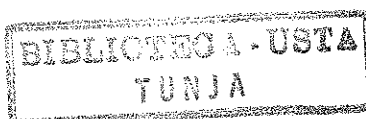


TIE
A82.e
2007

**ESTUDIO DE RED ELÉCTRICA Y CONSIDERACIONES DE POTENCIA
DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL COLEGIO SALESIANO
MALDONADO.**

0 8 4 1

JULIÁN ANDRÉS AVENDAÑO LEÓN



**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

TUNJA

2007

**ESTUDIO DE RED ELÉCTRICA Y CONSIDERACIONES DE POTENCIA
DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL COLEGIO SALESIANO
MALDONADO.**

JULIÁN ANDRÉS AVENDAÑO LEÓN

Trabajo realizado para
Obtener grado de
Ingeniero Electrónico

Tutor
CAMILO ERNESTO PARDO BEAINY
Ingeniero Electrónico

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2007**

Nota de Aceptación:

Ing. LUÍS FREDY SOSA QUINTERO
Decano Facultad de Ingeniería Electrónica
Universidad Santo Tomas Tunja

Ing. CAMILO ERNESTO PARDO BEAINY
Tutor



Jurado
Universidad Santo Tomas Tunja

Jurado
Universidad Santo Tomas Tunja

El contenido, recomendaciones y criterios incluidos
En este documento son responsabilidad del autor y
No comprometen a la Universidad Santo Tomas

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	11
INTRODUCCIÓN.....	16
1. PROBLEMÁTICA	17
1.1. Planteamiento.....	17
1.2. Descripción.....	17
1.3. Delimitación	18
1.2 JUSTIFICACIÓN	20
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.4 MARCO TEÓRICO.....	23
3. DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED ELÉCTRICA EN LAS INSTALACIONES DEL COLEGIO SALESIANO MALDONADO	25
3.1. DISPOSITIVOS DE CONTROL TABLERO ELÉCTRICO GENERAL	29
3.1.1. DIAGRAMA ELÉCTRICO TABLERO GENERAL	32
3.1.2. INTERRUPTORES DE CIRCUITO	35
3.2. DIRECTORIO DE CIRCUITOS TABLERO ELÉCTRICO GENERAL	43
3.2.1. TABLEROS ELÉCTRICOS	46
4. MEDIDAS CORRECTIVAS	60
4.1. TABLERO ELÉCTRICO GENERAL Y TABLEROS ELÉCTRICOS AUXILIARES.....	60
4.2. INTERRUPTORES MANUALES DE BAJA TENSIÓN.....	62
4.3. DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE CONDUCTORES.....	65
4.4. MEDIDAS CORRECTIVAS PARA CONDUCTORES.....	70
4.5. ESTADO DEL ALUMBRADO INCANDESCENTE, LUMINARIAS Y TOMACORRIENTES	70
5. CARGA INSTALADA.....	74
6. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RED ELÉCTRICA INTERNA DEL COLEGIO SALESIANO MALDONADO	84
6.1. DISTRIBUCIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO GENERAL.....	87
6.2. DISTRIBUCIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS DE CONTROL.....	89
7. PROPUESTA ECONÓMICA	99
7.1. ACLARACIONES SOBRE LA PROPUESTA ECONÓMICA.....	100
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	103
ANEXOS.....	104
BIBLIOGRAFÍA.....	114
INFOGRAFÍA.....	114

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1. Clasificación de los niveles de tensión en corriente alterna.	33
Tabla N°2. Fase correspondiente a cada interruptor N° 1 al N° 9.	36
Tabla N°3. Código de colores para conductores.	37
Tabla N°4. Fase correspondiente a cada interruptor N° 10 al N° 15.	38
Tabla N°5. Medición de Voltaje fase / tierra.	39
Tabla N°6. Medición de Voltaje de línea.	40
Tabla N°7. Medición de Voltaje de fase.	40
Tabla N°8. Voltaje fase / tierra	41
Tabla N°9. Voltaje de línea.	41
Tabla N°10. Voltaje de fase.	41
Tabla N°11. Directorio General de circuitos.	45
Tabla N°12. Distribución de circuitos para el Tablero N°1.	47
Tabla N°13. Distribución de circuitos para el Tablero N°2.	49
Tabla N°14. Distribución de circuitos para el Tablero N°3.	51
Tabla N°15. Distribución de circuitos para el Tablero N°4.	52
Tabla N°16. Distribución de circuitos para el Tablero N°5	54
Tabla N°17. Distancias de aislamiento para interruptores Manuales para tensión de 260V.	63
Tabla N°18. Capacidad de corriente para los interruptores de circuito del tablero eléctrico general.	89
Tabla N°19. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°1.	90
Tabla N°20. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°2.	91
Tabla N°21. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°3.	92
Tabla N°22. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°4.	93
Tabla N°23. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°5	94
Tabla N°24. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°6.	95
Tabla N°25. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°7.	96
Tabla N°26. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°8.	97
Tabla N°27. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°9.	98
Tabla N°28. Potencia instalada en la red eléctrica interna del Colegio Salesiano Maldonado.	98
Tabla N°29. Propuesta Económica.	99

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1. Tablero eléctrico de control general.	30
Figura N°2. Interruptor General para la red eléctrica interna.	30
Figura N°3. Diagrama eléctrico del tablero general.	32
Figura N°4. Disposición física para los interruptores N°1 al N°9.	35
Figura N°5. Disposición física para los interruptores N°10 al N°15.	38
Figura N°6. Tablero eléctrico N°1.	46
Figura N°7. Tablero eléctrico N°2.	48
Figura N°8. Tablero eléctrico N°3.	50
Figura N°9. Tablero eléctrico, salón 2A Sección primaria.	55
Figura N°10. Tablero eléctrico, salón 3A Sección primaria.	56
Figura N°11. Disposición física del cableado.	65
Figura N°12. Disposición física del cableado para bombillas.	66
Figura N°13. Disposición física del cableado eléctrico y telefónico.	67
Figura N°14. Disposición física del cableado eléctrico sin acceso directo.	67
Figura N°15. Disposición física del cableado eléctrico.	68
Figura N°16. Disposición física del cableado eléctrico para el Teatro.	68
Figura N°17. Interruptores en mal estado.	71
Figura N°18. Tomacorrientes en mal estado.	72
Figura N°19. Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico general.	88

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°1.	105
Anexo B. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°2.	106
Anexo C. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°3.	107
Anexo D. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°4.	108
Anexo E. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°5.	109
Anexo F. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°6.	110
Anexo G. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°7.	111
Anexo H. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°8.	112
Anexo I. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°9.	113

LISTA DE PLANOS

PLANO ARQUITECTÓNICO COLEGIO SALESIANO MALDONADO 1. Primer piso	27
PLANO ARQUITECTÓNICO COLEGIO SALESIANO MALDONADO 2. Segundo piso	28
PLANO ARQUITECTÓNICO – Tableros Eléctricos COLEGIO SALESIANO MALDONADO 3. Primer piso	43
PLANO ARQUITECTÓNICO – Tableros Eléctricos COLEGIO SALESIANO MALDONADO 4. Segundo piso	44

GLOSARIO

Accesible: Que está al alcance de una persona, sin valerse de medio alguno y sin barreras físicas de por medio.

Acometida: Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Aislador: Elemento aislante diseñado de tal forma que soporte un conductor y lo separe eléctricamente de otros conductores.

Aislante: Material que impide la propagación de algún fenómeno o agente físico. Material de tan baja conductividad eléctrica, que puede ser utilizado como no conductor.

Alto riesgo: Entiéndase como alto riesgo aquel riesgo cuya frecuencia esperada de ocurrencia y gravedad de sus efectos puedan comprometer fisiológicamente el cuerpo humano, produciendo efectos como quemaduras, impactos, paro cardíaco, fibrilación; u otros efectos físicos que afectan el entorno de la instalación eléctrica, como contaminación, incendio o explosión. La condición de alto riesgo se puede presentar por: Deficiencias en la instalación eléctrica, Práctica indebida de los procedimientos aplicados a la manipulación de redes y elementos eléctricos.

Análisis de riesgos: Conjunto de técnicas para definir, clasificar y evaluar los factores de riesgo y la adopción de las medidas para su control.

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.

Capacidad de corriente: Corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

Circuito: 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.

Clavija: Dispositivo que por inserción en un tomacorriente establece una conexión eléctrica entre los conductores de un cordón flexible y los conductores conectados permanentemente al tomacorriente.

Conductor activo: Aquellas partes destinadas, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometidas a una tensión en servicio normal.

Conductor energizado: Todo aquel que no está conectado a tierra.

Cortocircuito: Fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

Error: Acción desacertada o equivocada. Estado susceptible de provocar avería.

Falla: Degradación de componentes. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

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.

Instalación eléctrica: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Instalación eléctrica: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Interruptor de uso general: dispositivo para abrir y cerrar o para conmutar la conexión de un circuito, diseñado para ser operado manualmente. Su capacidad se establece en amperios y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal. Cumple funciones de control y no de protección.

Línea eléctrica: Conjunto compuesto por conductores, aisladores, estructuras y accesorios destinados al transporte de energía eléctrica.

Línea muerta: Término aplicado a una línea sin tensión o desenergizada.

Línea viva: Término aplicado a una línea con tensión o línea energizada.

Luminaria: Componente mecánico principal de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

Medidor: Instrumento mediante el cual se puede visualizar la magnitud de una variable, los medidores de energía eléctrica son conocidos también como contadores.

Neutro: Conductor activo conectado intencionalmente a una puesta a tierra, bien sólidamente o a través de una impedancia limitadora.

Norma: 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.

Previsión: Anticipación y adopción de medidas de protección ante la posible ocurrencia de un suceso, en función de los indicios observados y de la experiencia.

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.

Punto neutro: Es el nodo o punto de un sistema eléctrico, que para las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial con relación a cada una de las fases.

Red interna: Es el conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio público al inmueble a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

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

Servicio público domiciliario de energía eléctrica: Es el transporte de energía eléctrica desde las redes regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida su conexión y medición.

Tensión nominal: Valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

TIERRA (Ground o earth): 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 ó 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 automóviles.

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.

INTRODUCCIÓN

Toda instalación eléctrica comprende el conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados que cumplen una función específica como lo son la generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución y utilización de la energía eléctrica, en cada una de estas aplicaciones se deben adoptar normas que permitan garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema para prevenir y eliminar los riesgos de origen eléctrico que puedan causar accidentes y daños a personas, equipos, instituciones.

Para el diseño de instalaciones eléctricas se deben tener en cuenta las normas establecidas para dicho fin, en Colombia desde el año 2005 se adoptó el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETI) que establece los requisitos que deben cumplir las instalaciones para el uso de la energía eléctrica, de igual forma la norma NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano incluye los requerimientos para Instalaciones básicas y especiales.

Realizando el estudio de Red Eléctrica y consideraciones de potencia, dentro de las instalaciones del Colegio Salesiano Maldonado se identificaron fallas y deficiencias, en base a esto se realiza una propuesta de mejoramiento de la red eléctrica interna, contemplando las normas requeridas para su implementación y las necesidades propias de la institución.

El diseño de la red eléctrica interna para la institución contempla una nueva disposición y ubicación del tablero eléctrico general donde se instalan los elementos de mando, protección, medición (contadores), líneas repartidoras y conductores que permiten el suministro de energía eléctrica a las diferentes dependencias del colegio.

1. PROBLEMÁTICA

La distribución de la energía eléctrica en cualquier institución, y en especial en las educativas, debe cumplir las normas pertinentes establecidas en el código eléctrico colombiano y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, a fin de garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico, minimizando los riesgos de origen eléctrico que pueden perjudicar tanto a la comunidad como a los equipos y herramientas electrónicas necesarias para el desarrollo de las labores de la institución.

1.1. Planteamiento

El Colegio Salesiano Maldonado no cuenta con planos de la distribución e instalación eléctrica, ni con la señalización adecuada de la misma, esto impide solucionar problemas de forma rápida y eficaz, debido a que no existe claridad sobre la disposición del sistema eléctrico. La actual red eléctrica interna de la institución no cumple con la totalidad de normas necesarias para garantizar un sistema seguro y confiable.

1.2. Descripción

El principal inconveniente encontrado está relacionado con el tablero eléctrico de control general, ya que no cuenta con elementos de rotulado e instructivos para indicar la función y el circuito correspondiente de cada interruptor, algunos tableros eléctricos de control se encuentra ubicados dentro de aulas de clase y presenta un grado significativo de deterioro.

Debido a falta de mantenimiento, la red eléctrica interna ha sufrido un constante deterioro, en algunos lugares (techo y paredes) se encuentran cables expuestos,

sin ningún tipo de aislamiento incumpliendo con normas de seguridad eléctrica, dichas fallas en el sistema eléctrico han ocasionado problemas en puertas metálicas, tubos para distribución de gas y grifos que ponen en riesgo la seguridad de las personas ante posibles descargas eléctricas.

La institución cuenta con sistemas de puesta a tierra, algunos de estos han sido suprimidos buscando eliminar el riesgo de posibles descargas eléctricas, este problema puede ser causado por fallas en la instalación y diseño de los mismos. Otra de las fallas del sistema eléctrico está relacionada con la instalación de algunos elementos del alumbrado incandescente en la sección primaria, estas presentan defectos y su instalación es inapropiada, en varias dependencias del colegio existen tomas e interruptores que no cumplen ninguna función y su estado es de avanzado deterioro.

La institución requiere el uso de algunos dispositivos entre los cuales se encuentra soldadores, taladros y motobombas, debido a la carencia de tomacorrientes apropiados para este tipo instrumentos tienen que ser energizados de forma inadecuada

La instalación eléctrica, sus cambios y mantenimiento han sido realizados por diferentes personas en diferentes épocas, quienes no dejaron registro escrito de los trabajos desarrollados, esto ha impedido un total conocimiento de la función de cada uno de los dispositivos instalados y el mantenimiento que estos ameritan.

1.3. Delimitación

El trabajo consiste en realizar un estudio de red eléctrica y consideraciones de potencia, dentro de las instalaciones de Colegio Salesiano Maldonado, en base a estos resultados se podrá realizar el diseño de una nueva red eléctrica que contemple las normas y recomendaciones necesarias para garantizar la seguridad

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las instalaciones eléctricas tienen por objeto distribuir la energía eléctrica a los dispositivos y equipos que lo requieran procurando el mayor nivel de seguridad y eficiencia, economía, fácil acceso y flexible en caso de cambios y/o ampliaciones requeridas por el usuario. Una instalación que no se rija bajo las normas básicas de seguridad y señalización corre el riesgo de ocasionar accidentes y daños a personas y equipos causados por sobrecargas, cortocircuitos, ausencia de electricidad, contacto directo o indirecto con conductores energizados, entre otros.

La seguridad es una de las características de las instalaciones eléctricas implementadas bajo la normatividad requerida, ya que se minimiza o elimina los riesgos para las personas y equipos que hace uso de la energía eléctrica, seguridad en instalaciones eléctricas involucra selección adecuada de dispositivos de mando y control, conductores, señalización, de acuerdo a la carga que se necesita energizar. También se debe garantizar la conexión a tierra de todos los equipos y elementos metálicos accesibles.

La red eléctrica interna de la institución, debe cumplir con los requerimientos necesarios para garantizar la seguridad de la comunidad educativa eliminando de la red eléctrica las fallas y deficiencias que puedan ocasionar riesgos de tipo eléctrico que puedan afectar a personas o equipos asociados a la red eléctrica.

El diseño de la nueva disposición de la red eléctrica en las instalaciones del Colegio Salesiano Maldonado, permitirá lograr un sistema eficiente de acuerdo al consumo de energía eléctrica necesario en la institución contemplando posibles ampliaciones de la red, es decir que los circuitos sean flexibles en caso de

y confiabilidad del sistema eléctrico. El diseño de una nueva red para la distribución interna de la energía eléctrica dentro de la institución debe contemplar mejoras a futuro del mismo.

Como parte del trabajo se incluye un diagnóstico del estado actual de la institución en cuanto a la instalación eléctrica identificando las fallas y deficiencias de la misma, esto permite realizar un diseño que garantice la corrección de las fallas existentes y de solución a las deficiencias presentadas actualmente de acuerdo a las necesidades de la institución. En base al trabajo realizado se presenta una propuesta económica que contempla: la adquisición de materiales necesarios para la correcta implementación de la red eléctrica, estableciendo prioridades, teniendo en cuenta el estado actual y las necesidades de la institución.

cambios necesarios en las instalaciones de acuerdo con los requerimientos de la institución.

En la actualidad las labores de mantenimiento se dificultan debido a que no se tiene claridad sobre la disposición actual de la red, esto puede ser un factor relevante que aumenta los costos para este tipo de labores, un diseño que contemple una correcta disposición de los elementos conductores y la distribución de la carga para cada uno de los tableros eléctricos permite que las labores de mantenimiento y adecuación de la red puedan ser realizadas de una manera adecuada con reducción de tiempo y costos.

1.4 MARCO TEÓRICO

NORMATIVIDAD PARS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Según la norma IEC serie 50 ó IEEE 100 y el RETIE, se entiende por instalación eléctrica todo conjunto de circuitos y aparatos eléctricos asociados para cumplir funciones de generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica¹. Entre estos dispositivos se encuentran transformadores, tableros, interruptores, cables, conexiones y contactos.

Toda instalación eléctrica debe estar sujeta al cumplimiento de normas y estándares que garanticen la seguridad y confiabilidad de la misma, este tipo de normas son establecidas para Colombia por el Código eléctrico Colombiano y por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, este tipo de normas buscan garantizar la seguridad de los usuarios evitando la presencia de riesgos eléctricos debido a instalaciones y usos inadecuadas de las mismas, dentro de los principales objetivos del RETIE

SISTEMAS TRIFÁSICOS

Un sistema trifásico está constituido por tres tensiones de igual magnitud que se encuentran desfasadas 120° entre sí, de esta forma está conformado por cuatro elementos trifásicos, tres para cada una de las fases y uno correspondiente a neutro. Se prefiere este tipo de sistemas de distribución de energía eléctrica en vez de los sistemas de fase única teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

¹ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo I “Disposiciones Generales”.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un estudio de Red Eléctrica y consideraciones de Potencia, dentro de las instalaciones del Colegio Salesiano Maldonado que permita identificar el origen de las fallas y deficiencias para proponer medidas correctivas que permitan corregir los aspectos necesarios para su mejoramiento.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar la distribución y el estado de la red eléctrica, dentro de las instalaciones del colegio Salesiano Maldonado.
- Identificar el origen de las fallas y deficiencias de la instalación eléctrica dentro de las instalaciones del colegio Salesiano Maldonado.
- Diseñar la distribución interna para la Red Eléctrica cumpliendo con las normas establecidas en el Código Eléctrico Colombiano y RETIE, presentando las recomendaciones pertinentes para la corrección de las fallas y deficiencias presentes en estas instalaciones.
- Elaborar un presupuesto a la fecha, incluyendo recursos técnicos y económicos necesarios para la implementación de una nueva red Eléctrica en las instalaciones del Colegio Salesiano Maldonado.

