

INSPECCIÓN ELÉCTRICA DEL COLEGIO LORENCITA VILLEGAS DE SANTOS DE
SANTA ROSA DE CABAL

VIVIANA YINETH GUZMÁN
NATALIA ANDREA GIRALDO
WILSON GIL LLANO

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

INSPECCIÓN ELÉCTRICA DEL COLEGIO LORENCITA VILLEGAS DE SANTOS DE
SANTA ROSA DE CABAL

VIVIANA YINETH GUZMÁN
NATALIA ANDREA GIRALDO
WILSON GIL LLANO

Proyecto de grado para optar al título de
Tecnólogo Electricista

Director:
Santiago Gómez Estrada
Ingeniero Electricista
Docente Programa de Tecnología Eléctrica

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

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Al rector del colegio Lorencita Villegas de Santos por su ayuda incondicional.

Agradecemos al ingeniero Santiago Gómez Estrada, director de éste proyecto por su colaboración.

A nuestros padres por hacer todo lo posible para que pudiéramos cumplir con todas las metas planeadas.

CONTENIDO

	Pág.
CONTENIDO	13
GLOSARIO	14
RESUMEN.....	17
INTRODUCCIÓN	18
1. FUNDAMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	20
1.1 MATERIALES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	20
1.2 CLASES DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	20
2. INSPECCIÓN ELÉCTRICA	21
2.1 DEFINICIÓN.....	21
2.2 REQUISITOS GENERALES DE UNA INSPECCIÓN ELÉCTRICA	21
2.3 INSPECCIÓN VISUAL.....	21
2.3.1 Punto de empalme.....	22
2.3.2 Tableros de protección	23
2.3.3 Circuitos.....	23
2.4 REQUERIMIENTOS EN EL MONTAJE DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	24
2.4.1 Aberturas no utilizadas	24
2.4.2 Encerramientos bajo la superficie.....	24
2.4.3 Integridad de los equipos.....	24
2.4.4 Conexiones eléctricas.....	24
2.4.5 Rotulado	24
2.4.6 Código de colores para conductores.	25
2.5 REQUISITOS DE INSTALACIÓN.....	25
2.5.1 Clavijas y tomacorrientes.....	25
2.5.2 Equipos de corte y seccionamiento	26
2.6 RIESGOS ELÉCTRICOS.....	26
2.6.1 Arco eléctrico	26
2.6.1.1 Medidas de protección	27
2.6.2 Ausencia de electricidad.....	27
2.6.2.1 Medidas de protección	27
2.6.3 Contacto directo con partes energizadas.....	28
2.6.3.1 Medidas de protección	28

2.6.4	Contacto indirecto	28
2.6.4.1	Medidas de protección	28
2.6.5	Daños causados a las personas por la electricidad	29
2.6.6	Daños causados por el paso de la corriente a través del cuerpo humano	29
2.6.6.1	Inmediatos	29
2.6.6.2	Secundarios.....	30
2.6.7	Daños causados por la presencia de campos electromagnéticos	30
2.6.7.1	Efectos directos	30
2.6.7.2	Efectos indirectos	30
2.6.8	Por otros causas	30
2.6.9	Daños de otros tipos	31
2.6.10	Principios físicos de protección	31
2.6.10.1	Dispositivos de protección	31
2.7	PROTECCIÓN DE PARTES ENERGIZADAS (DE 600 V NOMINALES O MENOS)	32
2.7.1	Partes energizadas protegidas contra contacto accidental.....	32
2.7.2	Prevención contra daños físicos	32
2.7.3	Señalización de seguridad.....	32
2.7.4	Contacto directo.....	33
2.7.4.1	Protección contra contactos directos.....	33
2.7.5	Contacto indirecto.....	33
2.7.5.1	Protección contra contactos directos.....	34
2.8	PUESTA A TIERRA.....	34
2.8.1	Componentes de un sistema de puesta a tierra	35
2.8.1.1	Conductor de puesta a tierra de los equipos	35
2.8.1.2	Conductor del electrodo de puesta a tierra.....	35
2.8.1.3	El electrodo de puesta a tierra.....	36
2.8.2	Objetivos de un sistema de puesta a tierra.....	37
2.9	ILUMINACIÓN	37
2.9.1	Iluminación eficiente	38
2.9.2	Requisitos generales del diseño de iluminación	38
2.9.3	Información previa en el diseño de iluminación	38
2.9.4	Diseño detallado	39
2.9.5	Requisitos generales de un sistema de iluminación	39
2.9.5.1	Reconocimiento del sitio y objetos a iluminar	39
2.9.5.2	Requerimientos de iluminación.....	40
2.9.5.3	Selección de fuentes luminosas y luminarias	40
2.9.5.4	Duración o vida útil de la fuente luminosa	40
2.9.6	Detalles de la iluminación en el alumbrado interior.....	41

2.9.6.1	Niveles de iluminación recomendados	41
2.9.6.2	Deslumbramiento	42
2.9.6.3	Elección de las luminarias y lámparas.....	42
2.9.6.4	Coeficiente de utilización	42
2.9.6.5	Coeficiente de conservación.....	43
2.9.7	Alumbrado en las áreas de trabajo a inspeccionar	43
2.9.7.1	Alumbrado de oficinas	43
2.9.7.2	Iluminación de aulas de clase.....	44
2.9.7.3	Iluminación de salas de lectura y auditorios	44
2.9.8	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.....	44
3.	TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN	47
3.1	MEDICIÓN DE ILUMINANCIA GENERAL DE UN SALÓN.....	47
3.2	CONFIGURACIONES PARA LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	47
3.2.1	Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.....	47
3.2.2	Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica	49
3.2.3	Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.....	49
3.2.4	Áreas regulares con luminarias de dos o más filas.....	50
3.2.5	Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales.....	52
3.3	EQUIPOS DE MEDICIÓN Y SU UTILIZACIÓN	52
3.4	FORMATOS	54
3.4.1	Resultados de las mediciones	54
4.	INSPECCIÓN ELÉCTRICA	59
4.1	DETERMINACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN EL PLANTEL.....	60
4.2	TOMACORRIENTES.....	63
4.2.1	Requisitos de la instalación.	63
4.2.2	Requisitos del producto.	65
4.3	EXTENSIONES Y MULTITOMAS PARA BAJA TENSION	68
4.3.1	Requisitos de instalación	68
4.4	INTERRUPTORES MANUALES DE BAJA TENSION.....	68
4.4.1	Requisitos de instalación	68
4.4.2	Requisitos del producto	70
4.5	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	71
4.5.1	Instalación.....	71
4.5.2	Identificación del tablero	74
4.6	REQUISITOS ADICIONALES PARA ALGUNOS TIPOS DE SUBESTACIÓN	75
4.6.1	Subestaciones tipo poste.....	75

4.6.2	DPS dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias.....	77
4.6.2.1	Localización.....	77
4.6.2.2	Requisitos de instalación.....	77
4.7	TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS.....	77
4.7.1	Instalación.....	77
4.7.2	Requisitos de producto.....	78
5.	INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN.....	79
5.1	BOMBILLAS INCANDESCENTES.....	79
5.2	LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES.....	81
5.2.1	Lámparas fluorescentes tipo T8.....	81
5.2.2	Lámparas fluorescentes tipo T12.....	83
5.3	LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS.....	85
5.4	LUMINARIAS.....	88
5.4.1	Requisitos de instalación.....	88
5.4.2	Requisitos del producto.....	88
5.4.3	Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias.....	89
5.5	BALASTOS.....	91
5.5.1	Requisitos del producto.....	91
5.5.2	Requisito de instalación.....	91
5.6	MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES DE ILUMINACION INTERIOR.....	91
6.	RESULTADOS.....	94
6.1	TIEMPO DE USO DE LAS LUMINARIAS.....	94
6.2	NIVELES DE ILUMINANCIA PROMEDIO MEDIDOS.....	94
6.3	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS LUGARES DE TRABAJO.....	101
6.3.1	PRIMER PISO.....	101
6.3.2	SEGUNDO PISO.....	105
6.3.3	TERCER PISO.....	109
	CONCLUSIONES.....	112
	RECOMENDACIONES.....	113
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	115

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Código de colores para conductores. Tomado y adoptado de la Tabla 13 del RETIE	25
Tabla 2. Conductor del electrodo de puesta a tierra. Tomado y adoptado de la Tabla 250-94 de la NTC 2050	36
Tabla 3. Índice URG máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades. Tomada y adoptada de la Tabla 410.1 del RETILAP	42
Tabla 4. Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI). Tomada y adoptada de la Tabla 440.1 del RETILAP	45
Tabla 5. Formato 1 inspección general del área o puesto de trabajo. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	55
Tabla 6. Formato 2 medidas de iluminancia general. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	56
Tabla 7. Formato 3 medidas de iluminancia en los puestos de trabajo. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	57
Tabla 8. Formato 4 especificaciones de la instalación alumbrado. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	58
Tabla 9. Valores mínimos de eficacia lumínica en tubos fluorescentes. Tomados y adoptados de la Tabla 310.3.1 a del RETILAP	82
Tabla 10. Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12. Tomada y adoptada de la Tabla 310.3.1b del RETILAP	84
Tabla 11. Especificaciones de lámparas fluorescentes compactas con balastro incorporado. Tomadas y adoptadas de la Tabla 310.5.1 b del RETILAP	87
Tabla 12. Características y resultados de las mediciones obtenidas en el primer piso.	94
Tabla 13. Características y resultados de las mediciones obtenidas en el segundo piso.	95
Tabla 14. Características y resultados de las mediciones obtenidas en el tercer piso.	96

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Arco eléctrico	27
Figura 2. Ausencia de electricidad	27
Figura 3. Contacto directo.....	28
Figura 4. Contacto indirecto.....	29
Figura 5. Señalización de seguridad.....	33
Figura 6. Conductor de puesta a tierra	34
Figura 7. Electrodo de puesta a tierra.....	36
Figura 8. Iluminación aulas de clase.....	44
Figura 9. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas	47
Figura 10. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria.....	49
Figura 11. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.....	49
Figura 12. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias	50
Figura 13. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias	52
Figura 14. Plano eléctrico y arquitectónico primer piso.....	59
Figura 15. Plano eléctrico y arquitectónico segundo piso	59
Figura 16. Plano eléctrico y arquitectónico tercer piso.....	60
Figura 17. Señalización de seguridad.....	60
Figura 18. Tablero principal primer piso	61
Figura 19. Tablero del laboratorio primer piso.....	61
Figura 20: Tablero del auditorio primer piso.....	62
Figura 21. Tablero pasillo exterior segundo piso.....	62
Figura 22. Tablero pasillo exterior tercer piso	63
Figura 23. Tomacorriente inapropiado	64
Figura 24. Tomacorriente mal instalado	64
Figura 25. Tomacorriente correcto	65
Figura 26. Tomacorriente correcto	66
Figura 27: Tomacorriente en mal estado.....	66
Figura 28: Tomacorriente con tapa deteriorada	67
Figura 29. Terminal de fase.....	67
Figura 30. Multitoma	68
Figura 31: Especificaciones de corriente y tensión en interruptores	69
Figura 32. Posiciones de encendido y apagado del interruptor	70
Figura 33. Interruptores debidamente aislados.....	70
Figura 34. Interruptores en perfecto estado	71

