

INSPECCIÓN A LAS REDES ELECTRICAS DE BAJA TENSION DEL CENTRO
DOCENTE LA HERMOSA

JOAN CAMILO GRISALES
HENRY OCAMPO GOMEZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2013

INSPECCIÓN A LAS REDES ELECTRICAS DE BAJA TENSION DEL CENTRO
DOCENTE LA HERMOSA

JOAN CAMILO GRISALES
HENRY OCAMPO GOMEZ

Proyecto de grado para optar al título de
Tecnólogo Electricista

Director:
Santiago Gómez E.
Ingeniero Electricista
Docente del Programa de Tecnología Eléctrica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE TECNOLOGIA ELÉCTRICA
PEREIRA
2013

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pereira, 20 de noviembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

Mis principales agradecimientos van dirigidos a mis padres y hermanos, por el constante ánimo y paciencia en este proceso de formación, los cuales me han hecho crecer y hacer de mí un mejor ser humano y un digno hijo y hermano.

Un abrazo y un inmenso agradecimiento al Ingeniero Santiago Gómez Estrada por su amistad, colaboración y apoyo a lo laaaaargoooo de esta etapa tan importante. Finalmente y no con menor importancia a Nelson Fernando Castaño (Guaro) familia, esposa e hijos por su apoyo y gran amistad.

Mil gracias

HENRY OCAMPO GÓMEZ

Mis principales agradecimientos van dirigidos a mis padres y hermanos, por el constante ánimo y paciencia en este proceso de formación, los cuales me han hecho crecer y hacer de mí un mejor ser humano y un digno hijo y hermano.

JOAN CAMILO GRISALES

CONTENIDO

Pág.

GLOSARIO	11
INTRODUCCIÓN	14
1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	16
1.1 MATERIALES	16
1.2 CLASES.....	16
2. INSPECCIÓN ELÉCTRICA	17
2.1 DEFINICIÓN	17
2.2 REQUISITOS GENERALES DE UNA INSPECCIÓN ELÉCTRICA	17
2.3 INSPECCIÓN VISUAL.....	17
2.3.1 Punto de empalme.....	18
2.3.2 Tableros de protección	19
2.3.3 Circuitos.....	19
2.4 REQUERIMIENTOS EN EL MONTAJE DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	19
2.4.1 Aberturas no utilizadas	20
2.4.2 Encerramientos bajo la superficie	20
2.4.3 Integridad de los equipos.....	20
2.4.4 Conexiones eléctricas.....	20
2.4.5 Rotulado	20
2.4.6 Código de colores para conductores.	20
2.5 REQUISITOS DE INSTALACIÓN	21
2.5.1 Clavijas y tomacorrientes.....	21
2.5.2 Equipos de corte y seccionamiento	22
2.6 RIESGOS ELÉCTRICOS.....	22
2.6.1 Arco eléctrico	22
2.6.1.1 Medidas de protección	23
2.6.2 Ausencia de electricidad	23
2.6.2.1 Medidas de protección	23
2.6.3 Contacto directo con partes energizadas.....	23
2.6.3.1 Medidas de protección	23
2.6.4 Contacto indirecto	24
2.6.4.1 Medidas de protección	24
2.6.5 Daños causados por el paso de la corriente a través del cuerpo humano	24
2.6.5.1 Daños inmediatos.....	24
2.6.6 Daños causados por la presencia de campos electromagnéticos en el cuerpo humano.....	25
2.6.6.1 Efectos directos	25
2.6.7 Principios físicos de protección.....	25
2.6.7.1 Dispositivos de protección	25

2.7	PROTECCIÓN DE PARTES ENERGIZADAS (DE 600 V NOMINALES O MENOS)	26
2.7.1	Partes energizadas protegidas contra contacto accidental	26
2.7.2	Prevención contra daños físicos	26
2.7.3	Señalización de seguridad	26
2.7.4	Contacto directo	27
2.7.4.1	Protección contra contactos directos	27
2.7.5	Contacto indirecto	27
2.7.5.1	Protección contra contactos directos	28
2.8	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	28
2.8.1	Componentes de un sistema de puesta a tierra	29
2.8.1.1	Conductor de puesta a tierra de los equipos	29
2.8.1.2	Conductor del electrodo de puesta a tierra	29
2.8.1.3	El electrodo de puesta a tierra	30
2.8.2	Objetivos de un sistema de puesta a tierra	30
2.9	ILUMINACIÓN	30
2.9.1	Iluminación eficiente	31
2.9.2	Requisitos generales de un sistema de iluminación	31
2.9.2.1	Reconocimiento del sitio y objetos a iluminar	31
2.9.2.2	Requerimientos de iluminación	32
2.9.2.3	Selección de fuentes luminosas y luminarias	32
2.9.2.4	Duración o vida útil de la fuente luminosa	32
2.9.2.5	Vida económica de las fuentes y análisis económico de las luminarias	32
2.9.3	Detalles de la iluminación en el alumbrado interior	33
2.9.3.1	Niveles de iluminación recomendados	33
2.9.4	Alumbrado en las áreas de trabajo a inspeccionar	34
2.9.4.1	Alumbrado de oficinas	34
2.9.4.2	Iluminación de aulas de clase	34
2.9.4.3	Iluminación de salas de lectura y auditorios	35
2.9.5	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	35
3.	TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN	37
3.1	MEDICIÓN DE ILUMINANCIA GENERAL DE UN SALÓN	37
3.2	CONFIGURACIONES PARA LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	37
3.2.1	Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas	37
3.2.2	Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica	39
3.2.3	Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila	39
3.2.4	Áreas regulares con luminarias de dos o más filas	40
3.2.5	Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales	42
3.3	EQUIPOS DE MEDICIÓN Y SU UTILIZACIÓN	42
3.4	FORMATOS	44
4.	INSPECCIÓN ELÉCTRICA	49
4.1	DETERMINACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN EL PLANTEL	50
4.2	TOMACORRIENTES	52

4.2.1	Requisitos de la instalación.....	52
4.2.2	Requisitos del producto.....	54
4.3	EXTENSIONES Y MULTITOMAS PARA BAJA TENSION.....	55
4.3.1	Requisitos de instalación.....	55
4.4	INTERRUPTORES MANUALES DE BAJA TENSION.....	56
4.4.1	Requisitos de instalación.....	56
4.4.2	Requisitos del producto.....	57
4.5	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.....	58
4.5.1	Instalación.....	58
4.5.2	Identificación del tablero.....	60
4.6	REQUISITOS ADICIONALES PARA ALGUNOS TIPOS DE SUBESTACIÓN.....	62
4.6.1	Subestaciones tipo poste.....	62
4.6.2	DPS dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias.....	63
4.6.2.1	Localización.....	63
4.6.2.2	Requisitos de instalación.....	63
5.	INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN.....	64
5.1	LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES.....	64
5.1.1	Lámparas fluorescentes tipo T12.....	64
5.2	LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS.....	65
5.3	LUMINARIAS.....	68
5.3.1	Requisitos de instalación.....	68
5.3.2	Requisitos del producto.....	69
5.3.3	Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias.....	69
5.4	BALASTOS.....	71
5.4.1	Requisitos del producto.....	71
5.4.2	Requisito de instalación.....	71
5.5	MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES DE ILUMINACION INTERIOR.....	71
6.	RESULTADOS.....	74
6.1	TIEMPO DE USO DE LAS LUMINARIAS.....	74
6.2	NIVELES DE ILUMINANCIA PROMEDIO MEDIDOS.....	74
6.3	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS LUGARES DE TRABAJO.....	76
6.3.1	PRIMER PISO.....	76
6.3.2	PLANTA BAJA.....	77
	CONCLUSIONES.....	79
	RECOMENDACIONES.....	81
	BIBLIOGRAFÍA.....	82
	ANEXOS.....	84
	ANEXO A. CUADROS DE CARGA.....	84
	ANEXO B. FORMATOS INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN.....	84
	ANEXO C. PLANO DE CUADRICULAS PARA MEDIDAS DE ILUMINACIÓN.....	84
	ANEXO D. PLANO FINAL SISTEMA ELÉCTRICO.....	84
	ANEXO E. DIAGRAMA UNIFILAR.....	84

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Código de colores para conductores. Tomado y adoptado de la Tabla 13 del RETIE	21
Tabla 2. Conductor del electrodo de puesta a tierra. Tomado Tabla 250-94 de la NTC 2050	29
Tabla 3. Niveles de iluminancia requeridos en instituciones educativas. Tabla 410.1 RETILAP	33
Tabla 4. Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI). Tabla 440.1 RETILAP	36
Tabla 5. Formato 1 inspección general del área o puesto de trabajo. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	45
Tabla 6. Formato 2 medidas de iluminancia general. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	46
Tabla 7. Formato 3 medidas de iluminancia en los puestos de trabajo. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	47
Tabla 8. Formato 4 especificaciones de la instalación alumbrado. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	48
Tabla 9. Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12. Tomada y adoptada de la Tabla 310.3.1b del RETILAP	64
Tabla 10. Especificaciones de lámparas fluorescentes compactas con balastro incorporado. Tomadas y adoptadas de la Tabla 310.5.1 b del RETILAP	67
Tabla 11 Características y resultados de las mediciones obtenidas en el primer piso.	74
Tabla 12 Características y resultados de las mediciones obtenidas en la planta baja.	74

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Arco eléctrico	22
Figura 2. Ausencia de electricidad	23
Figura 3. Contacto directo.....	24
Figura 4. Contacto indirecto.....	24
Figura 5. Señalización de seguridad.....	27
Figura 6. Conductor de puesta a tierra	28
Figura 7. Electrodo de puesta a tierra.....	30
Figura 8. Iluminación aulas de clase.....	34
Figura 9. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas	37
Figura 10. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria.....	39
Figura 11. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.....	39
Figura 12. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias	40
Figura 13. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias	42
Figura 14. Plano eléctrico y arquitectónico primer piso.....	49
Figura 15. Plano eléctrico y arquitectónico planta baja.....	49
Figura 16. Tablero principal.....	50
Figura 17. Tablero regulado (sala de sistemas)	51
Figura 18. Tablero normal (sala de sistemas)	51
Figura 19. Tablero del restaurante (piso 2)	52
Figura 20. Tomacorriente inapropiado	52
Figura 21. Tomacorriente mal instalado	53
Figura 22. Tomacorriente correcto	53
Figura 23. Tomacorriente en mal estado.....	54
Figura 24. Terminal de fase.....	55
Figura 25. Multitoma	55
Figura 26. Especificaciones de corriente y tensión en interruptores	56
Figura 27. Posiciones de encendido y apagado del interruptor	57
Figura 28. Interruptores debidamente aislados.....	57
Figura 29. Interruptores en deterioro	58
Figura 30. Posición en la pared del tablero.....	59
Figura 31. Cables bien sujetos.....	59
Figura 32. Espacio insuficiente entre conductores.....	60
Figura 33. Identificación de circuitos ramales	61
Figura 34. Sub estación tipo poste.....	62

Figura 35. DPS y bujes del transformador.	63
Figura 36. Lámpara tipo T12.....	64
Figura 37. Marcación lámpara tipo T12.....	65
Figura 38. Salón 7.....	66
Figura 39. Sala de sistemas	66
Figura 40. Salón 5.....	66
Figura 41 Salón 8.....	67
Figura 42. Marcación lámparas fluorescentes compactas	68
Figura 43. Lámpara tipo regleta	68
Figura 44. Lámparas sin partes cortantes.....	69
Figura 45. Luminaria sin partes energizadas expuestas al contacto.....	69
Figura 46. Luminaria sin marcas.....	70
Figura 47. Luminaria con el conjunto eléctrico en su interior	70
Figura 48. Rotulado con sus parámetros	71
Figura 49. Luminaria fuera de servicio	72
Figura 50. Luminaria con tubo dañado	72
Figura 51. Salida de iluminación sin plafón y sin bombilla	72
Figura 52. Plafón fuera de servicio	73
Figura 53. Luminarias sucias	73
Figura 54. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 1	75
Figura 55. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 2	75

GLOSARIO

ACOMETIDA: derivación de la red local de servicio público domiciliario de energía eléctrica, 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. (1)

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 paso de corriente a través de un gas. (1)

DEPRECIACIÓN LUMÍNICA: disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa. (2)

DESLUMBRAMIENTO: sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad. (2)

EMPALME: conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica. (1)

FLUJO LUMINOSO (Φ): cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm). (2)

ILUMINANCIA (E): densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx). (2)

INSPECCIÓN: conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos una o varias características de un producto o instalación eléctrica para determinar su conformidad. (1)

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. (1)

LÁMPARA: utensilio que permite que los dispositivos generadores de luz (conocidos también como bombillas, focos, etc), se conecten a la red eléctrica. (1)

LUMINANCIA: es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz. También llamado brillo fotométrico. Su unidad es la candela por metro cuadrado. (1)

LUMINARIA: componente mecánico y óptico de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación. (1)

NORMA TÉCNICA: documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos. (1)

PLANO DE TRABAJO: es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos. (2)

REGLAMENTO TÉCNICO: documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria. (1)

RETIE: acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia. (1)

RETILAP: acrónimo del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2)

SISTEMA DE ILUMINACIÓN: Componentes de la instalación de iluminación y sus interrelaciones para su operación y funcionamiento. (2)

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA: conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente. (1)

SOBRECARGA: funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal. (1)

SOBRETENSIÓN: tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema. (1)

TOMAS GFCI: dispositivo para monitorear la cantidad de corriente que fluye de la línea al neutro, y si existe una diferencia, como en el caso en el que la corriente fluya a tierra pasando por una persona, el dispositivo abre el circuito, cortando el flujo de corriente. (1)

VIDA ÚTIL (DE UNA FUENTE LUMINOSA): período de servicio efectivo de una fuente que trabaja bajo condiciones y ciclos de trabajo nominales hasta que su flujo luminoso sea el 70 % del flujo luminoso total. (2)

RESUMEN

En este proyecto se va mostrar el estado actual de la red eléctrica del CENTRO DOCENTE LA HERMOSA, el cual no cumple con la normatividad vigente como lo son la NTC2050, RETIE, RETILAP. También se observa algunas imágenes que describen el estado actual de estas redes.

El diseño de la red eléctrica de la institución, está dividido en el diseño de iluminación y en el de tomas, los cuales cuentan con sus respectivos cálculos y diagramas unifilares de cada tablero eléctrico.

