

INSPECCIÓN ELECTRICA Y LUMINICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA LA
VICTORIA

MARGARITA ELIZABETH ALARCON RIVERA
C.C1088294265
GERMÁN IVÁN RAMÍREZ RAMÍREZ
C.C 9862841

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2015

INSPECCIÓN ELECTRICA Y LUMINICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA LA
VICTORIA

MARGARITA ELIZABETH ALARCON RIVERA
C.C 1088294265
GERMÁN IVÁN RAMÍREZ RAMÍREZ
C.C 9862841

TRABAJO DE GRADO

Director
Ing. Santiago Gómez Estrada
Docente Escuela de Tecnología Eléctrica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pereira, Noviembre de 2015

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a DIOS que nos dio la vida y la fortaleza para terminar este proyecto, Con mucho cariño principalmente a mis a nuestros padres que han estado con nosotros en todo momento. por darnos una carrera para nuestro futuro y por creer en nosotros, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándonos y brindándonos todo su amor, por todo esto les dedicamos de todo corazón el que estén con nosotros.

Los queremos con todo el corazón y este trabajo es para ustedes, les estoy devolviendo lo que ustedes me dieron en un principio.

A nuestras familias en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir con nosotros buenos y malos momentos.

Margarita Elizabeth Alarcón Rivera
Germán Iván Ramírez Ramírez

AGRADECIMIENTOS

Le agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes y experiencias.

Le damos gracias a nuestros padres por apoyarnos en todo momento, por los valores que nos han inculcado, y por habernos dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de nuestras vidas. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

Agradecemos a los docentes por todo el apoyo brindado a lo largo del desarrollo del proyecto, por su tiempo, amistad y por los conocimientos que nos transmitieron.

Margarita Elizabeth Alarcón Rivera
Germán Iván Ramírez Ramírez

CONTENIDO

Pág.

OBJETIVOS.....	18
OBJETIVO GENERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1. CONCEPTOS BASICOS.....	19
1.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	19
1.2 OBJETIVOS DE UNA INSTALACIÓN.....	19
1.3 RIESGOS ELÉCTRICOS.....	19
1.3.1 Causas de accidentes típicos en instalaciones eléctricas.....	20
1.3.2 Principales riesgos eléctricos.....	20
1.3.2.1 Arco eléctrico.....	20
1.3.2.2 Contacto directo.....	21
1.3.2.3 Contacto indirecto.....	21
1.3.2.4 Ausencia de electricidad.....	22
1.3.2.5 Sobrecargas.....	22
1.3.2.6 Cortocircuito.....	23
1.4 DELIMITACIÓN Y SEÑALIZACIÓN.....	21
1.5 PROTECCIÓN DE PARTES ENERGIZADAS (DE 600 V NOMINALES O MENOS).....	24
1.5.1 Partes energizadas protegidas contra contacto accidental.....	24
1.5.2 Prevención contra daños físicos.....	25
1.5.3 Señales de advertencia.....	25
1.6 EJECUCIÓN MECÁNICA DE LOS TRABAJOS.....	25
1.6.1 Aberturas no utilizadas.....	25
1.6.2 Encerramientos bajo la superficie.....	25
1.6.3 Integridad de los equipos y conexiones eléctricas.....	25
1.6.4 Rotulado.....	26
1.6.5 Código de colores para conductores.....	26
1.7 OBJETIVO DE LA NTC 2050.....	26
1.8 ORDEN PARA EL ANÁLISIS ELÉCTRICO.....	28
1.8.1 Inspección visual.....	28
1.8.1.1 Punto de empalme.....	28
1.8.1.2 Tableros o cajas de protección.....	29
1.8.1.3 Circuitos ramales.....	29
1.9 ILUMINACIÓN.....	30
1.9.1 Iluminación eficiente.....	30
1.9.2 Diseño detallado.....	30