Figura 35. Posición en la pared del tablero.....	72
Figura 36. Cables bien sujetos.....	72
Figura 37. Espacio insuficiente entre conductores.....	73
Figura 38. DPS y cortacircuito	75
Figura 39. DPS y bujes del transformador.	76
Figura 40. Transformador de fácil acceso para mantenimiento	78
Figura 41. Puesta a tierra del transformador	78
Figura 42. Bombilla incandescente, laboratorio de química.....	79
Figura 43. Bombilla incandescente, Baño 103.....	79
Figura 44. Bombilla incandescente, baño pagaduría 104	80
Figura 45. Cocina 110.....	80
Figura 46. Aula de clase primer piso.....	81
Figura 47. Auditorio primer piso	81
Figura 48. Marcación de la lámpara T8 Techon lamp	82
Figura 49. Marcación de la lámpara T8 PHILIPS.....	83
Figura 50. Lámpara tipo T12.....	83
Figura 51. Marcación lámpara tipo T12.....	84
Figura 52. Fotocopiadora 124.....	85
Figura 53. Pasillo interior	85
Figura 54. Techo	86
Figura 55. Baño 118 y 119	86
Figura 56. Marcación lámparas fluorescentes compactas	87
Figura 57. Lámpara tipo regleta.....	88
Figura 58. Lámparas sin partes cortantes.....	89
Figura 59. Luminaria sin partes energizadas expuestas al contacto.....	89
Figura 60. Lámparas sin marcas.....	90
Figura 61. Rotulado con sus parámetros	91
Figura 62. Lámpara fuera de servicio	92
Figura 63. Luminaria con tubo dañado	92
Figura 64. Luminaria con ausencia de tubo	92
Figura 65. Plafón fuera de servicio	93
Figura 66. Lámparas sucias.....	93
Figura 67. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 1	97
Figura 68. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 2	97
Figura 69. Resultados de iluminancia promedio salones piso 3	98
Figura 70. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 1	98
Figura 71. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 2.....	99
Figura 72. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 3.....	99
Figura 73. Resultados de iluminancia promedio medida baños piso 1	100
Figura 74. Resultados de luminancia promedio medida baños piso 2	100

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)

ACOMETIDA INTERNA: es el cableado que va desde la caja de breakers hasta las cargas. (1)

ACOMETIDA EXTERNA: es la parte de la instalación eléctrica que se construye desde las redes públicas de distribución hasta las instalaciones del usuario. (1)

ALTURA DE MONTAJE: distancia vertical entre la superficie a iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria. (2)

ANÁLISIS DE RIESGOS: es un proceso continuo que comprende la identificación, evaluación y control de un peligro. (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)

CIRCUITO ELÉCTRICO: lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobre corrientes. (1)

CORRIENTE ELÉCTRICA: es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hayan al mismo potencial por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro. (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)

DIAGRAMA UNIFILAR: es el esquema o diagrama de una línea (unifilar) que da una idea general de toda la instalación eléctrica, desde la acometida hasta los circuitos ramales. (3)

EFICIENCIA DE UNA LUMINARIA: relación de flujo luminoso, en lúmenes,

emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior. (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)

ILUMINACIÓN: Acción o efecto de iluminar.). (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)

LUX: El lux (símbolo: lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Medidas para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m². (4)

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)

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN: son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente los circuitos en que está dividida la instalación o una parte de ella. (5)

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

El presente trabajo de grado, tiene como propósito identificar las fallas en el diseño actual del plantel, teniendo en cuenta la seguridad con que deben contar según las normas establecidas en el RETIE, NTC 2050 y RETILAP.

En este colegio se realizaron actividades como:

- Identificación de circuitos ramales.
- Elaboración de diagramas unifilares y planos eléctricos: Ubicación de salidas y elaboración de cuadro de cargas.
- Identificación de las áreas de mayor criticidad y determinación de señalizaciones.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como propósito esencial detectar deficiencias en las instalaciones que puedan presentar alto riesgo para la salud o la vida, basándose en procedimientos de verificación para comparar si los dispositivos instalados se ajustan al RETIE. La realización de éste trabajo es importante para determinar qué elementos se encuentran obsoletos y no garantizan el buen desarrollo de las actividades dentro del plantel y deben ser remplazados o ajustados de acuerdo a las necesidades y obligaciones establecidas en la vigente ley de instalaciones eléctricas.

El colegio Lorencita Villegas de Santos no está exento de los riesgos eléctricos y por ello se hace necesaria una inspección en las instalaciones eléctricas de cada uno de sus pisos, ya que diariamente circula gran cantidad de personal, las cuales pueden estar expuestas a cualquier peligro de origen eléctrico y en la mayoría de los casos los medios de seguridad no son suficientes para garantizar unas instalaciones eléctricas fiables y seguras para las personas, el medio ambiente, los equipos eléctricos, etc.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Ejecutar la inspección eléctrica de las instalaciones del colegio Lorencita Villegas de Santos de Santa Rosa de Cabal, basados en los Reglamentos Técnicos RETIE, RETILAP y la Norma Técnica NTC 2050.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la localización de las luminarias, el tipo de alimentación, el tiempo de uso, para cumplir con los niveles de iluminación establecidos en el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP).
- Establecer una inspección objetiva para comprobar que todos los dispositivos eléctricos ubicados en el área a inspeccionar se ajusten a lo establecido en el RETIE.
- Recopilar los datos obtenidos en la inspección, para compararlos con los exigidos y a partir de esto verificar si cumplen con los reglamentos técnicos RETIE, RETILAP y la Norma Técnica NTC 2050.
- Actualizar diagramas unifilares y planos eléctricos: ubicación de salidas, circuitos ramales, elaboración de cuadro de cargas, identificación de las áreas de mayor criticidad y determinación de señalizaciones.

1. FUNDAMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Es el conjunto de equipos y materiales que permiten distribuir la energía eléctrica partiendo desde el punto de conexión de la compañía de suministro hasta cada uno de los equipos conectados de una manera eficiente y segura, garantizando al usuario flexibilidad, comodidad y economía en la instalación. (6)

1.1 MATERIALES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Conductores
- Canalizaciones
- Cajas de paso, empalme o derivación.
- Tableros
- Dispositivos de protección
- Transformadores de distribución
- Salidas para iluminación y fuerza. (6)

1.2 CLASES DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Una instalación eléctrica es un conjunto de elementos que facilitan el uso adecuado y seguro de la energía eléctrica. Las instalaciones eléctricas se clasifican en los siguientes grupos:

- Instalaciones residenciales: son aquellas instalaciones en las cuales la energía eléctrica es utilizada en viviendas unifamiliares, bifamiliares o multifamiliares.
- Instalaciones comerciales: son aquellas instalaciones en las cuales la energía eléctrica es utilizada en oficinas y locales de venta de bienes y servicios.
- Instalaciones industriales: son aquellas instalaciones en las cuales la energía eléctrica es utilizada en procesos de manufactura y conservación de alimentos o materiales.
- 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.
- instalaciones provisionales: se entenderá como instalación provisional aquella que se hace para suministrar el servicio de energía a un proyecto en construcción, o que tendrá una utilización no mayor a seis meses, la cual deberá cumplir con lo especificado en la sección 305 de la NTC.
El servicio de energía a instalaciones provisionales, quedará condicionado a que una persona calificada establezca y cumpla un procedimiento escrito de control de los riesgos eléctricos de esta instalación, el cual debe estar a disposición de la autoridad competente. (7)

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 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. (8)

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. (9)

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. (10)

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. (11)

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. (11)

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. (12)

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/ Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta café Rojo
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.

- c) Se deben instalar los tomacorrientes de tal forma que el terminal de neutro quede arriba en las instalaciones horizontales
- d) En lugares clasificados como peligrosos se deben utilizar clavijas y tomacorrientes aprobados y certificados para uso en estos ambientes.
- e) 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). (13)

2.6.1 Arco eléctrico

- Producido por cortocircuitos, apertura o cierre de seccionadores, interrupción de corriente, disminución del nivel de aislamiento (humedad, contaminación o por aproximación). Libera gran cantidad de energía, provocan quemaduras (intensa radiación ultravioleta que irradian aún sin que exista contacto eléctrico). (13)

Figura 1. Arco eléctrico



Tomado de la referencia (14)

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. (13)

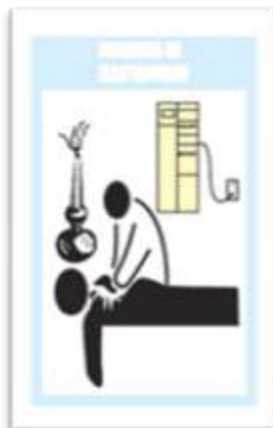
2.6.2 Ausencia de electricidad

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. (13)

2.6.2.1 Medidas de protección

Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática. (13)

Figura 2. Ausencia de electricidad



Tomado de la referencia (14)

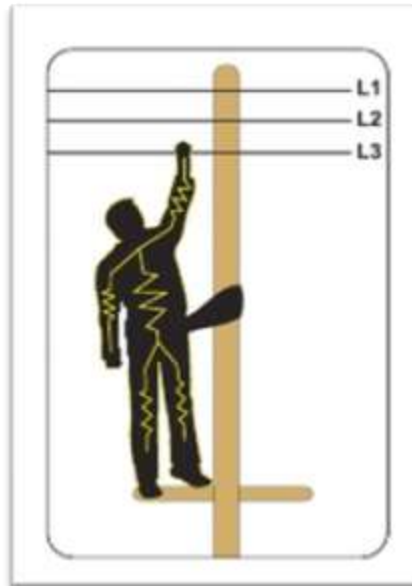
2.6.3 Contacto directo con partes energizadas

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. (13)

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. (13)

Figura 3. Contacto directo



Tomado de la referencia (14)

2.6.4 Contacto indirecto

Se presenta por fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. (13)

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. (13)

Figura 4. Contacto indirecto



Tomado de la referencia (14)

2.6.5 Daños causados a las personas por la electricidad

Los daños que puede causar la electricidad pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Causados por el paso de la corriente a través del cuerpo humano.
- Causados por la presencia de campos electromagnéticos.
- Por otras causas. (13)

2.6.6 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. (13)

2.6.6.1 Inmediatos

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

- Impacto, cortes, quemaduras (por contacto con zonas calientes), etc
- Incremento de la corriente (por la invasión de una zona más peligrosa)
- Dificultad de respiración, que puede provocar asfixia.

Perturbaciones en el corazón, que pueden ser:

- Fibrilación ventricular. Produce un movimiento anormal del corazón que provoca la pérdida de presión sanguínea.
- Fibrilación auricular.
- Parada cardíaca.
- Como consecuencia de la falta de circulación de la sangre se produce la muerte de las células cerebrales por falta de oxígeno (anoxia).

- Aumento de la presión sanguínea.
- Quemaduras en las zonas de paso de la corriente.

La causa principal de muerte se considera la fibrilación ventricular. En algunos casos aparecen también como causas la parada cardíaca y la asfixia. (13)

2.6.6.2 Secundarios

- Cerebrales
- Circulatorios
- Renales (13)

2.6.7 Daños causados por la presencia de campos electromagnéticos

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. (13)

2.6.7.1 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.

Los campos electromagnéticos pulsados pueden producir otro tipo de efectos como percepción auditiva de pulsos de microondas además de aquellos asociados a la radiación de la onda. Pueden tener también efectos indirectos como quemaduras por tocar objetos calentados por efectos de los campos electromagnéticos. (13)

2.6.7.2 Efectos indirectos

Resultan del acoplamiento de un campo eléctrico o magnético con un objeto como una estructura metálica, que por las tensiones inducidas, puede provocar efectos directos sobre el cuerpo humano como consecuencia de descargas y quemaduras. (13)

2.6.8 Por otras causas

Por aumento de la temperatura. Se pueden producir quemaduras (en las manos principalmente).

Por accionamientos imprevistos de maquinas accionadas o controladas por energía eléctrica. Se pueden producir contusiones, heridas, roturas de huesos, etc. (13)

2.6.9 Daños de otros tipos

Los incendios, provocados por cortocircuitos (motivados generalmente por un funcionamiento incorrecto de las instalaciones) son uno de los daños más frecuentes. En numerosas ocasiones se atribuye el origen de un incendio a un cortocircuito, pero habitualmente el cortocircuito no es sino un paso más (el más llamativo) en el proceso que desencadena el incendio. Es normal que el cortocircuito se produzca por un calentamiento excesivo previo de elementos aislantes hasta alcanzar su punto de fusión, produciéndose a continuación el cortocircuito. Los motivos del calentamiento pueden ser muy diversos; la obstrucción de la ventilación, el fallo de los sistemas de protección, o bien pudieran en algunos casos deberse a errores de mantenimiento, ejecución o hasta de diseño.

Otros daños típicos son las averías de equipos, motivadas por sobretensiones atmosféricas o de maniobra.