- Las líneas de distribución son más ligeras y fáciles de instalar, las estructuras de apoyo son de menor volumen y se puede contemplar una mayor distancia entre ellas.
- Se pueden utilizar conductores de menor calibre para la transmisión de energía eléctrica para energizar circuitos que requiera un mayor consumo de potencia con el mismo voltaje con respecto a los sistemas de distribución monofásicos, esto reduce la cantidad de cable y alambre utilizado para la distribución de energía eléctrica, este aspecto permite disminuir los costos y el mantenimiento requerido en las redes eléctricas.
- Energizando una carga de igual potencia eléctrica, las corrientes a través de los conductores son inferiores con respecto a las que se presentan en un sistema monofásico.
- En un sistema trifásico se tiene la posibilidad de conectar cargas monofásicas y trifásicas simultáneamente.

La red eléctrica en el caso del Colegio Salesiano Maldonado, corresponde a un sistema trifásico, por lo tanto es necesario proponer una nueva distribución para la carga instalada, procurando que la carga asociada a cada fase permanezca equilibrada, de esta forma se busca garantizar que a través del neutro no circule ninguna corriente y que las intensidades en las fases sean las mismas. Las consideraciones de potencia que se proponen este trabajo se sugiere implementar una nueva distribución para el tablero eléctrico general y los tableros eléctricos de distribución y control para los circuitos de las diferentes dependencias de la institución.

3. DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED ELÉCTRICA EN LAS INSTALACIONES DEL COLEGIO SALESIANO MALDONADO

En la primera visita a las instalaciones de Colegio Salesiano Maldonado, realizada el 27 de Febrero de 2007, se indagó sobre las necesidades más relevantes para la institución en materia de instalaciones eléctricas y consideraciones de potencia, a partir de esta primera actividad de campo se lograron identificar algunos aspectos sobre los cuales por medio del estudio de las instalaciones eléctricas y las correspondientes consideraciones de potencia, es posible formular algunas propuestas y alternativas de solución a fallas y deficiencias presentadas en la red eléctrica interna de la institución.

Dentro de los aspectos encontrados se encontró que no existen planos eléctricos o arquitectónicos que muestren la distribución e instalación eléctrica dentro de la institución, el trabajo realizado tuvo por objeto el levantamiento de un plano eléctrico que le permita a la institución tener una herramienta de apoyo que facilite las tareas de adecuación, remodelación y mantenimiento de la red eléctrica cuando lo sea necesario.

En el levantamiento del plano eléctrico tablero eléctrico de distribución general se encontró que los interruptores de circuito no indican la función que cada uno de ellos cumple, se hace necesario replantear la ubicación de algunos tableros de interruptores que están dentro de algunos salones, otro aspecto importante a considerar en la propuesta está relacionado con la correcta disposición que deben tener los elementos conductores en una instalación eléctrica, ya que en algunos lugares (techo y paredes) se encuentran cables expuestos, sin ningún tipo de aislamiento.

Debido a estos aspectos mencionados anteriormente se han generado instalaciones eléctricas inapropiadas en puertas metálicas, tubos para distribución de gas y grifos lo que podría bajo determinadas circunstancias generar riesgos de tipo eléctrico para la seguridad de las personas ante posibles descargas eléctricas por contacto directo o indirecto con los elementos conductores de energía eléctrica.

Otro de los objetivos que se busca lograr con la elaboración de la propuesta, es dar solución a la problemática de la iluminación de la sección primaria la cual presenta defectos en instalación dispositivos, también se propone la corrección de fallas de algunos tomacorrientes e interruptores en varios lugares de la institución ya que presentan un alto grado de deterioro.

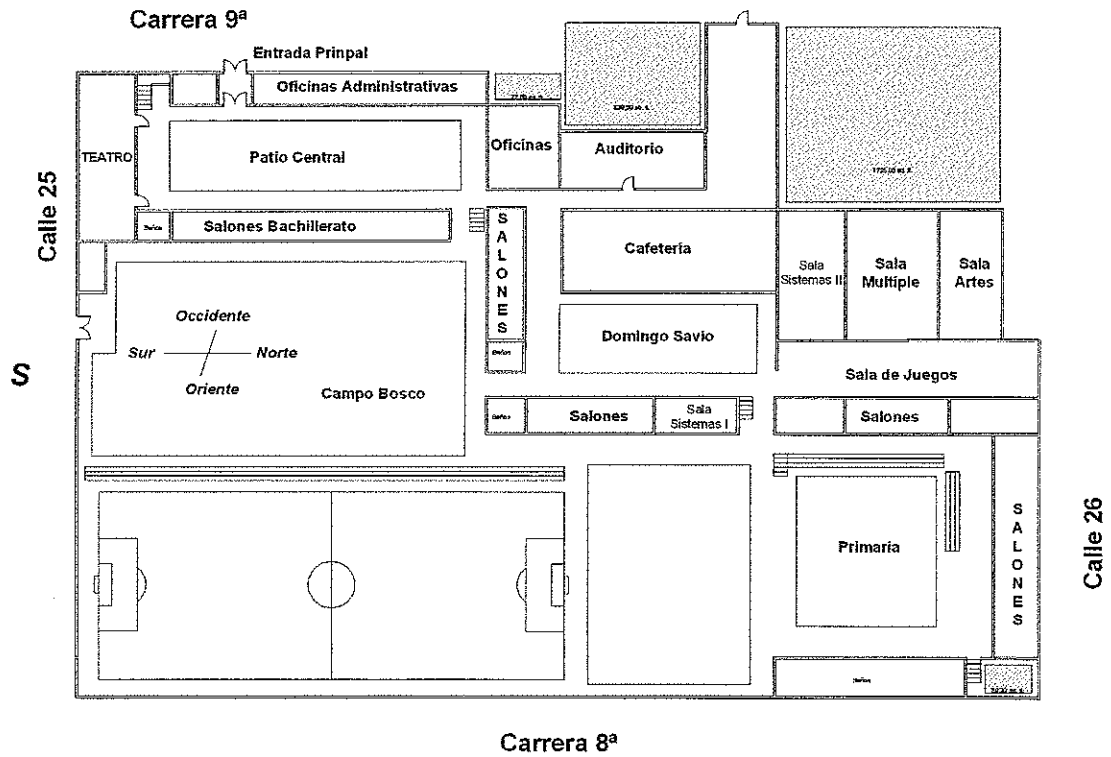
Dentro de las alternativas de solución se busca proponer la instalación adecuada de la red para que sea posible manejar dispositivos soldadores y motobombas necesarios para el desarrollo de algunas funciones propias de las necesidades de la institución. Parte de las deficiencias de esta red radica en no tener un sistema unificado de puesta a tierra y algunos de estos han sido suprimidos buscando eliminar el riesgo a posibles descargas eléctricas que se presentan en algunas puertas y grifos de materiales metálicos.

La red eléctrica interna del colegio Salesiano Maldonado corresponde a un sistema trifásico de baja tensión, según la clasificación de los niveles de tensión de corriente alterna incluida en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

Los siguientes planos muestran la ubicación del Colegio Salesiano Maldonado, la distribución de los tableros eléctricos de la institución y las diferentes dependencias de esta institución:

PLANO ARQUITECTÓNICO COLEGIO SALESIANO MALDONADO

1. Primer piso

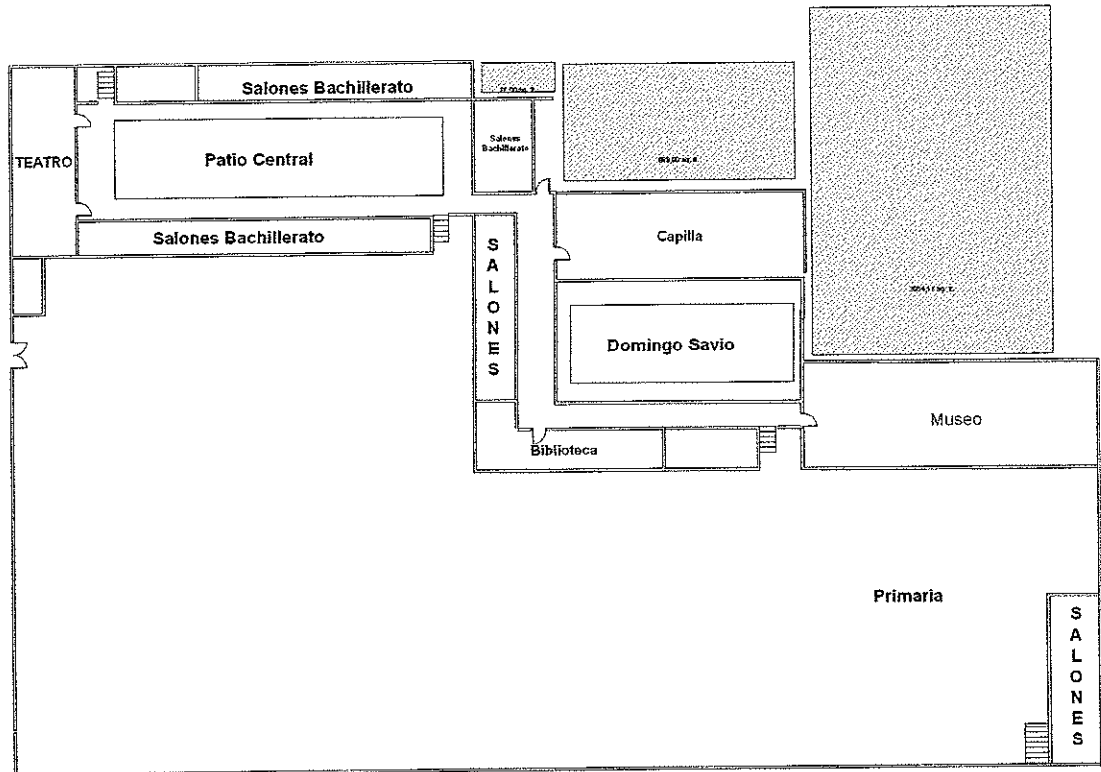


Carrera 8ª

Fuente: Autor

**PLANO ARQUITECTÓNICO
COLEGIO SALESIANO MALDONADO**

2. Segundo piso



Fuente: Autor

3.1. DISPOSITIVOS DE CONTROL TABLERO ELÉCTRICO GENERAL

En el tablero eléctrico general se encuentran los dispositivos de mando y control, protección, contadores, y líneas de distribución que suministran la energía eléctrica a las diferentes dependencias de la edificación. Este tablero debe estar alejado de instalaciones o sistemas de telefonía, acueducto y gas². Las figuras N° 1 y N° 2, muestran la disposición actual del tablero eléctrico general para la red interna de la institución, se encuentra ubicado en el pasillo de las escaleras del costado sur sección bachillerato., todos los interruptores son de operación manual.

El tablero eléctrico general se encuentra alejado de instalaciones como: sistemas de telefonía, acueducto y gas, por lo tanto cumple uno de los parámetros de seguridad más importantes establecidos para la instalación de tableros eléctricos. Este tablero es accesible y en él se encuentran los siguientes dispositivos de medición y control:

- Interruptor General para la red interna de la institución.
- Interruptor para sistema eléctrico del teatro.
- 27 interruptores de circuito.
- Voltímetro.
- Conmutador trifásico para voltímetro.
- Conmutador para planta.
- Contador Trifásico.

² EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE CONSUMO - INSTALACIONES BÁSICAS, FRANCISCO FABREGAT GIL, THOMSON PARANINFO, ESPAÑA, 2002, Pagina 9.

La figura N° 1, muestra el estado actual del tablero eléctrico general:

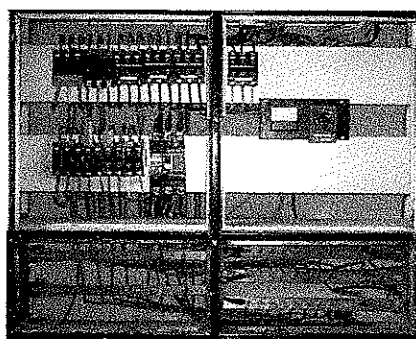


Figura N°1.
Tablero eléctrico de control general.
Fuente: Autor

La totalidad de los interruptores de circuito se encuentran instalados sobre superficies metálicas, el material que conforma el tablero eléctrico es en mayor parte de madera, las tres puertas que dan acceso a este tablero están construidas en vidrio con marcos metálicos, cada una de ellas tiene llave, existen dos puertas en la parte inferior de este tablero las cuales pueden ser fácilmente retiradas, esto puede considerarse un riesgo para las personas en caso de contacto directo ya estas que dan acceso a las líneas de distribución de la red R, S, T, tierra y neutro.

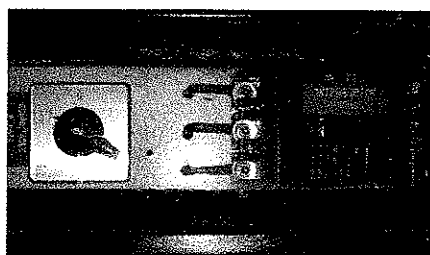


Figura N°2.
Interruptor General para la red eléctrica interna.
Fuente: Autor

En la figura N°1 se pudo observar el tablero de interruptores de circuito para las diferentes dependencias, el interruptor para el sistema eléctrico del teatro, voltímetro y un conmutador trifásico para la medición de voltajes 0, RS, RT, y ST, el Multímetro no se encuentra en funcionamiento, la figura N°2 muestra el

interruptor general y un conmutador para planta de tres posiciones, este dispositivo es instalado para realizar la conmutación entre dos sistemas de suministro o redes eléctricas por medio de las posiciones 1 y 2, la posición 0 suspende el suministro de energía eléctrica a la red, en la actualidad existe un único sistema de suministro de energía (posición 1), en alguna de las dos posiciones restantes (0 y 2) se suspende el suministro de energía hacia la red.

La actual disposición del tablero eléctrico no es la apropiada para la institución, la inspección de este tablero permitió identificar los siguientes aspectos sobre los cuales se deben adoptar medidas correctivas:

- Es accesible y se pueden generar riesgos de tipo eléctrico por contacto con los elementos conductores.
- Los interruptores de circuito no cuentan con la señalización necesaria para indicar el circuito asociado a cada uno de estos dispositivos.
- Los conductores no cumplen con el código de colores para conductores aislados.
- Los materiales y la construcción física del tablero no cumplen con las condiciones estipuladas en el Código Eléctrico Colombiano y el RETIE, para tableros eléctricos.

La normatividad y las medidas correctivas que se deben adoptar se incluyen en el documento en el capítulo 4. "MEDIDAS CORRECTIVAS", estos aspectos forman parte de la propuesta cuyo objeto es corregir las fallas presentadas en la red eléctrica de la institución.

3.1.1. DIAGRAMA ELÉCTRICO TABLERO GENERAL

El siguiente esquema muestra el diagrama eléctrico de conexión para el tablero general mostrado en la figura N° 1, el voltímetro no se encuentra en funcionamiento, al igual que el conmutador para Multímetro y el conmutador de planta que se encuentra ubicado junto al interruptor general ver figura N° 2.

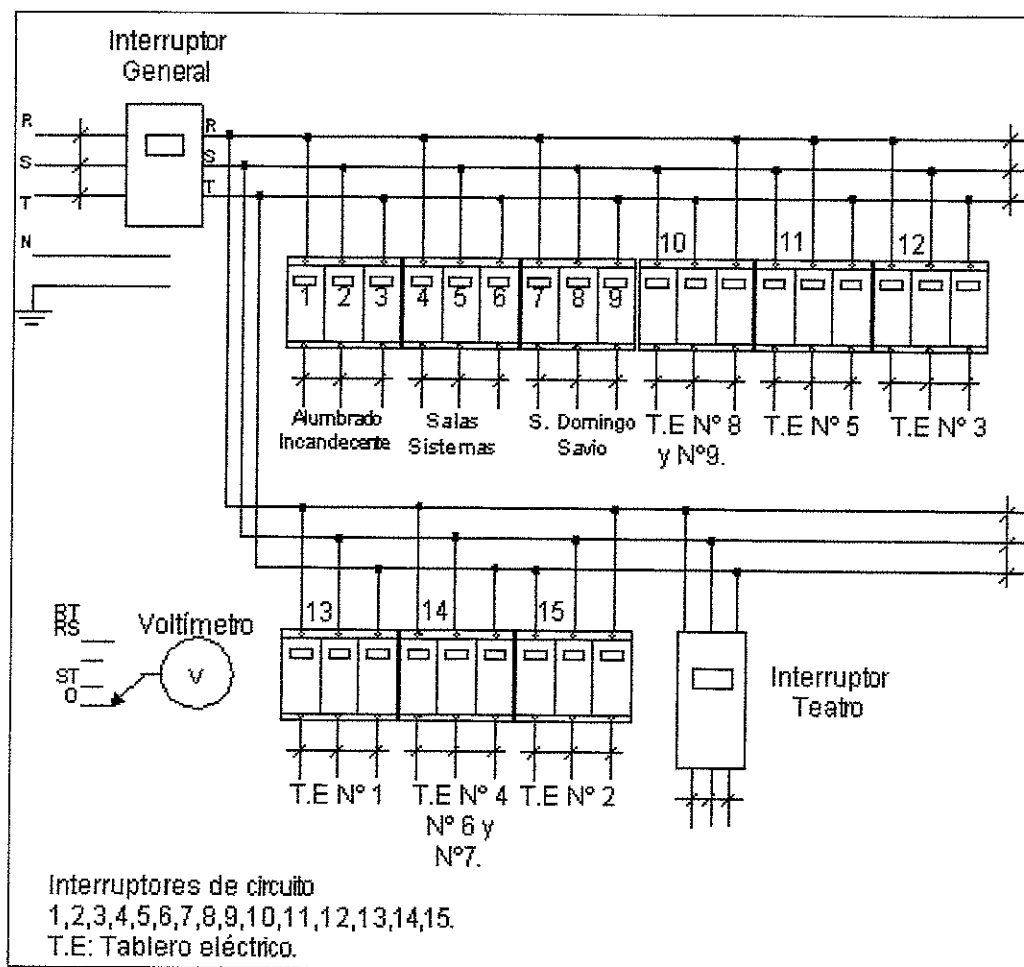


Figura N°3.
Diagrama eléctrico del tablero general.
Fuente: Autor

Según el capítulo II, del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Artículo 8° "Clasificación de los niveles de tensión en corriente alterna", la red eléctrica interna del Colegio Salesiano Maldonado, corresponde a una red de Baja tensión

(BT)³ debido a que el nivel de tensión se encuentra este rango según los parámetro de clasificación establecidos por el RETIE, “la tensión nominal es mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V”. La siguiente tabla corresponde a la Clasificación de los niveles de tensión en corriente alterna.

Tabla N°1. Clasificación de los niveles de tensión en corriente alterna.

Nivel de Tensión	Rango de voltaje
Extra alta tensión (EAT)	Tensiones superiores a 230 kV
Alta tensión (AT)	$57,5 \text{ kV} \leq \text{Tensiones} \leq 230 \text{ kV}$
Media tensión (MT)	$1000 \text{ V} \leq \text{Tensiones} < 57,5 \text{ kV}$
Baja tensión (BT)	$25 \text{ V} \leq \text{Tensiones} < 1000 \text{ V}$
Muy baja tensión	Tensiones menores de 25 V

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.

