATOS BLOQUE E NIVEL 1

Bloque E nivel 1								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulada	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
E101	1		2				1	
E102	2		2			1		
E103	3		3			1		
E104	15		2		3	1		
E105	4	24	2				1	

E106								
E107	2		2			1		
E108	3		1			1		
E109	3		2			1		
Baño Hombres	1		3			1		
Baño Mujeres	1		2			1		
Pasillo	3		8	2		1	1	

Datos obtenidos en el levantamiento de planos (Elaboración propia)

DATOS BLOQUE E NIVEL 2

Bloque E nivel 2								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulada	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
E205	2		3			1		
E206	2		1			1		
Sala A	10	3	6	10				1
Sala B	10		6	11				1
Sala C	9		6	11				1
Sala D	13		6	11				1
Oficina								
E201	10		6			1		
E202	1		2			1		
E203	5		2			1		
E204	6		1			1		
R. educación	10		1	11		2		
Baño Hombres	2		5			2		
Baño Mujeres	2		5	2		3		
Pasillo	3		7	9			1	

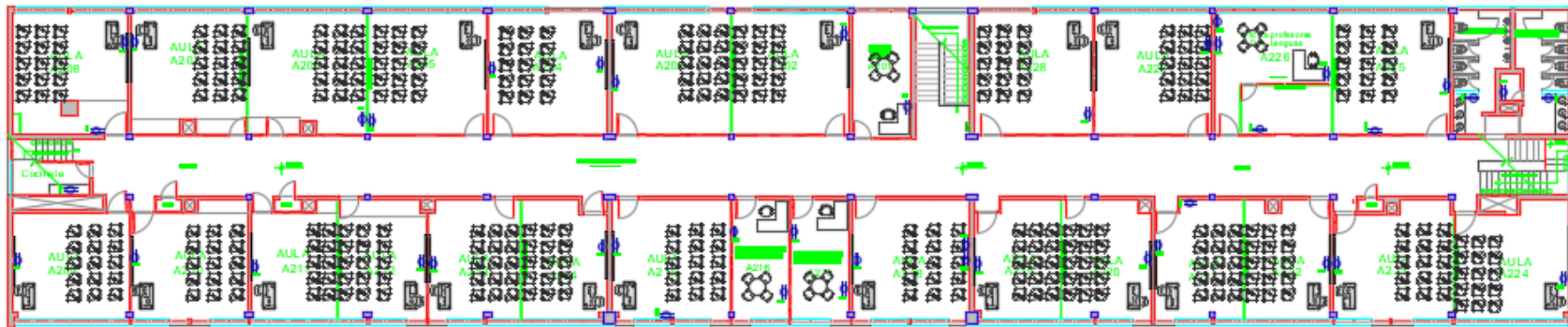
Datos obtenidos en el levantamiento de planos (Elaboración propia)

DATOS BLOQUE E NIVEL 3

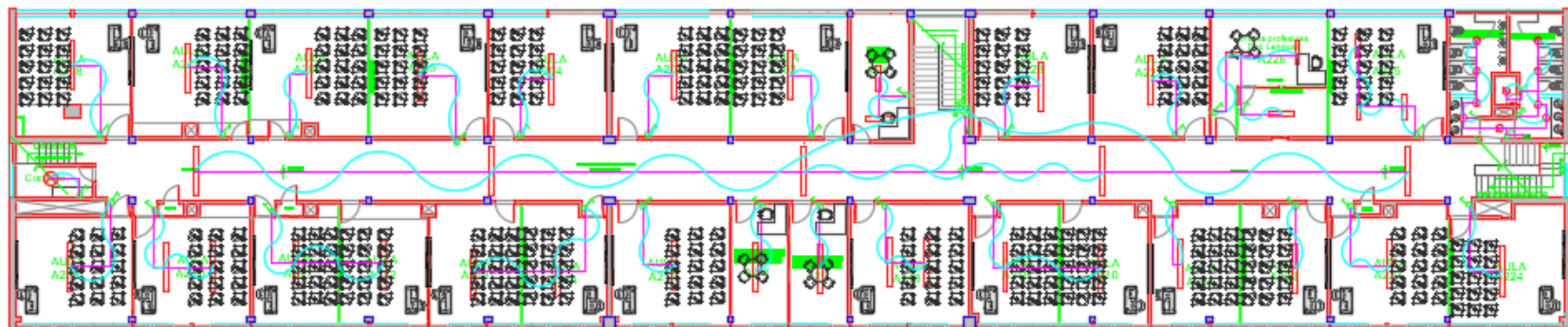
Bloque E nivel 3								
Salón	Tomacorriente		Iluminaria			Interruptor		
	Normal	Regulado	Fluorescente	Bombillo	Panel LED	Sencillo	Doble	Triple
E301	7		9					
E303	8		9					
E304	6		9					
SM-01	5		9					
SM-02	5		9					

Oficina								
E302	5	3	5					
Pasillo	14		18	12		5	2	

Datos obtenidos en el levantamiento de planos (Elaboración propia)

ANEXO 2.**Diseños de Planos de Instalaciones Eléctricas en AutoCAD****PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMACORRIENTES EDIFICIO A NIVEL 2**

Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN EDIFICIO A NIVEL 2

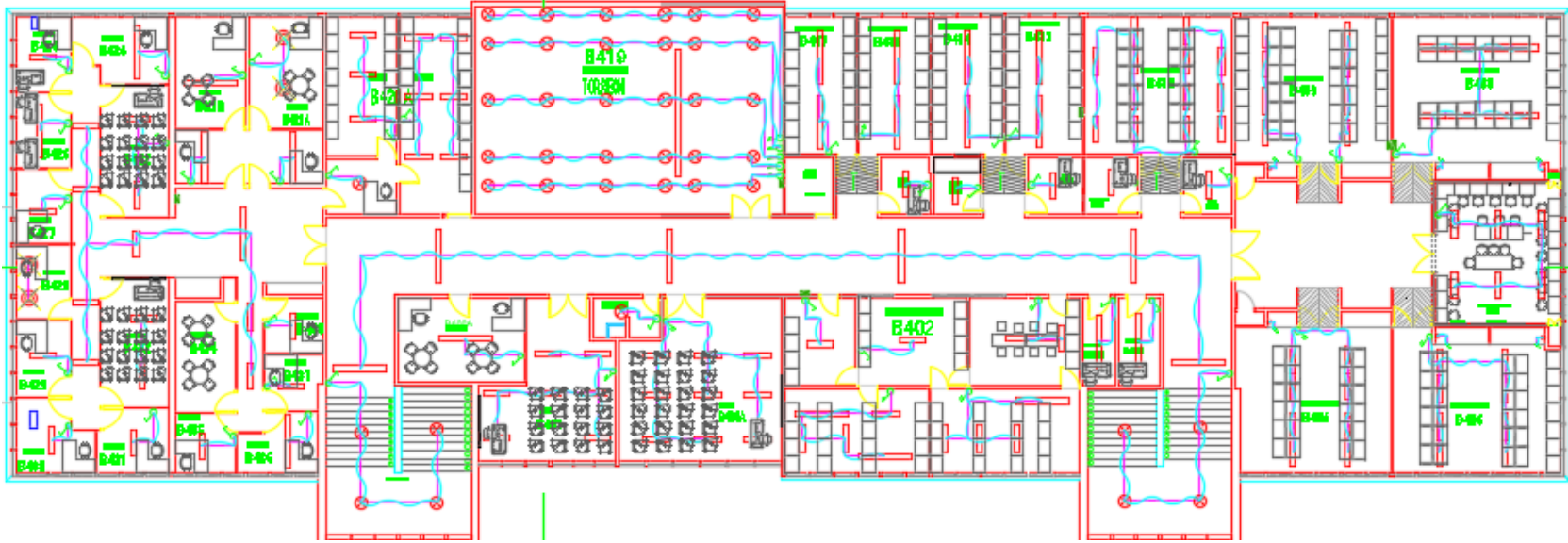
Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMACORRIENTES EDIFICIO B NIVEL 4