La medición lumínica se hará por medio del luxómetro y a partir de los resultados se determinara si cumple con la cantidad media de luxes requeridos en cada caso según lo establecido en el RETILAP

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual las instituciones educativas deben contar con una buena infraestructura que garantice un óptimo desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en estas, tales como físicas, educativas, culturales y administrativas. Para facilitar todas estas actividades es importante que toda la infraestructura cuente con una buena instalación eléctrica y a su vez un buen nivel de iluminación en cada una de sus áreas.

Se considera como instalaciones de iluminación los circuitos eléctricos de alimentación, las fuentes luminosas, las luminarias y los dispositivos de control, soporte y fijación que se utilicen exclusivamente para la iluminación interior y exterior de bienes de uso público y privado

Mediante el proyecto de grado se realizó una inspección de las instalaciones eléctricas y de iluminación que se encuentran ubicadas en el CENTRO DOCENTE LA HERMOSA, dicha inspección estuvo basada en el cumplimiento del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) y el de iluminación (RETILAP). En esta inspección se verificó si todas las instalaciones eléctricas cumplían con las obligaciones establecidas en el reglamento nombrado anteriormente, y de no ser así, poder dar a conocer cuáles son los inconvenientes que presentan para que sean solucionados.

Se realizó el diseño de los planos eléctricos y de iluminación de la institución, utilizando para esto el programa AUTOCAD.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la inspección de las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento de los planos eléctricos de tomas e iluminación con el estado actual de la infraestructura.
- Verificar si el diseño de la instalación eléctrica existente cumple con las normas y reglamentos exigidos actualmente.
- Determinar los niveles de iluminación en salones y oficinas por medio del luxómetro

1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Es el conjunto de aparatos, equipos y materiales que permiten llevar la energía eléctrica desde la fuente (generación) pasando por los diferentes procesos (transformación, transmisión y distribución) hasta llegar al punto de uso final de manera eficiente y segura.

1.1 MATERIALES

- Generadores
- Transformadores (Potencia y distribución)
- Estructuras
- Conductores
- Ductos, canalizaciones
- Tableros de distribución
- Protecciones

1.2 CLASES

- a) **Instalaciones residenciales:** son aquellas instalaciones en las cuales la energía eléctrica es utilizada en viviendas unifamiliares, bifamiliares o multifamiliares.
- b) **Instalaciones comerciales:** son aquellas instalaciones en las cuales la energía eléctrica es utilizada en oficinas y locales de venta de bienes y servicios.
- c) **Instalaciones industriales:** son aquellas instalaciones en las cuales la energía eléctrica es utilizada en procesos de manufactura y conservación de alimentos o materiales.
- d) **Instalaciones especiales:** son aquellas instalaciones en las cuales el uso de la energía eléctrica o la destinación del local donde se encuentran las instalaciones y los equipos eléctricos, implican riesgos adicionales para las personas o los equipos que la utilizan. (3)

2. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

2.1 DEFINICIÓN

La Inspección Eléctrica implica una serie de pruebas realizadas en su sistema eléctrico, desde la entrada principal hasta los dispositivos fijos finales y accesorios para bajo o alto voltaje de acuerdo con la reglamentación y tiene como fin proteger la vida humana y la propiedad.

2.2 REQUISITOS GENERALES DE UNA INSPECCIÓN ELÉCTRICA

- a. Verificar que zonas dentro del plantel están ya inspeccionadas por parte de un inspector eléctrico y están ya sujetas al RETIE.
- b. Verificar que los materiales y los equipos utilizados en la instalación estén debidamente rotulados y certificados.
- c. Dentro de la instalación pueden haber dispositivos o equipos que requieran tratamiento o investigación especial (esto aplica para aquellos artefactos o dispositivos que se adecuan según la necesidad del usuario, es decir no provienen de fabricación debidamente rotulada y certificada).
- d. Verificar que las capacidades nominales de interrupción sean adecuadas a las condiciones de la instalación.
- e. Verificar que las salidas de fuerza, iluminación y tableros de distribución que no estén en servicio estén debidamente sellados.
- f. Localizar partes rotas o dañadas que estén contaminando.
- g. Revisar que los equipos y dispositivos estén firmemente asegurados a la superficie sobre la cual están montados y además tengan buena ventilación.
- h. Revisar que los empalmes y terminaciones estén hechos con dispositivos que sean adecuados para los materiales de los conductores.
- i. Verificar que los conductores conectados a terminales no estén alimentando cargas de manera que excedan la temperatura del terminal.
- j. Verificar que los espacios y la altura de trabajo sean adecuados alrededor del equipo.
- k. Verificar que los espacios de acceso a los dispositivos contra sobre corriente y equipos de control no estén obstaculizados.
- l. Verificar que los espacios de trabajo tengan una iluminación adecuada.
- m. Revisar que todos los medios de desconexión estén marcados para indicar su propósito a menos que este sea evidente. (4)

2.3 INSPECCIÓN VISUAL

La inspección de las instalaciones, de ser visual, precede a las pruebas finales y es realizada a través de la inspección física de la instalación, esto es, recorriéndola desde el punto de empalme hasta el último elemento de cada circuito de la instalación, la cual debe tener:

- Correcta conexión de la instalación de puesta a tierra
- Existencia en todos los tomacorrientes de la conexión del conductor de protección a su borne de puesta a tierra.
- Operación mecánica correcta de los aparatos de maniobra y protección.

La inspección visual permite hacerse una idea globalizada de la instalación y de las condiciones técnicas de la ejecución, revisando los siguientes aspectos:

2.3.1 Punto de empalme

Un empalme es la unión eléctrica y mecánica entre dos conductores, se realiza para garantizar la continuidad del fluido eléctrico en situaciones en las que se desean o se requieren unir varios conductores independientes. Para realizar un empalme seguro y efectivo se debe recurrir a dispositivos capaces de evitar recalentamientos, que puedan desencadenar incendios.

Para empalmar dos conductores es importante utilizar los dispositivos adecuados identificados para ese uso garantizando la unión eléctrica y mecánica segura antes de proceder al empalme final. Estos métodos de empalme pueden ser aquellos que aprietan entre sí los hilos o cables por medio de un tornillo, los que alojan en un cuerpo metálico los extremos desnudos de los conductores sujetos por atornillado o soldadura de bronce, de arco o banda aislada mediante cintas certificadas para dicho uso, que ofrezcan un grado de aislamiento equivalente al de los conductores o algún dispositivo que cumpla la misma función.

En primer lugar entonces, para lograr un empalme correcto, es indispensable disponer de elementos como bornes, conectores de resorte, regletas o elementos que permitan la soldadura y posterior aislamiento. Se debe tener en cuenta que el tradicional empalme que se realizaba retorciendo y entrelazando los hilos de ambos conductores, para luego recubrir la conexión con cinta aislante no es permitido por el código y solo puede usarse como un recurso provisional para casos de emergencia.

Todos los empalmes de conductores deben realizarse dentro de la norma NTC 2050 Sección 300 -15. Se trata de una caja de material aislante o metálica, en cuyo interior, y por medio de los métodos aprobados de empalme, se realizan las conexiones de los conductores del circuito principal los cuales servirán para instalar una derivación.

A la caja de empalmes llegan los tubos por cuyo interior circulan los conductores. Suelen ser redondas, cuadradas o rectangulares, y llevan unos agujeros ciegos, que pueden abrirse a diferentes diámetros, en los que se insertan los tubos conductores. (5)

2.3.2 Tableros de protección

Verificar en los tableros, cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, comando, medición, protección, alarma y señalización de las cubiertas y soportes correspondientes. De acuerdo con la ubicación en la instalación a los tableros se les debe verificar:

- Estructura de la caja: pintura, terminación y tamaño.
- Ubicación: altura de montaje, fijación y presentación.
- Componentes: protecciones, alambrado, barras, llegada y salida de ductos, boquillas, tuercas, etc. (6)

2.3.3 Circuitos

Al momento de revisarlos se debe verificar:

- El tamaño o sección transversal de los conductores.
- En los ductos verificar si el diámetro es el adecuado para la cantidad de conductores portadores de corriente que aloja y su llegada a las cajas.
- Cajas de derivación: inspeccionar la continuidad de líneas, el estado mecánico de los conductores, la unión y aislamiento de las conexiones, el espacio libre, el código de colores, el estado mecánico de los ductos, la ausencia de rebabas y la limpieza.
- Cajas de interruptores y enchufes: el estado mecánico de unión al elemento, la llegada de ductos y la calidad de los dispositivos.
- Puesta a tierra: al inspeccionar la puesta a tierra hay que verificar la sección de conductores, el código de colores, la calidad de las uniones, la llegada al tablero, y la unión a las barras de tierra de servicio y tierra de protección situadas en el tablero.
- Se debe verificar que los elementos y dispositivos en la instalación estén debidamente certificados y cumplan con las especificaciones técnicas.
- Verificar que los materiales no estén deteriorados y estén en perfectas condiciones de operación.
- Medidas de protección contra choques eléctricos por contacto directo e indirecto.
- Las instalaciones eléctricas deben tener los dispositivos de protección acordes con el requerimiento de la carga y las exigencias del medio que se encuentran.
- Los dispositivos de protección deben de estar ubicados de tal forma que puedan tener fácil acceso para la operación y mantenimiento. (6)

2.4 REQUERIMIENTOS EN EL MONTAJE DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los elementos y dispositivos eléctricos deben ser instalados cumpliendo las exigencias establecidas por el RETIE.

2.4.1 Aberturas no utilizadas

Las aberturas en los compartimentos que contengan materiales eléctricos y no tengan un propósito específico, se deben cerrar plenamente para proteger el equivalente a la pared del equipo. (1)

2.4.2 Encerramientos bajo la superficie

Los conductores se deben instalar de modo que ofrezcan un acceso fácil y seguro a los encerramientos subterráneos o bajo la superficie a los que deban entrar personas para su instalación y mantenimiento. (1)

2.4.3 Integridad de los equipos

Las partes internas de los equipos eléctricos, tales como las barras colectoras, terminales de cables, aislantes y otras superficies, no deben estar dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de: pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente al buen funcionamiento o a la resistencia mecánica de los equipos, como piezas rotas, dobladas, cortadas, deterioradas por la corrosión o por agentes químicos o recalentamiento. (1)

2.4.4 Conexiones eléctricas

Utilizados para garantizar una conexión segura y confiable de conductores eléctricos.

2.4.5 Rotulado

Los conductores deberán ser marcados en forma indeleble y legible, sobre su superficie cada 275 mm con lo siguiente:

- País de fabricación
- Nombre del fabricante
- Tipo de conductor
- Sección en mm² o AWG
- Tensión nominal en V
- Longitud del conductor expresada en metros
- Año de fabricación. (7)

2.4.6 Código de colores para conductores.

Los conductores aislados y conductores desnudos, tales como barrajes instalados en interiores, deben ser marcados con los colores de la siguiente tabla. Si no es posible que el aislamiento del conductor tenga ese color, se debe marcar en las partes visibles con pintura, cinta o rótulo que le permita su identificación.

Tabla 1. Código de colores para conductores. Tomado y adoptado de la Tabla 13 del RETIE

SISTEMA	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ
TENSIONES NOMINALES (V)	120	240/120	240	240/208/120	380/220	380/220	480/440	480/440	Mas de 1000V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases
FASES	Negro	Negro	Amarillo	Negro	Negro	Café	Café	Café	Violeta
		Rojo	Azul	Azul	Naranja	Negro	Naranja	Naranja	Café
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	No aplica	Gris	No aplica
TIERRA DE PROTECCION	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde
TIERRA AISLADA	Verde o Verde/ Amarillo	Verde o Verde/ Amarillo	Verde o Verde/ Amarillo	No aplica	Verde o Verde/ Amarillo	Verde o Verde/ Amarillo	No aplica	No aplica	No aplica

En sistemas de media o alta tensión, adicional a los colores, debe fijarse una leyenda con el aviso del nivel de tensión respectivo.

En circuitos monofásicos derivados de sistemas trifásicos, el conductor de la fase deberá ser marcado de color amarillo, azul o rojo, conservando el color asignado a la fase en el sistema trifásico.

En acometidas monofásicas derivadas de sistemas trifásicos, las fases podrán identificarse con amarillo, azul, rojo o negro. En todo caso el neutro será blanco o marcado con blanco y la tierra de protección verde o marcada con verde. (1)

2.5 REQUISITOS DE INSTALACIÓN

A continuación se establecen los requisitos esenciales para los productos de mayor utilización en instalaciones eléctricas.

2.5.1 Clavijas y tomacorrientes

- Los tomacorrientes instalados en lugares húmedos deben tener un grado de encerramiento IP (o su equivalente NEMA), adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan y deben identificar este uso.
- Para uso en intemperie, las clavijas y tomacorrientes deben tener un grado de encerramiento IP (o su equivalente NEMA), adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan. Los tomacorrientes instalados en lugares sujetos a la lluvia o salpicadura de agua deben tener una cubierta protectora o encerramiento a prueba de intemperie.
- Se deben instalar los tomacorrientes de tal forma que el terminal de neutro quede arriba en las instalaciones horizontales
- En lugares clasificados como peligrosos se deben utilizar clavijas y tomacorrientes aprobados y certificados para uso en estos ambientes.
- Los tomacorrientes deben instalarse de acuerdo con el nivel de tensión de servicio, tipo de uso y la configuración para el cual fue diseñado. (1)

2.5.2 Equipos de corte y seccionamiento

- a) Los interruptores para control de aparatos deben especificar la corriente y tensión nominal del equipo.
- b) Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.
- c) No debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor puesto a tierra.
- d) En ambientes especiales (clasificados como peligrosos) deben utilizarse interruptores apropiados a la técnica de protección seleccionada.
- e) La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra. (1)

2.6 RIESGOS ELÉCTRICOS

Los riesgos eléctricos están asociados con los efectos de la electricidad y en su mayor parte están relacionados con el empleo de las instalaciones eléctricas.

Los riesgos debidos a las instalaciones eléctricas pueden reducirse si se actúa correctamente en las diferentes fases del proceso que transcurren desde la creación hasta la destrucción de las mismas.