Según el RETIE, toda instalación eléctrica debe asociarse a uno de los niveles de tensión mencionados en la tabla N°1, la norma aclara que si en la instalación existen circuitos o elementos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se debe clasificar en el nivel correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada dentro del mismo.

Características eléctricas de los dispositivos del tablero eléctrico general:

INTERRUPTOR GENERAL

Marca: CAP SYM - Tipo: On – Off

JIS AC 460 V – 35 KA

AC 220 V – 5KA

IEC BS

AC 550 V – 25 KA

AC 415 V – 35 KA

AC 240 V – 50 KA

³ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo II, Artículo 8° “Clasificación de los niveles de tensión en corriente alterna”

INTERRUPTOR PARA SISTEMA ELÉCTRICO DEL TEATRO

Marca: CAP SYM - Tipo: EBC

AC 550 V – 7.5 KA

AC 460 V – 10 KA

AC 220 V – 25 KA

IEC BS

AC 500 V – 7.5 KA

AC 415 V – 10 KA

AC 380 V – 18 KA

AC 240 V – 25 KA

VOLTÍMETRO

Marca: Techman

Rango: 0 – 300 VAC, Este dispositivo no se encuentra en operación ya que no existe la conectividad necesaria para realizar la medición de tensión, aunque el dispositivo se encuentra en buen estado.

CONMUTADOR TRIFÁSICO PARA VOLTÍMETRO

Selector de cuatro posiciones: 0, RS, RT, y ST. Al igual que el voltímetro, este dispositivo no se encuentra en operación ya que no cuenta con la conectividad necesaria hacia la red eléctrica y el voltímetro para realizar la conmutación entre RS, RT, y ST. El dispositivo se encuentra en buen estado.

CONTADOR

Contador kilovatio/hora, para corriente trifásica.

Modelo: C52

No: 7201870

Voltaje: 220/127

Revoluciones/KWh: 90

3 X 50 A 60c/s.

3.1.2. INTERRUPTORES DE CIRCUITO

Un interruptor o breaker, es un dispositivo eléctrico que se implementa con el fin de tener seguridad en los sistemas de cableado eléctrico, estos elementos manejan un determinado rango de voltaje y corriente especificado por el fabricante, cuando se presenta un valor de voltaje o corriente superior al permitido por el dispositivo, este interrumpe el flujo eléctrico se interrumpe.

De los veintisiete interruptores de propósito general solo dos de ellos, interruptor 4 y 10 se encuentran enumerados de forma correcta, los restantes no lo están. Los interruptores se encuentran configurados para controlar los diferentes circuitos y tableros eléctricos correspondientes a las diferentes dependencias de la institución, el sistema eléctrico es trifásico y su configuración es la siguiente:

INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Numero 1 al 9:

Estos interruptores de circuito se encuentran instalados sobre superficie metálica, solo dos de ellos conservan los rótulos empleados para su enumeración (Interruptores 4 y 10), los restantes se encontraron rotos o fuera de su lugar, la figura N° 4 muestra la disposición física de estos interruptores de circuito en el tablero eléctrico general.

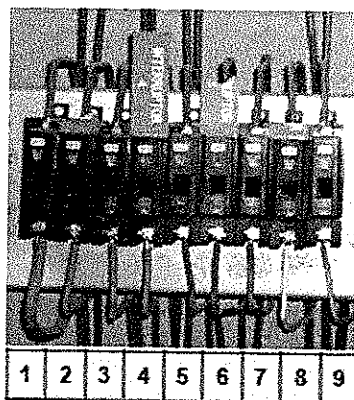


Figura N°4.
Disposición física para los interruptores N°1 al N°9.
Fuente: Autor

La Tabla N° 2, relaciona las características eléctricas de cada uno de los anteriores interruptores de circuito, capacidad de corriente y voltaje, marca y fase a la cual se encuentra asociado.

Tabla N°2. Fase correspondiente a cada interruptor N° 1 al N° 9.

Interruptor	Fase	Capacidad de corriente/voltaje	Marca
1	R	40 A/ 380V	exe
2	S	40 A/ 380V	exe
3	T	40 A/ 380V	exe
4	R	40 A/ 380V	exe
5	S	40 A/ 380V	exe
6	T	40 A/ 380V	exe
7	R	60 A/ 380V	exe
8	S	20 A/ 380V	exe
9	T	20 A/ 380V	exe

Fuente: Autor

La Figura N°3 muestra el estado actual de los interruptores, se puede identificar un desacato a la norma de Código de colores para conductores activos y aislados, según el Capítulo II REQUISITOS TÉCNICOS ESENCIALES, Artículo 11° SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD, numeral 4, el cual establece la norma de Código de colores para conductores aislados.

Esta norma establece el Código de colores para conductores aislados y busca evitar accidentes por interpretaciones erróneas de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, se tomará como válida para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito es también aplicable a conductores desnudos⁴.

⁴ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo II, Artículo 11° “Señalización de seguridad”, Numeral 4° “Código de colores para conductores aislados”.

La tabla N° 3 indica el código de colores para los conductores aislados, incluida en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

Tabla N°3. Código de colores para conductores.

SISTEMA	1 ϕ	1 ϕ	3 ϕ Y	3 ϕ Δ	3 ϕ Δ -	3 ϕ Y	3 ϕ Δ
TENSIONES NOMINALES	120 V	240 /120V	208 /120V	240V	240/208 /120V	480 /277V	480V
CONDUCTORES ACTIVOS	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 3 hilos
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo
NEUTRO	Bianco	Bianco	Bianco	No Aplica	Bianco	Gris	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
TIERRA AISLADA	Verde amarillo	Verde amarillo	Verde amarillo	No aplica	Verde amarillo	No aplica	No aplica

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.

Según esta norma y el tipo de red a la que pertenece la institución de acuerdo al nivel de tensión y a la configuración del sistema (sistema trifásico en Y), se deben adoptar las disposiciones señaladas en la tabla N° 3 y resaltadas en tono azul.

INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Numero 10 al 15:

Estos interruptores, son agrupados para controlar circuitos trifásicos, es decir cada grupo está conformado por tres interruptores de circuito cada uno de ellos corresponde a una de las fases de la red R, S y T, su disposición física y la fase correspondiente a cada uno de estos interruptores se muestra en la siguiente figura, los interruptores de circuito se encuentran enumerados teniendo en cuenta este tipo de agrupamiento. La figura N° 5 muestra la disposición física de estos interruptores dentro del tablero eléctrico general

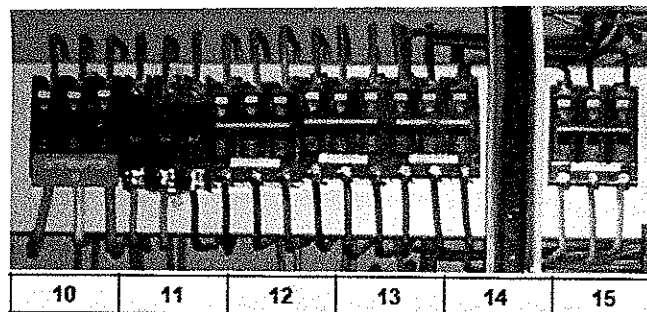


Figura N°5.
Disposición física para los interruptores N°10 al N°15.
Fuente: Autor

Cada uno de los grupos de interruptores de la Figura N°5, está compuesto por tres interruptores (a, b y c), correspondientes al control de una determinada fase. La tabla N° 4 indica la fase correspondiente a cada interruptor.

Tabla N°4. Fase correspondiente a cada interruptor N° 10 al N° 15.

Interruptor	Capacidad de corriente/voltaje	Marca	Fase		
			A	b	c
10	60 A/ 380V	exe	S	T	R
11	50 A/ 380V	exe	S	R	T
12	70 A/ 380V	exe	R	S	T
13	70 A/ 380V	exe	R	S	T
14	60 A/ 380V	exe	R	S	T
15	60 A/ 380V	exe	T	S	R

Fuente: Autor

Estos interruptores de circuito presentan igual situación que los interruptores 1 al 9, ya que no cumplen con los requerimientos establecidos por el RETIE sobre señalización de seguridad y código de colores para conductores aislados, por lo tanto es necesario tomar en cuenta las recomendaciones mencionadas para el caso anterior.

La revisión del tablero eléctrico general tuvo por objeto identificar la función de cada uno de los interruptores de circuitos de la instalación eléctrica de la institución y el estado de operación en el que se encuentran es decir su correcto funcionamiento.

Antes de verificar el circuito correspondiente a cada uno de los interruptores, se identifico que cada uno de ellos estuviera asociado al interruptor general de la red, para esto se realizaron los siguientes pasos:

Identificar la fase correspondiente a cada uno de los interruptores de circuito mediante mediciones de continuidad, entre la terminal de conexión del interruptor y línea de distribución de cada fase (R, S y T).

Se verificó que cada una de las líneas de distribución correspondiente a cada fase dependen del interruptor general para la red, en esta parte también se llevaron a cabo mediciones de continuidad y se verificó que la totalidad de interruptores de circuito desde el numero 1 al 15 y el interruptor para el sistema eléctrico del teatro, dependen del interruptor general. Se realizó otra prueba para verificar que el interruptor general es totalizador para la red eléctrica interna de la institución, En posición OFF el interruptor general interrumpe el flujo de energía hacia las líneas de distribución (R, S y T).

En posición ON el interruptor permite que las líneas de distribución se energicen, realizando la medición del voltaje mientras que ninguna luminaria, bombilla o tomacorriente se encontraba en funcionamiento, se obtuvo los siguientes resultados:

Voltajes Fase -Tierra:

Todos los valores se encuentran expresados en voltaje AC.

Tabla N°5. Medición de Voltaje fase / tierra.

	R-Tierra VAC	S-Tierra VAC	T-Tierra VAC
	124	122,1	122,6
	123,8	122,9	122,9
	123,3	124,8	124,9
Promedio	123,7	123,266667	123,466667

Fuente: Autor

Voltajes de Línea:

Voltaje de línea es la diferencia de potencial que existe entre las líneas de un sistema de única fase o polifásico, todos los valores e encuentran expresados en voltaje AC.

Tabla N°6. Medición de Voltaje de línea.

	VRS VAC	VST VAC	VRT VAC
	215,5	212,5	214,8
	215,6	212,9	215,6
	214,7	212,7	215,2
Promedio	215,266667	212,7	215,2

Fuente: Autor

Voltajes de Fase:

Voltaje de fase es la diferencia de potencial que existe entre la línea y el neutro en un sistema trifásico conectado en estrella (Y), y entre líneas para un sistema trifásico conectado en delta (Δ), la red de la institución corresponde a un sistema trifásico en estrella, todos los valores e encuentran expresados en voltaje AC.

Tabla N°7.
Medición de Voltaje de fase.

	VRN VAC	VSN VAC	VTN VAC
	122,4	123,4	122,7
	122,2	122,6	122,8
	122,5	122,8	122,5
Promedio	122,366667	122,933333	122,666667

Fuente: Autor

Los anteriores resultados de las mediciones de voltaje se resumen en las tablas N° 8, 9 y 10, donde se incluyen los valores correspondientes al promedio de cada una de las mediciones de voltaje realizadas.

Voltajes Fase / Tierra:

Tabla N°8. Voltaje fase / tierra.

Medición de Voltaje Fase/Tierra	
V (R-Tierra)	123,7 VAC
V (S-Tierra)	123,3 VAC
V (T-Tierra)	123,5 VAC

Fuente: Autor

Voltajes de Línea:

Tabla N°9. Voltaje de línea.

Medición de Voltajes de Línea	
VRS	215,3 VAC
VST	212,7 VAC
VRT	215,2 VAC

Fuente: Autor

Voltajes de Fase:

Tabla N°10. Voltaje de fase.

Medición de Voltajes de Fase	
VRN	122,4 VAC
VSN	122,9 VAC
VTN	122,7 VAC

Fuente: Autor

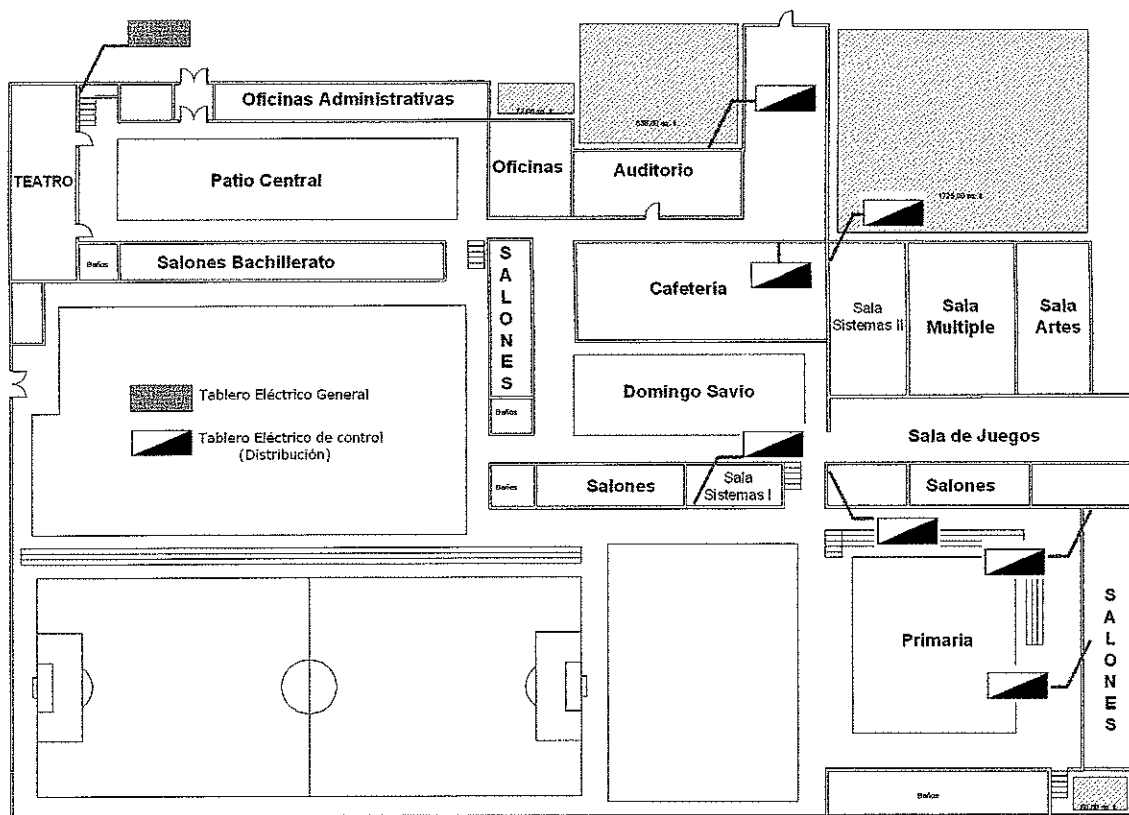
Las anteriores mediciones se realizaron entre las líneas de distribución antes de tomar cada una de las derivaciones para cada uno de los circuitos correspondientes a las diferentes dependencias, estos valores corresponden al voltaje de alimentación del sistema. Se realizaron estas mediciones con el propósito de verificar el nivel de tensión de la red eléctrica interna de la institución en las líneas de distribución del tablero eléctrico general y en cada uno de los tableros eléctricos de control y distribución, de esta forma se verificó que no existen conexiones erróneas dentro de la red.

En el tablero eléctrico general se encuentra un voltímetro y un conmutador para este dispositivo, como se menciono anteriormente estos elementos se encuentran en buen estado pero no cuentan con la conectividad necesaria para indicar los niveles de tensión suministrados a la red, es necesario realizar el cableado necesario para lo conectividad de estos dispositivo pero es necesario que estos sean ubicados de forma adecuada dentro de un nuevo armario para el tablero eléctrico general que cumpla con los parámetros y normas establecidas para este tipo de elementos dentro de una instalación eléctrica, los cuales se mencionan en el capítulo correspondiente a Medidas correctivas, ya que en la actualidad estos dispositivos se encuentran instalados sobre bases de madera, situación que no se ajusta a las normas establecidas en el RETIE y la norma NTC 2050.

3.2. DIRECTORIO DE CIRCUITOS TABLERO ELÉCTRICO GENERAL

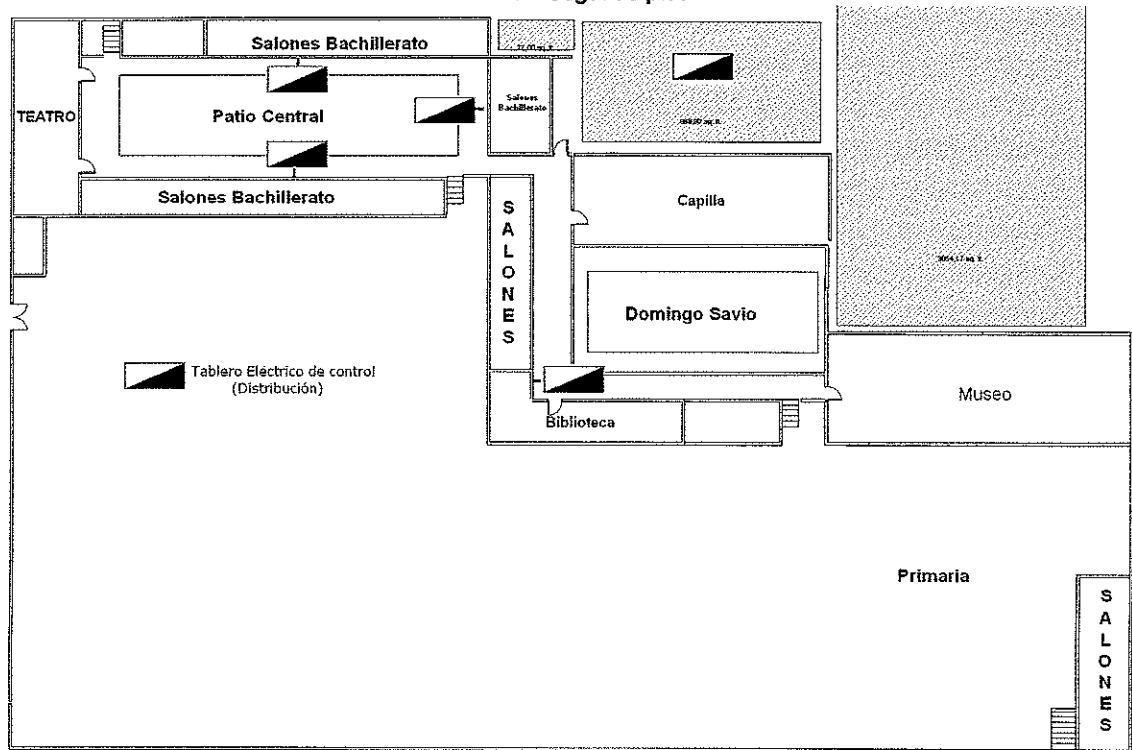
Para identificar el circuito controlado por cada uno de los interruptores del tablero general, fue necesario establecer el número total de tableros eléctricos de control ubicados en las instalaciones del colegio, del total de estos tableros solo tres de ellos se encuentran numerados y corresponden a los tableros 1, 2 y 3, los cuales se encuentran en el segundo piso del edificio principal, los planos arquitectónicos 3 y 4 muestran la ubicación del tablero eléctrico general y los tableros de control y distribución, dentro de las instalaciones del Colegio Salesiano Maldonado:

PLANO ARQUITECTÓNICO – Tableros Eléctricos
COLEGIO SALESIANO MALDONADO
3. Primer piso



Fuente: Autor

**PLANO ARQUITECTÓNICO – Tableros Eléctricos
COLEGIO SALESIANO MALDONADO
4. Segundo piso**



Fuente: Autor

Los demás tableros no cuentan con numeración, realizando las pruebas pertinentes para la identificación de los circuitos controlados por cada interruptor del tablero eléctrico general, se encontró que la numeración de los tableros eléctricos de control 1, 2 y 3 no corresponden con la numeración de los interruptores del tablero eléctrico general, los interruptores que controlan estos circuitos (tableros eléctricos de control) son el numero 13, 15 y 14 respectivamente.