También se producen incendios o explosiones motivadas por la presencia de atmósferas inflamables o explosivas ante elementos con temperatura elevada (producida por la electricidad) o arcos eléctricos. (13)

2.6.10 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. (13)

2.6.10.1 Dispositivos de protección

El RETIE además 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. (15)

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

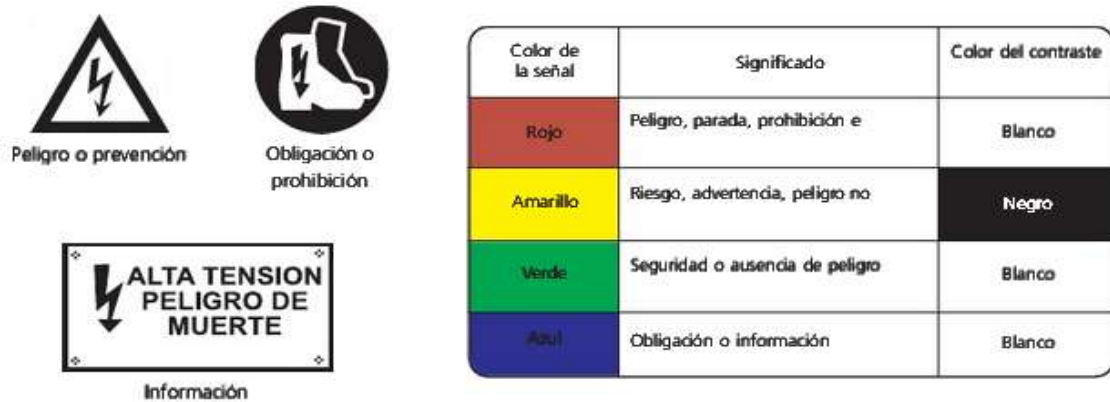
La función de estas señales es llamar rápidamente la atención sobre objetos o situaciones que pueden provocar peligros, así como para indicar la instalación de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad en los centros y locales de trabajo.

- 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: (14)

Figura 5. Señalización de seguridad



Tomado de la referencia (14)

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 (16)

2.7.5 Contacto indirecto

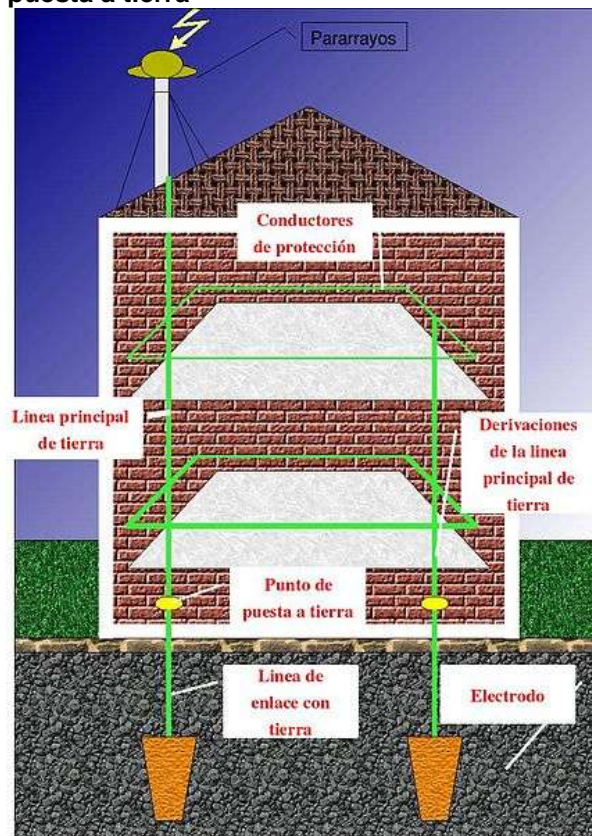
El contacto indirecto sucede cuando la persona toca una estructura metálica, o una carcasa de un motor la cual en condiciones normales esta des-energizada. Una falla común en un sistema eléctrico es la pérdida de aislamiento provocando fugas de corriente.

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. (16)

2.8 PUESTA A TIERRA

Figura 6. Conductor de puesta a tierra



Tomado de la referencia (17)

Para evitar y atenuar la peligrosidad de estas perturbaciones en la vida y funcionamiento de los equipos, se ha previsto la estabilidad, continuidad de funcionamiento y la protección de los mismos con dispositivos que eviten el ingreso de estos transitorios a los sistemas en fracciones de segundo

(nanosegundos) y sean dispersados por una ruta previamente asignada como es el sistema de puesta a tierra (SPT), que es el primer dispositivo protector no solo del equipo sensible, sino también de la vida humana evitando desgracias o pérdidas que lamentar. (18)

Toda instalación eléctrica cubierta por el RETIE, excepto donde se indique lo contrario, debe disponer de un sistema de puesta a tierra que lleve a tierra las corrientes de falla o las de descargas originadas por sobretensiones, por rayos o maniobras.

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)

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. (19)

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 y adoptado de la Tabla 250-94 de la NTC 2050

Sección transversal mayor conductor de suministro		Sección transversal conductor del electrodo de puesta a tierra	
mm ²	AWG	mm ²	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

Figura 7. Electrodo de puesta a tierra



Tomado de la referencia (20)

Los electrodos o varillas de puestas a tierra, como también se les conoce son utilizados para aterrizar las descargas eléctricas que sufren ocasionalmente los equipos eléctricos. Permite la protección de las personas y de lo bienes contra los efectos de la caída de rayos, descargas estáticas, señales de interferencia y electromagnéticas y contactos indirectos por corrientes de fugas a tierra. (21)

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.

2.8.2 Objetivos de un sistema de puesta a tierra

- a. Permitir a los equipos de protección aislar rápidamente las fallas.
- b. Limitar la tensión debido a contacto no intencional con sistemas de mayor tensión.
- c. Limitar las tensiones debidos a maniobras.
- d. Limitar a niveles seguros los valores de tensión a tierra de equipos o estructuras accidentalmente energizadas y mantener en valores determinados la tensión fase–tierra de sistemas eléctricos, fijando los niveles de aislamiento.
- e. Realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos. (22)

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. (23)

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 del diseño de iluminación

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Se debe tener en cuenta la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancias de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requerimientos estéticos solicitados por el cliente.

Para una adecuada iluminación se debe tener una estrecha interacción entre el diseñador ésta y los constructores de la edificación.

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes de iniciar un diseño de alumbrado interior son los siguientes:

- a. Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
- b. Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
- c. Las condiciones de reflexión de las superficies.
- d. Los niveles de iluminancia e uniformidad requeridas.
- e. La disponibilidad de la iluminación natural.
- f. El control del deslumbramiento.
- g. Los requerimientos especiales en las propiedades de las luminarias, por el tipo de aplicación.
- h. Propiedades de las fuentes y luminarias, tales como:
 - El índice de reproducción del color, lo natural que parecen los objetos bajo la luz.
 - La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.
 - El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria (2)

2.9.3 Información previa en el diseño de iluminación

Para determinar el cálculo y las soluciones de iluminación interior, se deben tener en cuenta parámetros tales como:

- a) El uso de la zona a iluminar.
- b) El tipo de tarea visual a realizar.
- c) Las necesidades de luz y del usuario del local.

- d) El índice K del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil)
- e) Las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala
- f) Las características y tipo de techo
- g) Las condiciones de la luz natural
- h) El tipo de acabado, decoración y mobiliario previsto. (24)

2.9.4 Diseño detallado

En esta etapa, en función del perfil definido en la fase de planificación básica, se comienzan a resolver los aspectos específicos del proyecto, éstos comprenden: la selección de luminarias, el diseño geométrico y sistema de montaje, los sistemas de alimentación, comando y control eléctrico, la instalación de alumbrado de emergencia y seguridad. Además, se realiza el análisis económico, guion financiero y el presupuesto del proyecto, se confecciona la documentación técnica, (planos y memoria descriptiva) incluyendo una propuesta de esquemas funcionales para propiciar el uso racional de la energía y un programa adecuado de mantenimiento.

El propósito de esta etapa del proyecto es:

- Seleccionar los circuitos.
- Documentar los problemas detectados en las etapas de verificación, y las acciones de corrección correspondientes.
- Generar la documentación y las especificaciones que describan completamente el diseño, etc.

En esta etapa el diseñador debe presentar mínimo la siguiente documentación técnica:

- Planos de montaje y distribución de luminarias
- Memorias descriptivas y de cálculos fotométricos
- Cálculos eléctricos
- El esquema y programa de mantenimiento.
- Las especificaciones de los equipos recomendados. (25)

2.9.5 Requisitos generales de un sistema de iluminación

2.9.5.1 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

presente reglamento. 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.

2.9.5.2 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. (7)

2.9.5.3 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)

2.9.5.4 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.

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)

2.9.6 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). (26)

2.9.6.1 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. Índice UGR máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades. Tomada y adoptada de la Tabla 410.1 del RETILAP

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Colegios				
Salones de clase	19	300	500	750
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	16	500	750	1000
Elaboración de planos				
Salas de conferencias				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

2.9.6.2 Deslumbramiento

El deslumbramiento es cualquier brillo que produce molestias, interferencia con la visión o fatiga visual. Son precauciones contra el deslumbramiento excesivo la protección de todas las lámparas que se instalen dentro del campo de visión, el uso de colores claros en techos y paredes para reducir el contraste, el montaje de las fuentes de luz por encima de la línea normal de visión siempre que sea posible, la reducción de brillo y de las luminarias a límites razonables. (26)

2.9.6.3 Elección de las luminarias y lámparas

La elección de las fuentes de luz depende en gran medida del aspecto del conjunto y la economía. En ciertas aplicaciones la gran superficie de la lámpara fluorescente es más ventajosa desde el punto de vista de bajo brillo y mínimo deslumbramiento. Por otra parte, cuando se desea un control exacto son más efectivas las fuentes más pequeñas pero de mayor brillo. (26)

2.9.6.4 Coeficiente de utilización

El valor del coeficiente de utilización indica, la porción del flujo luminoso suministrado por las lámparas que llega al plano de trabajo; depende del sistema de iluminación, de las características de la luminaria, del índice del local, del factor de reflexión del techo y de las paredes del local, dado en tablas de los fabricantes. (26)

2.9.6.5 Coeficiente de conservación

El coeficiente de conservación de la instalación depende de la facilidad de retener el polvo que tengan los aparatos, de la porción de polvo, el humo del ambiente y la frecuencia de limpieza. Este coeficiente toma en consideración la reducción de la luz emitida por las lámparas o luminarias, debido al envejecimiento y acumulación de suciedad. (26)

2.9.7 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.

2.9.7.1 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, dibujar en monitores de computador, etc.).
- El plano horizontal 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:

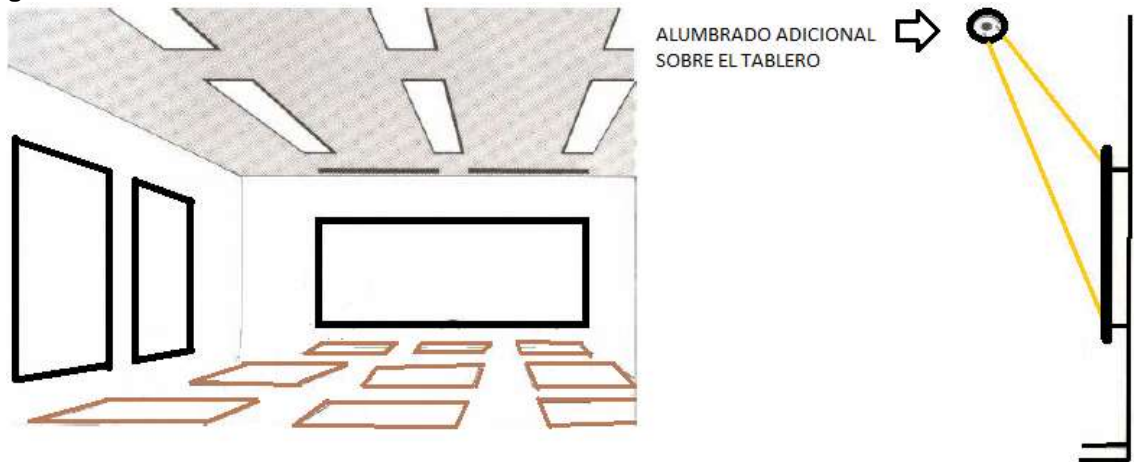
- Luminarias de baja luminancia.
- Ausencia de reflexiones en la superficie de las mesas de trabajo y paneles brillantes.
- Aspecto cromático y rendimiento de color agradables.