- Diseño
- Ejecución (montaje)
- Mantenimiento
- Uso
- Desmantelamiento (desmontaje). (8)

2.6.1 Arco eléctrico

Originado por malos contactos, apertura de circuitos con carga, violación de distancias de seguridad, ruptura de aislamientos, contaminación o cortocircuitos. Es considerado alta causa de incendios de origen eléctrico. Libera gran cantidad de energía, provocan quemaduras (intensa radiación ultravioleta que irradian aún sin que exista contacto eléctrico). (8) (9)

Figura 1. Arco eléctrico



Tomado de la referencia (9)

2.6.1.1 Medidas de protección

Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar gafas de protección contra rayos ultravioleta. (8)

2.6.2 Ausencia de electricidad

Se presenta por fallas de aislamiento, deficiencias o ausencia de mantenimiento, defectos del conductor a tierra, apagón, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia o por no tener plantas de emergencia. (8)

2.6.2.1 Medidas de protección

Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática. (8)

Figura 2. Ausencia de electricidad



Tomado de la referencia (9)

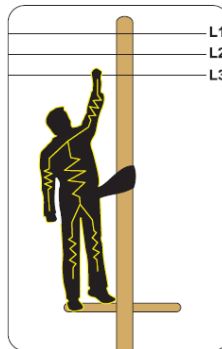
2.6.3 Contacto directo con partes energizadas

Se presenta por negligencia de técnicos o ineptitud de no técnicos al trabajar con equipos o partes energizadas, exposición inadecuada de elementos energizados, falta de encerramientos adecuados, o incumplimiento de reglas de seguridad en los trabajos eléctricos. (8)

2.6.3.1 Medidas de protección

Distancias de seguridad, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta tierra, probar ausencia de tensión. (8)

Figura 3. Contacto directo



Tomado de la referencia (9)

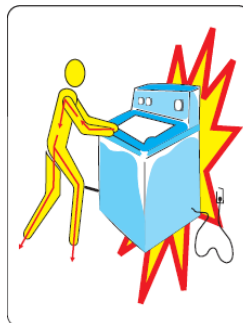
2.6.4 Contacto indirecto

Se presenta por fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. (8)

2.6.4.1 Medidas de protección

Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo. (8)

Figura 4. Contacto indirecto



Tomado de la referencia (9)

2.6.5 Daños causados por el paso de la corriente a través del cuerpo humano

Para que circule intensidad a través del cuerpo humano es necesario que entre dos partes del mismo exista una tensión (o diferencia de potencial). Cuando esto ocurre se producen los siguientes daños. (8)

2.6.5.1 Daños inmediatos

Contracción muscular, que puede provocar caídas, que a su vez pueden causar:

- Impactos, cortes y quemaduras por contacto con zonas calientes.
- Dificultad de respiración, que puede provocar asfixia.

Perturbaciones en el corazón, que pueden ser:

- Fibrilación ventricular.
- Fibrilación auricular.
- Paro cardiaco.
- Aumento de la presión sanguínea.
- Quemaduras en las zonas de paso de la corriente. (8)

2.6.6 Daños causados por la presencia de campos electromagnéticos en el cuerpo humano

Los campos electromagnéticos y sus efectos están relacionados con su frecuencia. Entre 0 y 10 kHz los campos eléctricos y magnéticos deben considerarse por separado. (8)

2.6.6.1 Efectos directos

Un campo eléctrico induce una carga en la superficie de un cuerpo expuesto, que puede provocar cosquilleo de la piel, vibración del vello y pequeñas descargas electrostáticas.

Los campos magnéticos variables inducen en el interior del cuerpo tensiones que a su vez dan lugar a corrientes. La corriente inducida puede estimular los nervios o el tejido muscular. (8)

2.6.7 Principios físicos de protección

Los accidentes provocados por los riesgos eléctricos tienen como origen fallos en las instalaciones o actuaciones incorrectas de las personas. La forma de evitarlos será actuando sobre el origen de los mismos, es decir logrando que las instalaciones estén en las adecuadas condiciones de seguridad y que las personas actúen de forma segura con relación a los riesgos que existan. El principio básico generalizado de la protección en este campo es el aislamiento. El aislamiento es el conjunto de las materias aislantes empleadas en la construcción de un aparato o instalación y destinados a impedir cualquier contacto con las partes activas. (8)

2.6.7.1 Dispositivos de protección

El RETIE además de exigir que para toda instalación eléctrica se utilicen materiales y dispositivos certificados, también exige que las instalaciones cuenten con los dispositivos necesarios de protección, tales como son relés de sobrecargas, interruptores magnéticos, pararrayos, electrodos de puesta a tierra, tomas GFCI y DPS (dispositivos de protección contra sobretensiones).

2.7 PROTECCIÓN DE PARTES ENERGIZADAS (DE 600 V NOMINALES O MENOS)

2.7.1 Partes energizadas protegidas contra contacto accidental

Las partes energizadas de los equipos eléctricos que funcionen a 50 V o más deben estar protegidas contra contactos accidentales por medio de gabinetes apropiados o por cualquiera de los medios siguientes:

- a) Ubicándolas en un cuarto, bóveda o recinto similar, accesible solo a personal calificado.
- b) Mediante muros adecuados, sólidos y permanentes o pantallas de modo que al espacio cercano a las partes energizadas solo tenga acceso personal calificado. Cualquier abertura en dichos muros o pantallas debe ser de tales dimensiones o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidental con las partes energizadas o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.
- c) Ubicándose en un balcón, galería o plataforma tan elevada y dispuesta de tal modo que no permita acceder a personas no calificadas.
- d) Ubicándose a 2,40 m o más por encima del nivel del piso u otra superficie de trabajo. (10)

2.7.2 Prevención contra daños físicos

En lugares en los que sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos, los encerramientos o protecciones deben estar dispuestos de tal modo y ser de una resistencia tal que evite tales daños.

2.7.3 Señalización de seguridad

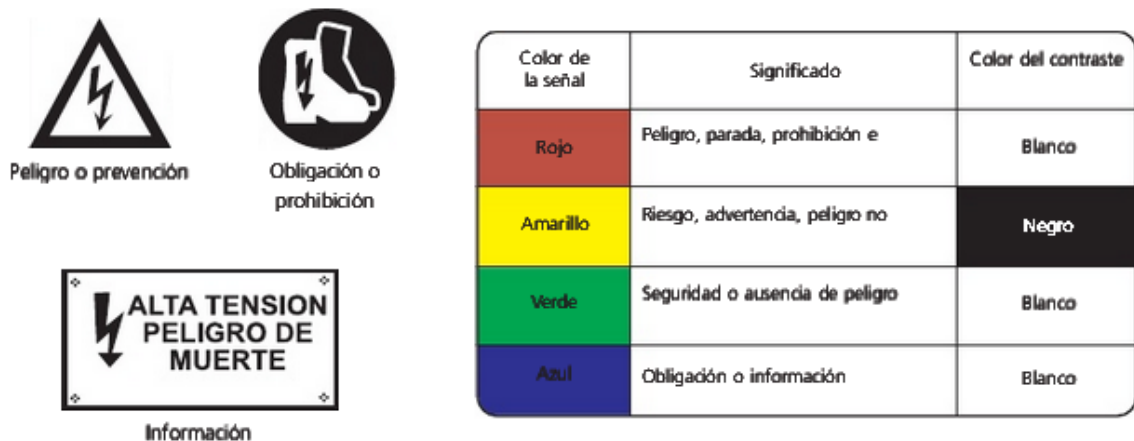
La función de estas señales es llamar rápidamente la atención sobre objetos o situaciones que pueden provocar peligros, así como para indicar la instalación de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad en los centros y locales de trabajo.

- Las señales de seguridad no eliminan por sí mismas el peligro pero dan advertencias o directrices que permitan aplicar las medidas adecuadas para prevención de accidentes.
- Las señales de seguridad deben transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones que entrañen un peligro potencial.
- Un sistema eficaz de señalización de seguridad no invalida la puesta en práctica de las medidas de prevención necesarias.
- El conocimiento de la señalización por parte de los trabajadores implica la

responsabilidad del empresario de formar a los mismos.

Las señales de seguridad que se encuentren en las instalaciones eléctricas, son para respetarlas. Su objetivo es transmitir mensajes, los colores de las señales también tienen significados especiales: (9)

Figura 5. Señalización de seguridad



Tomado de la referencia (9)

2.7.4 Contacto directo

Este tipo de situación ocurre cuando una persona toca directamente partes activas o entra en contacto con elementos energizados, y puede sufrir un choque eléctrico. Teniendo en cuenta que la energía eléctrica es de uso generalizado, las personas están en contacto permanente con conductores eléctricos, electrodomésticos, equipos eléctricos, motores eléctricos.

2.7.4.1 Protección contra contactos directos

Para considerar que una instalación se encuentra protegida contra contactos eléctricos directos, deberá adoptarse una de las siguientes medidas:

- Por recubrimiento de las partes activas con materiales aislantes.
- Por alejamiento conservando distancias mínimas de seguridad.
- Interposición de obstáculos, barreras o envolventes (11)

2.7.5 Contacto indirecto

El contacto indirecto sucede cuando la persona toca una estructura metálica, o una carcasa de un motor la cual en condiciones normales esta des-energizada. Una falla común en un sistema eléctrico es la pérdida de aislamiento provocando fugas de corriente.

2.7.5.1 Protección contra contactos directos

Consiste en tomar todas las medidas destinadas a proteger a las personas contra peligros que puedan resultar de un contacto con partes metálicas (masas), puestas accidentalmente bajo tensión, a raíz de una falla de aislamiento del aparato o equipo. Como masas se define el conjunto de las partes metálicas de aparatos, de equipos, de canalizaciones eléctricas (cajas, gabinetes, tableros, bandejas portacables, etc.) que en condiciones normales están aisladas de las partes activas (con tensión), pero como consecuencia de una falla de aislamiento se ponen accidentalmente bajo tensión. (11)

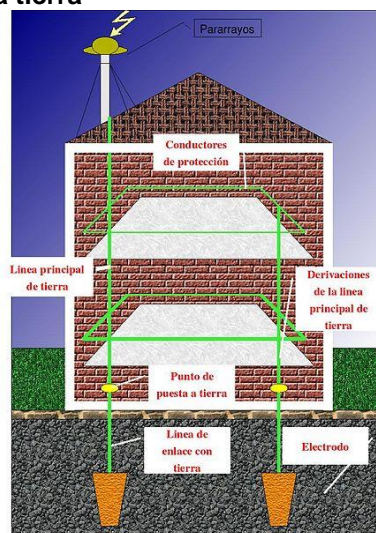
2.8 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Toda instalación eléctrica debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética. (1)

Las instalaciones de los predios no se deben conectar eléctricamente a la red de suministro a menos que esta última contenga, para cualquier conductor puesto a tierra de la instalación interior, el correspondiente conductor puesto a tierra. Para los fines de la NTC 2050, "conectar eléctricamente" quiere decir que se conecta de modo que sea capaz de transportar corriente, a diferencia de la conexión por inducción electromagnética. (1)

Figura 6. Conductor de puesta a tierra



Tomado de la referencia (12)

2.8.1 Componentes de un sistema de puesta a tierra

2.8.1.1 Conductor de puesta a tierra de los equipos

Todos los equipos, componentes, encerramientos, canalizaciones, etc, que por especificaciones del fabricante o por razones de seguridad requieran conexión a tierra deben ser conectados al barraje equipotencial asociado al equipo o área correspondiente. Dicha conexión se debe ejecutar con los requerimientos expresados para cada equipo, componente, encerramiento, canalización, etc, descritos en la sección o artículo correspondiente de la NTC 2050 y las exigencias del fabricante o los códigos de seguridad.

Cada conductor de puesta a tierra de equipos instalado en paralelo, debe tener una sección transversal determinada con base en la corriente nominal o de máximo ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente, que proteja los conductores del circuito en la canalización o cable.

Cuando se instalen conductores de mayor sección transversal para compensación de caídas de tensión, los conductores de puesta a tierra también se deben ajustar proporcionalmente. (13)

2.8.1.2 Conductor del electrodo de puesta a tierra

El conductor del electrodo de puesta a tierra debe de ser de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que se pueda producir en la instalación o debe de estar adecuadamente protegido contra ella.

El conductor debe ser macizo o trenzado, aislado, forrado o desnudo y debe de ser un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de corriente alterna puesta o no a tierra, no debe ser menor a lo especificado en la tabla 250-94 de la NTC 2050. (1)

Tabla 2. Conductor del electrodo de puesta a tierra. Tomado Tabla 250-94 de la NTC 2050

Sección transversal mayor conductor de suministro		Sección transversal conductor del electrodo de puesta a tierra	
mm²	AWG	mm²	AWG
33,62 o menor	2 o menor	8,36	8
42,20 a 53,50	1 a 1/0	13,29	6
67,44 a 85,02	2/0 a 3/0	21,14	4
107,21 a 177,34	4/0 a 350 kcmil	33,62	2
202,68 a 304,02	400 a 600 kcmil	53,50	1/0
329,35 a 557,37	650 a 1100 kcmil	67,44	2/0
608,04 o mayor	1200 o mayor	85,02	3/0

2.8.1.3 El electrodo de puesta a tierra

Los electrodos o varillas de puestas a tierra, como también se les conoce son utilizados para llevar a tierra las tensiones y corrientes espurias que sufren ocasionalmente los equipos eléctricos. Permite la protección de las personas y de los bienes contra los efectos de la caída de rayos, descargas estáticas, señales de interferencia y electromagnéticas y contactos indirectos. (14)

Para instalar el electrodo de puesta a tierra, se debe elegir un lugar accesible para realizar mediciones periódicas programadas y lo más cercano posible al lugar donde se encuentre el equipo a proteger de preferencia en la misma área.

Figura 7. Electrodo de puesta a tierra



Tomado de la referencia (15)

2.8.2 Objetivos de un sistema de puesta a tierra

- a. Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- b. Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- c. Servir de referencia común al sistema eléctrico.
- d. Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
- e. Realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos. (1)

2.9 ILUMINACIÓN

La importancia de la iluminación va más allá de cualquier visión estrictamente conceptual. Iluminar es algo más que proporcionar luz, trascendiendo el concepto de la artificialidad por naturaleza. Diseñar, modelar, convertir, dirigir, manejar y aplicar la luz correctamente son los preceptos básicos de las técnicas iluminativas actuales, capaces de tratar tanto la luz natural como la artificial de la misma manera en la que se manipula un material tangible.

El empleo de la vista de manera intensa y continua requiere una iluminación eficaz para conseguir un ambiente óptimo para reducir el esfuerzo visual. Por su parte, la creación de ese ambiente válido requiere la convergencia de los factores estéticos, material, textura, posición, color de los elementos lumínicos y funcionales, luz natural y artificial formalizada eficazmente, de manera que el bienestar del usuario se convierta en el eje sobre el que gire el diseño. Siendo así, la importancia del entorno alcanza su grado máximo y es la gestión del espacio y de la luz uno de los elementos modeladores del entorno eficiente, agradable, confortable, vital y estético.