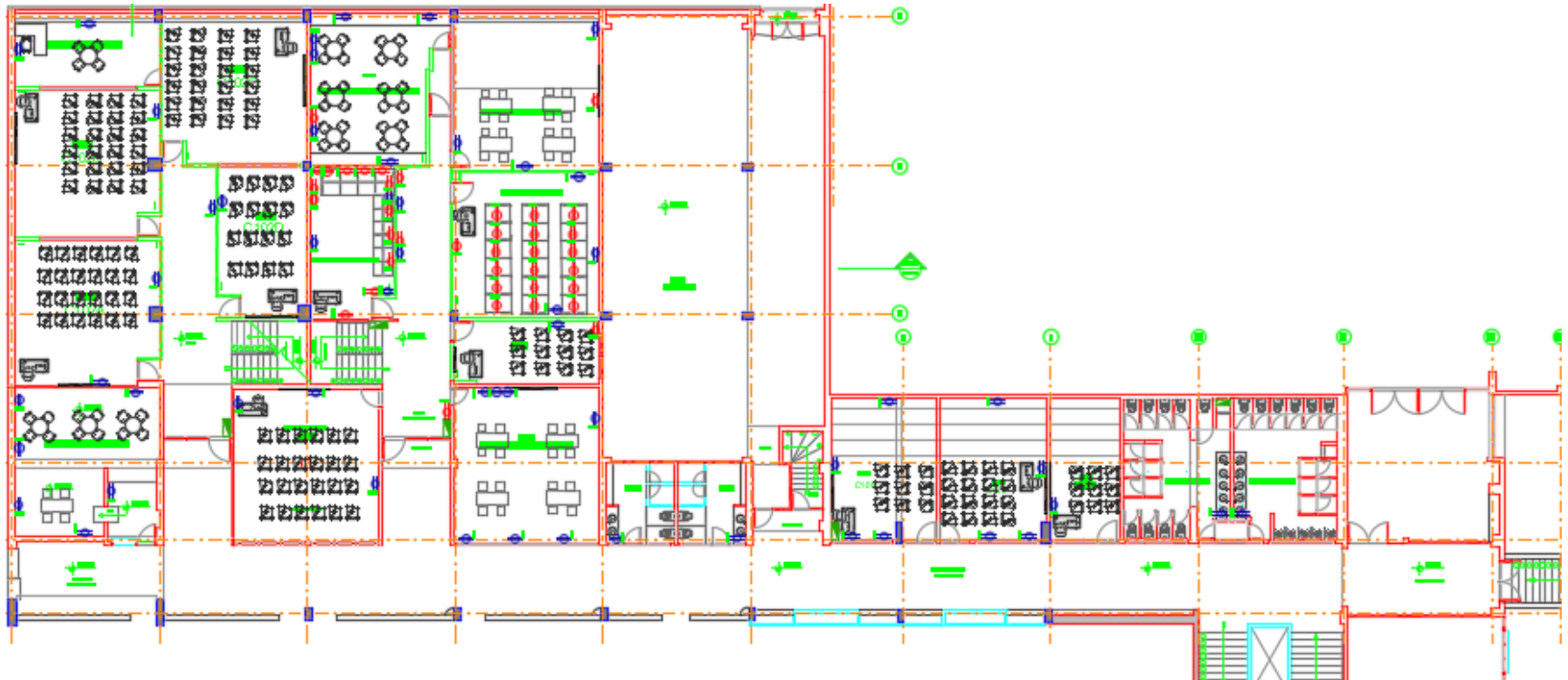
Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN EDIFICIO B NIVEL 4



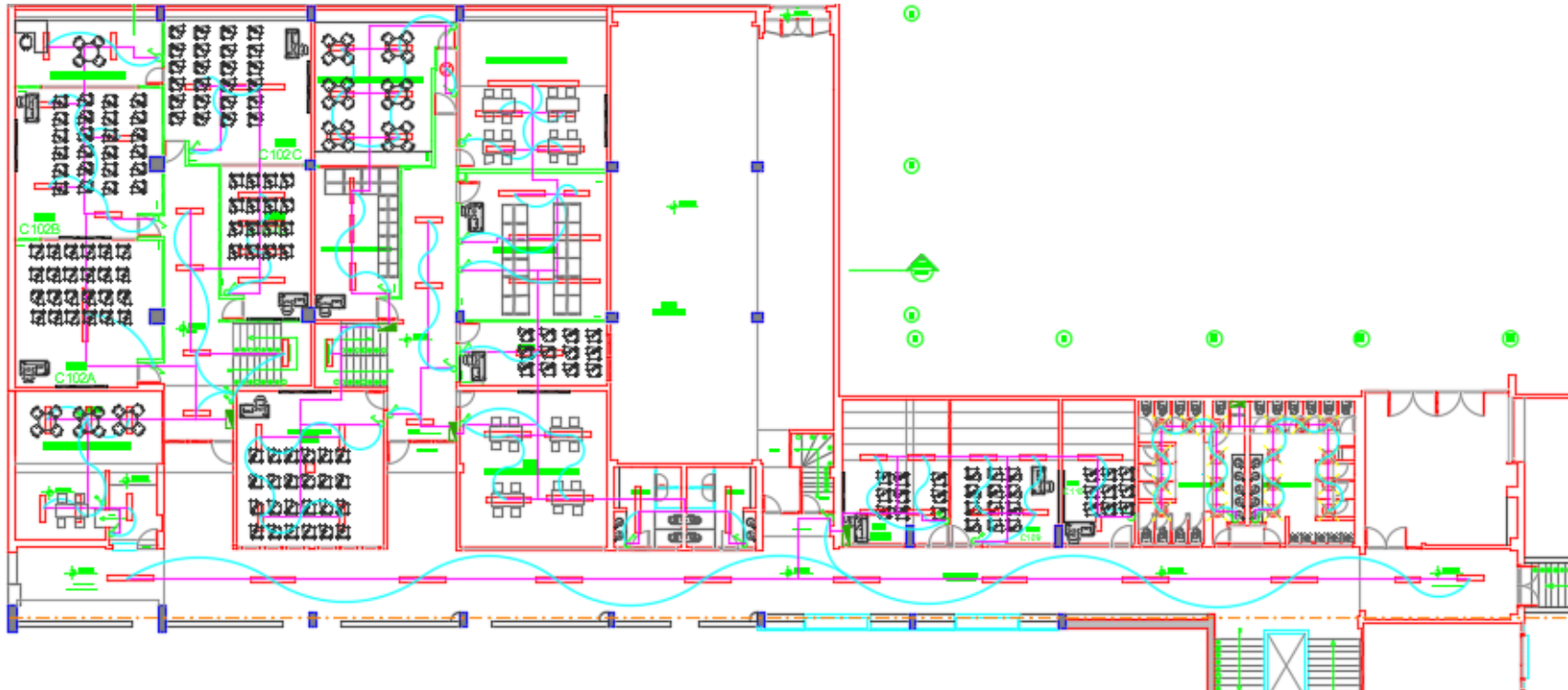
Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMACORRIENTE EDIFICIO C NIVEL 1