Las luminarias respecto al control de deslumbramiento podrán estar provistas de rejillas, difusores opales, cubiertas prismáticas o elementos especulares para que la instalación cumpla con los valores de UGR establecidos en el presente reglamento. (2)

2.9.7.2 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. Como estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de alumbrado de éstas pueden aplicarse al de escuelas. (2)

Figura 8. Iluminación aulas de clase



Tomado de la referencia (2)

2.9.7.3 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)

2.9.8 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/m²) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

VEEI Valor de eficiencia energética de la instalación.

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

S Superficie iluminada (m²).

Em 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. (27)

Tabla 4. Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI). Tomada y adoptada de la Tabla 440.1 del RETILAP

GRUPO	ACTIVIDADES DE LA ZONA	LIMITE VEEI
Zona de baja importancia Luminica	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 Luminica	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 metros 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.

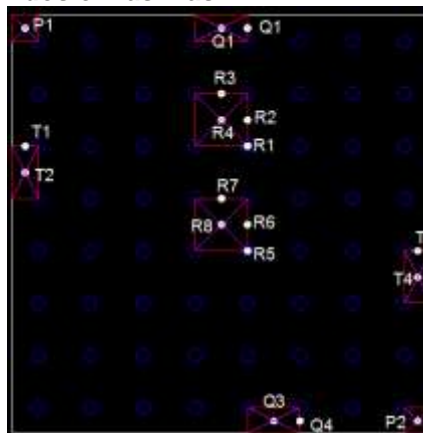
Existe una relación que permite calcular el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

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)

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

Donde:

- 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.

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

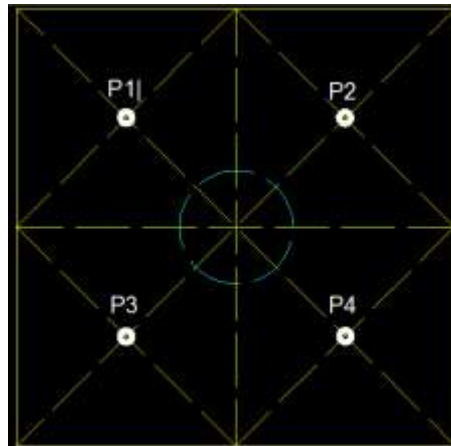
- d. Se toman lecturas en los puntos p₁, p₂, en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

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

- 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



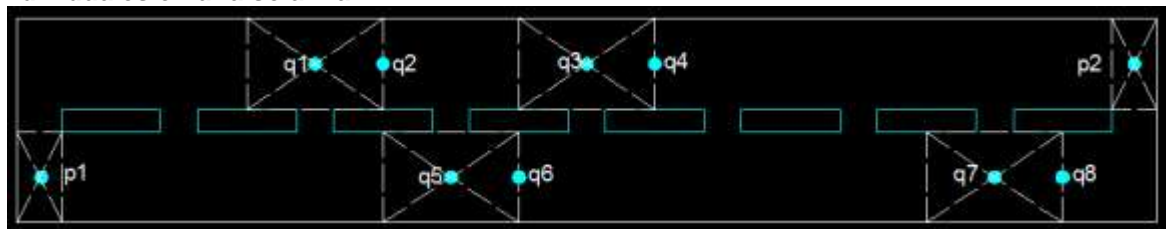
Tomado de la referencia (2)

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)

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

Donde:

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.

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

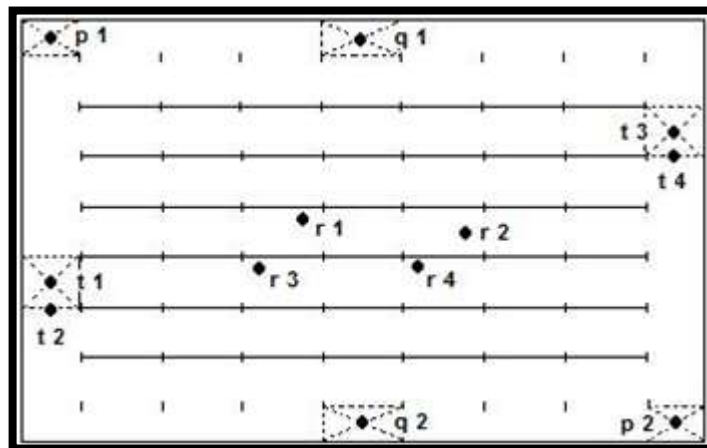
- b. Se toman lecturas en los puntos p1, y p2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

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

- 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)

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

Donde:

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.

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

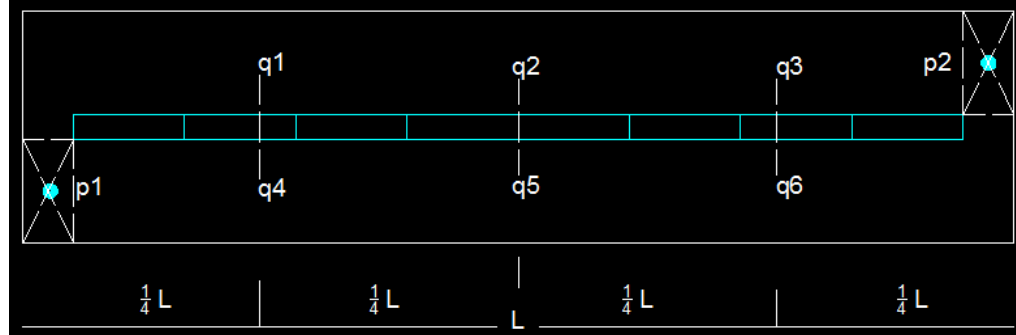
- d. Se toman lecturas en los puntos p₁, p₂, en dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

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

- 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)

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

Donde:

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. (28)

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

3.4.1 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 presente Reglamento Técnico.
- 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. DESCRIPCIÓN 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	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">Limpio</td> <td style="width: 33%;">Medio</td> <td style="width: 33%;">Sucio</td> </tr> </table>	Limpio	Medio	Sucio
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 7. Formato 3 medidas de iluminancia en los puestos de trabajo. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP

EMPRESA: _____ SECCIÓN: _____

FECHA: _____ HORA: _____

OFICIO: _____ EQUIPO DE MEDICIÓN: _____

TABLA DE DATOS

Lectura puesto de trabajo	Altura sobre el piso	NIVLE DE ILUMINANCIA						
		Plano			General únicamente		General+ suplementaria	
		Vertical	Horizontal	inclinado	prom	Rango recomendado	prom	Rango recomendado

Responsable _____ Matricula profesional _____

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

Coeficiente 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

Coeficiente de luz diurna (CLD): _____ %

Coeficiente 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: _____

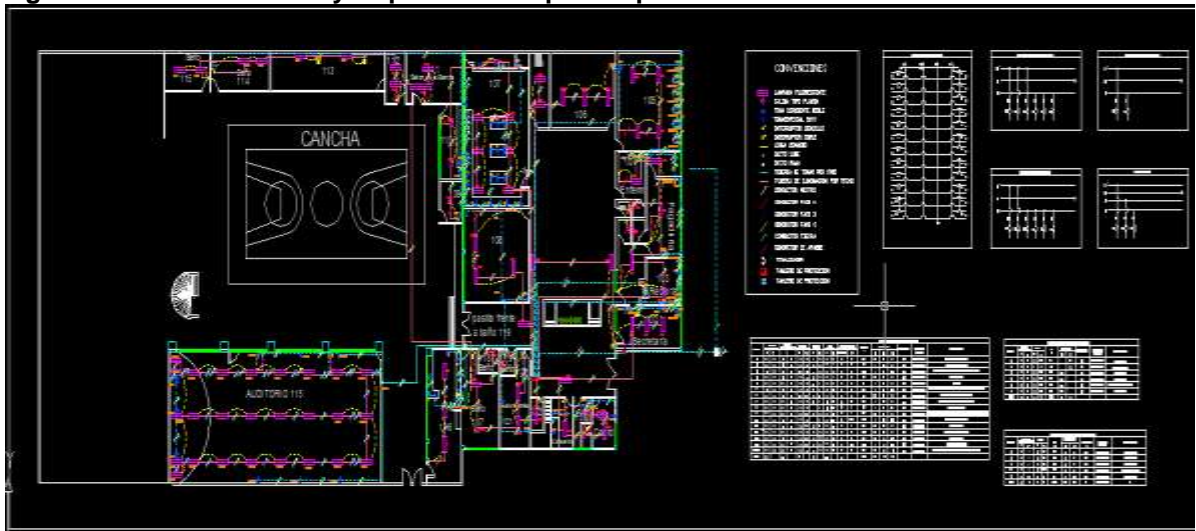
Fecha: _____

Responsable _____ Matrícula

4. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

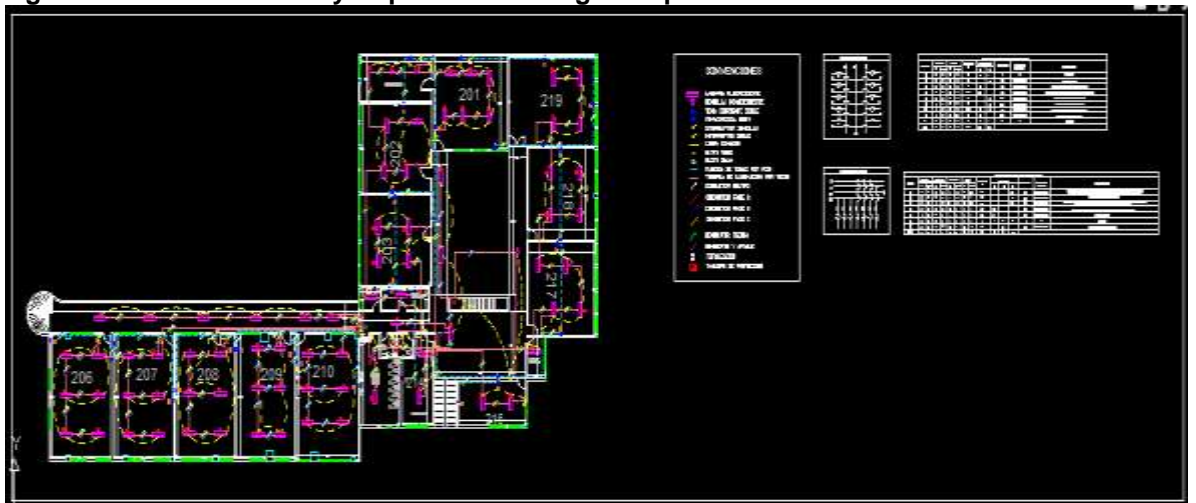
Primero que todo para poder realizar la inspección en el colegio Lorencita Villegas de Santos se solicitaron los planos al rector de la institución Jairo Castrillón y al director de planeación municipal pero ellos nos informaron que no tenían conocimiento de la ubicación de los mismos. Por consiguiente se optó por hacer el levantamiento de planos arquitectónicos y eléctricos, como se muestra en las figuras 14, 15 y 16.

Figura 14. Plano eléctrico y arquitectónico primer piso



Tomado de la referencia (29)

Figura 15. Plano eléctrico y arquitectónico segundo piso



Tomado de la referencia (29)

Figura 18. Tablero principal primer piso



Tomado de la referencia (29)

Figura 19. Tablero del laboratorio primer piso



Tomado de la referencia (29)

Figura 20: Tablero del auditorio primer piso



Tomado de la referencia (29)

Figura 21. Tablero pasillo exterior segundo piso



Tomado de la referencia (29)

Figura 22. Tablero pasillo exterior tercer piso



Tomado de la referencia (29)

4.2 TOMACORRIENTES

4.2.1 Requisitos de la instalación.

ARTICULO	Articulo 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): 1) Cuartos de baño. 2) Azoteas.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
COMENTARIOS	X	
	No existen tomas GFCI en las zonas húmedas. Figura 23	

Figura 23. Tomacorriente inapropiado



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 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 24	

Figura 24. Tomacorriente mal instalado



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 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 25	

Figura 25. Tomacorriente correcto



Tomado de la referencia (29)

4.2.2 Requisitos del producto.

ARTICULO	Articulo 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	Ninguna. Figura 26	

Figura 26. Tomacorriente correcto



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 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
COMENTARIOS	X	
	Algunos tomacorrientes no cuentan con los requisitos exigidos por el RETILAP debido a su antigüedad. Figura 27	

Figura 27: Tomacorriente en mal estado



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 17.5.2 RETIE	
ITEM	Los tomacorrientes deben suministrarse e instalarse con su respectiva placa, tapa o cubierta destinada a evitar el contacto directo con partes energizadas; estos materiales deben ser de alta resistencia al impacto.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	En la figura 28 se observa la carcasa del tomacorriente deteriorado.	