1.10	REQUISITOS GENERALES DEL DISEÑO DE ALUMBRADO INTERIOR.....	31
1.10.1	Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias.....	32
1.10.2	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	33
1.11	REQUISITOS GENERALES DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	35
1.11.1	Reconocimiento del sitio y objetos a iluminar.....	35
1.11.2	Requerimientos de iluminación.....	35
1.11.3	Selección de luminarias y fuentes luminosas.....	36
1.12	FUENTES LUMINOSAS	36
1.12.1	Lámparas Incandescentes:	36
1.12.1.1	Lámparas incandescentes no halógenas	37
1.12.1.2	Lámparas incandescentes halógenas	37
1.12.2	Lámparas Fluorescentes.....	37
1.12.3	Lámparas de descarga.....	38
1.12.3.1	Lámparas fluorescentes tubulares.....	38
1.12.3.2	Lámparas fluorescentes compactas	38
1.12.3.3	Lámparas de vapor de mercurio a alta presión	38
1.12.3.4	Lámparas de luz mezcla o mixta	38
1.12.3.5	Lámparas de halogenuros metálicos.....	39
1.12.3.6	Lámparas de halogenuros metálicos cerámicos.....	39
1.12.3.7	Lámparas de vapor de sodio a baja presión.....	39
1.12.3.8	Lámparas de vapor de sodio a alta presión.....	39
1.12.3.9	Lámparas de Sodio Blanco.....	39
1.13	RAZONES QUE HACEN NECESARIA LAS MEDICIONES DE ILUMINANCIA GENERAL.....	40
1.14	ALUMBRADO EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS, SALAS DE LECTURA Y AUDITORIOS.....	40
1.14.1	Iluminación de aulas de clase	41
1.14.2	Iluminación de salas de lectura y auditorios.....	41
1.15	CÁLCULOS PARA ILUMINACIÓN INTERIOR.....	42
1.15.1	Método de las cavidades Zonales	42
1.15.1.1	El Índice del Local (RCL o K).....	43
1.15.1.2	Factor de Mantenimiento (fm).....	44
1.15.1.3	El Coeficiente de Utilización	45
2.	TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN.....	46
2.1	MEDICIÓN DE ILUMINANCIA GENERAL EN UN ESPACIO CERRADO (SALONES).....	46
2.2	PUNTOS DE MEDICIÓN PARA DIFERENTES DISTRIBUCIONES DE LUMINARIAS	47
2.2.1	Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.....	47
2.2.2	Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica.....	48
2.2.3	Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.....	49
2.2.4	Áreas regulares con luminarias de dos o más filas.....	50
2.2.5	Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales.....	51

2.3	FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA MEDICIÓN	52
2.4	MEDICIÓN DE ILUMINANCIA EN PUESTOS DE TRABAJO	53
2.5	FORMATOS	55
3.	RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN ELÉCTRICA	59
3.1	DICTAMEN DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN	59
3.2	LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN.	59
3.2.1	DSP (dispositivos de protección contra sobre tensiones).	59
3.3	TRANSFORMADOR	60
3.4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	61
3.4.1	Tablero principal	61
3.5	INTERRUPTORES MANUALES DE BAJA TENSIÓN	63
3.6	CIRCUITOS RAMALES	64
3.6.1	Tomacorrientes de Aulas de clase	64
3.6.2	Circuitos ramales oficinas.....	66
3.6.3	Tomacorrientes de oficinas	66
3.7	TABLERO ELÉCTRICO PARA LOS EQUIPOS DE SISTEMAS	69
3.8	DICTAMEN DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN.	71
4.	INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN.....	72
4.1	LAMPARAS FLUORESCENTES	72
4.2	TUBOS FLUORESCENTES	72
4.2.1	Lámparas fluorescentes tipo T8	73
4.2.2	Lámparas fluorescentes tipo T12.	76
4.3	LUMINARIAS	79
4.3.1	Requisitos de producto.....	79
4.3.2	Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias	80
4.3.3	Requisitos de instalación.....	81
4.4	BALASTOS	81
4.5	MANTENIMIENTO	82
5.	RESULTADOS	84
5.1	ILUMINANCIAS.....	84
5.2	VALOR DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN - VEEI:.....	93
6.	CONCLUSIONES.....	95
7.	RECOMENDACIONES	96
8.	BIBLIOGRAFIA	97