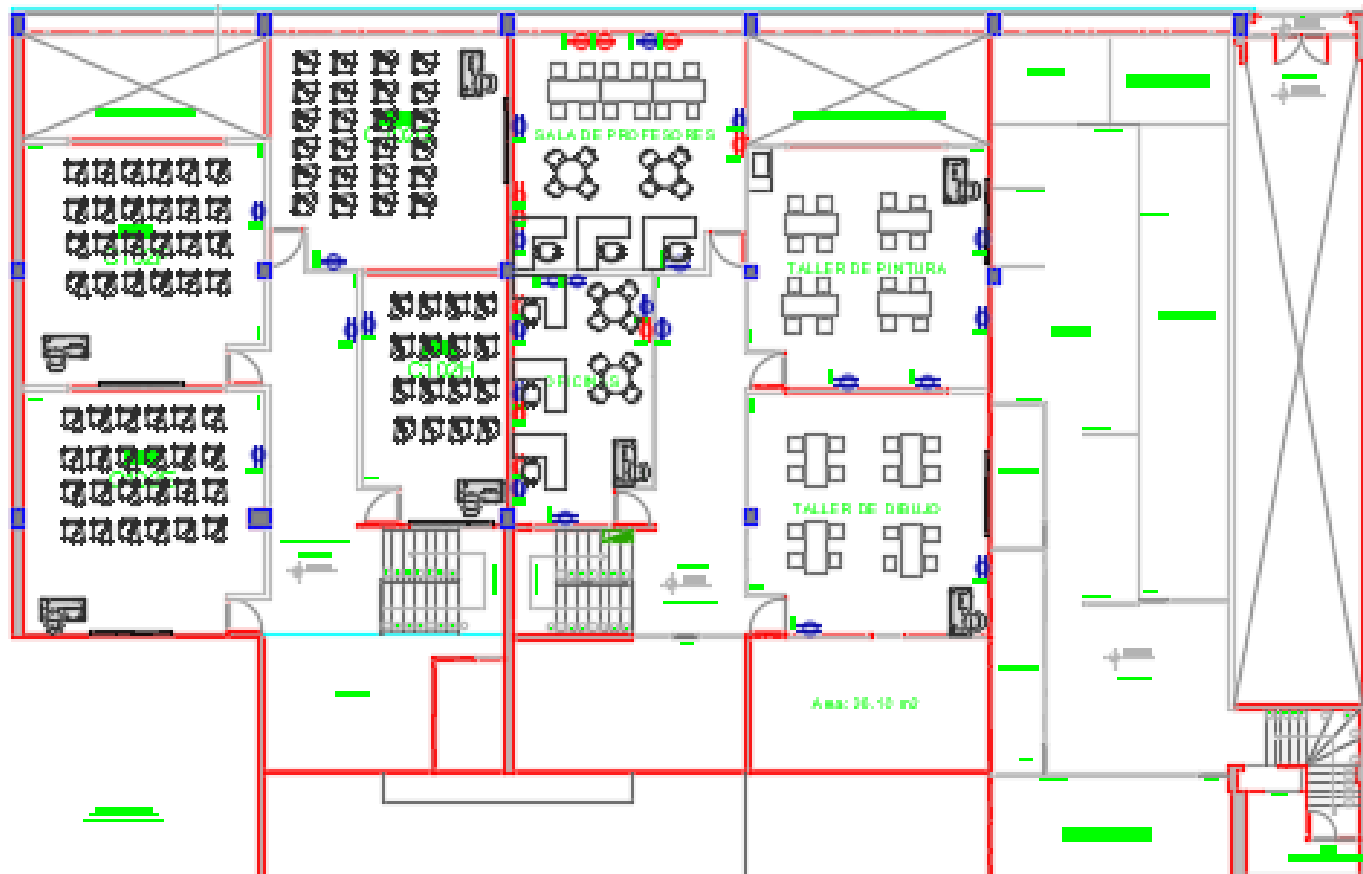
Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN EDIFICIO C NIVEL 1