Figura 28: Tomacorriente con tapa deteriorada



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 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 29	

Figura 29. Terminal de fase



Tomado de la referencia (29)

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 podrán ser conectados a un circuito ramal cuyos conductores y tomacorriente tengan la suficiente capacidad de soportar la corriente de todas las cargas conectadas.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	El multitoma instalado tiene poca carga demandada. Figura 30	

Figura 30. Multitoma



Tomado de la referencia (29)

4.4 INTERRUPTORES MANUALES DE BAJA TENSION

4.4.1 Requisitos de instalación

ARTICULO	Articulo 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 31	

Figura 31: Especificaciones de corriente y tensión en interruptores



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 17.7.1.1 RETIE	
ITEM	Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno.	

ARTICULO	Articulo 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	Articulo 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.	

4.4.2 Requisitos del producto

ARTICULO	Articulo 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 32	

Figura 32. Posiciones de encendido y apagado del interruptor



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 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	Ninguno. Figura 33	

Figura 33. Interruptores debidamente aislados



Tomado de la referencia (29)

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	Ninguno. Figura 34	

Figura 34. Interruptores en perfecto estado



Tomado de la referencia (29)

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	Ninguno. Figura 35	

Figura 35. Posición en la pared del tablero



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 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 36	

Figura 36. Cables bien sujetos



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 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 37	

Figura 37. Espacio insuficiente entre conductores



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Articulo 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	Ninguno.	

ARTICULO	Articulo 17.9.1 RETIE	
ITEM	Todo tablero debe tener su respectivo diagrama unifilar actualizado.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Solo el tablero principal que es el más nuevo cumple con este requisito.	

4.5.2 Identificación del tablero

ARTICULO	Articulo 17.9.1.2 RETIE	
ITEM	La instalación del tablero debe tener en cuenta el código de colores establecido en el presente reglamento e identificar cada uno de los circuitos.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
		X
COMENTARIOS	Ninguno.	

ARTICULO	Articulo 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	Los tableros no cuentan con estas características.	

ARTICULO	Articulo 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	Los tableros más antiguos no cuentan con barraje para tierra.	

ARTICULO	Articulo 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 38	

Figura 38. DPS y cortacircuito



Tomado de la referencia (29)

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 39	

Figura 39. DPS y bujes del transformador.



Tomado de la referencia (29)

4.6.2 DPS dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias

4.6.2.1 Localización

ARTICULO	Articulo 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 39	

4.6.2.2 Requisitos de instalación

ARTICULO	Articulo 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.	

4.7 TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS

4.7.1 Instalación

ARTICULO	Articulo 450-13 NTC-2050	
ITEM	Los transformadores y bóvedas para transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para su inspección y mantenimiento	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno. Figura 40	

Figura 40. Transformador de fácil acceso para mantenimiento



Tomado de la referencia (29)

4.7.2 Requisitos de producto

ARTICULO	Artículo 17.10.2 RETIE	
ITEM	Los transformadores deben tener un dispositivo de puesta a tierra para conectar sólidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde con los requerimientos de normas técnicas aplicadas y las características que requiera la operación del transformador.	
DIAGNOSTICO	Cumple	No cumple
	X	
COMENTARIOS	Ninguno. Figura 41	

Figura 41. Puesta a tierra del transformador



Tomado de la referencia (29)

5. INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN

5.1 BOMBILLAS INCANDESCENTES

En la inspección visual realizada en el colegio Lorencita Villegas se encontraron instaladas varias bombillas incandescentes, localizadas en: primer piso (laboratorio de química, baño 103, baño de la oficina de pagaduría 104 y cocina 110); segundo piso (baños 212 y 213). Como se puede ver en las siguientes figuras:

Figura 42. Bombilla incandescente, laboratorio de química



Tomado de la referencia (29)

Figura 43. Bombilla incandescente, Baño 103



Tomado de la referencia (29)

Figura 44. Bombilla incandescente, baño pagaduría 104



Tomado de la referencia (29)

Figura 45. Cocina 110



Tomado de la referencia (29)

El uso de este tipo de bombillas por parte de la institución educativa va en contra de las normas, ya que están incumpliendo el Decreto 2331 de Junio 22 de 2.007, el cual tiene por objeto la sustitución de todas las bombillas incandescentes por bombillas ahorradoras, específicamente el cambio de luminarias a (LFC) Lámparas Fluorescentes Compactas de alta eficiencia garantizando una eficiencia apreciable con adecuados niveles de iluminación y menor consumo de energía eléctrica, razón por la cual es imperativa dicha exigencia a las edificaciones de las entidades públicas.

En relación con las edificaciones ya construidas, cuyos usuarios sean entidades oficiales de cualquier orden, tuvieron plazo hasta el 31 de diciembre de 2010 para sustituir todas las bombillas incandescentes por bombillas ahorradoras de energía específicamente Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) de alta eficiencia.

5.2 LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES

La mayoría de los sitios del colegio se encuentran iluminados con lámparas fluorescentes tipo T8 y T12.

5.2.1 Lámparas fluorescentes tipo T8

Esta clase de lámparas se encuentran localizadas de la siguiente manera: primer piso (auditorio, oficinas, aulas de clase 108, 106,105); segundo piso (aulas de clase 206 al 210) y tercer piso (aulas de clase 305 al 309).

Figura 46. Aula de clase primer piso



Tomado de la referencia (29)

Figura 47. Auditorio primer piso



Tomado de la referencia (29)

a) Eficacia lumínica

Los tubos fluorescentes comercializados para uso en el país deben tener eficacias iguales o superiores a las establecidas en la tabla 9.

Tabla 9. Valores mínimos de eficacia lumínica en tubos fluorescentes. Tomados y adoptados de la Tabla 310.3.1 a del RETILAP

TIPO	POTENCIA (W)	EFICACIA LUMINOSA (lm/W)
T8 (26 mm de diámetro)	14 a 25	68
	26 a 30	72
	31 a 40	78
	41 a 50	79
	> de 50	85

Las lámparas utilizadas en estas áreas cumplen con los valores mínimos exigidos de eficacia lumínica, ya que cada una de estas lámparas consumen una potencia de 32W y entregan 2850 lm, proporcionando una eficacia lumínica de 89 lm/W, teniendo en cuenta que el valor mínimo exigido de eficacia lumínica por el RETILAP para una lámpara T8 de 32W es de 78 lm/W.

b) Vida útil

Los tubos fluorescentes T8 existentes en el colegio son de la marca PHILIPS y la referencia F32T8/ TL865 PLUS, la vida útil de estas lámparas es de 20.000 horas, cumpliendo así con el mínimo requerido por el RETILAP, el cual para bombillas o tubos fluorescentes es de 10.000 horas.

c) 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 48. Marcación de la lámpara T8 Techon lamp



Cortesía de: Natalia Andrea Giraldo, Wilson Gil Llano y Viviana Yineth Guzmán

Figura 49. Marcación de la lámpara T8 PHILIPS



Cortesía de: Natalia Andrea Giraldo, Wilson Gil Llano y Viviana Yineth Guzmán

En la figura 49 se observan algunos datos importantes, sin embargo otras características del producto no aparecen tales como: apariencia o Temperatura del color, Índice de Rendimiento del Color (IRC), flujo luminoso (lm).

5.2.2 Lámparas fluorescentes tipo T12

Las lámparas T12 se encuentran en los siguientes lugares: primer piso (cocina, sala de profesores 121, baños 117 y 112, cafetería, pasillo), segundo piso (aulas de clase 201, 202, 203, 214, 215, 216, 217, 218, 219, pasillo interior), tercer piso (aulas de clase 301 al 304, pasillo interior).

Figura 50. Lámpara tipo T12



Tomado de la referencia (29)

a) Eficacia lumínica

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12 están siendo descontinuadas 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 10. 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 51. Marcación lámpara tipo T12



Tomado de la referencia (29)

5.3 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

En el colegio se encuentran instaladas lámparas fluorescentes compactas las cuales están ubicadas de la siguiente manera: primer piso (baño 118 y 119, fotocopiadora 124), segundo piso (pasillo interior, archivador 201), tercer piso (techo). Como se observa en las siguientes figuras.

Figura 52. Fotocopiadora 124



Tomado de la referencia (29)

Figura 53. Pasillo interior



Tomado de la referencia (29)

Figura 54. Techo



Tomado de la referencia (29)

Figura 55. Baño 118 y 119



Tomado de la referencia (29)

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 11.

Tabla 11. 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 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 56. Marcación lámparas fluorescentes compactas



Tomado de la referencia (29)

En el bulbo de las lámparas PHILIPS puede observar las características del producto exigidas por el RETILAP como se puede apreciar en la figura 56.

5.4 LUMINARIAS

5.4.1 Requisitos de instalación

- a) El calentamiento excesivo en luminarias embutidas o tipo bala son la causa de muchos incendios en edificaciones, por fortuna en la inspección se verificó que en el plantel no cuentan con este tipo de luminarias sino que poseen las tipo regleta o bombilla incandescente.

Figura 57. Lámpara tipo regleta



Tomado de la referencia (29)

- 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.

5.4.2 Requisitos del producto

ARTICULO	Artículo 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	Ninguno. Figura 58	

Figura 58. Lámparas sin partes cortantes



Tomado de la referencia (29)

5.4.3 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 59	

Figura 59. Luminaria sin partes energizadas expuestas al contacto



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Artículo 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. Figura 60.	

Figura 60. Luminaria sin marcas



Tomado de la referencia (29)

ARTICULO	Artículo 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	Ninguno.	

5.5 BALASTOS

5.5.1 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 61. Rotulado con sus parámetros



Tomado de la referencia (29)

5.5.2 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.

5.6 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 reemplazar 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 62. Luminaria fuera de servicio



Tomado de la referencia (29)

Figura 63. Luminaria con tubo dañado



Tomado de la referencia (29)

Figura 64. Luminaria con ausencia de tubo



Tomado de la referencia (29)

Figura 65. Plafón fuera de servicio



Tomado de la referencia (29)

- 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 66. Luminarias sucias



Tomado de la referencia (29)

6. RESULTADOS

6.1 TIEMPO DE USO DE LAS LUMINARIAS

La institución cuenta con diferentes tipos de fuentes de iluminación, estas son: lámparas fluorescentes T8 y T12; bombillas incandescentes de 100 W y bombillas 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 y para bombillas incandescentes es de 1000 horas.

En algunos lugares la instalación eléctrica es muy antigua por lo tanto existen elementos que ya alcanzaron el tiempo de uso requerido por el RETILAP.