La iluminación de espacios tiene alta relación con las instalaciones eléctricas, ya que la mayoría de las fuentes modernas de iluminación se basan en las propiedades de incandescencia y luminiscencia de materiales sometidos al paso de corriente eléctrica. Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación, los cuales se presentan a continuación. (16)

2.9.1 Iluminación eficiente

Un sistema de iluminación eficiente es aquel que, además de satisfacer necesidades visuales, crea también ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de atmósferas agradables empleando apropiadamente los recursos tecnológicos (fuentes luminosas, luminarias, sistemas ópticos, equipos de control, etc.), además de hacer un uso racional de la energía para contribuir a minimizar el impacto ecológico y ambiental. (2)

2.9.2 Requisitos generales de un sistema de iluminación

2.9.2.1 Reconocimiento del sitio y objetos a iluminar

Antes de proceder con un proyecto de iluminación se deben conocer las condiciones físicas y arquitectónicas del sitio o espacio a iluminar, sus condiciones ambientales y su entorno, dependiendo de tales condiciones se deben tomar decisiones que conduzcan a tener resultados acordes con los requerimientos del RETILAP. Son determinantes en una buena iluminación conocer aspectos como el color de los objetos a iluminar, el contraste con el fondo cercano, el entorno, el tamaño y brillo del objeto. (2)

Otros aspectos a tener en cuenta:

- Selección de luminarias y fuentes luminosas.
- Duración o vida útil de la fuente lumínica.
- Flujo luminoso para diseño.

- Características de reproducción cromática y de temperatura de color.

2.9.2.2 Requerimientos de iluminación

Se deben tener en cuenta los niveles óptimos de iluminación requeridos en la tarea a desarrollar, las condiciones visuales de quien la desarrolla, el tiempo de permanencia y los fines específicos que se pretenden con la iluminación. (2)

2.9.2.3 Selección de fuentes luminosas y luminarias

En todos los proyectos de iluminación, se deben elegir las luminarias y fuentes luminosas teniendo en cuenta, la eficacia lumínica, flujo luminoso, características fotométricas, reproducción cromática, temperatura del color de la fuente, duración y vida útil de la fuente, tipo y características de la luminaria, todo esto acorde con las actividades y objetivos de uso de los espacios a iluminar; así como de consideraciones arquitectónicas, ambientales y económicas.

El diseñador debe tener en cuenta que las luminarias se diseñan para funcionar con determinados tipos de fuentes lumínicas existentes en el mercado; esto implica que una vez definido el tipo de fuente, el universo de luminarias disponibles se reduce. Lo mismo ocurre con las fuentes si primero se define el tipo de luminaria. De manera que la elección debe hacerse en forma que siempre se use la fuente lumínica con una luminaria diseñada para ella o viceversa. Los criterios que se deben usar para identificar los tipos de luminarias son:

- Su fotometría.
- Su uso.
- El tipo de fuente de luz o bombilla. (2)

2.9.2.4 Duración o vida útil de la fuente luminosa

Uno de los factores a tener en cuenta en todo proyecto de iluminación es la vida útil de la fuente, por lo que el fabricante debe suministrar:

Curva de depreciación lumínica de las fuentes. La curva característica de depreciación bajo condiciones de operación nominales, varía dependiendo de la sensibilidad de la fuente luminosa y del número de ciclos de encendido y apagado.

Curvas de mortalidad o de vida promedio de las fuentes luminosas. Las bombillas incandescentes se consideran con vida hasta cuando dejan de encender. En el caso de las bombillas de descarga en gas, la vida útil de la bombilla se considera hasta cuando su flujo luminoso llega al 70% del flujo inicial.

2.9.2.5 Vida económica de las fuentes y análisis económico de las luminarias

La vida económica de una fuente luminosa, es el periodo expresado en horas. La relación entre el costo de reposición y el costo de los lúmenes-hora que sigue

produciendo, no es económicamente favorable. (2)

2.9.3 Detalles de la iluminación en el alumbrado interior

Para lograr que los niveles de iluminación sean adecuados hay que tener en cuenta los valores recomendados para cada tarea y entorno, además se debe garantizar el cumplimiento de los valores mínimos, promedios y máximos de iluminancia para así ofrecer comodidad visual, factor de seguridad, rendimiento visual, una instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. Las condiciones necesarias para obtener una buena iluminación requieren de tres factores fundamentales.

- a) El nivel de iluminación adecuado a las características de los locales por iluminar y las actividades que se desarrollen.
- b) Una distribución apropiada de la luz.
- c) El tipo de fuente luminosa y los aparatos de iluminación (luminarias). (17)

2.9.3.1 Niveles de iluminación recomendados

En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 410.1 del RETILAP adaptados de la norma ISO 8995 *“Principles of visual ergonomics -- The lighting of indoor work systems”*.

El valor medio de iluminancia, relacionado en la citada tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño.

En ningún momento durante la vida útil del proyecto la medición de iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo, ni inferior al valor mínimo establecido en la Tabla 410.1 del RETILAP.

A continuación se muestra parte de esta tabla para algunas áreas y actividades relacionadas con este proyecto. En esta misma se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR). (2)

Tabla 3. Niveles de iluminancia requeridos en instituciones educativas. Tabla 410.1 RETILAP

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Colegios			
Salones de clase	300	500	750
Iluminación general	300	500	750
Tableros	500	750	1000
Salas de conferencias			
Iluminación general	300	500	750
Tableros	500	750	1000
Salas de asamblea	150	200	300

2.9.4 Alumbrado en las áreas de trabajo a inspeccionar

La iluminación destinada para algún tipo de trabajo, debe lograr optimizar las condiciones visuales en el plano de trabajo, buscando un medio visual adecuado para el bienestar y rendimiento de los usuarios.

2.9.4.1 Alumbrado de oficinas

Las luminarias se disponen normalmente en el techo siguiendo un modelo regular en líneas rectas. Si al realizar el proyecto de iluminación de un edificio completo el emplazamiento de las luminarias coincide con el módulo de las ventanas, se debe hacer el diseño de alumbrado de forma que proporcione el nivel luminoso adecuado a las salas de mayores dimensiones. La misma distribución de luminarias se podrá aplicar al resto de las salas, cual quiera que sean sus dimensiones, siempre y cuando cumplan con los requisitos de nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento y los de uso racional de energía.

El alumbrado de oficinas puede diseñarse de un modo más esquemático que el de otras instalaciones de alumbrado, porque:

- El número de tareas visuales es limitado y bien definido (leer, escribir, etc.).
- El plano de trabajo tiene una altura entre 0,75 y 0,85 por encima del nivel del piso.
- La altura de techos está entre 2,8 y 3 m.

Los requisitos visuales para el alumbrado de oficinas son los siguientes:

- Luminarias de baja luminancia.
- Ausencia de reflexiones en la superficie de las mesas de trabajo y paneles brillantes.
- Aspecto cromático y rendimiento de color agradables. (2)

2.9.4.2 Iluminación de aulas de clase

El alumbrado de un aula de enseñanza debe ser apropiado para actividades tales como escritura, lectura de libros y del tablero, trabajo en computadores, etc. (2)

Figura 8. Iluminación aulas de clase



Tomado de la referencia (2)

2.9.4.3 Iluminación de salas de lectura y auditorios

En las salas de lectura y auditorios normalmente no hay luz diurna y sólo existe la artificial. En estos locales se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Niveles de iluminación requeridos para lectura y escritura.
- Especial cuidado en prevenir el deslumbramiento.
- Disponer de un equipo especial de regulación de flujo luminoso para la proyección de películas y dispositivos.
- Instalar un alumbrado localizado sobre la pizarra de la pared con una iluminancia vertical de 750 luxes.
- Contar con un panel de control que permita encender y apagar los distintos grupos de luminarias, manejar el equipo de regulación de alumbrado y eventualmente controlar el sistema automático de proyección.
- En estos recintos contar con instalación de un alumbrado de emergencia y de señalización de las salidas. (2)

2.9.5 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P * 100}{S * E_m} \quad (1)$$

Dónde:

VEEI Valor de eficiencia energética de la instalación.

P Potencia total instalada en lámparas más equipos auxiliares (W)

S Superficie iluminada (m^2).

E_m Iluminancia media horizontal mantenida (lux).

Es preciso tener presente que la eficiencia energética en su concepción más amplia pretende mantener el servicio que presta, reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía. Es decir, se trata de reducir las pérdidas que se generan en toda transformación o proceso, incorporando mejores hábitos de uso y mejores tecnologías.

Por otro lado, la eficiencia energética comprende las acciones más importantes para la reducción del calentamiento global, pues mientras menos energía se utiliza menos producción de contaminantes se emiten al medio ambiente. (18)

Tabla 4. Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI). Tabla 440.1 RETILAP

GRUPO	ACTIVIDADES DE LA ZONA	LIMITE VEEI
Zona de baja importancia Lumínica	Administrativo en general	3,5
	Zonas comunes	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Aulas y laboratorios	4
	Aparcamientos	5
	Habitaciones de hospital	4,5
	Salas de diagnóstico	3,5
	Andenes estaciones de transporte	3,5
	Zonas deportivas	5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Recintos interiores asimilables a Grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
Zona de alta importancia Lumínica	Administrativo en general	6
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	Estaciones de transporte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros comerciales (excluidas tiendas)	8
	Religioso en general	10
	Tiendas y pequeño comercio	10
	Hostelería y restauración	10
	Recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	Zonas comunes	10

Los valores de VEEI se establecen en dos grupos de zonas en función de la importancia que tiene la iluminación, estas son:

Grupo 1: Zonas de baja importancia lumínica. Corresponde a espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminancia, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.

Grupo 2: Zonas de alta importancia lumínica o espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son relevantes frente a los criterios de eficiencia energética. (2)

3. TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN

3.1 MEDICIÓN DE ILUMINANCIA GENERAL DE UN SALÓN

El método de medición que frecuentemente se utiliza, es una técnica de estudio fundamentada en una cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada. La base de esta técnica es la división del interior en varias áreas iguales, cada una de ellas idealmente cuadrada. Se mide la iluminancia existente en el centro de cada área, para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar a la altura de 0,75 m sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie y se calcula un valor medio de iluminancia. En la precisión de la iluminancia media influye el número de puntos de medición utilizados.

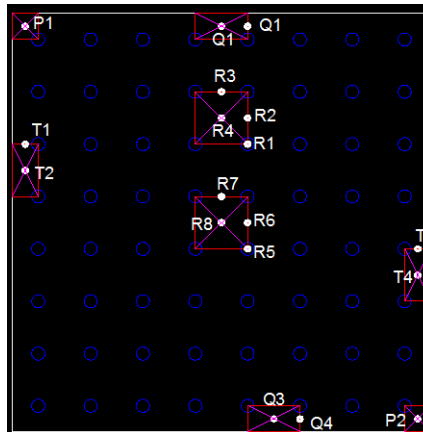
Existe una relación que permite calcular el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

La luz del día se puede excluir de las lecturas, ya sea tomándolas en la noche o mediante persianas, superficies opacas que no permitan la penetración de ésta. El área se debe dividir en pequeños cuadrados, tomando lecturas en cada cuadrado y calculando la media aritmética. Una cuadrícula de 0,6 metros es apropiada para muchos espacios. (2)

3.2 CONFIGURACIONES PARA LOS PUNTOS DE MEDICIÓN

3.2.1 Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

Figura 9. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas



Tomado de la referencia (2)

$$E_{prom} = \frac{R(N - 1)(M - 1) + Q(N - 1) + T(M - 1) + P}{NM} \quad (2)$$

Dónde:

E_{prom} Iluminancia promedio.
N Número de luminarias por fila.
M Número de filas.

- a. Se toman lecturas en los puntos r₁, r₂, r₃ y r₄ para una cuadrícula típica interior. Se repite a los puntos r₅, r₆, r₇ y r₈ para una cuadrícula típica central, promedie las 8 lecturas. Este es el valor R de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$R = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8}{8} \quad (3)$$

- b. Se toman lecturas en los puntos q₁, q₂, q₃, y q₄, en dos cuadrículas típicas de cada lado del salón. El promedio de estas cuatro lecturas es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}{4} \quad (4)$$

- c. Se toman lecturas en los puntos t₁, t₂, t₃, y t₄ en dos cuadrículas típicas de cada final del salón, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$T = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4} \quad (5)$$

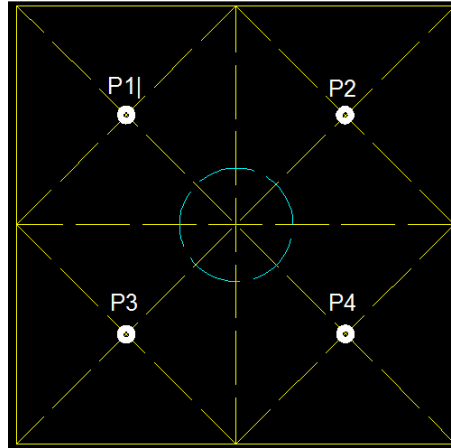
- d. Se toman lecturas en los puntos p₁, p₂, en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (6)$$

- e. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom}.

3.2.2 Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica

Figura 10. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria



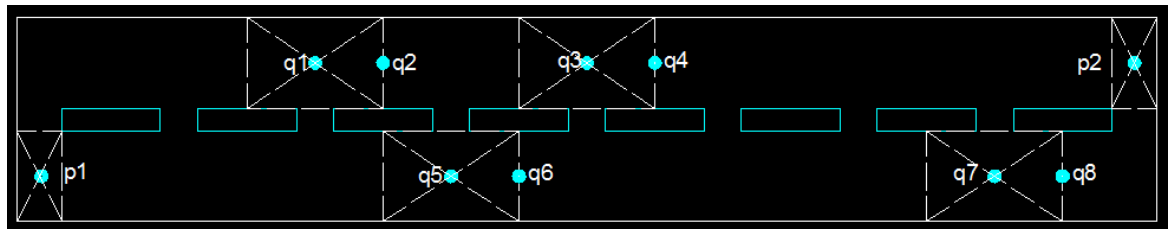
Tomado de la referencia (2)

Se toman lecturas en los puntos p1, p2, p3, y p4, en las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio del área de la Figura 11.

$$P = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}{4} \quad (7)$$

3.2.3 Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila

Figura 11. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.