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Código de colores para conductores	26
Tabla 2 Índice UGR máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades (RETILAP)	32
Tabla 3 Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI).....	34
Tabla 4 Vida de las fuentes de luz	40
Tabla 5 Coeficiente de Utilización.....	45
Tabla 6 Formato de planilla para los datos de iluminancia medidos en puestos de trabajo	54
Tabla 7 Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo	55
Tabla 8 Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón	56
Tabla 9 Formato 3. Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo	57
Tabla 10 Formato 4. Especificación de la instalación alumbrado	58
Tabla 11 Instalación del DSP.....	59
Tabla 12 Puesta a tierra del transformador.....	60
Tabla 13 Puesta a tierra del tablero	61
Tabla 14 Identificación del tablero	61
Tabla 15 Conductores.....	62
Tabla 16 Espacio de trabajo	62
Tabla 17 Requisitos interruptores	63
Tabla 18 Identificación e instalación	64
Tabla 19 Tomacorrientes (circuitos ramales – fuerza).....	65
Tabla 20 Requisitos de instalación	65
Tabla 21 Protecciones	66
Tabla 22 Identificación	66
Tabla 23 Requisitos de instalación	67
Tabla 24 Identificación (circuitos ramales – iluminación).	68
Tabla 25 Espacio de trabajo (circuitos ramales – iluminación).	68
Tabla 26 Protecciones (circuitos ramales – zona de Oficinas).....	68
Tabla 27 Capacidad nominal.	69
Tabla 28 Puesta a tierra.....	69
Tabla 29 Posición en las paredes	70
Tabla 30 Dictamen de inspección y verificación	71
Tabla 31 Valores mínimos de eficacia lumínica en tubos fluorescentes T8	74
Tabla 32 Valores mínimos de Índice de Reproducción Cromática (CRI ó Ra)	74
Tabla 33 Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12.....	77
Tabla 34 Valores mínimos de Índice de Reproducción Cromática (CRI ó Ra)	78
Tabla 35 Recopilación de las dimensiones y número de luminarias de las aulas..	84
Tabla 36 Comparación niveles de iluminancia.....	86

Tabla 37 Estado actual vs rediseño.....88
Tabla 38 Comparación del VEEI.....93

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Arco eléctrico	21
Figura 2 Contacto directo.....	21
Figura 3 Contacto indirecto.....	22
Figura 4 Ausencia de electricidad.....	22
Figura 5 Sobrecargas	23
Figura 6 Cortocircuito.....	23
Figura 7 Señalización	24
Figura 8 Alumbrado de aula de clase.	41
Figura 9 Alumbrado adicional sobre el tablero.....	41
Figura 10 Distancias y cavidades para aplicación del método del Coeficiente de local.....	44
Figura 11 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.....	47
Figura 12 Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria	48
Figura 13 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.	49
Figura 14 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias.	50
Figura 15 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias.....	51
Figura 16 Pararrayos y cortacircuitos	59
Figura 17 Transformador tipo poste.....	60
Figura 18 Sin Conductor de puesta a tierra del Transformador	60
Figura 19 Tablero principal de la institución.....	61
Figura 20 Placa de accionamiento del Interruptor.....	62
Figura 21 Aberturas tablero principal.	62
Figura 22 Espacio de trabajo en el tablero principal	63
Figura 23 Interruptores	64
Figura 24 Estado de Tomacorrientes.....	65
Figura 25 Estados de tomacorrientes	66
Figura 26 Tomas de las oficinas	66
Figura 27 Posición incorrecta del neutro.....	67
Figura 28 Caja de paso.....	67
Figura 29 Cableado con tubería.....	68
Figura 30 Tablero Eléctrico de equipos	69
Figura 31 Gabinete sobrepuesto en la pared.....	70
Figura 32 Manual de utilización del tablero eléctrico de equipos.....	70

Figura 33 Accionamiento de los interruptores.....	71
Figura 34 Pasillos con lámparas fluorescentes.....	72
Figura 35 Aulas de clase con lámparas T8.....	73
Figura 36 Coordinación con lámparas T8.....	73
Figura 37 Marcación lámparas T8, marca Sylvania y techno lamp.....	75
Figura 38 Baños con lámparas T12.....	76
Figura 39 Tienda con lámparas T12.....	76
Figura 40 Pasillo del patio 2 con lámparas T12.....	77
Figura 41 Marcación lámparas T12.....	78
Figura 42 Luminaria.....	79
Figura 43 Parte interna luminaria. (Balasto).....	80
Figura 44 Marcación luminaria.....	80
Figura 45 Lámparas adheridas al techo.....	81
Figura 46 Balastro electrónico.....	81
Figura 47 Lámpara dañada.....	82
Figura 48 luminarias con una lámpara mala.....	82
Figura 49 Lámpara sucia.....	83

GLOSARIO

Área de trabajo: Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado.

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. [2]

Salvaguardia: Proteger a las personas y a los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

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. [2]

Análisis de riesgos: Conjunto de técnicas para identificar, clasificar y evaluar los factores de riesgo. Es el estudio de consecuencias nocivas o perjudiciales, vinculadas a exposiciones reales o potenciales.[2]

Acometida: Derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble.[2]

Alimentador: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

Bombilla: Dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso, por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento o luminiscente si hay pasó de corriente a través de un gas.[2]

Brillo: Es la intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada, por unidad de área proyectada de la misma.