Dentro de la institución se encuentra un total de diez tableros eléctricos de control, cada uno de estos corresponde a un circuito controlado por uno de los interruptores del tablero eléctrico de control general, la tabla N° 11 muestra la relación de los interruptores del tablero eléctrico general y circuito asociado o tablero eléctrico de control y distribución asociado a cada uno de estos dispositivos.

Tabla N°11. Directorio General de circuitos.

Interruptor tablero eléctrico general	Tablero eléctrico de control (circuito asociado)
1	Alumbrado Incandescente
2	
3	
4	Salas de sistemas
5	
6	
7	S. Domingo Savio
8	
9	
10	8, 9 y 10
11	5 y 7
12	3
13	1
14	4 y 6
15	2

Fuente: Autor

Este directorio de circuito no se encuentra en el tablero eléctrico de control o en documentos pertenecientes a la institución, se elaboró con el propósito de generar un elemento de ayuda de ser necesario implementar cambios en la red, adecuaciones, remodelaciones o mantenimiento de la red eléctrica.

3.2.1. TABLEROS ELÉCTRICOS

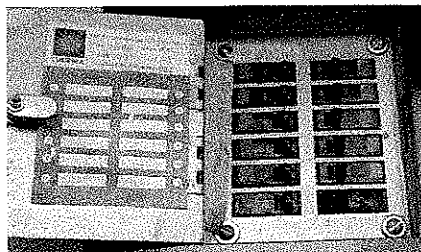
TABLERO ELÉCTRICO N°1

Ubicación: pasillo occidental, segundo piso de la sección Bachillerato.

Controlado por: Interruptor N° 13 del tablero eléctrico general.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para doce circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Capacidad de corriente por cada contacto: 120 A.
- Marca: Luminex.



*Figura N°6.
Tablero eléctrico N°1.
Fuente: Autor*

La figura N° 6, muestra la disposición física de este tablero eléctrico de control N° 1, la tabla N°12 se indica el circuito correspondiente a cada interruptor.

Tabla N°12. Distribución de circuitos para el Tablero N°1.

Interruptor	Circuito
1	Tomacorrientes segundo piso
2	Alumbrado Incandescente Salón 256
3	Alumbrado Incandescente primer piso
4	Alumbrado Incandescente Salón 255
5	Tomacorrientes computadores
6	Alumbrado Incandescente Salón 254
7	Tomacorrientes Primer piso
8	Alumbrado Incandescente Patio
9	Tomacorrientes primer piso
10	Luminarias de sodio
11	Alumbrado Incandescente corredor (2 ^{do} piso occidente)
12	Alumbrado Incandescente Patio

Fuente: Autor

Los doce interruptores cumplen de forma adecuada con la función especificada en las etiquetas. Las luminarias de sodio y la luminaria mixta se encuentran ubicadas en el marco del patio central de la sección bachillerato.

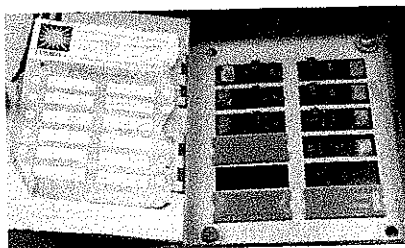
TABLERO ELÉCTRICO N°2

Ubicación: pasillo norte, segundo piso de la sección Bachillerato.

Controlado por: Interruptor N° 15 del tablero eléctrico de control.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para doce circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Capacidad de corriente por cada contacto: 120 A.
- Marca: Luminex.



*Figura N°7.
Tablero eléctrico N°2.
Fuente: Autor*

La figura N° 7, muestra la disposición física de este tablero eléctrico de control N°2, la tabla N°13, indica el circuito correspondiente a cada interruptor.

Tabla N°13. Distribución de circuitos para el Tablero N°2

Interruptor	Circuito
1	Alumbrado Incandescente Salón 252
2	Luminaria (Reflector)
3	Alumbrado Incandescente Salón 206
4	Luminaria (Reflector)
5	Alumbrado Incandescente Salón 253
6	Luminaria (mixta)
7	No implementado
8	Luminaria (mixta)
9	No implementado
10	No se conoce su función
11	No implementado
12	No implementado

Fuente: Autor

En este tablero, cuatro de los interruptores no se encuentran implementados, y no se conoce la función que cumple el interruptor N°10, los restantes cumplen con la función especificada, el tablero presenta algunas señales de deterioro, al igual que el tablero N°1, las luminarias de estos circuitos se encuentran ubicadas en el patio central de la sección bachillerato.

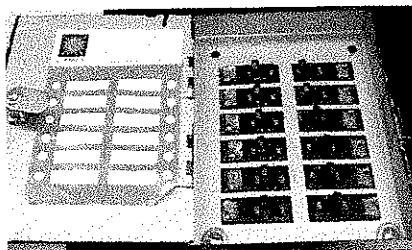
TABLERO ELÉCTRICO N°3

Ubicación: pasillo oriental, segundo piso de la sección Bachillerato.

Controlado por: Interruptor N° 12 del tablero el eléctrico de control.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para doce circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Capacidad de corriente por cada contacto: 120 A.
- Marca: Luminex.



*Figura N°8.
Tablero eléctrico N°3.
Fuente: Autor*

La figura N° 8, muestra la disposición física de este tablero eléctrico de control N°3, en la tabla N°14, indica el circuito correspondiente a cada interruptor.

Tabla N°14. Distribución de circuitos para el Tablero N°3.

Interruptor	Circuito
1	Alumbrado Incandescente Salón 101
2	Alumbrado Incandescente Pasillo Norte-Oriente
3	Alumbrado Incandescente Salón 102
4	Luminaria sodio
5	Alumbrado Incandescente Salón 203
6	Luminaria sodio
7	Alumbrado Incandescente Salón 204
8	Luminaria (Reflector)
9	Alumbrado Incandescente Salón 205
10	Luminaria (mixta)
11	Alumbrado Incandescente Salón 206
12	Luminaria (Reflector)

Fuente: Autor

Los circuitos de este tablero abarcan algunos salones de primer y segundo piso, y las luminarias también se encuentran ubicadas en el patio central.

TABLERO ELÉCTRICO N°4.

Ubicación: Pasillo biblioteca.

Controlado por: Interruptor N° 14 del tablero el eléctrico de control.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para doce circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Capacidad de corriente por cada contacto: 120 A.
- Marca: Luminex.

La Tabla N°15, indica el circuito correspondiente a cada interruptor.

Tabla N°15. Distribución de circuitos para el Tablero N°4.

Interruptor	Circuito
1	Tomacorrientes Laboratorio de audiovisuales
2	No implementado
3	Alumbrado Incandescente Laboratorio de audiovisuales
4	No implementado
5	Tomacorrientes audiovisuales
6	No implementado
7	Alumbrado Incandescente audiovisuales salón 137
8	No implementado
9	No implementado
10	No implementado
11	No implementado
12	No implementado

Fuente: Autor

TABLERO ELÉCTRICO N°5.

Ubicación: Salón 2A sección primaria.

Controlado por: Interruptor N° 11 del tablero el eléctrico de control.

Características eléctricas:

- Tablero de Cuatro circuitos.
- Este tablero se encuentra alojado en una de las paredes del salón 2A de la sección primaria, los interruptores de circuito de este tablero no cuentan con el nombre o la razón social del fabricante.
- Los cuatro interruptores de circuito de este tablero tienen diferentes características eléctricas que se mencionan a continuación:

- **Interruptor N°1**

Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

Corriente nominal de trabajo: 40 A.

Marca: exe.

Circuito: Alumbrado Incandescente de oficinas y salones del primer piso de la sección primaria.

- **Interruptor N°2**

Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

Corriente nominal de trabajo: 30 A.

Marca: exe.

Circuito: tomacorrientes de oficinas y salones del primer piso de la sección primaria.

- **Interruptor N°3**

Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

Corriente nominal de trabajo: 30 A.

Marca: exe.

Este dispositivo no controla ningún circuito, ya que solo cuenta con el cableado proveniente del tablero eléctrico general pero no con cableado destinado a energizar algún circuito.

- **Interruptor N°4**

Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

Corriente nominal de trabajo: 20 A.

Circuito: Alumbrado Incandescente para el corredor de la sección primaria.

La tabla N° 16 resume las características eléctricas de los interruptores del tablero eléctrico mostrado en la figura N° 9.

Tabla N°16. Distribución de circuitos para el Tablero N°5.

Interruptor	Circuito asociado
1	Alumbrado Incandescente para salones y oficinas del primer piso de la sección primaria.
2	Tomacorrientes para salones y oficinas del primer piso de la sección primaria.
3	No controla ningún circuito
4	Alumbrado Incandescente Corredor

Fuente: Autor

La Figura N°9 (a), corresponde al tablero eléctrico de control ubicado en el salón, salón 2A Sección primaria, dicho tablero debe ser ubicado fuera del salón al igual que los demás tableros eléctricos que se encuentran dentro de algunos salones y oficinas de la institución.

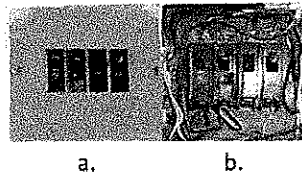


Figura N°9.

Tablero eléctrico, salón 2A Sección primaria.

Fuente: Autor

En la Parte (b) de la Figura N°9, se muestra el cableado de este tablero eléctrico, su estado actual es de avanzado deterioro, lo cual podría generar cortocircuito, de igual manera no se cumple con la norma de Código de colores para conductores aislados, los elementos conductores utilizados para las tres fases en este circuito son de color azul y rojo, se utiliza conductores de color amarillo y blanco para la conexión del terminal neutro.

TABLERO ELÉCTRICO N°6.

Ubicación: Salón 3A, sección primaria.

Controlado por: Interruptor N° 14 del tablero el eléctrico de control.

Características eléctricas:

Tablero de cinco circuitos

Circuitos:

- Alumbrado Incandescente para el salón 3A sección primaria.
- Tomacorrientes para salón 3A sección primaria.
- Alumbrado Incandescente para el salón de Audiovisuales sección primaria.
- Tomacorrientes para salón de Audiovisuales sección primaria.
- Tomacorrientes para el patio sección primaria.

La figura N°10, muestra la disposición física de los interruptores de circuito del tablero eléctrico de control N° 5.

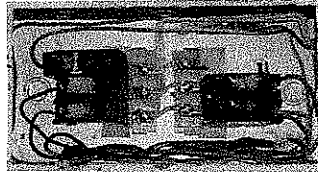


Figura N°10.
Tablero eléctrico, salón 3A Sección primaria.
Fuente: Autor

Los interruptores de circuito de este tablero no cuentan con el nombre o la razón social del fabricante, los rótulos que deberían mostrar las características eléctricas de estos dispositivos se encuentran en mal estado, por lo tanto es necesario replantear la ubicación de este tablero eléctrico realizando el cambio de los interruptores de circuito.

TABLERO ELÉCTRICO N°7.

Ubicación: Oficina de Coordinación primaria.

Controlado por: Interruptor N° 11 del tablero el eléctrico de control.

Características eléctricas:

Tablero de seis circuitos.

Circuitos:

- Tomacorrientes para la Oficina de Coordinación primaria.
- Tomacorrientes para la Oficina de Coordinación primaria y tomacorrientes empleados para energizar equipos de Audio.

Aunque existen 6 interruptores de circuito solo dos están asociados a un circuito determinado, dicho circuito corresponde a dos diferentes tomacorrientes ubicados esta misma oficina.

TABLERO ELÉCTRICO N°8.

Ubicación: Cafetería.

Controlado por: Interruptor N° 10 del tablero eléctrico general.

Características eléctricas:

Tablero de cuatro circuitos.

Los interruptores de circuito de este tablero tienen diferentes características eléctricas que se mencionan a continuación, al igual que el circuito correspondiente a cada uno de ellos.

Interruptor N°1

Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

Corriente nominal de trabajo: 20 A.

Circuito: Alumbrado incandescente y tomacorrientes Cafetería.

Interruptor N°2

Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

Corriente nominal de trabajo: 20 A.

Circuito: Alumbrado incandescente de la Cafetería.

Interruptor N°3

Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

Corriente nominal de trabajo: 60 A.

Circuito: Lámparas de tubo fluorescentes de la Cafetería.

TABLERO ELÉCTRICO N°9.

Ubicación: Casa comunidad Salesiana.

Controlado por: Interruptor N° 10 del tablero eléctrico general.

Características eléctricas:

Tablero de cuatro circuitos.

Este tablero controla los circuitos correspondientes a la casa de la comunidad Salesiana y sus diferentes dependencias.

TABLERO ELÉCTRICO N°10.

Ubicación: Garaje.

Controlado por: Interruptor N° 10 del tablero eléctrico general.

Características eléctricas:

Tablero de dos circuitos.

Estos interruptores de circuito tienen diferentes características eléctricas y pertenecen a un circuito diferente, estas características se mencionan a continuación:

Interruptor N°1

Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

Corriente nominal de trabajo: 60 A.

Circuito: Alumbrado incandescente y lámparas de tubo para el Auditorio Padre Emilio Rico.

Interruptor N°2

Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

Corriente nominal de trabajo: 60 A.

Circuito: Tomacorrientes Auditorio Padre Emilio Rico.

De acuerdo a la información anterior sobre los tableros eléctricos de control y distribución, se puede concluir que es necesario replantear la disposición de la totalidad de los tableros con el objeto de lograr una distribución equitativa de la carga instalada en cada una de las fases del sistema eléctrico, de igual manera es necesario replantear la ubicación de estos tableros, se sugiere adquirir cajas para circuitos que cumplan las características de la norma NTC 2050 y RETIE correspondientes a materiales de construcción y ubicación de los tableros eléctricos, esta normatividad se incluye en el siguiente capítulo.

4. MEDIDAS CORRECTIVAS

Debido al no cumplimiento de algunas de las normas establecidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, en relación a los tableros eléctricos y los interruptores manuales de circuito tanto para el tablero eléctrico general como para los demás tableros eléctricos de control, se deben tomar en consideración las siguientes recomendaciones para la correcta instalación del tablero eléctrico general, tableros eléctricos de distribución y demás elementos y dispositivos dentro de una instalación eléctrica.

4.1. TABLERO ELÉCTRICO GENERAL Y TABLEROS ELÉCTRICOS AUXILIARES

Respecto a los requerimientos de todo tablero eléctrico el RETIE establece los siguientes requerimientos adoptados de las normas NTC 3475, NTC 3278, NTC-IEC 60439-3 y NTC 2050⁵, y su campo de aplicación corresponde a sistemas de baja tensión principales y de distribución, lo cual debe tenerse en cuenta para el diseño de la propuesta para una nueva red eléctrica interna para la institución:

1. Los compuestos químicos utilizados para la elaboración de las pinturas a emplearse en los tableros no deben contener TGIC (triglicidilisocianurato).
2. Un tablero general de acometidas autoportado (tipo armario), tanto el cofre como su tapa, debe ser construido en lámina de acero, cuyo espesor y acabado deben resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como los efectos de la humedad y la corrosión. Puede tener instrumentos de medida de corriente para cada una de las fases, de tensión entre fases o entre fase y neutro (con o sin selector), así como lámparas de indicación de funcionamiento del sistema (normal o emergencia).

⁵ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo II, Artículo 17° “Requisitos de productos”, Numeral 9.

3. El tablero de distribución, es decir, el gabinete o panel de empotrar o sobreponer, accesible sólo desde el frente; debe construirse en lámina de acero de espesor mínimo 0,9 mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de acero de espesor mínimo 1,2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos. Se admite la construcción de encerramientos plásticos o una combinación metal-plástico para los tableros de distribución, siempre que sean autoextinguibles (soportar 650°C durante 30 segundos), resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tengan un grado de protección contra sólidos, líquidos y contacto directo, mínimo IP 2XC.
4. Se permiten conexiones en tableros mediante el sistema de peine, tanto para la parte de potencia como para la de control, siempre y cuando los conductores y aislamientos cumplan con los requisitos establecidos en el numeral 9.1 del Artículo 17, Capítulo II, del Reglamento de Técnico de Instalaciones Eléctricas.

Los anteriores parámetros fueron tomados del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo II, Artículo 17° "Requisitos de productos", Numerales 7 y 7.1.

Los tableros eléctricos incluidos en la propuesta pertenecen a marcas reconocidas de producción masiva, por lo tanto no se incluye en este documento las recomendaciones relacionadas con la instalación de tableros eléctricos de producción única. De igual manera las consideraciones correspondientes a los numerales 1 y 3 deben ser verificadas por medio de la información técnica del producto por parte del fabricante.

En relación al numeral 2, cabe resaltar que este tablero se debe ubicar en un lugar en el cual no existan instalaciones acueducto o gas que puedan generar procesos de corrosión en los materiales del tablero, interruptores o materiales conductores y líneas de distribución. Considerando el aspecto de los elementos de medición se puede utilizar el voltímetro que se encuentra actualmente fuera de operación, para entregar una herramienta de verificación de los diferentes voltajes por medio de un selector.

Sobre el numeral 4, es apropiado resaltar que se utilizan interruptores de circuito conocidos como breakers. Es decir los sistemas de control tipo peine no están siendo utilizados y no se tienen en cuenta para la propuesta de adecuación y corrección de fallas de los tableros eléctricos de esta red interna.

4.2. INTERRUPTORES MANUALES DE BAJA TENSIÓN

Estos interruptores son empleados con propósitos generales, son operados manualmente y con una tensión nominal no superior a 260 V (entre fases) y una corriente nominal que no exceda los 63 A, utilizados en instalaciones eléctricas fijas domésticas y similares tanto interiores como exteriores. Esta norma no aplica para interruptores en aplicaciones electrónicas, tampoco aplica a interruptores de potencia con capacidad de corte menor a 10 A destinados a usos diferentes de las instalaciones domiciliarias, según el RETIE, los interruptores deben cumplir las siguientes prescripciones, adoptadas de las normas NTC 1337, IEC.60669-1 e IEC 60947-5⁶:

1. Los interruptores para control de aparatos deben especificarse a la corriente y tensión nominales del equipo.
2. Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.
3. No debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor neutro.
4. En ambientes especiales clasificados (peligrosos) deben usarse interruptores a prueba de explosión.
5. La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra.
6. Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor. Este requisito no es exigible a interruptores para uso domiciliario (instalaciones residenciales y comerciales).