Tomado de la referencia (2)

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \quad (8)$$

Dónde:

E_{prom} Iluminancia promedio
N Número de luminarias

- a. Se toman lecturas en los puntos q1 hasta q8, en cuatro cuadrículas típicas, localizadas dos en cada lado del área. Se promedian las 8 lecturas. Este es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8}{8} \quad (9)$$

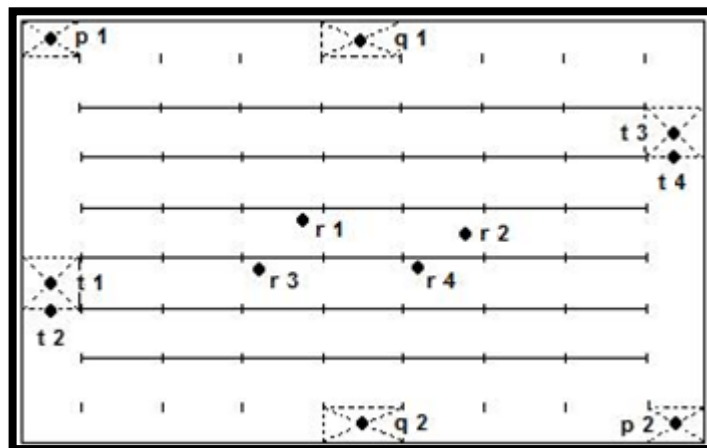
- b. Se toman lecturas en los puntos p1, y p2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (10)$$

- c. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom}

3.2.4 Áreas regulares con luminarias de dos o más filas

Figura 12. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias



Tomado de la referencia (2)

$$E_{prom} = \frac{RN(M - 1)(M - 1) + QN + T(M - 1) + P}{M(N + 1)} \quad (11)$$

Dónde:

E_{prom} Iluminancia promedio
N Número de luminarias por fila.
M Número de filas.

- a. Se toman lecturas en los puntos r₁, r₂, r₃ y r₄ localizados en el centro del área y se promedian las 4 lecturas. Este es el valor R de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$R = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4} \quad (12)$$

- b. Se toman lecturas en los puntos q₁, y q₂, localizadas en la mitad de cada lado del salón y entre la fila de luminarias más externa y la pared. El promedio de estas dos lecturas es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2}{2} \quad (13)$$

- c. Se toman lecturas en los puntos t₁, t₂, t₃, y t₄ en cada final del salón Se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$T = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4} \quad (14)$$

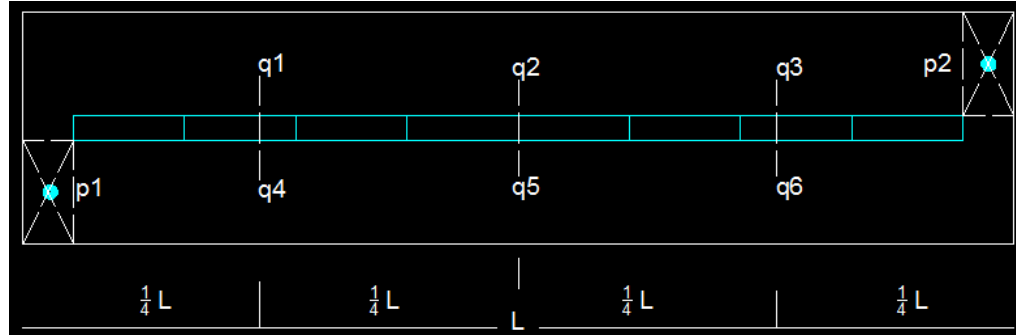
- d. Se toman lecturas en los puntos p₁, p₂, en dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (15)$$

- e. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom}.

3.2.5 Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales

Figura 13. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias



Tomado de la referencia (2)

$$E_{prom} = \frac{QN + P}{N + 1} \quad (16)$$

Dónde:

E_{prom} luminancia promedio
N Número de luminarias.

- a. Se toman lecturas en los puntos q1, hasta q6. Se promedian las 6 lecturas. Este es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6}{6} \quad (17)$$

- b. Se toman lecturas en los puntos p1, y p2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (18)$$

- c. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom}. (2)

3.3 EQUIPOS DE MEDICIÓN Y SU UTILIZACIÓN

Para medir la intensidad de iluminación se emplean luxómetros, esencialmente constituidos por una célula fotoeléctrica que bajo la acción de la luz engendra una corriente eléctrica que se mide en un miliamperio.

El cuadrante del miliamperímetro está graduado directamente en lux o en bujías-pies. Una bujía (Foot – Candle). Una Bujía – pie equivale a 10.76 lux.

Para que las indicaciones en estos aparatos sean correctas deben reaccionar a la luz de la misma manera que al ojo humano; es decir que deben tener una curva de sensibilidad semejante a la respuesta del ojo humano, para lograr esto, se utilizan filtros coloreados que rectifican la curva de sensibilidad del aparato. Se dice entonces que el Luxómetro es de célula corregida.

Los equipos son muy sensibles a altas temperaturas y al deterioro mecánico. Regularmente la célula está protegida en su parte superior con cristal plano resistente, lo que ocasiona que la luz incidente oblicuamente no pueda medirse correctamente debido a la reflexión en el cristal. (19)

Antes de tomar las lecturas, la fotocelda del luxómetro debe ser previamente expuesto hasta que las lecturas se estabilicen, que usualmente requiere de 5 a 15 minutos. Se debe tener cuidado de que ninguna sombra se ubique sobre la fotocelda cuando se realizan las lecturas. Una vez estabilizado el equipo, la lectura a tomar para el análisis es el valor promedio indicado en la pantalla. Normalmente los equipos actuales suministran los valores Máximo, Mínimo y Promedio siendo este valor promedio el que se utiliza para establecer las condiciones de trabajo. La medición de iluminancia de un sistema de iluminación artificial se debe realizar en la noche o con ausencia de luz del día.

Antes de realizar las mediciones, las bombillas se deben encender y permitir que la cantidad de luz que emiten se estabilice. Si se utilizan bombillas de descarga, se debe permitir al menos que transcurran 20 minutos antes de tomar las lecturas. Cuando el montaje es de lámparas fluorescentes totalmente encerradas, el proceso de estabilización puede tomar mayor tiempo.

Si se encuentran instalaciones con lámparas fluorescentes o de descarga nuevas, se debe esperar al menos 100 horas de operación antes de tomar las mediciones. Si el área contiene maquinaria alta o estantes altos, generalmente se obtiene un promedio de iluminancia de baja calidad o de resultado sospechoso. Por consiguiente la iluminancia debe medirse sólo en las zonas o lugares donde es necesario para la actividad que se quiere realizar.

Durante la medición, los valores de incidencia de la luz no deben ser influenciados por la persona que lleva a cabo la medición ni por los objetos que se encuentren en la posición que les corresponde (debido a que generan sombras o reflexiones).

Por lo general, la medición de la iluminancia promedio horizontal se realiza en recintos vacíos o en recintos o zonas libres de muebles cuya altura total sea superior a la del plano de medición. (2)

3.4 FORMATOS

- Resultados de las mediciones

Se debe elaborar y mantener un reporte que contenga la información obtenida en el reconocimiento, los documentos que lo complementen, los datos obtenidos durante la evaluación y al menos la siguiente información:

- a) Informe descriptivo de las condiciones normales de operación, en las cuales se realizó la evaluación, incluyendo las descripciones del proceso, instalaciones, puestos de trabajo y el número de trabajadores expuestos por área.
- b) Plano de distribución del área evaluada, en el que se indique la ubicación de los puntos de medición.
- c) Resultados de la medición de los niveles de iluminación.
- d) Comparación e interpretación de los resultados obtenidos, contra lo establecido en las tablas del Sección 440 del Capítulo 4 del RETILAP.
- e) Hora en que se efectuaron las mediciones.
- f) Programa de mantenimiento.
- g) Copia del documento que avaló la calibración o verificación del Luxómetro, expedido por un laboratorio acreditado y aprobado conforme a los criterios Nacionales ó Internacionales sobre Metrología y Normalización.
- h) Conclusión técnica del estudio.
- i) Las medidas de control a desarrollar y el programa de implantación.
- j) Nombre y firma del responsable del estudio.

Finalmente los datos obtenidos en las evaluaciones se deben registrar en los siguientes formatos.

Tabla 5. Formato 1 inspección general del área o puesto de trabajo. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP

EMPRESA: _____

FECHA: _____ DIA: _____ NOCHE: _____

1. CONDICIONES DEL ÁREA:

DESCRIPCION DEL AREA:

DIMENSIONES:

LONGITUD: _____ ANCHO: _____ ALTURA: _____

PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:

--

2. DESCRIPCION DE PAREDES, PISOS Y TECHOS

DESCRIPCIÓN	CONDICION DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes						
Techo						
Piso						
Superficie de trabajo						
Equipo o máquina						

3. CONDICIONES GENERALES

Clasificación del equipo			
Luminarias, tipos			
Especificación de las bombillas			
Bombillas por luminaria			
Número de luminarias			
Número de filas			
Luminarias por fila			
Altura del montaje			
Espacio entre luminarias			
Condición de las luminaria	Limpio	Medio	Sucio

Descripción de la iluminación local o complementaria.

Estudios realizados anteriormente: Si _____ No X

Tabla 6. Formato 2 medidas de iluminancia general. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP

EMPRESA: _____

Dimensiones del salón: Largo _____ Ancho _____ Altura _____

Disposición de las luminarias en el local: _____ (La identificación de los puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias. Consultar el Numeral 490-1 del capítulo 4 del RETILAP y las fórmulas para el cálculo de Eprom).

EQUIPO DE MEDIDA _____

Tabla de datos

Identificación de los puntos	Día			Noche	Observaciones
	Mañana (AM)	Medio día (M)	Tarde (PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1					
p-2					
p-3					
p-4					
Eprom					

% UNIFORMIDAD: _____

Responsable _____ Matricula profesional N° _____

Tabla 8. Formato 4 especificaciones de la instalación alumbrado. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP

EMPRESA: _____

Área: _____

OBJETIVOS:

Nivel de iluminancia de diseño: _____ Lux

Coefficiente de uniformidad CU: _____

Otros: _____

APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL:

Iluminancia exterior producida por la luz natural. _____ Lux

Iluminancia interior producida por la luz natural. _____ Lux

Coefficiente de luz diurna (CLD): _____ %

Coefficiente mínimo promedio exigido de luz diurna: _____

(Para los valores mínimos del Coeficiente de Luz Diurna CLD que deben cumplir las edificaciones ver el Tabla 415-1.c) del Capítulo 4 del RETILAP)

TIPO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN NATURAL:

Instalación luz día

Techo _____ ventanas _____ ambas _____

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:

Número de luminarias: _____

Área de trabajo: Largo: _____ Ancho _____

Altura del plano de trabajo sobre el nivel del piso: _____

Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo: _____

Altura de suspensión de las luminarias desde el techo: _____

Distancia entre centro de luminarias a lo Largo: _____

Distancia entre centro de luminarias a lo Ancho: _____

BOMBILLAS o LÁMPARAS:

Fabricante y referencia: _____

Tipo de bombilla: _____

Potencia de la bombilla: _____ W

Lúmenes iniciales (100 h): _____ lm

Período de reemplazo de las bombillas: _____ horas

Factor de depreciación de lúmenes de las bombillas: _____

LUMINARIA:

Fabricante y referencia. _____

Bombillas por luminaria: _____

Potencia total por luminaria. _____ W

MANTENIMIENTO:

Período limpieza de ventanas: _____ meses

Período de limpieza de techos: _____ meses

Período limpieza de luminarias: _____ meses

Período de reemplazo de las bombillas: _____ meses

Período de limpieza de manteniendo de techo, paredes y pisos: _____

Diseñador del sistema: _____

Fecha: _____

Responsable _____ Matrícula

4. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

- La institución no cuenta con planos eléctricos ni arquitectónicos, por tal razón se realizó el levantamiento de los mismos en función de la planta física existente.

Figura 14. Plano eléctrico y arquitectónico primer piso

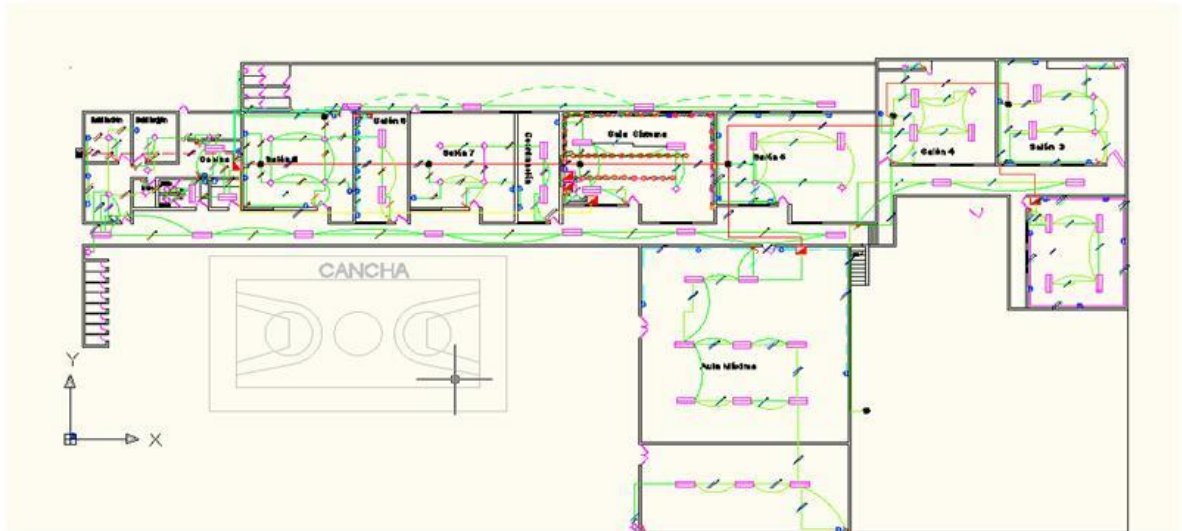
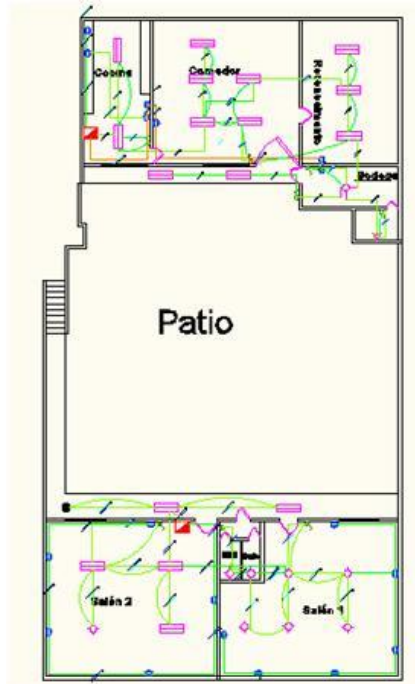


Figura 15. Plano eléctrico y arquitectónico planta baja



4.1 DETERMINACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN EL PLANTEL

A continuación se muestran las diferentes señalizaciones de riesgo eléctrico con que cuenta la institución.