Circuito ramal: Conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: Conductor utilizado para conectar las partes metálicas que no transportan corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos, al conductor puesto a tierra, al conductor del electrodo de tierra de la instalación o a ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado independiente.

Cargabilidad: Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

Confiabilidad: Se puede definir como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista. también se denomina como la capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dados. equivale a fiabilidad.

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

Sobrecarga: Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

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.

Distribución de energía eléctrica: Transferencia de energía eléctrica a los consumidores, dentro de un área específica.

DPS: Sigla del dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias o descargador de sobretensiones.

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

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

Flujo luminoso: energía luminosa emitida por una fuente de luz durante una unidad de tiempo.

Fusible: Aparato cuya función es abrir, por la fusión de uno o varios de sus componentes, el circuito en el cual está insertado.

iluminación: Es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en lux.

Inducción: Fenómeno en el que un cuerpo energizado, transmite por medio de su campo eléctrico o magnético, energía a otro cuerpo, a pesar de estar separados por un dieléctrico.

Intensidad luminosa: Flujo luminoso emitido en una dirección determinada por una luz que no tiene una distribución uniforme.

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

Lumen: Es la unidad del sistema internacional de medida para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa percibida.

Lux: Es la unidad derivada del sistema internacional de medida para la iluminancia o nivel de iluminación.

Mantenimiento: Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

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

Nivel de iluminación: Nivel de iluminación de una superficie de un metro cuadrado.

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

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.

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

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

Retie: Acrónimo del reglamento técnico de instalaciones eléctricas adoptado por Colombia.

RESUMEN

En este trabajo tiene como objetivo hacer una inspección a las redes eléctricas de la institución educativa La Victoria para así detectar anomalías que se encuentren en la instalación, ya que se puede poner en riesgo a las personas y a los equipos que se encuentren conectados a esa red, también se realizara la medición del nivel de iluminación en cada uno de los espacios de puesto de trabajo de la institución.

Para la realización de esta inspección se tendrá en cuenta las normas exigidas por la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP.

Esta inspección eléctrica se realizó ya que la institución educativa La Victoria fue construida antes que se exigiera las normas, por esto se decidió hacer este proyecto para que la institución cuente con lo estipula de dicha norma y así pueda cumplir.

Adicionalmente se le entregara a la institución educativa La Victoria los planos eléctricos y se anexara fotos, tablas de datos medidos y otros más que dan soporte al trabajo realizado y brindan información más detallada del trabajo realizado.

INTRODUCCION

El uso de la electricidad en la vida moderna es indispensable ya que la sociedad realiza un consumo progresivo y su dependencia es cada vez mayor convirtiéndose en una parte fundamental por lo tanto es necesario implantar normas y reglamentos que garanticen la seguridad de las personas, la vida animal y vegetal proporcionando un adecuado funcionamiento de las instalaciones. Por ello, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) Y RETILAP, tiene como objetivo principal, establecer la normas necesarias de cumplimiento obligatorio para prevenir los riesgos eléctricos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad.

La inspección eléctrica realizada en este proyecto sirve para reconocer fallas, verificar más a fondo el estado de las instalaciones eléctricas de la institución la victoria y realizar un diagnóstico según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y RETILAP. En la institución la victoria no se ha realizado ninguna inspección y diagnóstico eléctricos desde su contrición antes de que entrara en vigencia el RETIE y RETILAP.

La institución la victoria no está exenta de los riesgos eléctricos y más aún porque fue construida antes de que entrara en vigencia el RETIE Y RETILAP y por ello se hace necesaria una inspección en las instalaciones eléctricas, ya que diariamente personas y niños hacen uso de estas instalaciones, 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, tanto para las personas como para el medio ambiente y los equipos eléctricos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar una inspección eléctrica y lumínica a la Institución Educativa La Victoria de Pereira con base las normas establecidas por la NTC 2050, el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE y el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar la existencia de planos, si existen verificar el cuadro de convenciones y verificar si los planos definitivos tengan relación con la instalación construida.
- Verificar si el diseño de las instalaciones eléctricas cumplen con las normas exigidas por el código eléctrico colombiano.
- Identificar cada una de las salidas de fuerza, circuitos eléctricos y tableros de protección de la institución.
- Comprobar las conexiones eléctricas, distancias de tomas e luminarias de la Institución.
- Verificar la iluminación necesaria de cada salón de acuerdo al puesto de trabajo.
- Realizar un plano eléctrico en AUTOCAD de la Institución Educativa.
- Realizar un diseño de iluminación en DIALUX de la institución Educativa.
- Entregar un informe de la inspección de fuerza e iluminación a la Institución Educativa.