6.2 NIVELES DE ILUMINANCIA PROMEDIO MEDIDOS

En la Tabla 12 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 12. 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
Secretaría 102	128	3,39	7,37	6	3	T8	0
Rectoría 103	160	3,7	3,88	4	1	T8	0
Baño pasillo secretaría	222	1,89	1,53	2	1	incandescente	0
Pasillo rectoría	131	3,15	4,97	4	1	T12	0
Pagaduría 104	198	3,88	6,29	4	1	T8	0
Enfermería 104	150	3,15	3,82	4	1	T12	0
Baño enfermería	138	1,28	1,5	2	1	incandescente	0
Biblioteca	55	1,97	3,88	4	1	T12	0
Baño pagaduría	195	1,44	1,89	2	1	incandescente	0
Salón 105	213	7,23	7,83	14	4	T8	0
Salón 106	146	6	7,36	6	3	T8	0
Sala de pin pong	0	2,3	6	6	2	sin bombillas	2
Laboratorio 107	99	7,24	10,12	16	6	T12	0
Cuarto laboratorio	119	1,76	2,15	4	1	incandescente	0
Pasillo frente laboratorio	5	9,81	13,69	6	2	T12	1
Salón 108	154	7,39	7,52	14	3	T8	0
Deportes 109	88	2,54	3,28	4	1	incandescente	0
Frutería 110	3	2,54	6,02	6	2	incandescente	0
Salón banda 111	90	4	6,48	8	2	T12	1
Baño 112	158	2,24	4	6	2	2	0
Sótano 113	39	2,96	13	4	2	T12	0
Baño 114	241	2,96	6,74	6	2	T12	0
Baño 115	172	2,96	5,1	6	2	T12	1
Auditorio 115	518	10,6	24,2	22	26	T8	0
Cocina 116	57	3,88	10,75	6	3	T12	0
Baño 117	49	4,12	7,88	6	2	Incandescente y T12	Incandescente no funciona
Baño 118	36	1,89	2,29	2	1	incandescente	0
Baño 119	54	1,76	2,15	2	1	incandescente	0
Pasillo frente a baño 119	19	3,57	7,69	4	1	T12	0

Sitios	Iluminancia promedio (lx)	Ancho (m)	Largo (m)	Número de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de lámpara	Luminarias malas
Salón de profesores 120-121	135	3,43	7,88	6	2	T12	0
Pasillo frente sala de profesores	24	5,64	9,65	4	1	T12	0
Salón 122	132	1,42	2<,61		1	T12	0
Cafetería 123	94	2,4	3,98	4	1	T12	0
Fotocopiadora 124	40	1,92	3,98	4	1	incandescente	0
Coordinación 125	144	2,62	3,98	6	2	T12	0
Baño coordinación	0	1,1	1,98	3	1	incandescente	1

Tabla 13. Características y resultados de las mediciones obtenidas en el segundo piso.

Sitios	Iluminancia promedio (lx)	Ancho (m)	Largo (m)	Número de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de lámpara	Luminarias malas
Salón 201	141	7,83	7,94	18	6	T12	1
Archivador 201	93	3,32	7,63	6	3	Ahorradora compacta	0
Salón 202	79	7,72	7,76	14	4	T12	2
Salón 203	92	7,47	7,72	14	4	T12	1
Oficina de profesores 204	85	1,85	5,07	4	1	T12	0
Emisora 205	109	1,85	2,10	4	1	T12	0
Salón 206	179	6,63	10,63	18	6	T8	0
Salón 207	194	6,63	10,62	18	6	T8	0
Salón 208	193	6,47	10,62	18	6	T8	0
Salón 209	193	6,32	10,62	18	6	T8	0
Salón 210	173	6,66	10,70	18	6	T8	0
Baño 211	5	4,27	7,83	4	2	T12 y incandescente	1
Baño 212	107	1,62	1,92	2	1	incandescente	0
Baño 213	119	1,62	1,92	2	1	T12	0
Psicología 214	284	3,41	7,80	4	2	incandescente	0
Oficina profesores 215	50	3,86	7,41	4	2	T12	0
Oficina profesores 216	109	1,82	3,57	4	1	T12	0
Salón 217	76	7,27	7,88	14	4	T12	1
Salón 218	38	7,27	7,88	14	4	T12	2
Salón 219	40	7,67	9,29	14	4	T12	0
Pasillo al frente 219	13	1,87	12,68	4	1	incandescente	0
Pasillo 214 y 215	31	5,72	9,81	4	1	T12	0
Pasillo al frente 203	40	1,67	12,24	4	2	T12	1
Pasillo al frente 204	80	1,78	7,62	4	1	T12	0
Pasillo exterior	86	2,52	33,29	8	6	T12	0
Escaleras a la entrada	0	1,36	6,63	2	1	incandescente	1

Tabla 14. Características y resultados de las mediciones obtenidas en el tercer piso.

Sitios	Iluminancia promedio (lx)	Ancho (m)	Largo (m)	Número de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de lámpara	Luminarias malas
Sala de sistemas 301	76	7,81	10,60	34	12	T12	5
Sala de sistemas 302	145	7,26	9,01	14	4	T12	0
Salón 303	123	7,37	7,71	14	4	T12	0
Salón 304	119	5,80	7,35	14	4	T12	1
Salón 305	210	6,94	10,85	18	6	T8	0
Salón 306	199	6,48	10,85	18	6	T8	0
Salón 307	170	6,48	10,85	18	6	T8	0
Salón 308	170	6,49	10,85	18	6	T8	0
Salón 309	162	6,51	10,85	18	6	T8	0
Salón 310	71	7,51	7,68	14	4	T12	2
Pasillo interior al frente 303	36	1,71	13,80	4	2	T12	1
Pasillo interior al frente 310	124	3,36	9,61	4	1	T12	0
Pasillo interior al lado 304	48	1,92	7,51	4	2	T12	1
Pasillo exterior	1	2,42	33,29	4	1	T12	0
Escaleras a la derecha 304	0	1,19	1,64	2	1	incandescente	1

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

Las siguientes figuras representan los valores promedio de iluminancia obtenidos en los diferentes sitios del colegio y los valores de iluminancia promedio 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 auditorio que si cumple.

Figura 67. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 1



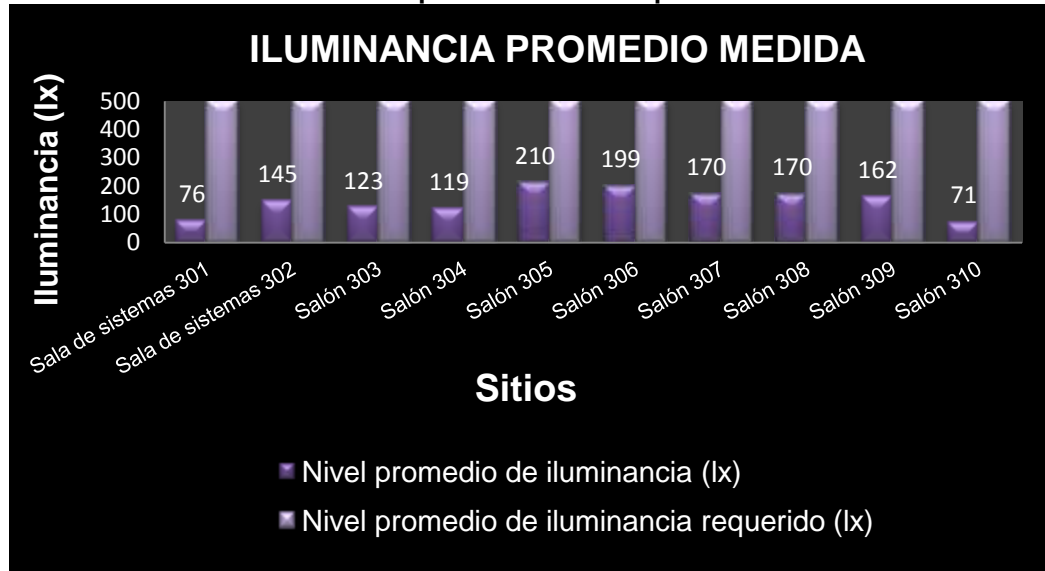
Tomado de la referencia (29)

Figura 68. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 2



Tomado de la referencia (29)

Figura 69. Resultados de iluminancia promedio salones piso 3



Tomado de la referencia (29)

Nota 2:

El valor promedio exigido por el RETILAP para pasillos es 100 lx y como se puede observar en las siguientes gráficas, sólo cumplen el pasillo frente a la rectoría ubicado en el primer piso y el pasillo interior al frente del salón 310.

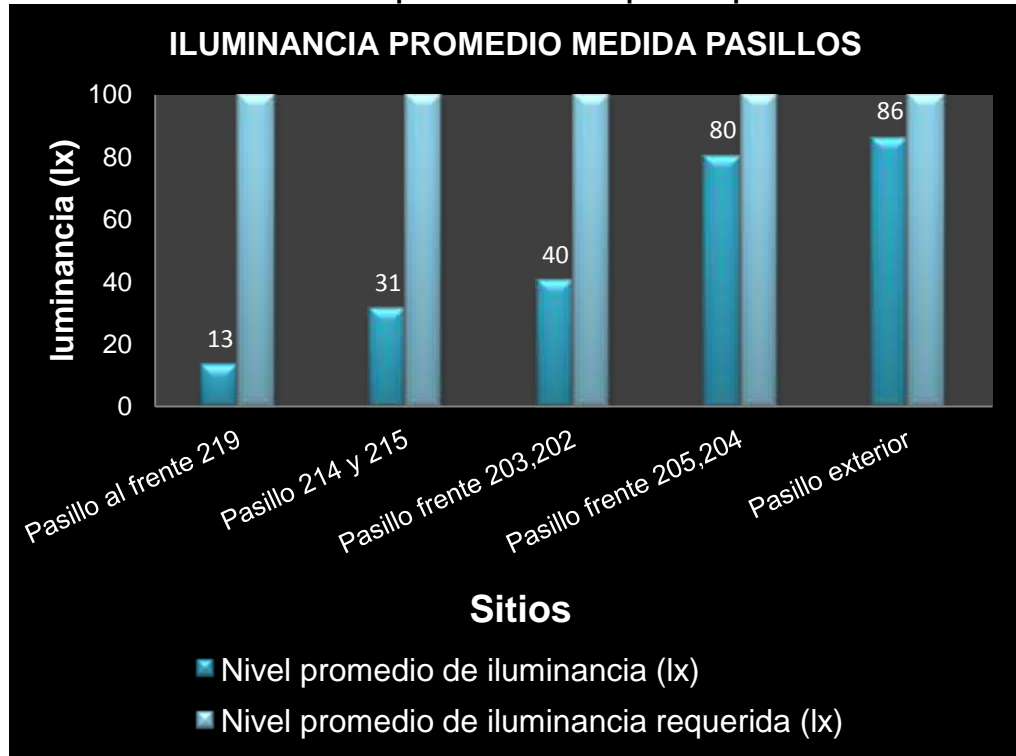
El pasillo exterior y el pasillo al frente de las oficinas 204 y 205 cumplen con el mínimo requerido que es 50 lx.

Figura 70. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 1



Tomado de la referencia (29)

Figura 71. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 2



Tomado de la referencia (29)

Figura 72. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 3

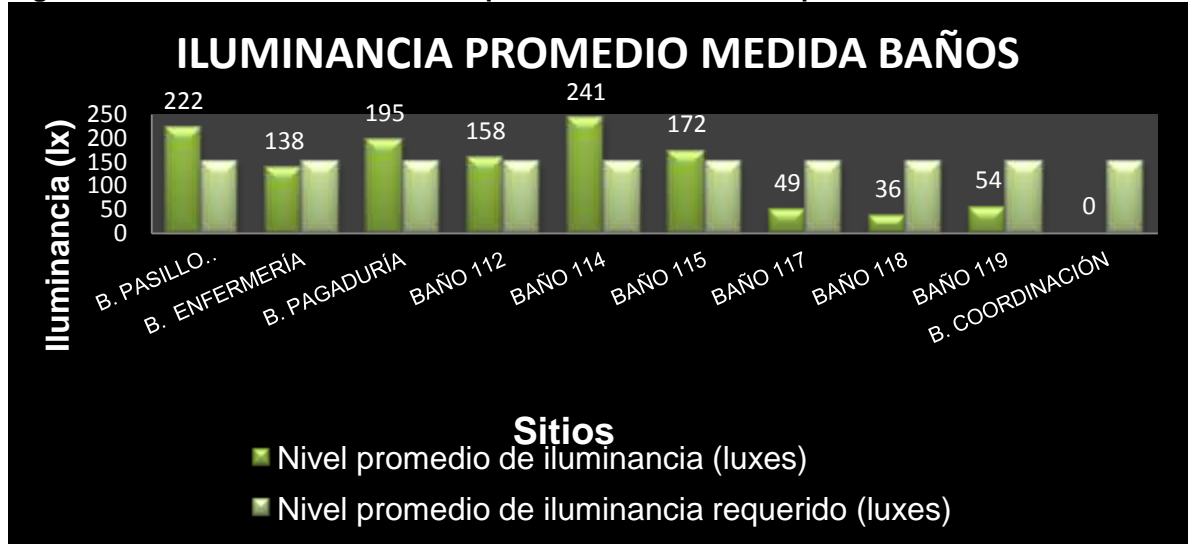


Tomado de la referencia (29)