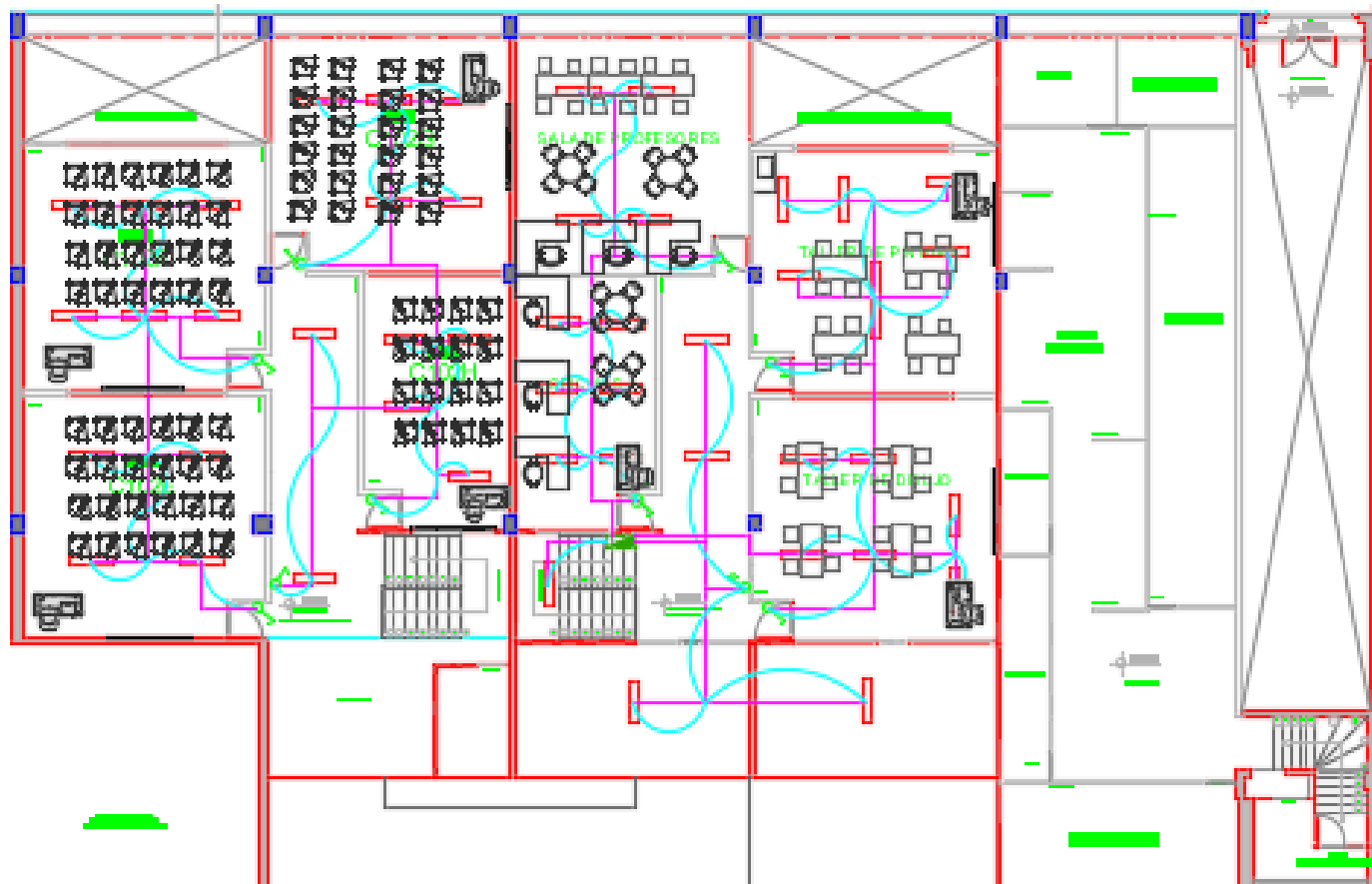


Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMACORRIENTE EDIFICIO C NIVEL MEZANINE