⁶ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo II, Artículo 17º “Requisitos de productos”, Numerales 7 y 7.1.

7. Los interruptores deben estar diseñados en forma tal que al ser instalados y cableados en su uso normal, las partes energizadas no sean accesibles a las personas.
8. Las cubiertas o tapas metálicas se deben proteger mediante aislamiento adicional hecho por revestimientos o barreras aislantes.
9. Para uso a la intemperie, los interruptores deben estar protegidos mediante encerramiento a prueba de intemperie.
10. Los interruptores se deben diseñar y construir de manera que, en su utilización normal, su funcionamiento sea confiable y libre de peligro para el usuario y para su entorno.
11. Los interruptores deben ser contruidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad del producto, sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se presenten alteraciones en su desempeño.
12. Las distancias de aislamiento en aire no deben ser menores que los valores mostrados en la tabla N° 17. El cumplimiento de este requisito debe además garantizarse en el tiempo como resultado del uso normal del producto.

Tabla N°17. Distancias de aislamiento para interruptores manuales para tensión de 260V.

Descripción	Distancia mínima (mm)
Entre partes bajo tensión que están separadas cuando los contactos están abiertos.	3
Entre partes bajo tensión de polaridad diferente.	3
Entre partes bajo tensión y partes de material aislante accesibles, partes metálicas puestas a tierra, marcos metálicos que soportan la base de los interruptores del tipo de incrustar, tornillos o dispositivos para ajustes de bases, cubiertas o placas de recubrimiento, partes metálicas del mecanismo (si se requiere que estén aisladas de las partes bajo tensión).	3

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.

13. Las partes aislantes de los interruptores, deben tener una resistencia de aislamiento mínima de 5 MΩ entre los polos y la carcasa con el interruptor

en posición de encendido. No deben ser susceptibles de inflamarse y propagar el fuego, cuando las partes conductoras en condiciones de falla o sobrecarga alcancen temperaturas elevadas.

14. Los interruptores deben realizar un número adecuado de ciclos definido por la norma técnica, bajo la corriente y tensión nominal de modo que resistan sin desgaste excesivo u otro efecto perjudicial las tensiones mecánicas, dieléctricas y térmicas que se presenten en la utilización esperada.

15. Cada interruptor debe llevar en forma indeleble los siguientes datos:

- Razón social o marca registrada del fabricante.
- Tensión nominal de operación.
- Corriente nominal de operación.

Los anteriores parámetros fueron tomados del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo II, Artículo 17° "Requisitos de productos", Numerales 7 y 7.1.

De acuerdo al tipo de red eléctrica necesaria en las diferentes dependencias del colegio, aulas de clase, salas de audiovisuales, cafetería y sección administrativa, se considera necesario tomar en cuenta los numerales del número 1 a número 7 y el numeral 12; 10, 11, 13 y 14, son características que debe cumplir el fabricante por lo tanto en la propuesta se elige un dispositivo certificado que garantiza el cumplimiento de dichos requisitos.

No se contempla la posibilidad de instalar a la intemperie interruptores o tableros eléctricos, por lo tanto no se considera en la propuesta el cumplimiento del numeral 9. La consideración del numeral 15 debe verificarse al momento de adquirir estos dispositivos de control y mando, si se adquieren interruptores de circuito o conductores que no cumplen con los requisitos establecidos en el RETIE y el Código Eléctrico Colombiano, no se puede garantizar la seguridad de las instalaciones eléctricas, ya que la operación incorrecta o el estado de estos elementos pueden causar daños en la instalación eléctrica y en los equipos y elementos que se encuentre energizados por la red.

4.3. DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE CONDUCTORES

Para realizar una completa revisión del estado de las Instalación Eléctrica del Colegio Salesiano Maldonado, fue necesario revisar los techos por donde se encuentra distribuido el cableado eléctrico, se encontraron problemas de conductores sin aislamiento, en mal estado, conexiones inapropiadas, elementos sin utilizar y cajas para empalmes en deterioro, entre otros. Se tomaron fotos de estas situaciones ante las cuales se hace necesario aplicar correctivos que eviten generar riesgos de tipo eléctrico.

En general el estado del cableado, no cumple con las normas y requerimientos de seguridad y requisitos técnicos esenciales para instalaciones eléctricas, el cableado dentro de la institución se encuentra instalado sobre los tejados, las siguientes imágenes muestran algunos de los tramos del cableado eléctrico y condiciones en las que se encuentran:

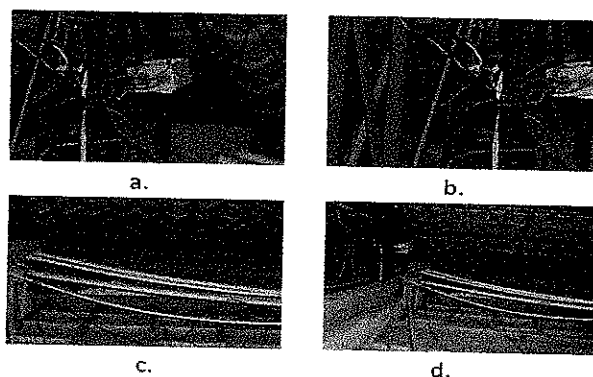


Figura N°11.
Disposición física del cableado.
Fuente: Autor

La figura N° 11 (a y b), muestra el punto al cual llegan los conductores de la acometida, la cual corresponde a la parte de la red entre el tablero eléctrico de la institución y la red de distribución de energía eléctrica pública. Este es el único punto al cuál llega la acometida para el Colegio Salesiano Maldonado, desde este punto se instalan la totalidad de conductores hacia los diferentes tableros eléctricos de control y de estos hacia las diferentes dependencias de la institución,

este nodo se encuentra ubicado en el techo sobre las escaleras del costado sur de la sección bachillerato.

Como se dijo anteriormente los conductores no cumplen con el código de colores para conductores aislados, en la figura N°11 (a, b, c y d), es posible notar que la disposición física de los diferentes cables no es la adecuada, en este estado se pueden generar confusiones al momento de realizar tareas de mantenimiento, algunos de estos elementos tiene empalmes inadecuados con materiales aislantes en mal estado y deficientes, los conductores de algunos de los tableros eléctricos de control, bombillas y tomacorrientes son instalados dentro de tubos de PVC, el cable de acometida es de color negro y sus características eléctricas son las siguientes: Voltaje: 600 V, calibre AWG 6, de la marca IMEC. La figura N° 12 muestra algunos puntos de distribución de energía eléctrica para bombillas y la disposición del cableado en estos mismos lugares:

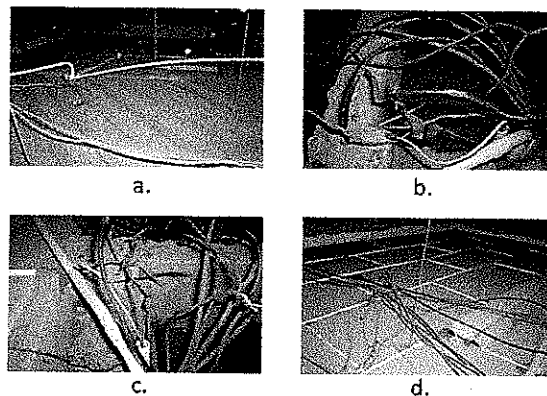


Figura N°12.
Disposición física del cableado para bombillas.
Fuente: Autor

La figura N°12 muestra la instalación de los cables para el alumbrado incandescente, se puede ver que los cables se encuentran dentro de tubos de PVC en algunos tramos, en algunos casos el cableado permanece expuesto sin ningún tipo de aislamiento, lo cual podría originar cortocircuito o incendios bajo determinadas circunstancias.

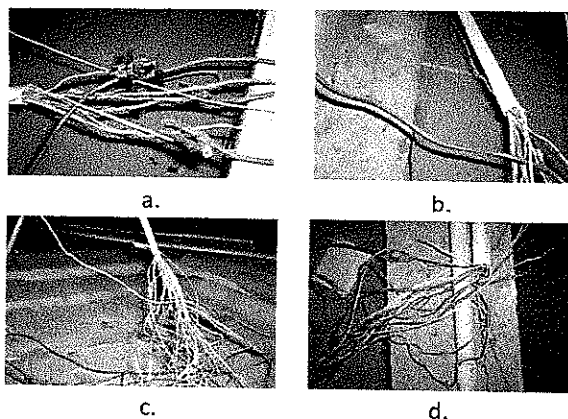


Figura N°13.
Disposición física del cableado eléctrico y telefónico.
Fuente: Autor

Se encontró el cableado de red la red telefónica en un avanzado estado de deterioro, y en algunos lugares se encuentran unidos con la línea de transmisión de energía eléctrica sin ningún tipo de protección o aislamiento, esta situación se muestra en la figura N° 13. Debido a las características físicas de las instalaciones no se puede tener un total acceso a todos los lugares donde se encuentra el cableado para la red eléctrica, ya que se han construido paredes que impiden un acceso total al sistema eléctrico interno del colegio, las siguientes imágenes muestran esta situación.

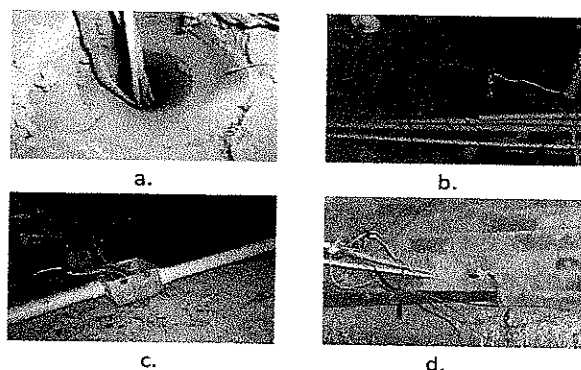


Figura N°14.
Disposición física del cableado eléctrico sin acceso directo.
Fuente: Autor

En la figura N°14 se muestra la parte correspondiente al tejado norte de la sección bachillerato donde en cada uno de los extremos se construyeron muros en ladrillo que impiden tener acceso total a esta área de la instalación eléctrica que incluye el tablero eléctrico de control N° 2 y los circuitos que se encuentran asociados al

mismo. Dentro de la propuesta incluida en este trabajo se pretende dar solución al estado actual del cableado y distribución de los conductores, esto permitirá tener un conocimiento total de la disposición de la red y de la función de cada uno de los elementos que la conforman, en la figura N°15 se muestran dos cajas de empalme en mal estado dentro de las cuales hay conductores que no se encuentran energizando algún circuito.

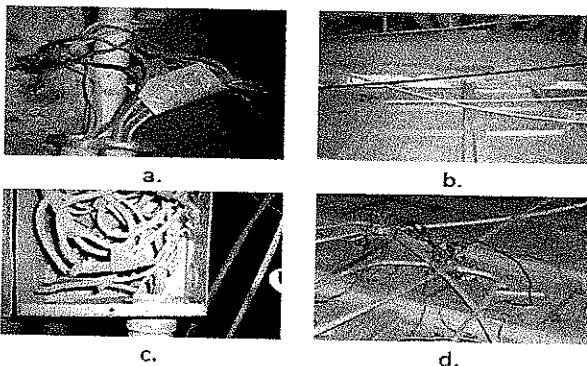


Figura N°15.
Disposición física del cableado eléctrico.
Fuente: Autor

El sistema de cableado eléctrico para el teatro fue recientemente renovado, verificando el estado de dicha red se pudo comprobar que la instalación fue realizada de una manera apropiada, según la normatividad establecida, las cajas de empalme están en buen estado y los conductores cumplen con el código de colores estipulado para conductores activos, en la figura N°16, se puede ver la instalación de las luminarias y bombillas del teatro, no existen conductores expuestos o en mal estado.

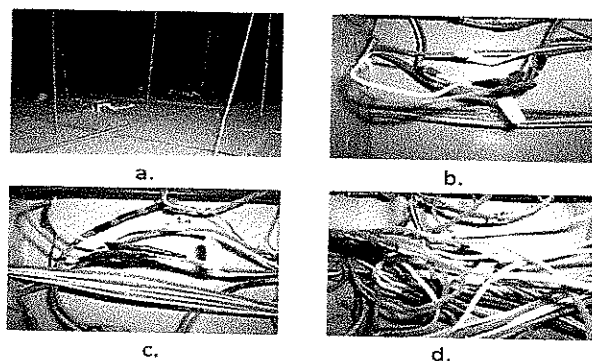


Figura N°16.
Disposición física del cableado eléctrico para el Teatro.
Fuente: Autor

El único aspecto que se puede mejorar de esta parte de la red y que se incluyen dentro de las recomendaciones y la propuesta, está relacionado con el tipo de cables que realizan la conexión eléctrica entre el interruptor general y el interruptor que controla los circuitos del teatro.

4.4. MEDIDAS CORRECTIVAS PARA CONDUCTORES

Para la propuesta que busca el mejoramiento de la red eléctrica interna del Colegio Salesiano Maldonado, se debe tener en cuenta la normatividad, los criterios y cálculos de diseño que implica la elección del tipo de conductores utilizados en una instalación eléctrica. Para este fin se toma como base el Numeral 1, del Artículo 17º del RETIE, correspondiente a las consideraciones que deben cumplir los alambres y cables en una instalación eléctrica:

Haciendo una consideración independiente del nivel de tensión, existen parámetros establecidos para los conductores usados en instalaciones eléctricas, de acuerdo al Código eléctrico Colombiano “Norma NTC 2050”

Los alambres y cables empleados en una instalación eléctrica deben incluir rotulado los siguientes aspectos: *“... la resistencia eléctrica en corriente continua, el área mínima, la denominación formal del conductor, la carga mínima de rotura para líneas aéreas y el espesor y resistencia mínima de aislamiento⁷...”*

4.5. ESTADO DEL ALUMBRADO INCANDESCENTE, LUMINARIAS Y TOMACORRIENTES

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, establece las normas y requerimientos necesarios para la instalación de interruptores, clavijas, tomacorrientes, bombillas y demás elementos que conforman una instalación eléctrica, dichas disposiciones y requerimientos se están incluidos en el Capítulo II, REQUISITOS TÉCNICOS ESENCIALES, Artículo 17º “Requisitos de productos”, en relación a estos requisitos, el RETIE hace la siguiente aclaración: *“Toda información relativa al producto que haya sido establecida como requisito por el RETIE, incluyendo la relacionada con marcaciones, rotulados, información*

⁷ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo II, Artículo 17º “Requisitos de productos” Numeral 1.

de catálogo e instructivos de instalación, debe ser verificada dentro del proceso de certificación del producto⁸.

Según la anterior cita del RETIE, es necesario adquirir elementos como interruptores, clavijas, tomacorrientes, bombillas y demás, de fabricantes cuyos productos tengan certificación de calidad y que cumplan con los requisitos estipulados para la construcción de una instalación eléctrica. En la institución salvo algunos casos específicos los interruptores y tomacorrientes se encuentran en buen estado, en algunos de los salones no existen interruptores para energizar las bombillas, en el caso de algunos salones de la sección bachillerato, los circuitos correspondientes a las bombillas tienen que ser energizados desde los tableros eléctricos de control, en la propuesta se incluye la necesidad de instalar en dichos salones interruptores para que las bombillas puedan ser energizadas en estos mismos sin necesidad de acudir a los tableros eléctricos de control.

Las figuras N° 17 y N°18, muestran algunas imágenes de interruptores y tomacorrientes que no se encuentran en buen estado, los interruptores de la figura N°17 se encuentran ubicados en pasillos de la institución, uno de ellos expone elementos conductores energizados lo cual podría causar cortocircuitos o descargas eléctricas en caso de contacto directo con estos elementos conductores expuestos.

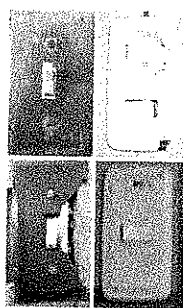
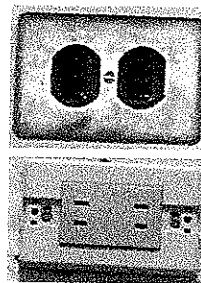


Figura N°17.
Interruptores en mal estado.
Fuente: Autor

⁸ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo II, Artículo 17° “Requisitos de productos”.

Resultado de posibles golpes en algunos interruptores, estos han sufrido daños que conducen a una operación inestable e inapropiada de los mismos, se sugiere reemplazar dichos elementos. En la figura N° 18 se observan dos tomacorrientes ubicados en la sala de juegos y en el patio de la sección de primaria estos presentan fallas dejando elementos conductores y elementos metálicos expuestos debido a que carecen de elementos de protección adecuados.



*Figura N°18.
Tomacorrientes en mal estado.
Fuente: Autor*

Se sugiere reemplazar estos elementos debido a las fallas que estos presentan, en la propuesta se contempla que estos tomacorrientes sean reemplazados por tomacorrientes con terminal de tierra aislada.

Para la instalación futura de este tipo de interruptores se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Elegir el dispositivo interruptor según el nivel de corriente y tensión de trabajo nominales del dispositivo.
- No conectar interruptores al conductor neutro o al correspondiente a tierra, los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.

Teniendo en cuenta los anteriores parámetros y medidas correctivas, el aspecto más importante a corregir es la disposición del alambrado y el cableado utilizado para la distribución de la energía eléctrica, en la actualidad el estado de estos elementos conductores puede ocasionar cortocircuitos, al no cumplir con el código de colores establecido para conductores aislados se dificultan las labores de mantenimiento y reparación.

Es necesario reemplazar los tomacorrientes e interruptores que se encuentran en mal estado, los cuales dejan expuestos elementos conductores que pueden generar riesgos de tipo eléctrico de presentarse contacto directo. Como parte del trabajo realizado se estableció el número de elementos de alumbrado incandescente, lámparas y tomacorrientes en las diferentes dependencias de la institución, estos datos se incluyen en el siguiente capítulo "Carga Instalada", tomando estos resultados se plantea la propuesta económica y técnica para el mejoramiento de la red eléctrica interna de la institución.

5. CARGA INSTALADA

A continuación se presenta la carga instalada, el número de tomacorrientes y los elementos de alumbrado en cada dependencia, dentro de la propuesta para el mejoramiento de la red eléctrica interna del Colegio Salesiano Maldonado, que se incluye en este trabajo se presenta los valores totales de carga instalada en cada uno de los tableros eléctricos teniendo presente algunas consideraciones de diseño que permitan superar las fallas y deficiencias de esta red eléctrica actual de la institución:

SECCIÓN BACHILLERATO

OFICINAS:

Recepción:

- 6 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 5 Tomacorrientes dobles sin tierra aislada.
- 3 Tomacorriente con tierra asilada.
- 1 Computador/Impresora

Pagaduría:

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 39 W c/u.
- 2 Interruptores para Lámparas tubo Fluorescente.
- 4 Tomacorrientes con tierra aislada.
- 2 Computador/Impresora.