Nota 3:

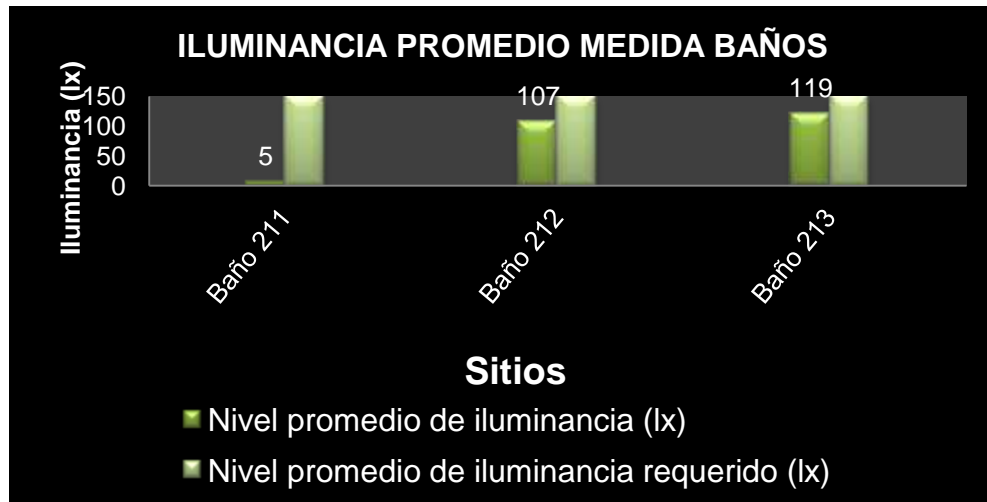
El valor promedio exigido por el RETILAP para baños es 150 lx y como se puede observar en las siguientes gráficas, el baño de pagaduría ubicado en el primer piso, el baño 112 y el baño 115 cumplen con éste valor. El baño de enfermería y los baños 212 y 213 cumplen al menos con el mínimo que es 100 lx. Los sitios no nombrados no cumplen.

Figura 73. Resultados de iluminancia promedio medida baños piso 1



Tomado de la referencia (29)

Figura 74. Resultados de luminancia promedio medida baños piso 2



Tomado de la referencia (29)

6.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS LUGARES DE TRABAJO

6.3.1 PRIMER PISO.

Secretaría 102: Esta oficina posee 3 luminarias 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, distribuidas en forma de área regular con luminarias individuales en una sola fila, las paredes son de color habano, baldosa blanca. 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.

Rectoría 103: Esta oficina posee 1 luminaria 2 x 32 W T8 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color habano, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Baño pasillo secretaría: Este espacio posee 1 bombilla incandescente de 100 W la cual se encuentra limpia, las paredes son de color habano. La iluminancia promedio medida es alta, su valor esta levemente por encima del valor máximo requerido.

Pasillo frente a la rectoría: Este espacio posee 1 luminaria 2 x 39 W T12 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color habano, baldosas blancas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida se encuentra dentro los niveles requeridos por el RETILAP.

Pagaduría 104: Esta oficina posee 1 luminaria 2 x 32 W T8 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color blanco y verde claro, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Enfermería 104: Esta oficina posee 1 luminaria 2 x 39 W T12 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color lila y verde claro, baldosas blancas. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Baño dentro de enfermería: Este espacio posee 1 una bombilla incandescente de 100 W la cual se encuentra limpia, las paredes son de color lila y verde claro, baldosas blancas. La iluminancia promedio medida es baja aunque se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Baño dentro de pagaduría: Este espacio posee 1 bombilla incandescente de 100 W la cual se encuentra limpia, las paredes son de color habano y blanco, baldosas blancas. La iluminancia promedio medida cumple con los niveles requeridos establecidos por el RETILAP.

Salón 105: Este salón posee 4 luminarias 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color habano, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Salón 106: Este salón posee 3 luminarias 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color blanco, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Sala de Ping Pong: Este espacio posee 2 luminarias las cuales se encuentran fuera de servicio debido a que se encuentran sin tubos.

Salón 107: Este salón posee 6 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran medio sucias, las paredes son de color Verde claro, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Cuarto dentro del laboratorio: Este espacio posee una bombilla incandescente 100 W la cual se encuentra limpia, las paredes son de color verde claro y habano, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Pasillo frente al laboratorio: Este espacio posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran medio sucias, además una de ellas no funciona, las paredes son de color habano, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Salón 108: Este salón posee 3 luminarias 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color blanco, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Salón de deportes: Este salón posee una bombilla incandescente 100 W la cual se encuentra limpia, las paredes son de color habano, baldosas blancas. Faltan ventanales para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Frutería 110: Este espacio posee 2 bombillas incandescentes 100 W las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color blanco y habano, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Salón de la banda: Este salón posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran medio sucias y una de ellas se encuentra en mal estado, las paredes son de color rosado claro, baldosas blancas. Faltan ventanales para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Baño 112: Este espacio posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color habano, baldosas blancas y gris. La iluminancia promedio medida cumple con los requisitos establecidos por el RETILAP.

Baño 114: Este espacio posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran medio sucias, las paredes son de color habano, baldosas blancas y gris. La iluminancia promedio medida se encuentra levemente por encima del valor máximo permitido en el RETILAP.

Baño 115: Este espacio posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran medio sucias, las paredes son de color habano, baldosas blancas y gris. La iluminancia promedio medida cumple con los requisitos establecidos por el RETILAP.

Auditorio 115: Este espacio posee 26 luminarias 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color blanco, baldosas blancas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida cumple con los requisitos establecidos por el RETILAP.

Cocina 116: Este espacio posee 3 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran medio sucias, las paredes son de color blanco y gris, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP

Baño 117: Este espacio posee 1 luminaria 2 x 39 W T12 y una bombilla incandescente de 100 W las cuales se encuentran medio sucias, las paredes son de color blanco y verde claro, baldosas de color azul claro. La iluminancia promedio medida no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Baño 118: Este espacio posee 1 bombilla incandescente 100 W la cual se encuentra medio sucia, las paredes son de color habano, baldosas de color azul claro. La iluminancia promedio medida no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Baño 119: Este espacio posee 1 bombilla incandescente 100 W la cual se encuentra medio sucia, las paredes son de color habano, baldosas de color azul claro. La iluminancia promedio medida no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo frente al baño 119: Este espacio posee 1 luminaria 2 x 39 W T12 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color habano, baldosas blancas. La iluminancia promedio medida no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 120-121: Este salón posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran medio sucias, las paredes son de color habano, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Pasillo frente a la sala de profesores: Este espacio posee 1 luminaria 2 x 39 W T12 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color habano, baldosas blancas. La iluminancia promedio medida no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 122: Este salón posee 1 luminaria 2 x 39 W T12 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color habano, baldosas blancas. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Coordinación: Este espacio posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde claro y habano, baldosas blancas. 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 establecidos por el RETILAP.

Baño coordinación: Este espacio posee 1 plafón pero no tiene bombilla, las paredes son de color habano, baldosas de color azul claro. La iluminancia promedio medida no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

6.3.2 SEGUNDO PISO

Salón 201: Este salón posee 6 luminarias 2 x 39 W T12 una de las luminarias no funciona, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran medio sucias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color habano, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Archivador 201: Este sitio posee 3 lámparas compactas de 23 W distribuidas en áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color habano, además este lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 202: Este salón posee 4 luminarias 2 x 39 W T12 dos de las luminarias no funcionan, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran medio sucias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color lila, además este salón cuenta con ventanales lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 203: Este salón posee 4 luminarias 2 x 39 W T12, una de las luminarias no funcionan, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color lila, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Oficina de profesores 204: Esta oficina posee una luminaria 2 x 39 W T12, esta distribuida en áreas regulares con luminaria simple con localización simétrica, la cual se encuentra limpia, el piso es de baldosa blanca con pintas negras y las paredes son de color lila. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Emisora 205: Esta oficina posee una luminaria 2 x 39 W T12, están distribuidas en áreas regulares con luminaria simple con localización simétrica, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras y las paredes son de color verde claro, además este cuenta con una ventana que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 206: Este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas café negro y gris, las paredes son de color habano, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 207: Este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas café negro y gris, las paredes son de color habano, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 208: Este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas café negro y gris, las paredes son de color habano, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 209: Este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas café negro y gris, las paredes son de color habano, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 210: Este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas café negro y gris, las paredes son de color habano, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos

establecidos por el RETILAP.

Baño 211: Este baño posee una bombilla incandescente de 100 W que no funciona y una luminaria 2 X 39 T12 que le falta un tubo, están distribuidas en áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila, las cuales se encuentran medio sucias, el piso es de baldosa azul claro, las paredes es de baldosa verde claro. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Baño 212: Este baño posee una bombilla incandescente de 100 W, está distribuida en áreas regulares con luminaria simple con localización simétrica, se encuentra medio sucia, el piso es de baldosa azul claro, las paredes es de baldosa color blanco. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Baño 213: Este baño posee una bombilla incandescente de 100 W, está distribuida en áreas regulares con luminaria simple con localización simétrica, se encuentra medio sucia, el piso es de baldosa azul claro, las paredes es de baldosa color blanco. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Psicología 214: Esta oficina posee dos luminarias 2 x 39 W T12, están distribuidas en áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila, las cuales se encuentran medio sucia, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color habano, además este cuenta con una ventana que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Oficina de profesores 215: Esta oficina posee dos luminaria 2 x 39 W T12, están distribuidas en áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color lila, además este cuenta con ventanas que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Oficina de profesores 216: Esta oficina posee una luminaria 2 x 39 W T12, está distribuida en áreas regulares con luminaria simple con localización simétrica, se encuentra limpia, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color verde y blanco, además este cuenta con ventanas que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 217: Este salón posee 4 luminarias 2 x 39 W T12 una de las luminarias no funciona, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, el piso es de

baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color rosado, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 218: Este salón posee 4 luminarias 2 x 39 W T12 dos de las luminarias no funciona, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color habano, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 219: Este salón posee 4 luminarias 2 x 39 W T12 dos de las luminarias no funcionan, están distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color habano, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo al frente del salón 219: Este pasillo posee una lámpara compacta de 23 W, está distribuida en áreas regulares con luminaria simple con localización simétrica, se encuentra limpia, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color habano. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo al frente del salón 214: Este pasillo posee una luminaria 2 X39 W T12, está distribuida en áreas regulares con luminaria simple con localización simétrica, se encuentra limpia, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color habano. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo al frente del salón 203: Este pasillo posee dos luminarias 2 X39 W T12 una de las luminarias no funciona, están distribuidas en áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color habano. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo al frente del salón 204: Este pasillo posee una luminaria 2 X39 W T12, está distribuida en áreas regulares con luminaria simple con localización simétrica, se encuentra medio sucia, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, las paredes son de color habano. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo exterior: Este pasillo posee 6 luminarias 2 X 32 W T8, se encuentran distribuidas en áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, café y gris, las paredes son de color verde oscuro y habano. La iluminancia promedio medida es baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Escaleras a la derecha de la entrada: Estas escaleras poseen una luminaria la cual no cuenta con bombilla, está distribuida en áreas regulares luminaria simple con localización simétrica, se encuentra medio sucia, el piso es granito gris, las paredes son de color habano. La iluminancia promedio medida es nula no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