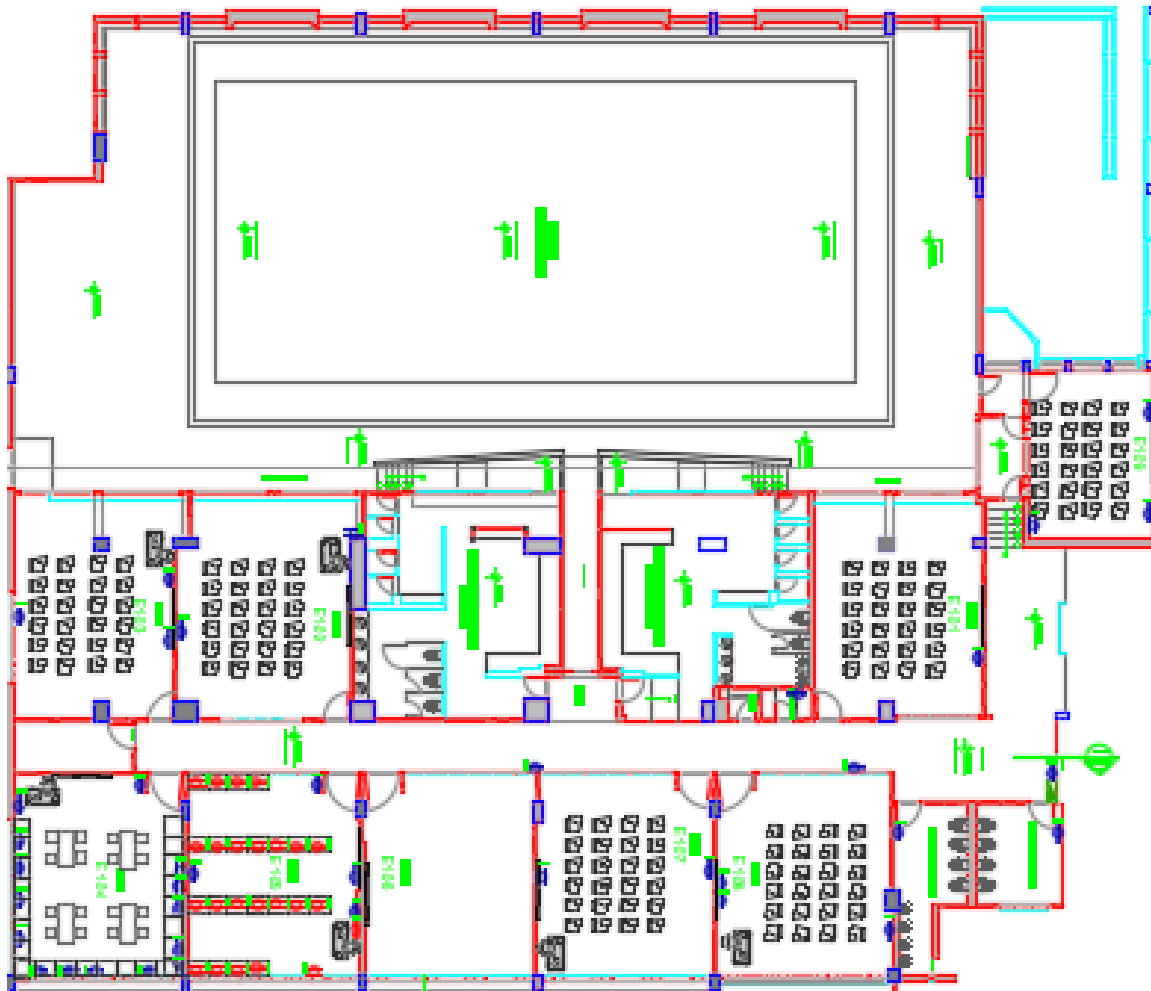


Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN EDIFICIO C NIVEL MEZANINE

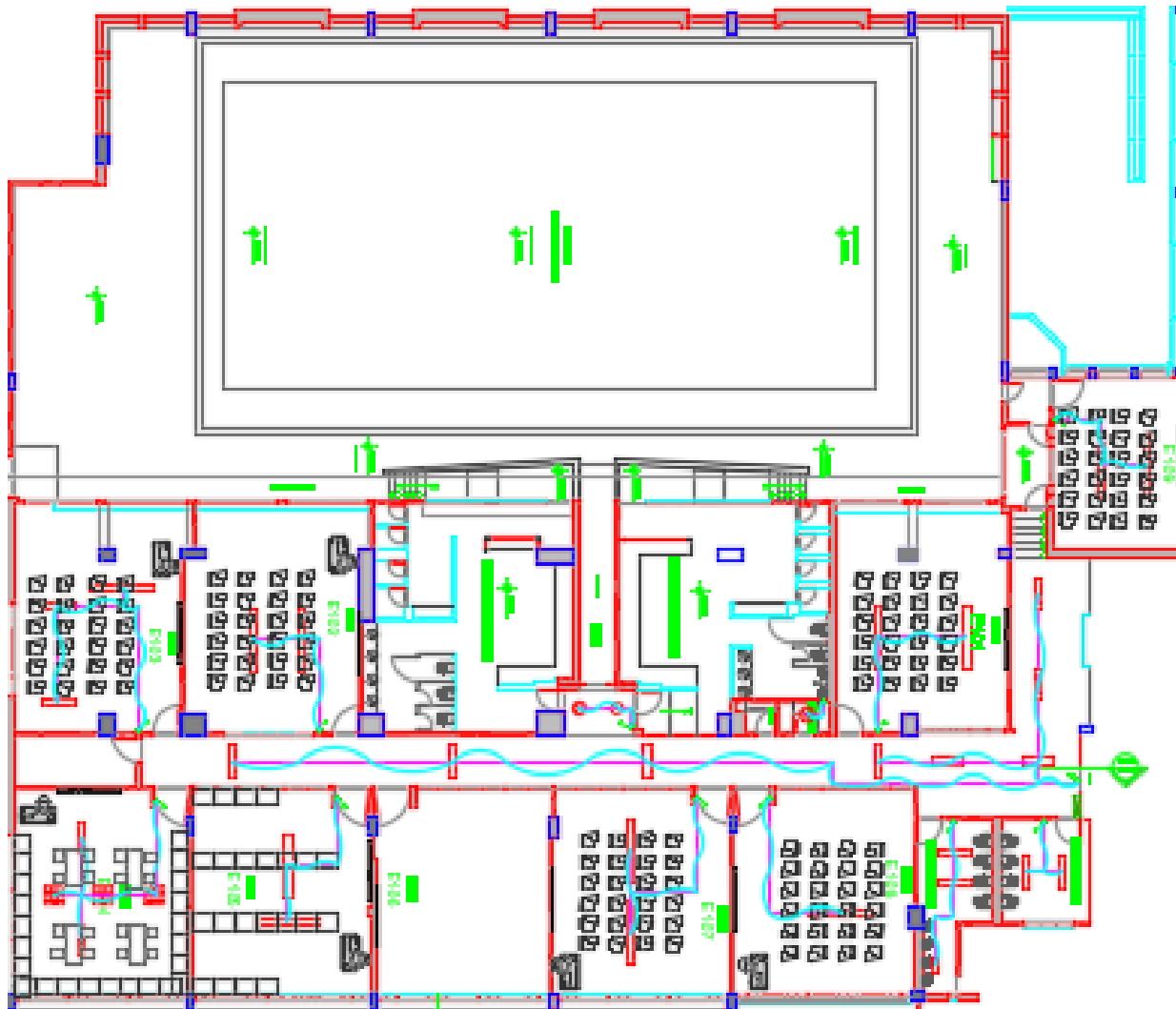
Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMA CORRIENTE EDIFICIO E NIVEL 1



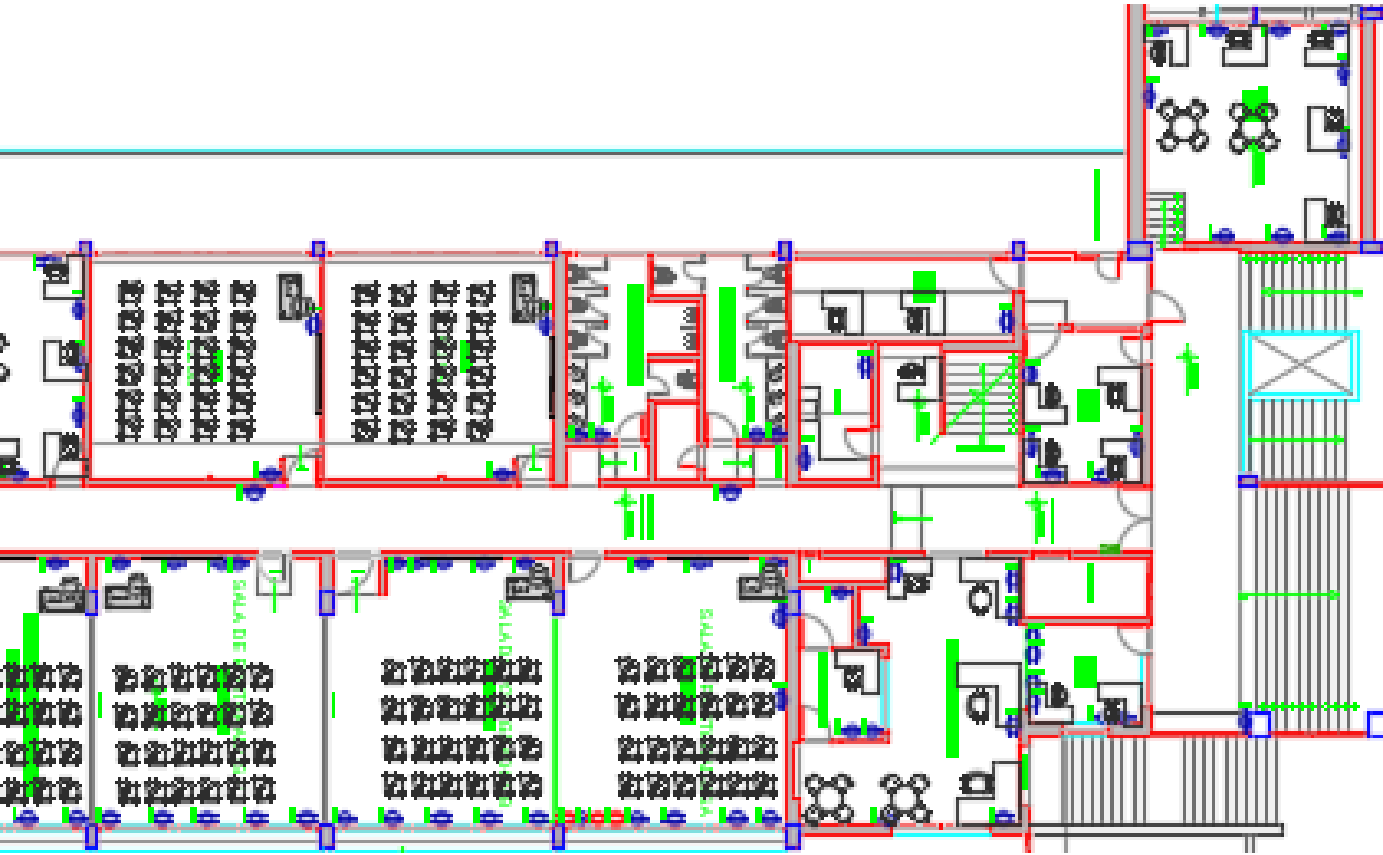
Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN EDIFICIO E NIVEL 1