Oficina 148:

- 6 Lámparas tubo Fluorescente: 39 W c/u.
- 2 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 4 Interruptores para Lámparas (cada uno maneja dos Lámparas).
- 8 Tomacorrientes con tierra aislada.
- 1 Computador/Impresora.
- 1 Fotocopiadora.

Secretaria:

- 6 Lámparas tubo Fluorescente: 39 w c/u.
- 2 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Lámpara de alumbrado incandescente 100W.
- 9 Tomacorrientes dobles con tierra aislada.
- 3 Computador/Impresora.
- 1 Interruptor doble para 4 Lámparas tubo Fluorescente.
- 2 interruptores para 2 Lámpara de alumbrado incandescente c/u.
- 1 interruptor para 1 Lámpara de alumbrado incandescente.

Coordinación:

- 2 Lámparas tubo Fluorescente: 39 w c/u.
- 2 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 2 interruptores para 2 Lámparas tubo Fluorescente.
- 3 Tomacorrientes dobles con tierra aislada.
- 1 Computador.

Cafetería:

- 6 Lámparas tubo Fluorescente: 39 w c/u.
- 5 Lámpara de alumbrado incandescente 100W.
- 1 interruptores doble para 6 Lámparas tubo Fluorescente.
- 1 interruptores doble para 3 Lámparas tubo Fluorescente.
- 2 interruptores para 1 bombilla c/u.
- 1 Tomacorrientes dobles con tierra aislada.
- 3 Tomacorrientes dobles sin tierra aislada.

Laboratorio de Ingles:

- 6 Lámparas tubo Fluorescente: 39 w c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada.
- 1 interruptor para Lámparas tubo Fluorescente.

Orientación:

- 2 Lámparas tubo Fluorescente: 39 w c/u.
- 3 Lámpara de alumbrado incandescente 100W.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada.
- 2 interruptores para 2 Lámpara de alumbrado incandescente.
- 1 interruptor para 1 Lámparas tubo Fluorescente.
- 1 Computador.

Oficina 137:

- 2 Lámparas tubo Fluorescente: 39 w c/u.
- 1 interruptor para Lámparas tubo Fluorescente.

SALONES:**Primer piso:****Salón 112:**

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Interruptores para 4 Lámparas tubo Fluorescente, altura: 1.75 m.
- 1 interruptor/Tomacorriente, altura: 1.74m.

Salón 111:

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Interruptores para 4 Lámparas tubo Fluorescente, altura: 1.25 m.
- No hay Tomacorrientes.

Salón 110:

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Interruptores para 4 Lámparas tubo Fluorescente, altura: 1.69 m.
- No hay Tomacorrientes.

Salón 9A:

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Interruptores para 4 Lámparas tubo Fluorescente, altura: 1.70 m.
- 2 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 1.70 m, 1.74 m.

Segundo piso:

Rectoría:

- 6 Lámparas tubo Fluorescente 75W c/u.
- 2 Interruptores para Lámparas tubo Fluorescente.
- 3 Tomacorrientes doble con tierra aislada.
- 1 Computador.

Baño

- 2 Lámparas tubo Fluorescente 25W c/u.
- 1 interruptor para Lámparas tubo Fluorescente.

Sala 1:

- 3 Lámparas tubo Fluorescente 100W c/u.
- 1 interruptor para Lámparas tubo Fluorescente.
- 2 Tomacorrientes doble con tierra aislada.

Sala 2:

- 3 Tomacorriente dobles
- 6 Lámpara de alumbrado incandescente 75W c/u.
- 2 Interruptores para Lámparas de alumbrado incandescente conmutados.

Salón 206.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 0.79 m.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.
- 1 Terminal sin utilizar Altura: 1.48 m.

Salón 205.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 0.86 m.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.
- 1 Terminal sin utilizar Altura: 1.50 m.

Salón 204.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- No hay Tomacorrientes.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.

Salón 203.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 1.59 m.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.

Salón 202.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 1.47 m.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.

Salón 256.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 3 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 0.40 m, 0.42 m, 0.39 m.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.
- 1 Terminal sin utilizar Altura: 0.40 m.

Salón 255.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 2 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 1.80 m, 0.42 m.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.
- 2 Terminal sin utilizar Altura: 0.41 m, 0.42 m.

Salón 254.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 2 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 0.41 m, 0.41 m.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.

Salón 251.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 0.42 m.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.
- 1 Terminal sin utilizar Altura: 1.63 m.

Salón 250.

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 0.86 m.
- No hay Tomacorrientes.
- No hay interruptor para las Lámparas tubo Fluorescente.

Pasillos:**Pasillo Oriental:**

- 3 Lámpara de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 2 interruptores para 2 Lámparas de alumbrado incandescente (Conmutados), altura: 1.73m.
- 1 interruptor/Tomacorriente para 1 Lámpara de alumbrado incandescente, altura: 1.74m.

Pasillo Sur:

- 2 Lámparas de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 1 Luminaria 100W.
- 2 interruptores para 2 Lámparas de alumbrado incandescente (Conmutados), altura: 1.72m, 1.73 m.
- 1 interruptor/Tomacorriente para 1 Luminaria, altura: 1.73m.

Pasillo Occidental:

- 4 Lámparas de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 2 interruptores para 4 Lámparas de alumbrado incandescente (Conmutados), altura: 1.70m, 1.72m, 1.73m, 1.74m.
- 2 Tomacorriente doble sin tierra aislada, altura: 1.73m, 1.73m.

Pasillo Norte:

- 2 Lámparas de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 2 interruptores para 2 Lámparas de alumbrado incandescente (Conmutados), altura: 1.73m, 1.72m.
- 1 Terminar sin utilizar, altura: 1.71m.

Salón 119:

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Interruptor para 4 Lámparas tubo Fluorescente.
- 3 Tomacorriente doble sin tierra aislada.
- 1 Terminal sin utilizar.

SECCIÓN PRIMARIA:

Primer piso:

Salón 2A:

- 2 Lámparas de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 2 Tomacorrientes dobles sin tierra aislada.
- 1 Interruptor para Lámparas de alumbrado incandescente.

Salón 5A:

- 2 Lámparas de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 2 Tomacorrientes dobles sin tierra aislada.
- 1 Interruptor para Lámparas de alumbrado incandescente.

Salón 5B:

- 2 Lámparas de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 2 Tomacorrientes dobles sin tierra aislada.
- 1 Interruptor para Lámparas de alumbrado incandescente.

Salón de Profesores:

- 2 Lámparas tubo Fluorescente: 75 W c/u.
- 1 Tomacorriente doble sin tierra aislada.
- 1 Interruptor para Lámparas tubo Fluorescente.

Coordinación primaria:

- 4 Lámparas tubo Fluorescente: 39W c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 40 cm.
- 1 Interruptor para Lámparas tubo Fluorescente, altura: 1.75m.

Salón primero:

- 6 Lámparas de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 0.5m.
- 1 Interruptor doble, (cada uno controla 3 Lámparas de alumbrado incandescente), altura: 1.76m.

Salón Cuarto:

- 6 Lámparas de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 1 Tomacorriente doble con tierra aislada, altura: 0.45m.
- No hay interruptor para las Lámparas de alumbrado incandescente.

Segundo piso:**Transición:**

- 4 Lámparas tubo Fluorescente 75W c/u.
- 1 Tomacorriente doble sin tierra aislada.
- 1 Interruptor doble para Lámparas tubo Fluorescente.

Jardín:

- 4 Lámparas tubo Fluorescente 75W c/u.
- 3 Tomacorriente doble sin tierra aislada.
- 2 Interruptor doble para Lámparas tubo Fluorescente.

Audiovisuales:

- 2 Lámparas tubo Fluorescente 100w.
- 1 interruptor para Lámparas tubo Fluorescente.
- 1 Televisor
- 1 Computador.

Cafetería:

- 4 Lámparas tubo Fluorescente 75W c/u.
- 3 Lámparas de alumbrado incandescente 100W c/u.
- 9 Tomacorriente doble con tierra aislada.

Sala de Juegos:

- 6 Lámparas tubo Fluorescente 75W c/u.
- 6 Lámparas tubo Fluorescente 39W c/u.
- 1 Interruptor doble para bombillas

Sala Múltiple

- 5 Lámparas tubo Fluorescente 75W c/u
- 2 Tomacorriente doble con tierra aislada.
- 1 interruptor con tierra aislada.

Sala de artes:

- 5 Lámparas tubo Fluorescente 75W c/u.
- 2 Tomacorriente doble sin tierra aislada

Realizando un este trabajo se logró identificar que en los salones del segundo piso de la sección bachillerato no existen interruptores para las Lámparas tubo Fluorescente, por lo tanto es necesario instalar este tipo de dispositivos, en la actualidad, los circuitos correspondientes a estas Lámparas tubo Fluorescente son energizados por medio de la activación de interruptores de circuito ubicados en los tableros eléctricos N°1, N°2 y N°3, que se encuentran ubicados en la sección bachillerato, la propuesta tiene por objeto realizar una nueva distribución de los tableros eléctricos, circuitos e interruptores según la carga instalada, actualmente se emplea un interruptor de circuito en el tablero eléctrico para controlar circuitos que energizan 4 Lámparas tubo Fluorescente, teniendo en cuenta las características eléctricas del interruptor en tensión y corriente nominal de trabajo 120/240V, 225A, permite concluir que el sistema se encuentra sobredimensionado.

6. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RED ELÉCTRICA INTERNA DEL COLEGIO SALESIANO MALDONADO

A partir del diagnóstico realizado dentro de las instalaciones del Colegio Salesiano Maldonado, se identificaron algunos aspectos sobre los cuales se hace necesario tomar medidas con el objetivo de mejorar la red eléctrica interna del colegio:

- Reemplazo de alambrado y cableado eléctrico.
- Ubicación del Tablero eléctrico general.
- Distribución de la carga instalada para Tablero eléctrico general.
- Ubicación de Tableros eléctricos de control y distribución.
- Distribución de la carga instalada para los Tablero eléctricos de control y distribución.
- Ubicación del dispositivo medidor (contador) de energía eléctrica de la institución.
- Instalación de Tomacorrientes e interruptores para circuitos de alumbrado en las dependencias donde no existen instalación de estos elementos.

En orden de prioridades se sugiere tener en cuenta los siguientes parámetros de trabajo para futuras labores de adecuación de esta red eléctrica:

1. Realizar una distribución equitativa para carga la carga instalada teniendo en cuenta el tablero eléctrico general y los tableros eléctricos de control y distribución.
2. Ubicar el tablero eléctrico general y los tableros eléctricos de distribución en los lugares sugeridos en la propuesta.
3. Reemplazar el sistema de alambrado y cableado que se encuentra distribuido en el techo, ya que en algunos tramos su estado es de avanzado

deterioro y no cumple con la norma establecida en el código de colores para conductores activos establecida por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Según el criterio del autor este aspecto es el de mayor importancia para el mejoramiento de la red eléctrica interna de la institución debido al desacato de normas básicas de seguridad y al avanzado deterioro de los materiales conductores.

4. Trasladar el dispositivo medidor (contador) de energía eléctrica de la institución hacia la fachada de la edificación ya que en la actualidad se encuentra ubicado en las escaleras que dan acceso al segundo piso de la sección bachillerato (Costado sur).
5. Realizar la instalación de interruptores para el sistema de bombillas de cada uno de los salones que carecen de los mismos, en la actualidad los salones del segundo piso de la sección bachillerato no cuentan con interruptores para los circuitos correspondientes a las lámparas y el alumbrado incandescente, en la actualidad es necesario tener acceso a los tableros eléctricos N°1, N°2 y N°3 para energizar estos circuitos donde se utiliza un interruptor de circuito para energizar cuatro bombillas de 75 w para cada uno de estos salones como se menciona en el capítulo anterior.
6. Realizar la instalación eléctrica adecuada para las bombillas ubicadas en los corredores de la sección primaria.
7. Realizar la instalación de tomacorrientes para cinco de los salones de la sección bachillerato, ya que no existen y este tipo de elementos eléctricos es necesario en cualquier dependencia de una institución.
8. Reemplazar los tomacorrientes e interruptores de los salones de clase de las secciones bachillerato y primaria ya que su estado no es el mejor debido al deterioro que han sufrido estos elementos a trevez del tiempo.

9. Trasladar el tablero eléctrico general con una nueva disposición de interruptores para la red eléctrica de la institución, lo cual implica una nueva configuración de cada uno de los tableros eléctricos ubicados en las diferentes dependencias de la institución, esto implica retirar de los salones los tableros que allí se encuentran. El lugar sugerido por el autor para la ubicación de este nuevo tablero eléctrico general está ubicado en la parte inferior de las escaleras del costado sur de la sección bachillerato.

Estas recomendaciones de encuentran incluidas en la distribución del tablero eléctrico general y los tableros eléctricos de control que se presentan a continuación, en los anexos se incluye la distribución física de cada uno de los tableros eléctricos y el plano arquitectónico indicando la ubicación que deben tener estos tableros.

6.1. DISTRIBUCIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO GENERAL

La distribución de tablero eléctrico general que se sugiere en esta propuesta permite organizar la red eléctrica interna de la institución de acuerdo al tipo de dependencia y circuito a energizar, de esta manera existirá un tablero eléctrico de control por cada una de las siguientes dependencias mencionadas a continuación:

1. Oficinas administrativas sección bachillerato.
2. Aulas de clase sección bachillerato.
3. Domingo Savio, Biblioteca y salas de audiovisuales.
4. Cafetería.
5. Auditorio Padre Emilio Rico.
6. Sección primaria.
7. Luminarias y reflectores (Patios).
8. Laboratorio.
9. Equipo y maquinaria.
10. Teatro*.
11. Sala de sistemas I*.
12. Sala de sistemas II*.

*.Estas dependencias cuentan con tableros eléctricos e interruptores de circuito, instalados de forma adecuada de acuerdo al tipo de carga que estos circuitos requieren manejar, la única recomendación pertinente es el remplazo de los conductores que energizan dichos tablero.

La figura N°19, muestra la distribución que debería tener el tablero eléctrico general para la red eléctrica interna de la institución.

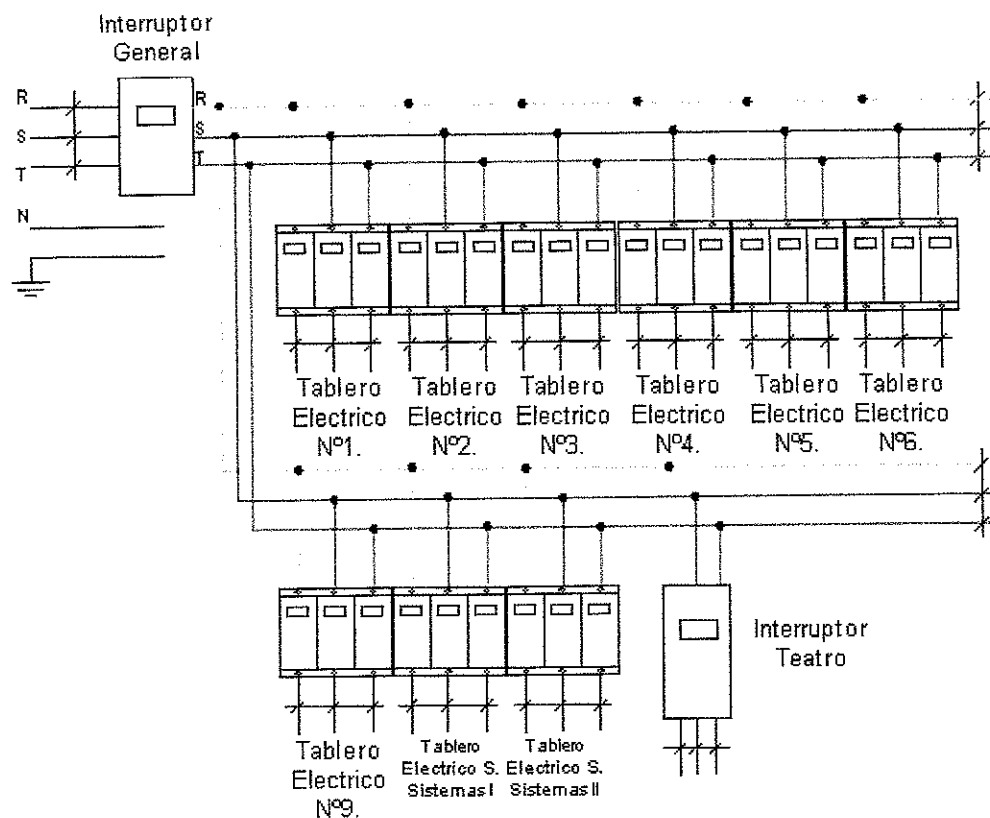


Figura N°19.
Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico general.
Fuente: Autor

Características eléctricas:

- Tablero trifásico.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°18, muestra las características de cada interruptor del tablero eléctrico general.

Tabla N°18. Capacidad de corriente para los interruptores de circuito del tablero eléctrico general.

Circuito	Características de corriente del Interruptor (A)
TE N°1	60/60/60
TE N°2	60/60/60
TE N°3	60/60/60
TE N°4	60/60/60
TE N°5	60/60/60
TE N°6	60/60/60
TE N°7	60/60/60
TE N°8	60/60/60
TE N°9	60/60/60
SS I	60/60/60
SS II	60/60/60
Teatro	60/60/60

Fuente: Autor

6.2. DISTRIBUCIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS DE CONTROL

TABLERO ELÉCTRICO N° 1.

Circuito: Oficinas administrativas sección bachillerato.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para seis circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°19, muestra las características para el tablero eléctrico N°1.

Tabla N°19. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°1.

Tablero eléctrico N° 1.					
Interruptor	Circuito	Potencia Instalada (W)	Corriente a través del circuito (A)	Fase	Características de corriente del Interruptor (A)
1	Bombillas oficinas (30)	1602	13,35	R	30
2	Bombillas oficinas (25)	1596	13,30	T	30
3	Tomacorrientes oficinas (17)	1700	14,17	S	30
4	Tomacorrientes Computadores (7)	2800	23,33	R	30
5	Tomacorrientes Computadores (7)	2800	23,33	S	30
6	Tomacorrientes Computadores (7)	2800	23,33	T	30

Fuente: Autor

TABLERO ELÉCTRICO N° 2.

Circuito: Aulas de clase sección bachillerato.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para doce circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°20, muestra las características para el tablero eléctrico N°2.

Tabla N°20. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°2.