6.3.3 TERCER PISO.

Sala de sistemas 301: esta sala posee 12 luminarias 2 x 39 W T12 limpias, 5 de éstas no funcionan, las cuales se encuentran distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las paredes son de color habano, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, además esta sala cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite 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 302: esta sala posee 4 luminarias 2 x 39 W T12 distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color blanco, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, además esta sala cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 303: este salón posee 4 luminarias 2 x 39 W T12 distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color habano, el piso es de baldosa color habano con naranja, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 304: este salón posee 4 luminarias 2 x 39 W T12 medio sucias, 1 de ellas no funciona, éstas se encuentran distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las paredes son de color habano, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz

natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 305: este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8 distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color habano, el piso es de baldosa color gris con pintas blancas, negras y habanas, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 306: este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8 distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde y azul, el piso es de baldosa color gris con pintas blancas, negras y habanas, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 307: este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8 distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color habano, el piso es de baldosa color gris con pintas blancas, negras y habanas, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 308: este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8 distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color habano, el piso es de baldosa color gris con pintas blancas, negras y habanas, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 309: este salón posee 6 luminarias 2 x 32 W T8 distribuidas en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color habano, el piso es de baldosa color gris con pintas blancas, negras y habanas, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Salón 310: este salón posee 4 luminarias T12 2 x 39 W T12 limpias, 2 de ellas no funcionan, éstas se encuentran distribuidas en áreas regulares con luminarias

espaciadas simétricamente en dos o más filas, las paredes son de color amarillo, el piso es de baldosa blanca con pintas negras, además este salón cuenta con ventanales suficientemente amplios lo que permite el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo interior al frente del salón 303: este pasillo posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 medio sucias, 1 de ellas no funciona, éstas se encuentran distribuidas en áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila, las paredes son de color verde con habano, el piso es de baldosa blanca con pintas negras. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo interior al frente del salón 310: este pasillo posee 1 luminaria 2 x 39 W T12 medio sucia, ésta se encuentra distribuida en áreas regulares luminaria simple con localización simétrica, las paredes son de color verde con habano, el piso es de baldosa blanca con pintas negras. La iluminancia promedio medida es muy alta, cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo interior lado izquierdo del salón 310 y 304: este pasillo posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 medio sucias, 1 de ellas no funciona, éstas se encuentran distribuidas en áreas regulares luminaria simple con localización simétrica, las paredes son de color habano, el piso es de baldosa blanca con pintas negras. La iluminancia promedio medida es baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Pasillo exterior: este pasillo posee 1 luminaria 2 x 32 W T8 medio sucia, ésta se encuentra distribuida en áreas regulares luminaria simple con localización simétrica, las paredes son de color verde con habano, el piso es de baldosa color gris con pintas blancas, negras y habanas. La iluminancia promedio medida es demasiado baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Escaleras a la derecha del 304: estas escaleras poseen 1 bombilla incandescente de 100 W sucia, ésta se encuentra distribuida en áreas regulares luminaria simple con localización simétrica, las paredes son de color verde con habano, el piso es de granito color gris. La iluminancia promedio medida es demasiado baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

Nota 4: El Colegio Lorencita Villegas de Santos cuenta con 3 jornadas: la de la mañana va desde las 06:20 am hasta las 12:00 pm, la de la tarde va desde la 01:00 pm hasta las 06:20 pm y la de la noche va desde las 06:00 pm hasta las 09:00 pm

CONCLUSIONES

- El colegio no cuenta con planos eléctricos ni arquitectónicos lo cual dificultó en gran parte el desarrollo del trabajo de grado.
- La mayoría de los sitios de la institución cuentan con ventanales suficientemente amplios lo que facilita el aprovechamiento de la luz natural, además las paredes y el piso son de color claro lo que permite que la luz se refleje.
- En los tableros eléctricos del pasillo interior del segundo y tercer piso los conductores no están bien organizados debido a que no cuentan con barrajes de fase, neutro y tierra.
- El tablero eléctrico exterior del tercer piso no cuenta con su respectiva tapa, lo que conlleva a que personal no calificado tenga acceso a éste.
- Algunas áreas del colegio tienen elementos como tomacorrientes sin polo a tierra los cuales no cumplen con las características exigidas en el RETIE.
- Con este trabajo se ampliaron los conocimientos adquiridos en la carrera acerca de las normas (RETIE, RETILAP Y NTC 2050).
- Desde el 31 de diciembre del 2010 las luminarias tipo T12 existentes en la institución deberían de haber sido remplazadas por las tipo T8 y T5 que cuentan con tecnología mas eficiente, estos cambios se están llevando acabo actualmente.
- La cantidad de tomacorrientes instalados en las salas de sistemas es suficiente para conectar los computadores, proyectores y demás artefactos eléctricos que se tienen.
- 11 de los 67 lugares inspeccionados, es decir, el 16,41% del total cumplen con el nivel promedio de iluminancia exigido por el RETILAP.
- En el cuadro de cargas total se evidencia un desbalance, este es debido a una incorrecta distribución de la carga.

RECOMENDACIONES

- Los decretos 3450 de 2008 y 2331 de 2007 ordenan la sustitución de bombillas de baja eficacia lumínica para el uso racional y eficiente de la energía. Las bombillas o lámparas incandescentes tienen restringida su utilización a entidades públicas desde el 31 de diciembre de 2010.
- En zonas como pasillos y escaleras es necesario remplazar las lámparas o bombillas que no funcionan, además reponer algunas luminarias que hacen falta para así mantener los niveles iluminación requeridos.
- En los baños, cocinas y zonas húmedas, es necesario instalar dispositivos de protección diferencial tales como son los tomacorrientes GFCI (Ground Fault Current Interrupter) los cuales se usan principalmente para la protección de los usuarios combinados adecuadamente con el sistema de conexión a tierra.
- Para que se prolongue la vida de los equipos y evitar posibles accidentes de origen eléctrico se debe realizar un mantenimiento periódico a todos los dispositivos de la red eléctrica.
- Es necesario remplazar los interruptores automáticos monopolares de los circuitos 4 y 5 del tablero del laboratorio de química por un solo interruptor automático bipolar, ya que dicho circuito al ser de 220 V requiere que en el momento de una falla garantice la apertura de los dos polos del interruptor dejando el circuito desenergizado.
- Los elementos que se encuentren con sus carcasas o tapas deterioradas deben de ser remplazados de tal forma que se limite el riesgo eléctrico.
- Se recomienda cambiar los tableros de distribución más antiguos por las siguientes razones: no cuentan con el espacio suficiente para albergar los conductores, no poseen barrajes de fases, neutro y tierra.
- Las fases que se encuentran marcadas en los tableros del pasillo exterior del segundo y tercer piso no corresponden a las que en realidad están allí.
- Se deben realizar los diagramas unifilares de los tableros de distribución del colegio puesto que ninguno lo tiene.
- Con el fin de evitar accidentes y facilitar el trabajo al personal de mantenimiento se sugiere utilizar el código de colores exigido por el RETIE; su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o

rótulos adhesivos del color respectivo.

- Se requiere de un plan de mantenimiento que ayude a determinar la frecuencia con que se debe realizar la limpieza de las luminarias de tal forma que se mantengan los niveles de iluminación adecuados.
- Para equilibrar las cargas se recomienda invertir en el tablero principal los conductores que pertenecen al circuito 16-18 los cuales corresponden a la fase B y C del tablero de distribución ubicado en el laboratorio de química, además intercambiar en el tablero principal la conexión entre los circuitos 1 y 15, al igual que rediseñar la distribución de las cargas del circuito 8-10 del tablero principal que llega a las salas de sistemas 301 y 302, ya que en la sala de sistemas 302 hay una carga muy grande en la fase B lo cual implica un mayor desbalance en el cuadro de cargas total.
- El calibre actual del conductor de la acometida es 3x6 + 6 AWG THW el cual es insuficiente puesto que se debe utilizar 3x1/0 + 1/0 AWG THW ya que después de aplicar los correspondientes factores de demanda a la carga total instalada la corriente calculada es de 145 A.
- Se sugiere que en el tablero principal los interruptores automáticos no tengan a la salida más de un hilo debido a que la protección se calcula solo para un conductor.
- A pesar de que hay algunos avisos de advertencia contra riesgos eléctricos estos no están bien escritos por ejemplo en el tablero de distribución del segundo piso TAB 22 se hace una advertencia sobre tensión y colocan en el aviso "**VOLTAGE**".
- El colegio carece de un tablero de distribución principal para ubicar todas las cargas y un totalizador que sirva de dispositivo de corte para realizar eventuales maniobras de reparación, instalación o mantenimiento.
- En el circuito 2-4-6 del tablero principal se encuentra un breaker tripolar de 60 A protegiendo tres conductores # 8 AWG THW los cuales tienen una capacidad de 50 A, es de notar que el breaker se encuentra sobredimensionado y cuando este opere los conductores ya han sufrido daños a causa de la corriente, se recomienda remplazar los conductores de este circuito por # 6 AWG THW ya que estos soportan mayor corriente.

7. 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. es.scribd.com.Diagrama unifilar. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://es.scribd.com/doc/98555996/Diagrama-unifilar>.
4. **Palmer, Jim.** fing.edu.uy. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] www.fing.edu.uy/if/cursos/intr_optica/Material/lux_wikipedia.pdf.
5. **CÓDIGO ELECTRICO CHILENO.** www.constructorcivil.org. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://www.constructorcivil.org/2010/01/definicion-basica-de-tablero-electrico.html>.
6. webdelprofesor.ula.ve. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/lnelson/materias/instalaciones_electricas/tema_1/instalacion_electrica__tema_1.pdf.
7. **ARGEL GARCÍA, Alfredo.** www.wikilearning.com. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] http://www.wikilearning.com/tutorial/electro_automatismo_instalaciones_electricas_clasificacion/4728-1.
8. es.scribd.com.manual de inspeccion electrica. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://es.scribd.com/doc/27058877/Nfpa-manual-de-Inspeccion-Elctrica>.
9. www.google.com.co. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ingenieroambiental.com%2F%3Fpagina%3D1654&ei=Wym2UJ7WMY2E8ATTooG4Cw&usg=AFQjCNGAcfi19PChTLv6I3GhgJO-HK0mhw>.
10. www.voltimum.com.co. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://www.voltimum.com.co/noticia/donde-realizar-empalmes-correctamente>.
11. www.procobre.org. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] http://www.procobre.org/archivos/pdf/download_biblioteca/MX/junio/conductores/unidad3.pdf.

12. bricolaje.facilísimo.com. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] http://bricolaje.facilísimo.com/reportajes/electricidad/domotica/iluminar-diseno-espacio-y-material_183536.html.
13. **LÓPEZ TOLEDO, Máximo.** www.fiso-web.org. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://www.fiso-web.org/imagenes/publicaciones/archivos/2860.pdf>.
14. www.upme.gov.co. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] http://www.upme.gov.co/Docs/cartilla_Retie.pdf.
15. **INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. NTC-2050.** Bogotá : s.n., El Instituto, 1998.
16. es.scribd.com.contacto electrico. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://es.scribd.com/doc/130731303/El-Contacto-Electrico>.
17. WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. [En línea] [Citado el: 08 de 04 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=XkXNIIdjmf781PM:&imgrefurl=http://es.wikipedia.org/wiki/Toma_de_tierra&docid=vU5eU4qi9u6eUM&imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/81/Es.
18. www.para-rayos.com. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://www.para-rayos.com/datos/gel20061.pdf>.
19. www.virtual.unal.edu.co. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4040007/lecciones/cap11-2.htm>.
20. google.com.co. [En línea] [Citado el: 08 de 04 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.
21. www.todoherrajes.com. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] http://www.todoherrajes.com/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=7.
22. www.epm.com.co. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] http://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/normas_aereas/grupo_6_Normas_de_montaje_s_complementarios/RA6-015MEDIDADADERESISTENCIA_V3.pdf.
23. www.vivienda.gob.pe. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/amazonas/5.%20R>

NE%20EM.010%20Y%20EM.100.pdf.

24. igvs.xunta.es. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] http://igvs.xunta.es/ipecos-opencms-portlet/export/sites/default/PortalVivenda/Biblioteca/Codigo_Tecnico_Edificacion/H E3_-_Eficiencia_Enerxxtica_das_Instalacixns_de_Iluminacixn.pdf.

25. **RAITELLI, Mario**. www.edutecne.utn.edu.ar. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap08.pdf>.

26. bibdigital.epn.edu.ec. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1400/1/CD-2148.pdf>.

27. repositorio.utp.edu.co. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1760/1/6213R196.pdf>.

28. salud-trabajo.wikispaces.com. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] salud-trabajo.wikispaces.com/file/view/RT+ILUMINACION.doc.

29. **Guzman Tabares, Viviana Yineth, Giraldo García , Natalia Andrea y Gil Llano, Wilson**. *Colegio Lorencita Villegas de Santos*. Colombia, 20 de 02 de 2013. Fotografía.