ARTICULO	Artículo 11 RETIE	
ITEM	El objetivo de las señales de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones que entrañen un peligro potencial. Las señales de seguridad no eliminan por sí mismas el peligro pero dan advertencias o directrices que permitan aplicar las medidas adecuadas para prevención de accidentes.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
COMENTARIOS	El 90 % de los tableros cumple con la señalización de seguridad	

ARTICULO	Artículo 110-17-c NTC 2050	
ITEM	Las entradas a cuartos y otros lugares protegidos que contengan partes energizadas expuestas, se deben marcar con señales de advertencia visibles que prohíban la entrada a personal no calificado.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
COMENTARIOS	La escuela no cuenta con un cuarto eléctrico	

Figura 16. Tablero principal



Figura 17. Tablero antiguo circuito regulado (salón 6)



Figura 17. Tablero regulado (sala de sistemas)



Figura 18. Tablero normal (sala de sistemas)



Figura 19. Tablero del restaurante (piso 2)



4.2 TOMACORRIENTES

4.2.1 Requisitos de la instalación.

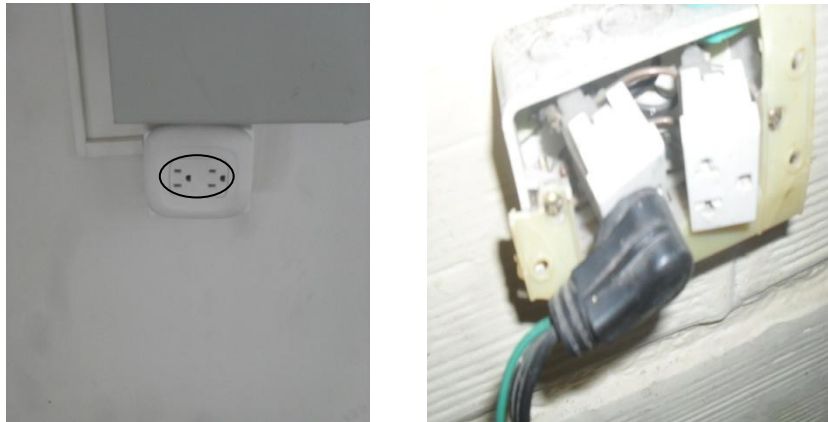
ARTICULO	Artículo 210-8.b NTC 2050	
ITEM	Todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V, 15 A y 20 A, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI): <ul style="list-style-type: none"> • Cuartos de baño. • Azoteas. 	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	No existen tomas GFCI en las zonas húmedas. Figura 20	

Figura 20. Tomacorriente inapropiado



ARTICULO	Artículo 17.5.1 RETIE	
ITEM	Se deben instalar los tomacorrientes de tal forma que el terminal de neutro quede arriba en las instalaciones horizontales.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	La mayoría de los tomacorrientes instalados no cumplen. Figura 21	

Figura 21. Tomacorriente mal instalado



ARTICULO	Artículo 17.5.1 RETIE	
ITEM	Los tomacorrientes deben instalarse de acuerdo con el nivel de tensión de servicio, tipo de uso y la configuración para el cual fue diseñado.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguna. Figura 22	

Figura 22. Tomacorriente correcto



4.2.2 Requisitos del producto.

ARTICULO	Artículo 17.5.2 RETIE	
ITEM	Los tomacorrientes deben ser construidos de tal manera que no acepten una clavija con valores de tensión diferente o capacidad de corriente mayor a aquellas para las cuales fueron diseñados, pero a la vez puedan aceptar clavijas de capacidades de corriente menores.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	No se encontró este tipo de dispositivo	

ARTICULO	Artículo 17.5.2 RETIE	
ITEM	Los tomacorrientes deben ser construidos 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 de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Algunos tomacorrientes no cuentan con los requisitos exigidos por el RETIE debido a su antigüedad y conexión. Figura 23	

Figura 23. Tomacorriente en mal estado



ARTICULO	Artículo 17.5.2 RETIE	
ITEM	En los tomacorrientes monofásicos el terminal plano más corto debe ser el de la fase.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno. Figura 24	

Figura 24. Terminal de fase

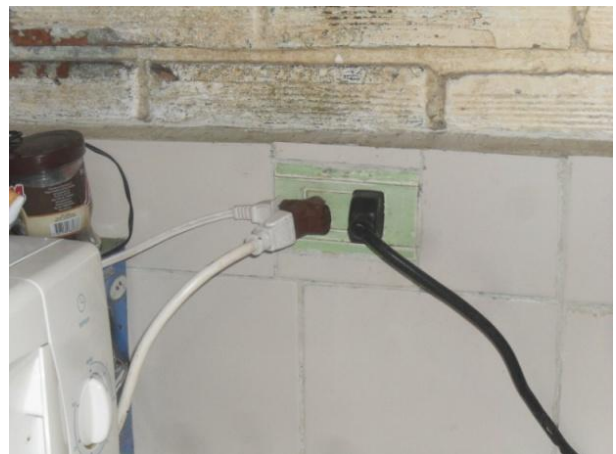


4.3 EXTENSIONES Y MULTITOMAS PARA BAJA TENSION

4.3.1 Requisitos de instalación

ARTICULO	Articulo 17.13 RETIE	
ITEM	La extensión o el multitoma sólo podrá ser conectado a un circuito ramal cuyos conductores y tomacorriente tenga la suficiente capacidad para soportar la corriente de todas las cargas conectadas.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Se observa en la figuras que el requerimiento en una de las cargas admite el multitoma, pero en la otra figura la carga supera la capacidad del circuito ramal	

Figura 25. Multitoma



4.4 INTERRUPTORES MANUALES DE BAJA TENSION

4.4.1 Requisitos de instalación

ARTICULO	Artículo 17.7.1.1 RETIE	
ITEM	Los interruptores para control de aparatos deben especificar la corriente y tensión nominal del equipo.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno. Figura 26	

Figura 26. Especificaciones de corriente y tensión en interruptores



ARTICULO	Artículo 17.7.1.1 RETIE	
ITEM	Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Los interruptores que comandan la iluminación en algunas ocasiones se encuentran en serie con el conductor puesto a tierra	

ARTICULO	Artículo 17.7.1.1 RETIE	
ITEM	No debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor puesto a tierra.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno.	

ARTICULO	Artículo 17.7.1.1 RETIE	
ITEM	La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Las cajas metálicas donde se encuentran los interruptores no están debidamente conectadas a tierra.(en algunas cajas metálicas no existe el conductor de puesta a tierra)	

4.4.2 Requisitos del producto

ARTICULO	Artículo 17.7.1.2 RETIE	
ITEM	Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno. Figura 27	

Figura 27. Posiciones de encendido y apagado del interruptor



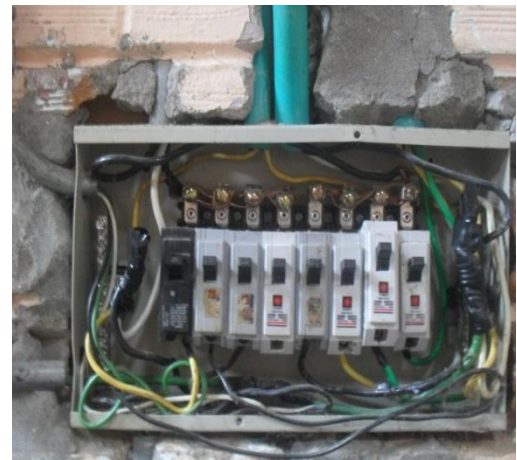
ARTICULO	Artículo 17.7.1.2 RETIE	
ITEM	Los interruptores se deben diseñar y construir de manera que en su utilización normal, su funcionamiento sea confiable y libre de peligro para el usuario y para su entorno.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	figura 28 algunos de los interruptores comandan cargas menores y en otras ocasiones mayores a su capacidad	

Figura 28. Interruptores debidamente aislados



ARTICULO	Artículo 17.7.1.2 RETIE	
ITEM	Los interruptores deben ser construidos 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.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Los interruptores de este tablero pierden vida útil por deterioro de la caja metálica y sus barajas .Figura 29	

Figura 29. Interruptores en deterioro



4.5 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

4.5.1 Instalación

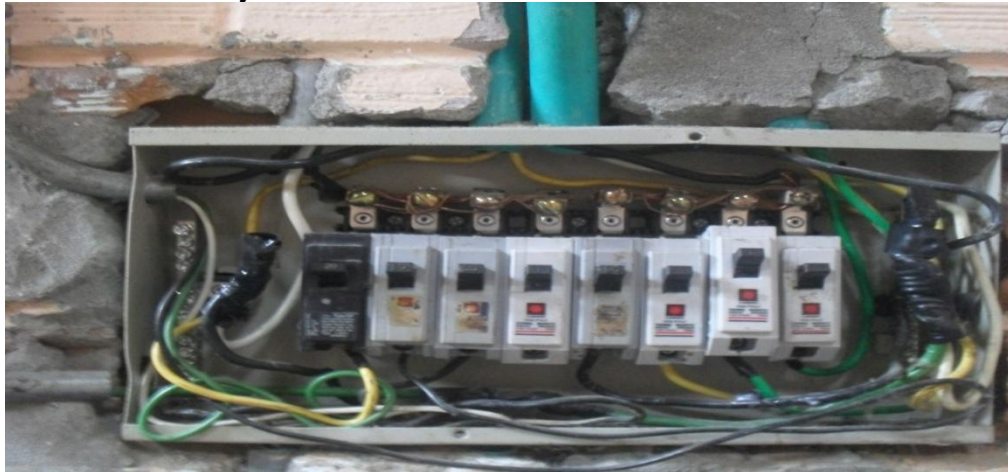
ARTICULO	Artículo 373-3 NTC 2050	
ITEM	En las paredes de concreto, azulejo u otro material no combustible, los tableros deben instalarse de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6 mm por debajo de la superficie de la pared.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Como se aprecia en la figura 30 la caja quedo muy por debajo del nivel requerido a la superficie de la pared, dificultando el encendido y apagado del interruptor	

Figura 30. Posición en la pared del tablero



ARTICULO	Artículo 373-5 NTC 2050	
ITEM	Cuando se instalen cables, cada uno de ellos debe ir bien sujeto al armario o caja de corte.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Ninguno. Figura 31	

Figura 31. Cables bien sujetos



ARTICULO	Artículo 373-7 NTC 2050	
ITEM	Los armarios y cajas de corte deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Los armarios más antiguos no tienen espacio suficiente. Figura 32	

Figura 32. Espacio insuficiente entre conductores



ARTICULO	Artículo 17.9.1 RETIE	
ITEM	Los encerramientos de estos tableros deben resistir los efectos de la humedad y la corrosión.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Algunos de los tableros presentan corrosión	

ARTICULO	Artículo 17.9.1 RETIE	
ITEM	Todo tablero debe tener su respectivo diagrama unifilar actualizado.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS		

4.5.2 Identificación del tablero

ARTICULO	Artículo 17.9.1.2 RETIE	
ITEM	La instalación del tablero debe tener en cuenta el código de colores establecido en el RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Como se aprecia en la figura 33 se viola el código de colores como por ejemplo utilizar un color verde como fase	

Figura 33. Identificación de circuitos ramales



ARTICULO	Artículo 17.9.1.2 RETIE	
ITEM	Debe indicarse la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Ninguno de Los tableros cumplen con estas especificaciones	

ARTICULO	Artículo 17.9.1.2 RETIE	
ITEM	El tablero debe tener un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Algunos tableros tienen conexión de puesta a tierra pero su conexión no es la adecuada	

ARTICULO	Artículo 17.9.1.1 RETIE	
ITEM	Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Los tableros en su parte externa no están debidamente conectados a tierra.	

4.6 REQUISITOS ADICIONALES PARA ALGUNOS TIPOS DE SUBESTACIÓN

4.6.1 Subestaciones tipo poste

ARTICULO	Articulo 30.3 RETIE	
ITEM	Toda subestación tipo poste debe tener por lo menos en el lado primario del transformador protección contra sobrecorrientes y contra sobretensiones (DPS).	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno. Figura 34	

Figura 34. Sub estación tipo poste



ARTICULO	Articulo 30.3 RETIE	
ITEM	El DPS debe instalarse lo más cerca posible de los bujes del transformador.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno. Figura 35	

Figura 35. DPS y bujes del transformador.



4.6.2 DPS dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias

4.6.2.1 Localización

ARTICULO	Artículo 17.6.1 RETIE	
ITEM	Toda subestación (transformador) y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión, deben disponer de DPS.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguna. Figura 35	

4.6.2.2 Requisitos de instalación

ARTICULO	Artículo 17.6.1 RETIE	
ITEM	Para efectos de seguridad la instalación de los DPS debe ser en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno.	

5. INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN

5.1 LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES

La mayoría de los sitios del colegio se encuentran iluminados con lámparas fluorescentes tipo T12.

5.1.1 Lámparas fluorescentes tipo T12

Las lámparas T12 se encuentran en los siguientes lugares: primer piso (cocina de la casa, baños profesores, coordinación, sala de sistemas, aula máxima (salón de clase 3, 4, 5, 6,10), planta baja restaurante, reconocimiento (salón de clase 2)

Figura 36. Lámpara tipo T12



Tomado de la referencia (20)

a) Eficacia lumínica

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12 están siendo discontinuadas y reemplazadas por lámparas tipo tubo fluorescente T8 y T5 puesto que cuentan con tecnologías más eficaces y usan menor cantidad de mercurio. Las lámparas T12 que se utilicen no podrán tener eficacias inferiores a las mostradas en la tabla 10.

Tabla 9. Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12. Tomada y adoptada de la Tabla 310.3.1b del RETILAP

TIPO	POTENCIA	EFICACIA LUMINOSA (lm/W)
T12 (39mm de diámetro)	$>14 \leq 20$	55
	$>20 \leq 40$	70
	>40	75

El tipo de lámpara fluorescente T12 con que cuenta el colegio no cumplen con los valores de eficacia mínima exigidos en la tabla anterior, debido a que estas consumen una potencia de 39 W y entregan 2600 lm, dando como resultado una eficacia luminosa de 67 lm/W, estando este valor por debajo del mínimo exigido que es 70 lm/W.

a) Vida útil

La vida útil de las lámparas fluorescentes T12 SYLVANIA F48T12/DLP es de 10000 horas cumpliendo así con el mínimo de horas exigido por el RETILAP, el cual para bombillas o tubos fluorescentes no debe ser menor a 10000 horas.

b) Marcación

Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones:

- Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.
- Apariencia o temperatura del color.
- Índice de rendimiento del color (IRC)
- Potencia nominal en vatios (W).
- Flujo luminoso (lm).

Figura 37. Marcación lámpara tipo T12



Tomado de la referencia (20)

5.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

En el colegio se encuentran instaladas lámparas fluorescentes compactas las cuales están ubicadas de la siguiente manera: primer piso (salón 3, 4, 5, 7, 8) sala de sistemas, planta baja (salón 1,2), baños planta baja como se observa en las siguientes figuras.