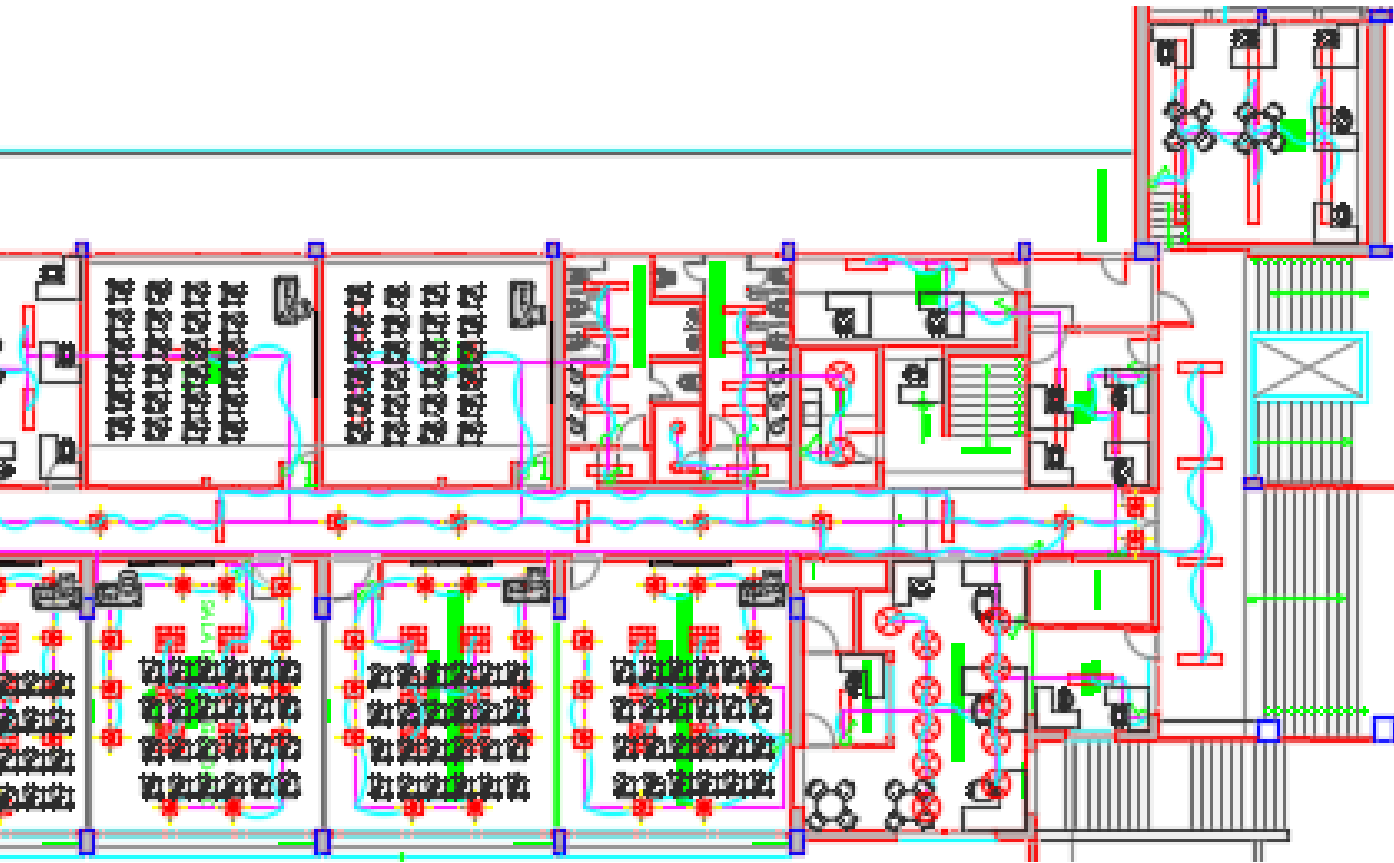
Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMA CORRIENTE EDIFICIO E NIVEL 2



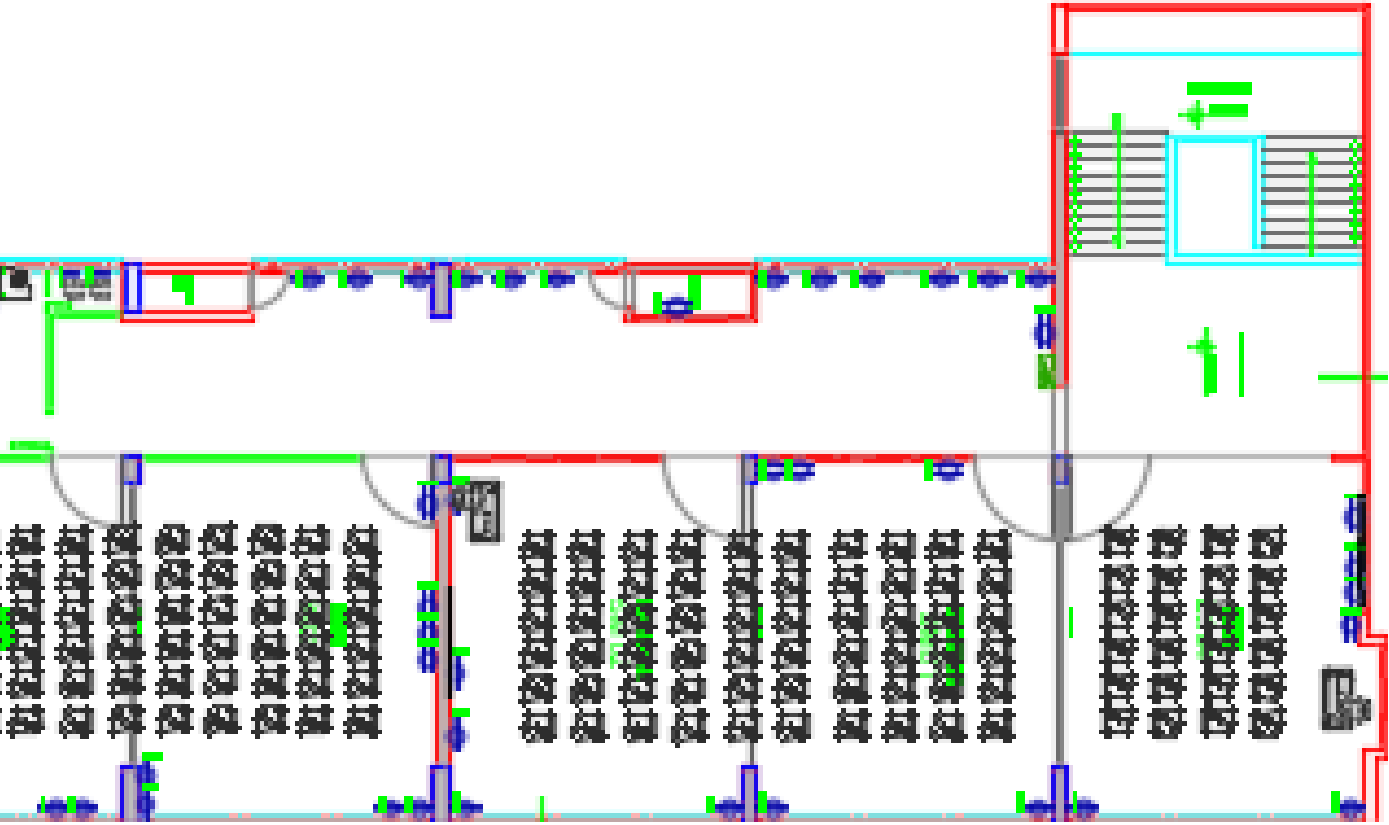
Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN EDIFICIO E NIVEL 2