Tablero eléctrico N° 2.					
Interruptor	Circuito	Potencia Instalada (W)	Corriente a través del circuito (A)	Fase	Características de corriente del Interruptor (A)
1	Bombillas Salones primer piso (10)	1278	10,65	S	30
2	Bombillas Rectoría y salón 256 (15)	1250	10,42	T	30
3	Bombillas salones 202 - 206 (20)	1500	12,50	R	30
4	Bombillas salones 251 - 254 (20)	1500	12,50	S	30
5	Bombillas salón 250 y Pasillos segundo piso (15)	1350	11,25	T	30
6	Bombillas pasillos primer piso (18)	1312	10,93	R	30
7	Tomacorrientes Salones primer piso (5)	2000	16,67	R	30
8	Tomacorrientes Rectoría y salones 255-256 (12)	2400	20,00	R	30
9	Tomacorrientes salones 202-206 (10)	2000	16,67	S	30
10	tomacorrientes salones 250-254 (10)	2000	16,67	S	30
11	Tomacorrientes Pasillos primer piso (4)	1600	13,33	T	30
12	Tomacorrientes Pasillos segundo piso (5)	2000	16,67	T	30

Fuente: Autor

TABLERO ELÉCTRICO N° 3.

Circuito: Domingo Savio, Biblioteca y salas de audiovisuales.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para doce circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°21, muestra las características para el tablero eléctrico N°3.

Tabla N°21. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°3.

Tablero eléctrico N° 3.					
Interruptor	Circuito	Potencia Instalada (W)	Corriente a través del circuito (A)	Fase	Características de corriente del Interruptor (A)
1	Bombillas 207, Audiovisuales (217) y biblioteca (18)	1206	10,05	T	30
2	Bombillas pasillos segundo piso, pasillos biblioteca y escaleras (21)	1290	10,75	R	30
3	Tomacorrientes 207, Audiovisuales (217) y biblioteca (12)	2400	20,00	T	30
4	Tomacorrientes 218 (Museo) -(12)	2400	20,00	T	30
5	Tomacorrientes Sala de juegos, sala múltiple y sala de artes (11)	2200	18,33	S	30
6	Tomacorrientes 117,119 y salón de música (10)	2000	16,67	S	30
7	Bombillas Sala de juegos, sala múltiple y sala de artes (24)	1434	11,95	R	30
8	Bombillas 137, 119, 120 (S. Sistemas I), salón de música (18)	1350	11,25	R	30
9	Bombillas S. sistemas II, patio Domingo Savio y pasillos (19)	1700	14,17	S	30
10	Bombillas baños (Sec. Domingo Savio) -(8)	600	5,00	T	30
11					
12					

Fuente: Autor

TABLERO ELÉCTRICO N° 4.

Circuito: Cafetería.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para seis circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°22, muestra las características para el tablero eléctrico N°4.

Tabla N°22. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°4.

Tablero eléctrico N° 4.					
Interruptor	Circuito	Potencia Instalada (W)	Corriente a través del circuito (A)	Fase	Características de corriente del Interruptor (A)
1	Bombillas (9)	750	6,25	T	20
2	Tomacorrientes Horno (1)	1000	8,33	R	20
3	Tomacorrientes Horno (1)	1000	8,33	S	20
4	Tomacorrientes Horno (1)	1000	8,33	R	20
5	Tomacorrientes Refrigeradores (2)	800	6,67	T	20
6	Tomacorrientes	1000	8,33	S	20

Fuente: Autor

TABLERO ELÉCTRICO N° 5.

Circuito: Auditorio Padre Emilio Rico.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para dos circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°23, muestra las características para el tablero eléctrico N°5.

Tabla N°23. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°5.

Tablero eléctrico N° 5.					
Interruptor	Circuito	Potencia Instalada (W)	Corriente a través del circuito (A)	Fase	Características de corriente del Interruptor (A)
1	Bombillas (14)	1400	11,67	S	20
2	Tomacorrientes (5)	1000	8,33	R	20

Fuente: Autor

TABLERO ELÉCTRICO N° 6.

Circuito: Sección primaria.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para doce circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°24, muestra las características para el tablero eléctrico N°6.

Tabla N°24. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°6.

Tablero eléctrico N° 6.					
Interruptor	Circuito	Potencia Instalada (W)	Corriente a través del circuito (A)	Fase	Características de corriente del Interruptor (A)
1	Bombillas Audiovisuales, 3A, 2A, 5A y 5B (14)	1800	15,00	T	30
2	Bombillas salones primero, cuarto y baños primaria (20)	2000	16,67	T	30
3	Bombillas oficinas (Sala de profesores y coordinación), pasillos primer y segundo piso (20)	1706	14,22	S	30
4	Bombillas salones segundo piso (16)	1400	11,67	T	30
5	Tomacorrientes Audiovisuales, 3A, 2A, 5A y 5B (10)	2000	16,67	R	30
6	Tomacorrientes oficinas (Sala de profesores y coordinación) y salón de primero (10)	2000	16,67	R	30
7	Tomacorrientes salones segundo piso (10)	2000	16,67	R	30
8	Tomacorrientes patio y sistema de sonido	2000	16,67	S	30
9	Luminarias patio de primaria (9)	2000	16,67	S	30
10					
11					
12					

Fuente: Autor

TABLERO ELÉCTRICO N° 7.

Circuito: Luminarias y reflectores (Patios).

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para seis circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.

- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°25, muestra las características para el tablero eléctrico N°7.

Tabla N°25. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°7.

Tablero eléctrico N° 7.					
Interruptor	Circuito	Potencia Instalada (W)	Corriente a través del circuito (A)	Fase	Características de corriente del Interruptor (A)
1	Reflectores Bachillerato (4)	300	2,50	R	20
2	Luminarias Bachillerato (4)	150	1,25	R	20
3	Reflectores S. Domingo Savio (4)	300	2,50	S	20
4	Luminaria Campo Bosco (4)	300	2,50	S	20
5	Luminaria Campo Bosco (4)	300	2,50	T	20
6	Luminaria Campo Bosco (4)	300	2,50	T	20

Fuente: Autor

TABLERO ELÉCTRICO N° 8.

Circuito: Laboratorio.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para seis circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°26, muestra las características para el tablero eléctrico N°8.

Tabla N°26. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°8.

Tablero eléctrico N° 8.					
Interruptor	Circuito	Potencia Instalada (W)	Corriente a través del circuito (A)	Fase	Características de corriente del Interruptor (A)
1	Bombillas	1000	8,33	R	20
2	Tomacorrientes	1000	8,33	S	20
3	Tomacorrientes	1000	8,33	T	20
4					
5					
6					

Fuente: Autor

TABLERO ELÉCTRICO N° 9.

Circuito: Equipo y maquinaria.

Características eléctricas:

- Tablero trifásico para seis circuitos.
- Tensión nominal de trabajo: 120/240 V.
- Corriente nominal de trabajo: 225 A.
- Marca: Luminex.

La tabla N°27, muestra las características para el tablero eléctrico N°9.

Tabla N°27. Configuración sugerida para el Tablero eléctrico N°9.

Tablero eléctrico N° 9.					
Interruptor	Circuito	Potencia Instalada (W)	Corriente a través del circuito	Fase	Características de corriente del Interruptor
1	Equipo y maquinaria	1000	8,33	R	20
2	Equipo y maquinaria	1000	8,33	S	20
3	Equipo y maquinaria	1000	8,33	T	20
4					
5					
6					

Fuente: Autor

POTENCIA INSTALADA

De acuerdo con los anteriores datos correspondientes a la distribución de carga sugerida para cada uno de los tableros eléctricos en cada una de las fases, se logra establecer el total de la carga instalada en las instalaciones del Colegio Salesiano Maldonado, estos datos son incluidos en la tabla N°28.

Tabla N°28. Potencia instalada en la red eléctrica interna del Colegio Salesiano Maldonado.

Fase	Potencia Instalada (W)
R	27138
S	27084
T	26852
Potencia Total Instalada	81074

Fuente: Autor

7. PROPUESTA ECONÓMICA

Tabla N°29. Propuesta Económica.

Nº	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	V/Unidad	V/Total
MATERIALES					
1	Armario Tablero Eléctrico	U	1	\$ 302.235	\$ 302.235
2	Caja para 12 Circuitos.	U	3	\$ 165.605	\$ 496.815
3	Caja para 6 Circuitos.	U	7	\$ 95.800	\$ 670.600
4	Interruptor de Circuito "breaker"	U	120	\$ 10.500	\$ 1.260.000
5	Alambre Calibre 12 (Amarillo)	M	1400	\$ 950	\$ 1.330.000
6	Alambre Calibre 12 (Azul)	M	1400	\$ 950	\$ 1.330.000
7	Alambre Calibre 12 (Rojo)	M	1400	\$ 950	\$ 1.330.000
8	Alambre Calibre 12 (Blanco)	M	1400	\$ 950	\$ 1.330.000
9	Alambre Calibre 12 (Verde)	M	1400	\$ 950	\$ 1.330.000
10	Tomacorriente con tierra aislada	U	53	\$ 5.200	\$ 275.600
11	Interruptor	U	47	\$ 4.800	\$ 225.600
	Imprevistos				\$ 400.000
				Subtotal	\$ 10.280.850
MANO DE OBRA					
1	Instalación conductores (5 Alambres)	M	1600	\$ 1.500	\$ 2.400.000
2	Instalación Tomacorrientes	U	53	\$ 10.000	\$ 530.000
3	Instalación Bombilla/Interruptor	U	47	\$ 10.000	\$ 470.000
4	Montaje Tablero eléctrico general	U	1	\$ 200.000	\$ 200.000
5	Montaje de tableros eléctricos	U	9	\$ 80.000	\$ 720.000
6	Traslado de Medidor	U	1	\$ 350.000	\$ 350.000
				Subtotal	\$ 4.670.000
Valor Total					\$ 14.950.850

U: Unidad.
M: Metros.

Fuente: Autor

7.1. ACLARACIONES SOBRE LA PROPUESTA ECONÓMICA

Esta propuesta incluye el total de recomendaciones expuesta por el autor en el numeral 6. Propuesta para el mejoramiento de la red eléctrica interna del Colegio Salesiano Maldonado, su valor está sujeto a las etapas de implementación que decidan llevar a cabo las directivas de la institución.

Los precios corresponden a la oferta en el mercado de la ciudad de Tunja en el mes Junio, estos precios incluyen el impuesto de I.V.A de 16 % sobre el valor total de cada producto. Estos valores están sujetos a cambios de acuerdo a la oferta del mercado.

Los valores incluidos como parte de los costos de mano de obra fueron consultados a personal calificado dedicado a este tipo de actividad, dentro de la propuesta no se incluye trabajadores que realizarían el trabajo, en este aspecto la institución tiene total autonomía.

La propuesta incluye el valor neto de los materiales en el mercado y un valor tentativo de mano de obra, este último está sujeto a cambios y depende de la institución elegir los trabajadores que realizaran dichas labores.

El autor no incluye porcentajes de ganancia para el mismo o para la Universidad Santo Tomas, se sugiere que la institución "Colegio Salesiano Maldonado" adquiera los materiales y no delegue esta función a terceros.

CONCLUSIONES

El estudio de la red eléctrica permitió identificar algunos aspectos en los cuales es necesario adoptar medidas correctivas para cumplir con la normatividad establecida para Colombia en materia de instalaciones eléctricas, el principal por mejorar es la distribución de la carga instalada en cada uno de los tableros eléctricos y en cada una de las fases, también es necesario reemplazar el sistema de alambrado y la disposición Física de estos elementos conductores de forma adecuada, teniendo en cuenta el código para conductores activos.

La distribución eléctrica de los tableros eléctricos se encuentra sobredimensionada ya que varios de ellos solo energizan cuatro bombillas de 75 W, para lo cual se plantea la posibilidad de reemplazar por un sistema que incluya bombillas de los diferentes salones. Estos aspectos son contemplados en la propuesta económica.

Se identificaron fallas debido al mal estado de tomacorrientes e interruptores en salones de bachillerato y primaria, los cuales se sugieren reemplazar, de igual manera se recomienda la instalación de tomacorriente e interruptores para bombillas en los salones que carecen de estos elementos.

Algunos tomacorrientes e interruptores de la sección primaria se encuentran en buen estado pero su instalación no es la adecuada, esto permite concluir que es necesario realizar mantenimiento periódicos que eviten el surgimiento de este tipo de fallas en la instalación eléctrica.

El estado de la red eléctrica en oficinas y salas de sistemas es apropiado y cumple con las normas por lo tanto no es necesario tomar medidas correctivas en estas

dependencias, el único aspecto a mejorar es el alambrado que se encuentra en el techo y que energiza estos circuitos.

La propuesta económica incluye la mayoría de elementos necesarios, si la institución decide llevar a cabo el proyecto de mejoramiento de la red eléctrica interna, este proyecto se puede realizar por etapas en el orden de prioridades estipulado en la propuesta para el mejoramiento de la red eléctrica interna del Colegio Salesiano Maldonado.

RECOMENDACIONES

Seguir el orden estipulado de las prioridades realizadas por el autor en caso de no ejecutar la totalidad del proyecto para el mejoramiento de la red eléctrica interna.

Realizar un estudio del sistema de puesta a tierra para unificarlo en un solo sistema.

La instalación eléctrica, sus cambios y mantenimiento han sido realizados por diferentes personas en diferentes épocas, quienes no dejaron registro escrito de los trabajos desarrollados, esto ha impedido un total conocimiento de la función de cada uno de los dispositivos instalados y el mantenimiento que estos ameritan, se recomienda que el personal contratado para dichos trabajos sean realizados por personal calificado de acuerdo a las disposiciones del RETIE.

Realizar mantenimientos periódicos al cableado telefónico ya que interfiere en la actualidad con el cableado eléctrico.

ANEXOS

Anexo A. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°1.

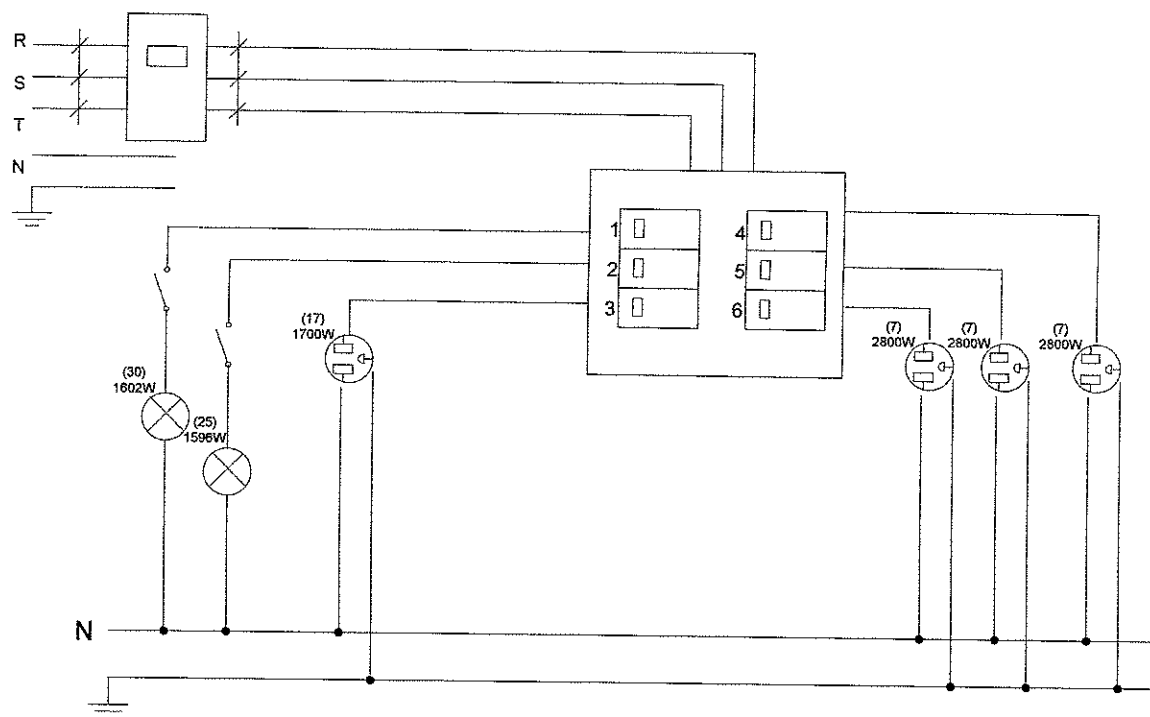


Figura N°20.
Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico N°1.
Fuente: Autor

Anexo B. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°2.

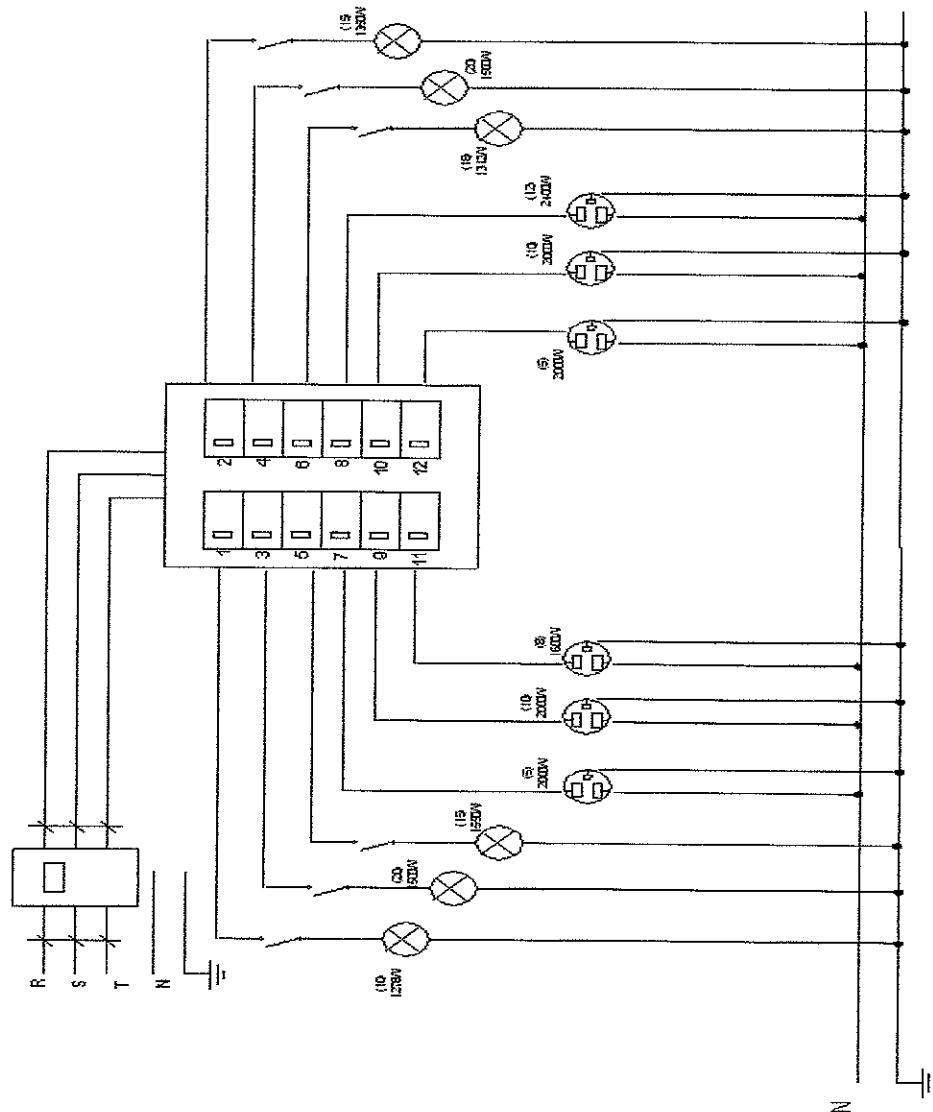


Figura N°21.
Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico N°2.
Fuente: Autor

Anexo C. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°3.