Figura 38. Salón 7



Tomado de la referencia (20)

Figura 39. Sala de sistemas



Tomado de la referencia (20)

Figura 40. Salón 5



Tomado de la referencia (20)

Figura 41 Salón 8



a) Eficacia lumínica

A partir de la entrada en vigencia del RETILAP, se prohíbe la comercialización y uso de lámparas fluorescentes compactas con eficacia lumínica, factor de potencia y vida útil menor y distorsión armónica mayor a las contempladas en la Tabla 10

Tabla 10. Especificaciones de lámparas fluorescentes compactas con balastro incorporado. Tomadas y adoptadas de la Tabla 310.5.1 b del RETILAP

Potencia en W de la lámpara LFCI	Eficacia media mínima (lm/W)		Mínimo factor de potencia	Máxima distorsión total de armónicos	Mínima vida útil en horas
	Sin cubierta envolvente	Con cubierta envolvente			
≤8	43	40	0,5	150%	3.000
>8 y ≤15	50	40	0,5	150%	3.000
>15 y ≤25	55	44	0,5	150%	6.000
>25 y ≤45	57	45	0,5	150%	6.000
>45	65	55	0,8	120%	8.000

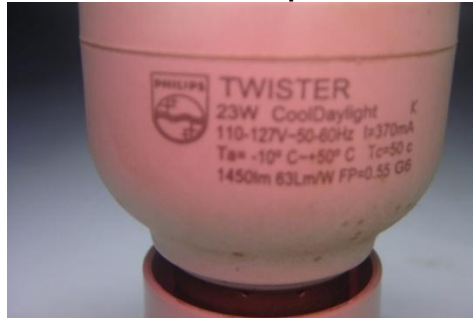
Las lámparas fluorescentes compactas utilizadas en esta edificación son de fabricante PHILIPS de 23 W, estas cuentan con una eficacia lumínica de 63 lm/W, un factor de potencia de 0,55 en atraso y una vida útil de 8000 horas, cumpliendo así con los valores asignados por el RETILAP para este tipo de luminarias.

b) Marcación

Sobre la base que soporta el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones:

- Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.
- Tensión nominal en voltios (V).
- Temperatura del color.(K)
- Flujo luminoso (lm).
- Potencia nominal en vatios (W).

Figura 42. Marcación lámparas fluorescentes compactas



Tomado de la referencia (20)

En la base de la lámpara PHILIPS de la Figura 42 se pueden observar las características del producto exigidas en el RETILAP.

5.3 LUMINARIAS

5.3.1 Requisitos de instalación

- a) El calentamiento excesivo en luminarias embutidas o tipo bala son la causa de muchos incendios en edificaciones, en la inspección se verificó que la institución cuenta con un pequeño porcentaje con este tipo de luminarias.

Figura 43. Lámpara tipo regleta



Tomado de la referencia (20)

- b) Los conductores en las luminarias se encuentran adecuadamente sujetos sin riesgo de que se presenten cortaduras en éstos, de forma que no se ven sometidos a tensiones mecánicas.
- c) Se comprobó que las cubiertas metálicas existentes no presentan ningún signo de oxidación, sin embargo, estas no cuentan con ninguna clase de información para verificar si están protegidas contra la corrosión.

5.3.2 Requisitos del producto

ARTICULO	Articulo 320.1 RETILAP	
ITEM	Ninguno de los elementos o partes de la luminaria deben presentar rebabas, puntos o bordes cortantes.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	En un gran porcentaje de las luminarias se presentan rebabas puntos o bordes cortantes.	

Figura 44. Lámparas sin partes cortantes



Tomado de la referencia (20)

5.3.3 Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias

ARTICULO	Articulo 320.2 RETILAP	
ITEM	Los aparatos de alumbrado, porta bombillas y bombillas no deben tener partes energizadas expuestas normalmente al contacto.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno. Figura 45	

Figura 45. Luminaria sin partes energizadas expuestas al contacto



Tomado de la referencia (20)

ARTICULO	Articulo 320.4 RETILAP	
ITEM	Las luminarias deberán ir marcadas en forma directa sobre el cuerpo o en una placa metálica exterior de fácil visualización. La marcación debe ser en impreso indeleble o marcación láser	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Ninguna luminaria tiene marcas en la placa metálica. Por deterioro de las mismas como se muestra en la Figura 46.	

Figura 46. Luminaria sin marcas



Tomado de la referencia (20)

ARTICULO	Articulo 320.2 RETILAP	
ITEM	El conjunto eléctrico de la luminaria constituido por balasto, condensador, arrancador, bornera de conexiones y, en los casos aplicables, fusibles, debe acoplarse en el interior del cuerpo de la luminaria y diseñarse para fácil montaje, inspección, limpieza, mantenimiento y remplazo de sus elementos.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Se cumple en una parte de la institución con estos requerimientos	

Figura 47. Luminaria con el conjunto eléctrico en su interior



Tomado de la referencia (20)

5.4 BALASTOS

5.4.1 Requisitos del producto

- Los balastos y sus superficies de apoyo no alcanzan temperaturas que puedan comprometer la seguridad cumpliendo así lo establecido en el artículo 8.7 de la norma NTC 1133 como lo refiere el RETILAP en el artículo 310.3.1 literal d.
- Los balastos de las luminarias, cumplen con el artículo 410-35 de la NTC 2050 donde se establece que todos los aparatos de alumbrado que funcionen con balastos o transformadores deben estar claramente rotulados con sus parámetros eléctricos nominales y el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio adecuado de identificación.

Figura 48. Rotulado con sus parámetros



Tomado de la referencia (20)

5.4.2 Requisito de instalación

- La instalación es apropiada debido a que los balastos no está expuestos al contacto con materiales combustibles cumpliendo el artículo 410-76 de la NTC 2050.

5.5 MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES DE ILUMINACION INTERIOR

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación, se deberá elaborar en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación. Art 430.5 RETILAP.

- Las operaciones de reposición de lámparas que son exigidas en el RETILAP no se cumplen. En varios lugares de la institución hace falta remplazar lámparas y bombillas que se han deteriorado, lámparas fuera de servicio, luminaria con tubo dañado, luminaria con ausencia de tubo, plafón fuera de servicio, afectando así la calidad de la iluminación requerida en el espacio a iluminar.

Figura 49. Luminaria fuera de servicio



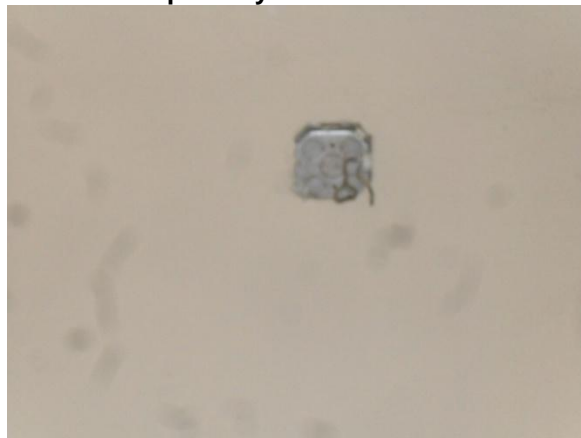
Tomado de la referencia (20)

Figura 50. Luminaria con tubo dañado



Tomado de la referencia (20)

Figura 51. Salida de iluminación sin plafón y sin bombilla



Tomado de la referencia (20)

Figura 52. Plafón fuera de servicio



Tomado de la referencia (20)

- Aunque con el mantenimiento nunca se restablecen las condiciones iniciales, por cuanto hay factores que son no controlables como la depreciación de la luminaria debido al envejecimiento y a la degradación de sus materiales, la limpieza al final de los años 1 y 2 ayuda a restablecer niveles de iluminancia, en el colegio no existe un plan de mantenimiento en donde se tenga en cuenta la metodología y la periodicidad de la limpieza de las luminarias y de la zona iluminada, como lo exige la norma.

Figura 53. Luminarias sucias



Tomado de la referencia (20)

6. RESULTADOS

6.1 TIEMPO DE USO DE LAS LUMINARIAS

La institución cuenta con diferentes tipos de salidas de iluminación estas son: lámparas fluorescentes T12 fluorescentes compactas, la vida útil mínima requerida por el RETILAP para lámparas tubulares fluorescentes es de 10000 horas, para bombillas fluorescentes compactas es de 6000 horas

Muchos elementos de la instalación eléctrica se encuentra en deterioro por su antigüedad, alcanzando su máxima vida útil y requiriendo un reemplazo .conforme al RETILAP

6.2 NIVELES DE ILUMINANCIA PROMEDIO MEDIDOS

En la Tabla 11 se localizan los diferentes sitios del colegio con sus correspondientes niveles de iluminancia promedio, los cuales se obtuvieron de las mediciones de iluminación efectuadas en cada uno de estos lugares.

Tabla 11 Características y resultados de las mediciones obtenidas en el primer piso.

Sitios	Iluminancia promedio (lx)	Ancho (m)	Largo (m)	Número de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de lámpara	Luminarias malas
SALÓN 8	169	7,61	7,05	14	4	Ahorradoras	0
SALÓN 6	402	3,45	7,61	6	2	T12	0
SALÓN 7	98	6,75	7,61	14	4	Ahorradoras	0
COORDINACION	148	2,69	7,61	6	2	T12	1
SALA DE SISTEMAS	93	9,07	7,61	12	4	T12 y ahorradoras	0
SALÓN 5	92	10,30	7,60	14	4	2 T 12 y 2 ahorradoras	0
AULA MAXIMA	73	13,38	13,68	14	9	T12	3
SALON AULA MAXIMA	277	6,14	13,35	6	3	T12	0
SALÓN 4	120	7,55	7,30	14	4	3 T12 y 1 ahorrador	1
SALÓN 3	86	3,28	7,30	14	4	2 T 12 y 2 ahorrador	2
SALÓN 10	328	6,45	7,73	14	4	T12	0

Tabla 12 Características y resultados de las mediciones obtenidas en la planta baja.

Sitios	Iluminancia promedio (lx)	Ancho (m)	Largo (m)	Número de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de Lámpara	Luminarias malas
COCINA	224	3,35	7,20	6	2	T12	0
COMEDOR	56	3,35	7,20	18	6	T 12	3
RECONOCIMIENTO	299	4,85	7,20	6	3	T 12	0
SALÓN 2	63	8,60	7,80	14	4	3 T 12 y 1 ahorrador	0
SALÓN 1	58	8,97	7,80	14	4	Ahorradoras	0

Para observar los resultados de las mediciones y las características de cada lugar dirigirse al ANEXO 1.

La Figura 54 y la Figura 55 representan los valores de iluminancia obtenidos en los diferentes sitios de la institución y los valores de iluminancia mínimos requeridos por el RETILAP.

Nota 1:

El valor promedio exigido por el RETILAP para salones y oficinas es 500 lx y como se puede observar en las siguientes gráficas éstos no cumplen ni con el mínimo requerido que es 300 lx; a excepción del salón 6, salón 10.

Figura 54. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 1

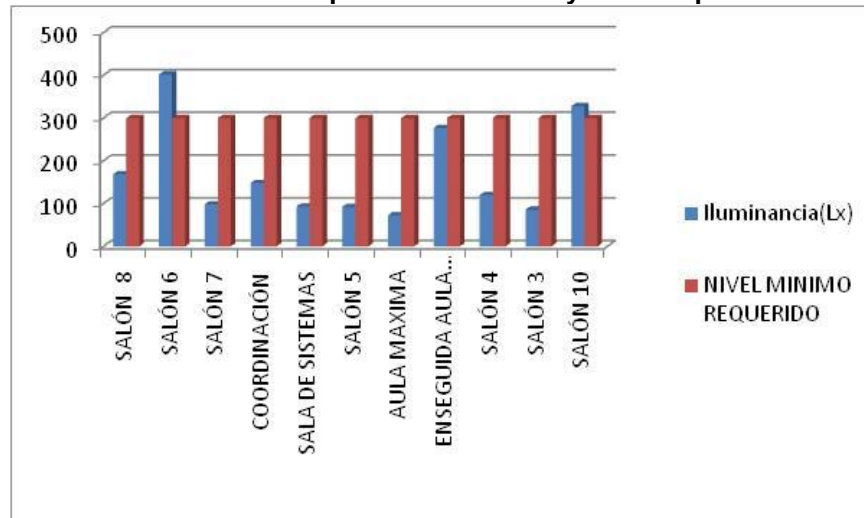
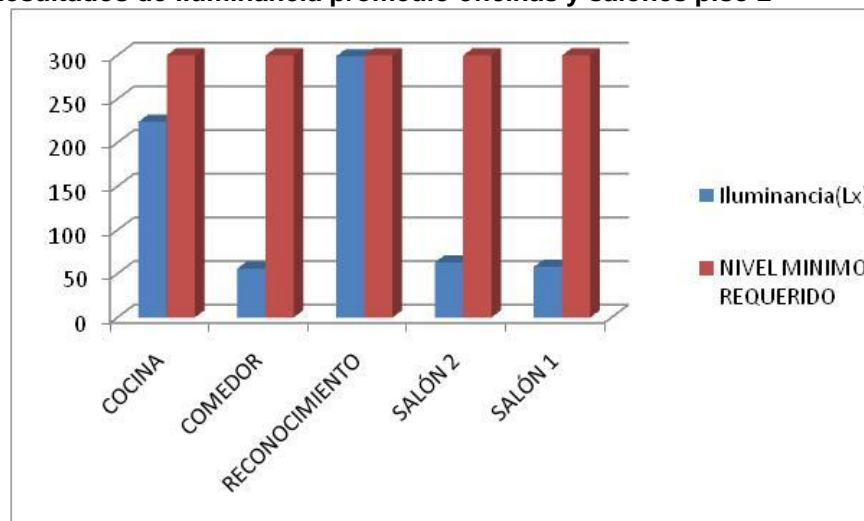


Figura 55. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 2



6.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS LUGARES DE TRABAJO

6.3.1 PRIMER PISO.

Salón 8: Este salón cuenta con 4 bombillas ahorradoras de 45 W las cuales se encuentran limpias, distribuidas en forma simétrica en dos filas, las paredes son de color blanco, baldosa pintas blancas con amarillo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

Salón 6: Este salón cuenta con 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran limpias, distribuidas en forma simétrica con luminarias individuales en una sola fila, las paredes son de color blanco, baldosa blanco con gris. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida está en los niveles promedios requeridos por el RETILAP.