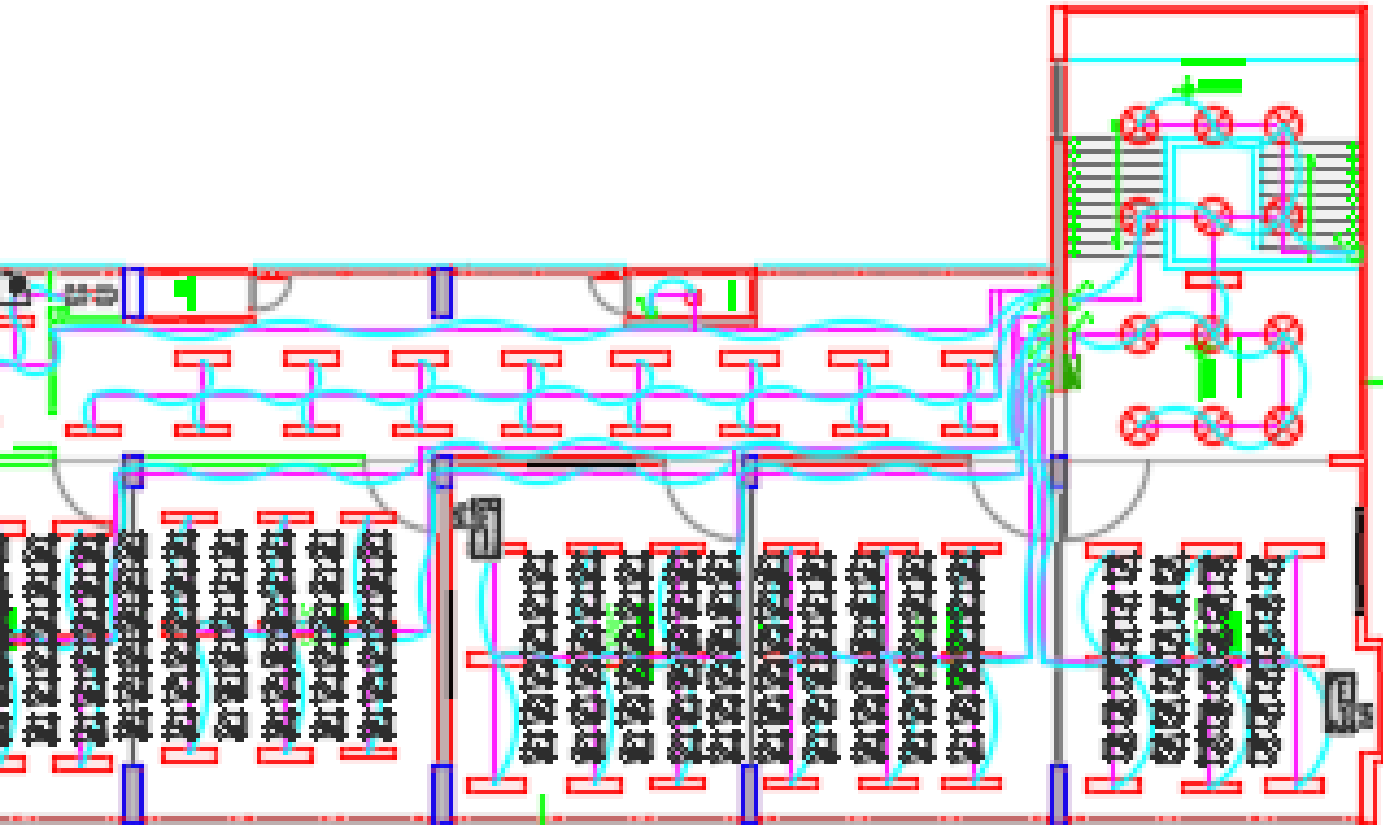
Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMA CORRIENTE EDIFICIO E NIVEL 3



Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN EDIFICIO E NIVEL 3



Diseño plano eléctrico en AutoCAD (Elaboración propia)

ANEXO 3.**Código De Colores Tableros Distribución Edificios.****Tablero Distribución Bloque E**

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Tablero Distribución Bloque C

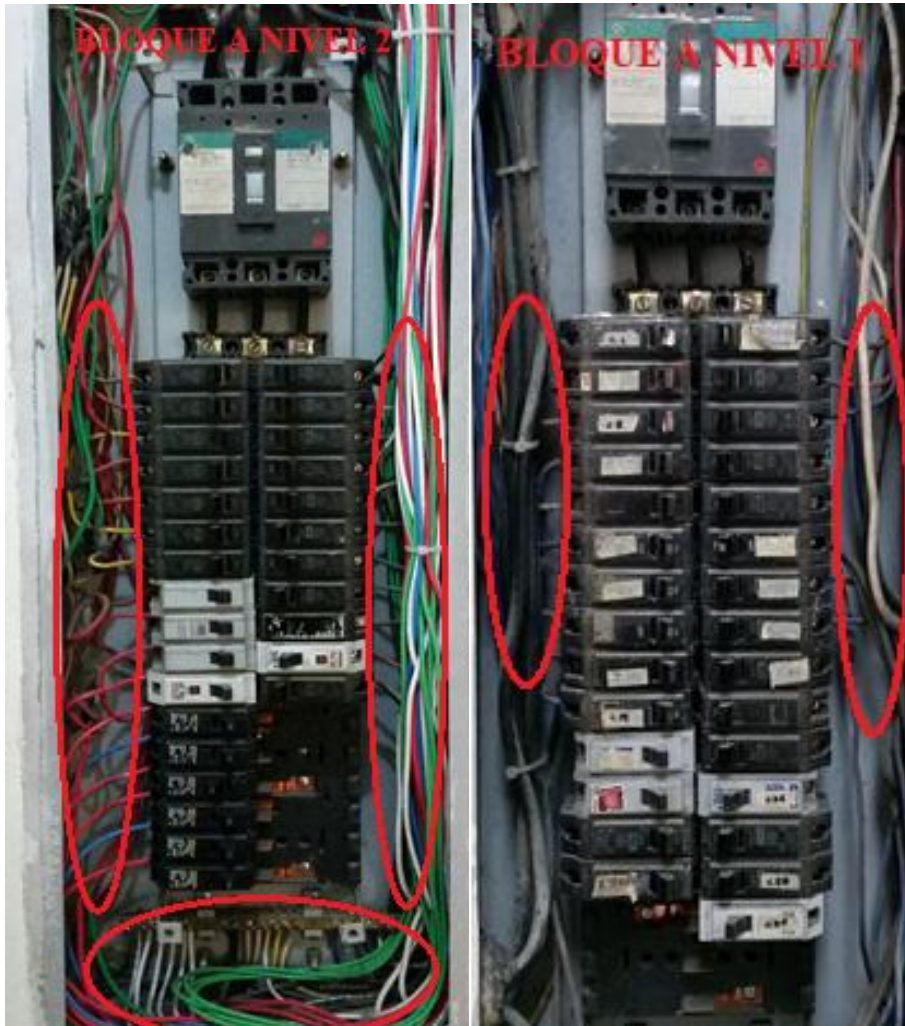


Análisis RETIE (Elaboración propia)



Análisis RETIE (Elaboración propia)