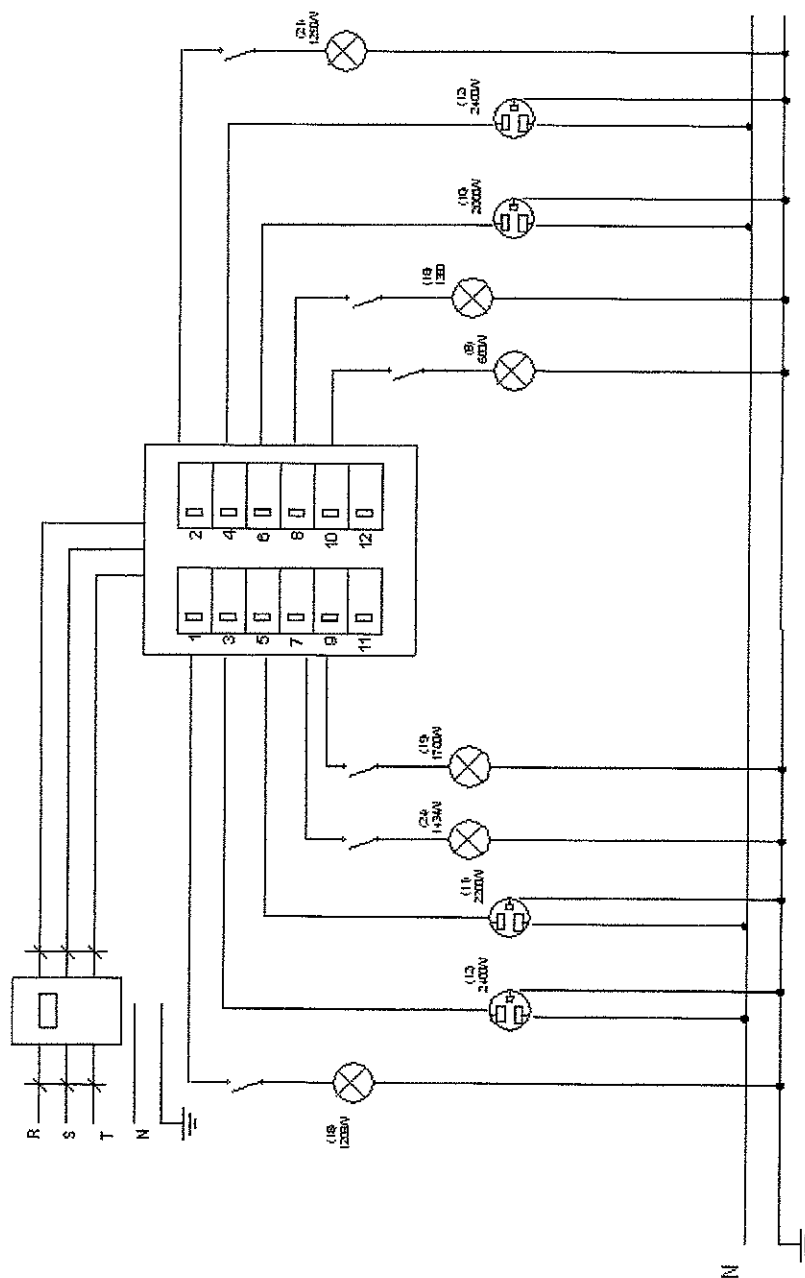


Figura N°22.
Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico N°3.
Fuente: Autor

Anexo D. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°4.

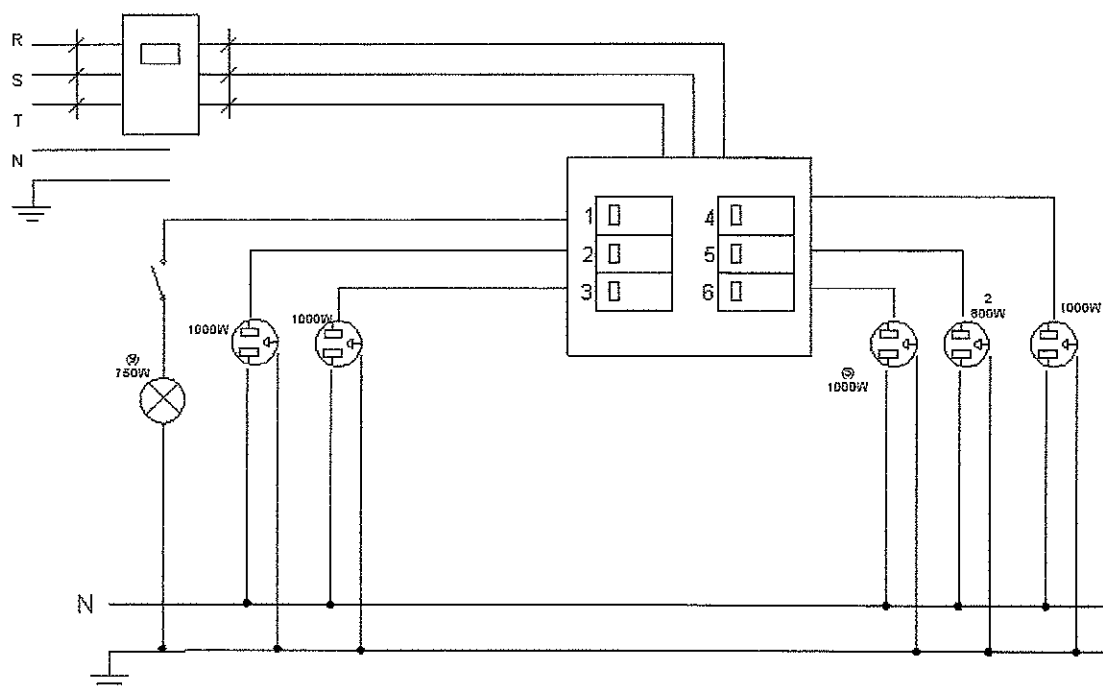


Figura N°23.
Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico N°4.
Fuente: Autor

Anexo E. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°5.

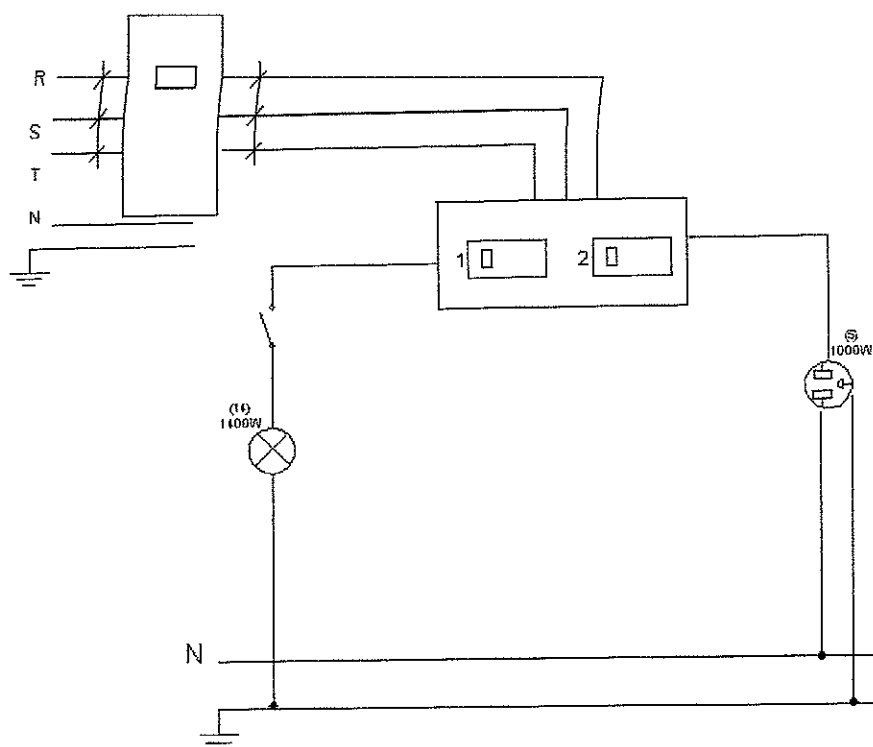


Figura N°24.
Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico N°5.
Fuente: Autor

Anexo F. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°6.

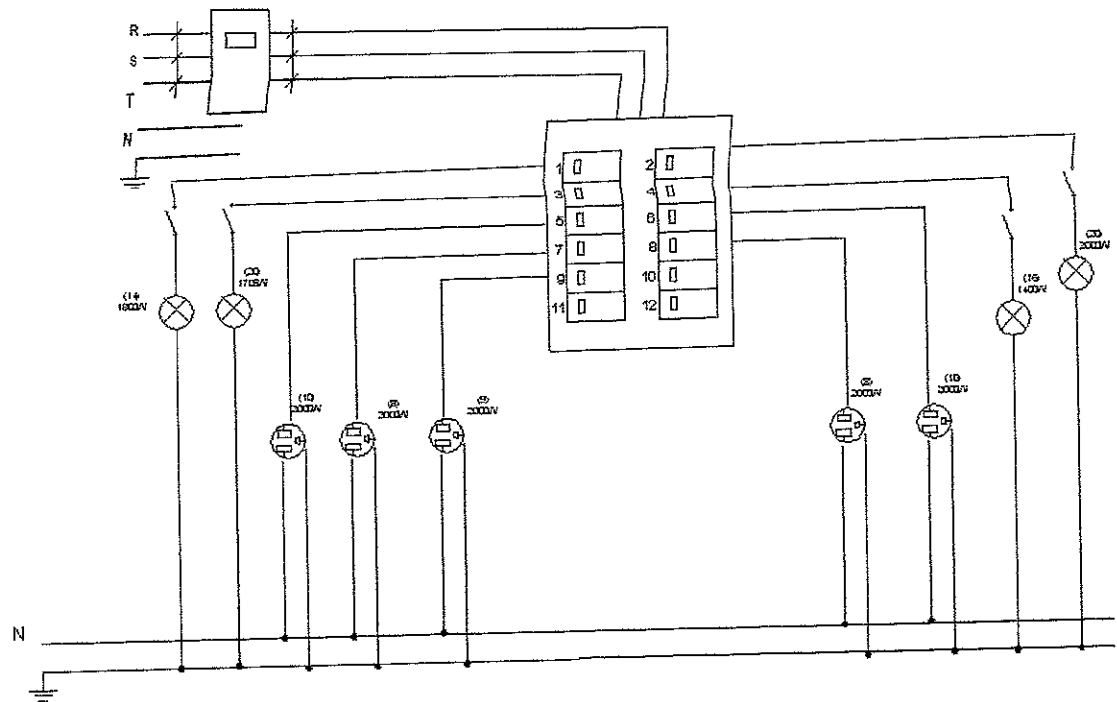


Figura N°25.
Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico N°6.
Fuente: Autor

Anexo G. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°7.

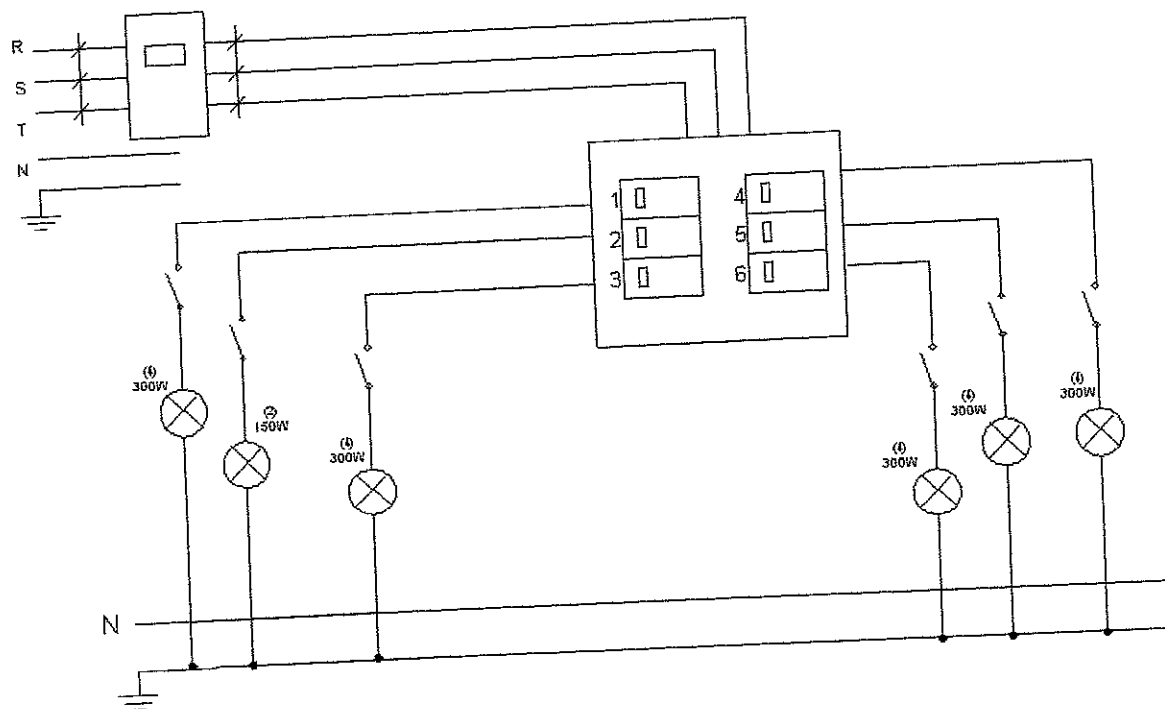


Figura N°26.
 Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico N°7.
 Fuente: Autor

Anexo H. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°8.

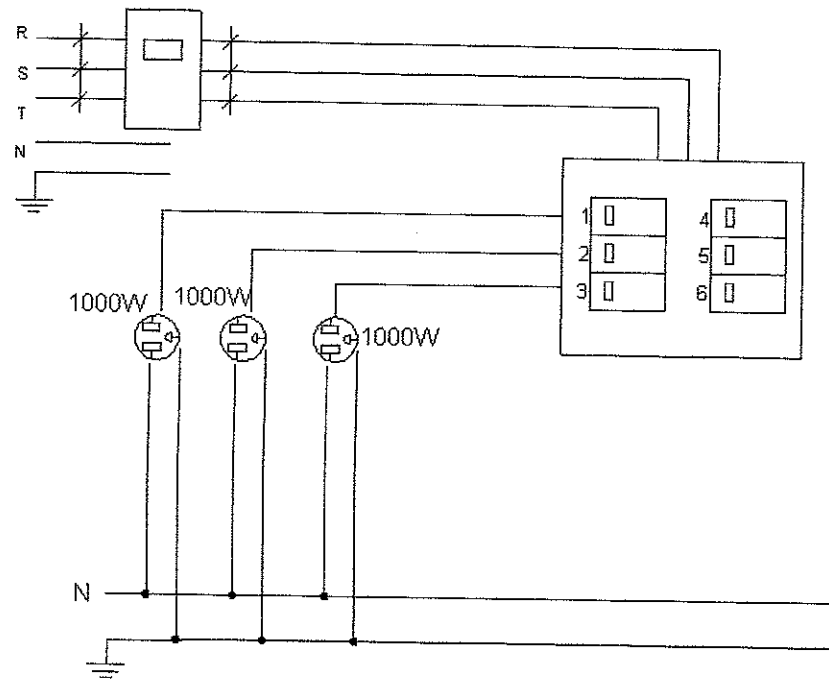


Figura N°27.
Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico N°8.
Fuente: Autor

Anexo I. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO N°9.

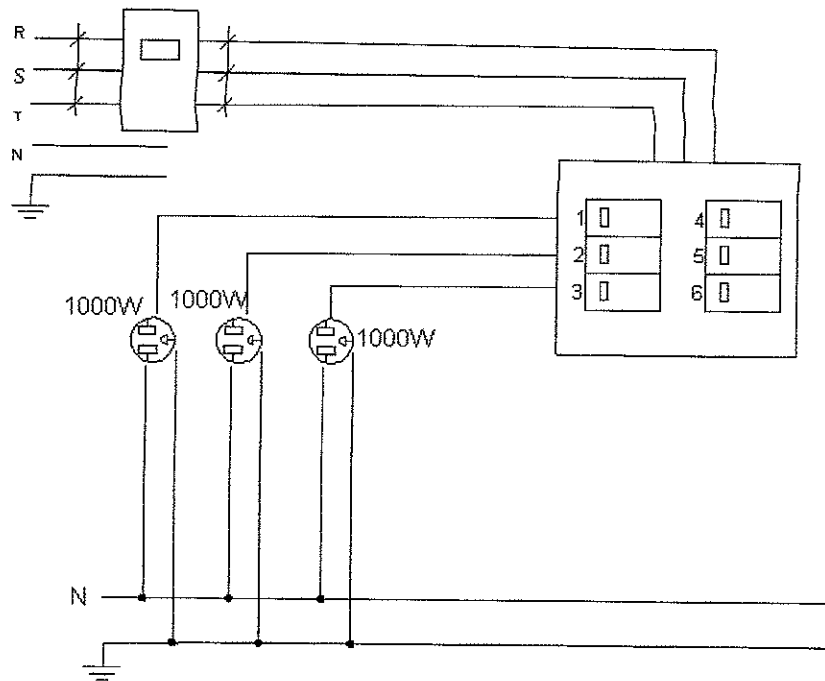


Figura N°28.
Diagrama eléctrico para el Tablero eléctrico N°9.
Fuente: Autor

BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas "RETIE", Ministerio de Minas y Energía, República de Colombia, 2 de Abril de 2007.
- Código Eléctrico Colombiano, Norma NTC 2050,
- Equipos Electrónicos de Consumo - Instalaciones Básicas, Francisco Fabregat gil, Thomson paraninfo, España, 2002.
- Instalaciones Eléctricas, Conceptos Básicos y Diseño, Neagu Bratu S – Eduardo Campero L, Alfaomega, México, 1995.

INFOGRAFÍA

- <http://www.minminas.gov.co/minminas/sectores.nsf/2a84e89f4d73f130052567be0052c75a/6d871cd692520e2a05256f77005a3bc3?OpenDocument>
- Cartilla RETIE, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas "RETIE", Ministerio de Minas y Energía – UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) República de Colombia, 7 de Abril de 2004.
- <http://www.centelsa.com.co/index.php?p=boletines.vsititemview&itemact=main>
- Guía para el diseño de instalaciones eléctricas domiciliarias seguras, Boletín Técnico - Noviembre 2005, Departamento de Mercadeo CENTELSA Cables de Energía y Telecomunicaciones S.A.

- Seguridad en Instalaciones Domiciliarias, Boletín Técnico - Junio 2004, Departamento de Mercadeo CENTELSA Cables de Energía y Telecomunicaciones S.A.
- Conductores Eléctricos de uso Obligatorio Según el RETIE, Boletín Técnico - Diciembre 2004, Departamento de Mercadeo CENTELSA Cables de Energía y Telecomunicaciones S.A.