Salón 7: Este salón cuenta con 4 bombillas ahorradoras las cuales se encuentran limpias, distribuidas en forma simétrica con luminarias individuales en dos filas fila, las paredes son de color habano, baldosa blanca con negro. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

Coordinación: Esta oficina posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran limpias, distribuidas en forma simétrica con luminarias en una sola fila, las paredes son de color habano, baldosa gris. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

Sala de sistemas: Esta oficina posee 3 luminarias 2 x 75W T12 y una bombilla ahorradora de 45w las cuales se encuentran limpias, distribuidas en forma simétrica con luminarias distribuidas en dos filas, las paredes son de color café, baldosa amarillo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

Salón 5: Este salón posee 2 luminarias 2 x 75 W T12 y dos bombillas ahorradoras de 45 w las cuales se encuentran limpias, distribuidas de forma simétrica con luminarias en dos filas, las paredes son de color habano, baldosa amarillo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el

aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

Aula máxima: Este recinto posee 9 luminarias 2 x 75 W T12 las cuales se encuentran limpias, distribuidas en forma simétrica con luminarias en tres filas, las paredes son de color blanco, baldosa gris con blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

salón del aula máxima : Esta salón posee 3 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran limpias, distribuidas en forma simétricas luminarias en una sola fila, las paredes son de color gris, baldosa gris con blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

Salón 4: Este salón posee 3 luminarias 2 x 75 W T12 y una bombilla ahorradora las cuales se encuentran distribuidas en forma simétrica con luminarias en dos filas, las paredes son de color blanco, baldosa blanco con negro. El lugar cuenta con ventanales y clara bolla suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

Salón 3: Este salón posee 2 luminarias 2 x 75 W T12 y 2 bombillas ahorradoras las cuales se encuentran distribuidas en forma simétrica luminarias en dos filas, las paredes son de color blanco, baldosa blanco con negro. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

Salón 10: Este salón posee 4 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran limpias, distribuidas en forma simétrica con luminarias distribuidas en dos filas, las paredes son de color blanco, baldosa blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia cumple con los requerimientos mínimos establecidos por el RETILAP.

6.3.2 PLANTA BAJA.

Cocina: Esta cocina posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran distribuidas en forma simétrica con luminarias en una fila, las paredes son de color blanco, baldosa blanco. El lugar cuenta con ventanales amplio para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia cumple con los requerimientos mínimos establecidos por el RETILAP.

Comedor: Este comedor posee 6 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran distribuidas en forma simétrica con luminarias en tres filas, las paredes son de color blanco, baldosa blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia cumple con los requerimientos mínimos establecidos por el RETILAP.

Reconocimiento: Este salón posee 3 luminarias 2 x 39 W T12 y una 2 x75 W T12 las cuales se encuentran distribuidas en forma simétrica con luminarias en una fila, las paredes son de color blanco, baldosa blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia cumple con los requerimientos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 2: Este salón posee 3 luminarias 2 x 39 W T12 y una bombilla ahorradora 45 w las cuales se encuentran en forma simétrica con luminarias en dos filas, las paredes son de color blanco, baldosa blanco con gris. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia cumple con los requerimientos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 1: Este salón posee 5 bombillas ahorradoras de 45 W las cuales se encuentran distribuidas en forma simétrica con luminarias en dos filas, las paredes son de color blanco, baldosa blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia cumple con los requerimientos mínimos establecidos por el RETILAP.

CONCLUSIONES

- La institución no cuenta con planos eléctricos ni arquitectónicos, por tal razón se realizó el levantamiento de los mismos en función de la planta física existente.
- El conductor neutro del sistema se encuentra puesto a tierra en el tablero principal, este tablero no cuenta con barrajes tanto para el neutro como para la tierra.
- El tablero principal se encuentra deteriorado puesto que presentan abolladuras y corrosión por humedad ya que se encuentra en la cocina cerca a la estufa.
- Los conductores del sistema eléctrico de la institución no cumple con el código de colores según lo establece el RETIE.
- Solo tres de los diez tableros cuentan con el conductor de puesta a tierra, equivalente a un 30% del sistema eléctrico de la institución.
- La institución cuenta con 2 sistemas de puesta a tierra los cuales no se encuentran unificados según lo estipula el RETIE.
- Cuatro de los diez tableros se encuentran en aparente deterioro por abolladuras y corrosión
- Se evidencia en el cableado de iluminación malas técnicas de conexión ya que los interruptores y luminarias no se encuentran conectados correctamente, entre las malas conexiones se tienen: neutros llevados a los interruptores y fases directamente a las luminarias.
- La presencia de tomacorrientes en mal estado implican un alto riesgo para la población estudiantil, además muchos de los que están buenos están mal conectados (fases conectadas al terminal grande) o mal instalados (con el terminal grande hacia el piso).
- En la institución se encontró que el calibre de los conductores en la mayoría de los circuitos ramales es el adecuado, pero estos presentan evidente deterioro en aislamiento, además de múltiples empalmes a lo largo de su recorrido, donde algunos de ellos no se encuentran hechos correctamente puesto que presentan ajustes inadecuados, falta de soldadura y uniones entre alambre y cable dúplex.
- El circuito regulado ubicado en el salón 6 se encuentra instalado correctamente ya que cuenta con los conductores y la protección correcta.
- Los circuitos regulados ubicados en la sala de sistemas no tiene conductor de puesta a tierra, llegan al tablero normal fase y neutro y de él salen fase neutro y un cable de puesta a tierra flotante.
- El conductor que alimenta el circuito regulado de la sala de sistemas es calibre 8 AWG y no cuenta con la capacidad suficiente para atender la carga instalada que es de 6000 VA, lo cual representa una sobrecarga para el conductor del 125% en el caso de tener que atender la totalidad de la carga instalada.

- En algunos tableros las marcas de riesgo eléctrico no son las adecuadas ya que como se aprecia en la Figura 19 esta se encuentra hecha de manera artesanal y no cumple con los requisitos para una señal de riesgo eléctrico.
- De los cuatro corredores de la institución tres de ellos presentan todas sus luminarias malas por tal razón en estos últimos no se midieron los niveles de iluminación, en el caso del corredor principal solo el 42,85% de sus luminarias están en funcionamiento.
- Las lámparas fluorescentes tubulares de la institución son T12, muchas de ellas se encuentran averiadas, además este tipo de lámparas no son permitidas en instituciones públicas debido a las políticas del gobierno en lo que respecta al uso racional de la energía URE.
- Algunos de los conductores que se derivan a los interruptores están en mal estado ya que presentan pérdida de aislamiento, empalmes a lo largo de su trayecto y no en las cajas de paso como deben hacerse.
- Los circuitos 6, 7 y 8 del tablero principal comparten el mismo neutro, lo anterior no es correcto ya que pueden llegarse a presentar sobrecargas en este conductor, además si el neutro se llegara a interrumpir el sistema resultante expondría a las cargas a alimentaciones con tensiones diferentes a los valores nominales.
- La institución cuenta con ventanales y claraboyas ubicadas estratégicamente, estas permiten aprovechar la iluminación natural y por consiguiente tener los niveles de iluminación adecuados para el desarrollo normal de las actividades académicas en el horario diurno.
- Tres de los dieciséis sitios inspeccionados cumplen con los niveles de iluminación requeridos por el RETILAP.
- Cinco de los dieciséis puntos inspeccionados presentan deficiencias en algunas de las salidas de iluminación lo cual contribuye a tener niveles de iluminación inferiores a los mínimos requeridos.
- Según los resultados obtenidos la institución presenta inconvenientes para poder realizar las labores educativas conforme lo exige el RETILAP en el horario nocturno.
- Los baños del primer piso para el uso de los estudiantes no poseen salidas de iluminación.
- Los baños de la planta baja cuentan con salida de iluminación pero carecen del elemento emisor de flujo (bombilla, lámpara tubular, bombilla ahorradora, etc.)

RECOMENDACIONES

- Se recomienda cambiar el tablero principal, por uno que cuente con un barraje de neutro y de puesta a tierra. Además presenta evidente deterioro por corrosión y abolladuras.
- Es necesario etiquetar los conductores del sistema eléctrico de la institución identificando fases, neutros y tierras puesto que estos no cumplen con el código de colores.
- Se recomienda instalar el conductor de puesta a tierra a los circuitos que carecen de este, los cuales fueron mencionados anteriormente.
- Es necesario unificar los dos sistemas de puesta a tierra existentes para garantizar equipotencialidad en el mismo.
- Al igual que el tablero principal otros tres presentan deterioros evidentes por lo que se sugiere ser reemplazados.
- Se recomienda reemplazar los tomacorrientes e interruptores averiados en el sistema puesto que representan un peligro para las personas ya que quedan expuestas a un riesgo eléctrico.
- Se recomienda verificar la conexión de tomas dado que estos en gran medida no cumplen con el RETIE por las razones expuestas anteriormente.
- Se recomienda revisar los empalmes en las cajas de paso debido a que estos no se encuentran en condiciones óptimas incumpliendo el reglamento.
- Los circuitos regulados ubicados en la sala de sistemas no tienen conductor de puesta a tierra, por lo que se recomienda la instalación del mismo.
- Se recomienda cambiar el alimentador del sistema regulado del salón de sistemas por el calibre adecuado de tal forma que pueda atender la carga instalada sin problemas de sobrecargas.
- Se recomienda la instalación de luminarias nuevas en los lugares que presentan ausencia de estas y que se mencionaron con anterioridad, además del reemplazo de las lámparas T12 ya que estas no cumplen con las exigencias del RETILAP por las razones expuestas con anterioridad.
- Se recomienda el cambio de algunos circuitos ramales por el deterioro presentado.
- Los circuitos 6, 7 y 8 del tablero principal comparten el mismo conductor neutro, se recomienda que cada circuito se instale individualmente (conductor neutro, fase y de puesta a tierra) por circuito.
- Se recomienda la instalación de más salidas de iluminación o el cambio de las existentes por otras de mayor respaldo, para poder realizar las labores normales conforme exige el RETILAP en las horas de la noche. Esto se debe hacer mediante un diseño previo para garantizar la iluminación requerida.

BIBLIOGRAFÍA

1. **COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** *Resolución 181294 (6, agosto, 2008). Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE.* Bogotá : s.n., El Ministerio, 2008.
2. **COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** *Resolución 180540 (30, Marzo, 2010). Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público-RETILAP y se dictan otras disposiciones.* Bogotá : s.n., El Ministerio, 2010 .
3. **ARGEL GARCÍA, Alfredo.** www.wikilearning.com. [En línea] [Citado el: 1 de Octubre de 2013.] http://www.wikilearning.com/tutorial/electro_automatismo_instalaciones_electricas_clasificacion/4728-1.
4. es.scribd.com. manual de inspeccion electrica. [En línea] [Citado el: 11 de Agosto de 2013.] <http://es.scribd.com/doc/27058877/Nfpa-manual-de-Inspeccion-Elctrica>.
5. www.voltimum.com.co. [En línea] [Citado el: 21 de Abril de 2013.] <http://www.voltimum.com.co/noticia/donde-realizar-empalmes-correctamente>.
6. www.procobre.org. [En línea] [Citado el: 21 de Junio de 2013.] http://www.procobre.org/archivos/pdf/download_biblioteca/MX/junio/conductores/unidad3.pdf.
7. bricolaje.facilísimo.com. [En línea] [Citado el: 21 de Julio de 2013.] http://bricolaje.facilísimo.com/reportajes/electricidad/domotica/iluminar-diseno-espacio-y-material_183536.html.
8. **LÓPEZ TOLEDO, Máximo.** www.fiso-web.org. [En línea] [Citado el: 7 de Agosto de 2013.] <http://www.fiso-web.org/imagenes/publicaciones/archivos/2860.pdf>.
9. www.upme.gov.co. [En línea] [Citado el: 2 de Noviembre de 2013.] http://www.upme.gov.co/Docs/cartilla_Retie.pdf.
10. **INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.** *CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. NTC-2050.* Bogotá : s.n., El Instituto, 1998.
11. es.scribd.com. contacto electrico. [En línea] [Citado el: 28 de Mayo de 2013.] <http://es.scribd.com/doc/130731303/El-Contacto-Elctrico>.
12. WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. [En línea] [Citado el: 28 de Octubre de 2013.] http://es.wikipedia.org/wiki/Toma_de_tierra.
13. www.virtual.unal.edu.co. [En línea] [Citado el: 8 de Agosto de 2013.] <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4040007/lecciones/cap11-2.htm>.
14. www.todoherrajes.com. [En línea] [Citado el: 11 de Agosto de 2013.] http://www.todoherrajes.com/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=7.
15. [google.com.co](http://www.google.com.co). [En línea] [Citado el: 2 de Junio de 2013.] http://www.google.com.co/imgres?q=puesta+a+tierra&um=1&hl=es&sa=N&biw=1024&bih=499&tbn=isch&tbnid=OpSjMef6NQFKXM:&imgrefurl=http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//3000/3077/html/25_instalaciones_elctricas_en_viviendas_elementos_co.

16. [www.vivienda.gob.pe](http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/amazonas/5.%20RNE%20EM.010%20Y%20EM.100.pdf). [En línea] [Citado el: 23 de Junio de 2013.] <http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/amazonas/5.%20RNE%20EM.010%20Y%20EM.100.pdf>.
17. [bibdigital.epn.edu.ec](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1400/1/CD-2148.pdf). [En línea] [Citado el: 10 de Agosto de 2013.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1400/1/CD-2148.pdf>.
18. [repositorio.utp.edu.co](http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1760/1/6213R196.pdf). [En línea] [Citado el: 2 de Junio de 2013.] <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1760/1/6213R196.pdf>.
19. [salud-trabajo.wikispaces.com](http://salud-trabajo.wikispaces.com/file/view/RT+ILUMINACION.doc). [En línea] [Citado el: 7 de Octubre de 2013.] salud-trabajo.wikispaces.com/file/view/RT+ILUMINACION.doc.
20. **Ocampo Gómez, Henry y Grisalez Betancurth, Joan Camilo**. *Escuela La Hermosa*. Colombia, 4 de Noviembre de 2013. Fotografía.

ANEXOS

ANEXO A. CUADROS DE CARGA

Ver documento adjunto: ANEXO A.docx

ANEXO B. FORMATOS INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN

Ver documento adjunto: ANEXO B.docx

ANEXO C. PLANO DE CUADRICULAS PARA MEDIDAS DE ILUMINACIÓN

Ver documento adjunto: Plano de cuadrículas para medidas de iluminación.dwg

ANEXO D. PLANO FINAL SISTEMA ELÉCTRICO

Ver documento adjunto: Plano final sistema eléctrico.dwg

ANEXO E. DIAGRAMA UNIFILAR

Ver documento adjunto: DIAGRAMA UNIFILAR COMPLETO.dwg