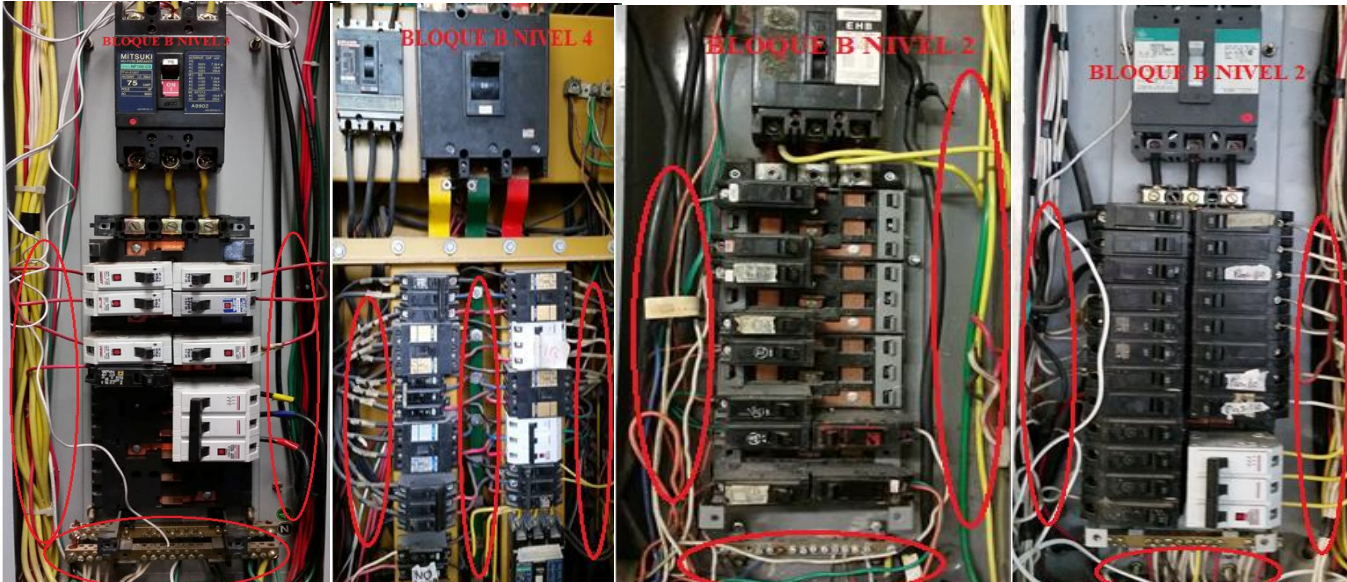
Tablero Distribución Bloque A



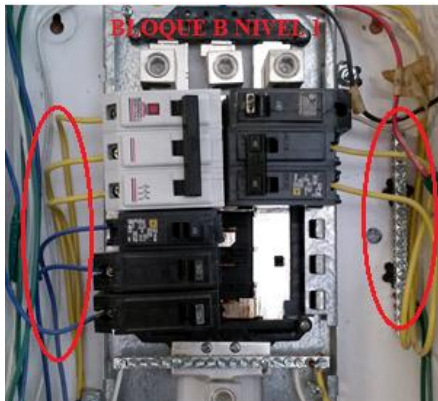
Análisis RETIE (Elaboración propia)

Análisis RETIE (Elaboración propia)

Tablero Distribución Bloque B



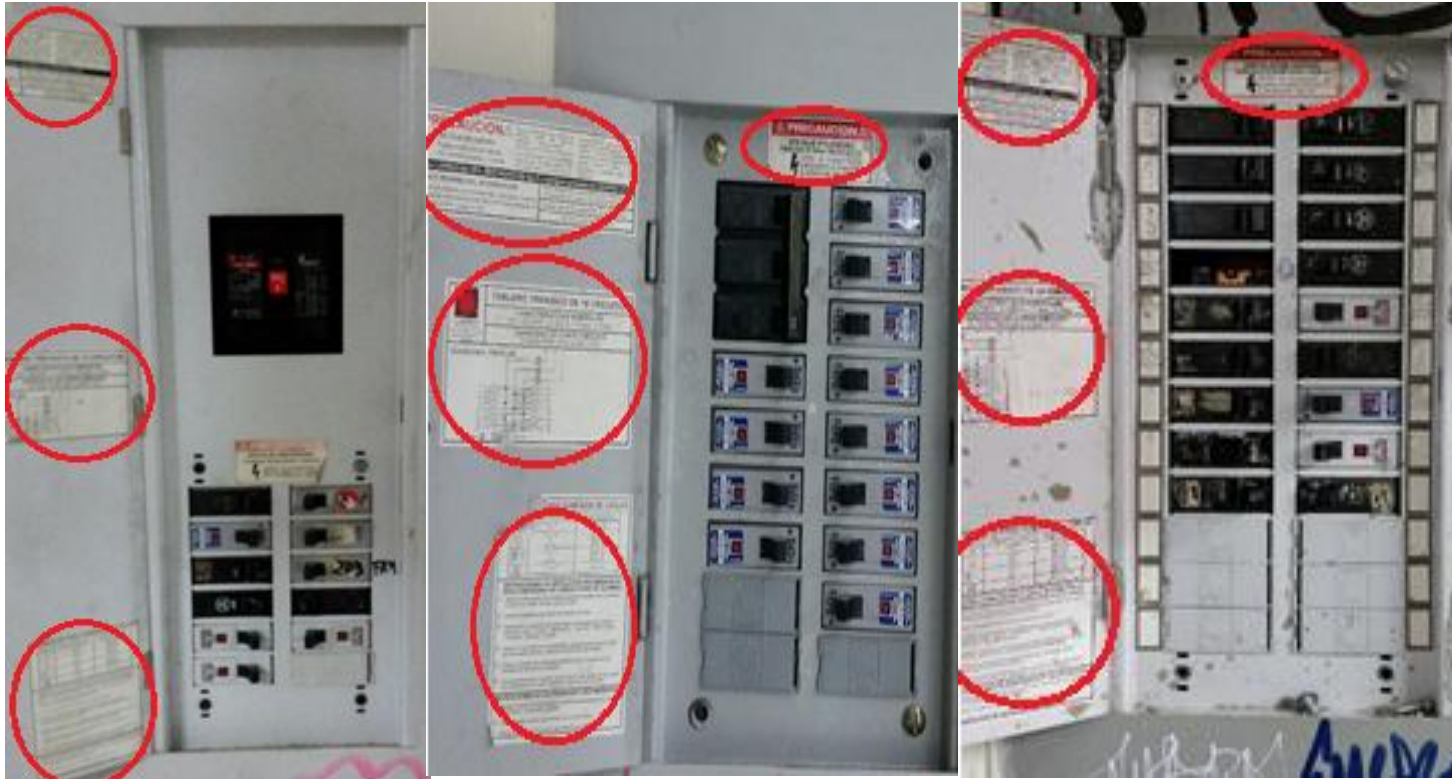
Análisis RETIE (Elaboración propia) Análisis RETIE (Elaboración propia) Análisis RETIE (Elaboración propia) Análisis RETIE (Elaboración propia)



Análisis RETIE (Elaboración propia)

ANEXO 4.

Especificaciones Tableros De Distribución.





Análisis RETIE (Elaboración propia) Análisis RETIE (Elaboración propia) Análisis RETIE (Elaboración propia) Análisis RETIE (Elaboración propia)



Análisis RETIE (Elaboración propia)



Análisis RETIE (Elaboración propia)



Análisis RETIE (Elaboración propia)