1. CONCEPTOS BASICOS

1.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Una instalación eléctrica es una unión de vario componente como artefactos de iluminación, conductores, toma corrientes y demás elementos que se disponen para el aprovechamiento y utilización de la energía eléctrica en el hogar, comercio, industria e instituciones educativas.

1.2 OBJETIVOS DE UNA INSTALACIÓN

Las instalaciones eléctricas además de ser económica, flexible, y de fácil acceso. Deben suministrar de manera adecuada y segura la energía eléctrica a los equipos conectados.

- a) **Seguridad:** Una instalación segura es aquella que garantiza la seguridad de las personas y propiedades durante su operación.
- b) **Eficiencia:** La instalación eléctrica debe diseñarse cuidadosamente para evitar consumos innecesarios, ya sea por perdidas en los elementos que la constituyen o por la imposibilidad para desconectar equipos o secciones de alumbrado mientras estos no se estén utilizando.
- c) **Flexibilidad:** La instalación debe tener la capacidad adaptarse a pequeños cambios.
- d) **Accesibilidad:** Una instalación eléctrica debe ser de fácil acceso a todas las partes que pueden requerir mantenimiento. También se debe tener todos los elementos que permitan entender el diseño de la instalación como la especificación completa y todos los planos y diagramas necesarios.
- e) **Económica:** El costo de la instalación eléctrica cumpla con lo requerido y sea adecuado a las necesidades a satisfacer.
- f) **Confiable:** Que cumplan el objetivo para lo que son, en todo tiempo y en toda la extensión de la palabra.

1.3 RIESGOS ELÉCTRICOS

Un riesgo es una condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos de los más comunes, que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.

El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo eléctrico obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo de contacto con la corriente eléctrica. A partir de ese conocimiento, del análisis de los

factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se han de seleccionar las medidas preventivas aplicables.

1.3.1 Causas de accidentes típicos en instalaciones eléctricas

- Interruptor diferencial defectuoso.
- Aislamientos defectuosos.
- Someter a partes de la instalación a intensidades superiores a las nominales (sobreintensidades).
- Obstaculizar la adecuada ventilación (refrigeración).
- Existencia de uniones, conexiones o contactos de elementos conductores inadecuados.
- Aproximar elementos combustibles a partes de la instalación que pueden alcanzar temperaturas considerables.
- Aproximación a las partes activas.
- Puesta a tierra inadecuada de las masas. (por ejemplo mediante tuberías)
- Realización de trabajos de mantenimiento sin tomar las precauciones necesarias.

1.3.2 Principales riesgos eléctricos.

La utilización y dependencia de la electricidad, ha generado accidentes por el contacto con elementos energizados, incendios o explosiones. En la medida que las instalaciones aumentan, también se incrementan los accidentes; para evitarlos se deben conocer los principales riesgos asociados a la electricidad, sus causas y su forma de controlarlos.

1.3.2.1 Arco eléctrico.

Causados por malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, violación de distancias de seguridad, manipulación indebida de equipos de medida, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento. Ver la figura 1.

Figura 1 Arco eléctrico

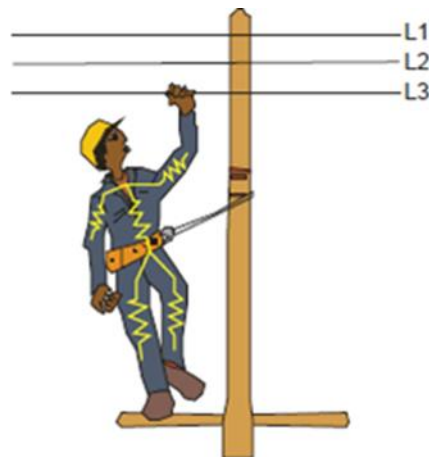


Fuente: Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas (RETIE).[2]

1.3.2.1 Contacto directo

Causados por negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad, también cuando entramos en contacto con algún elemento que habitualmente está en tensión. Ver la figura 2.

Figura 2 Contacto directo



Fuente: Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas (RETIE).[2]

1.3.2.2 Contacto indirecto

Causados por Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra, contacto de personas con masas puestas accidentalmente en tensión. Tiene lugar al tocar ciertas partes que habitualmente no están diseñadas para el paso de la corriente eléctrica, pero que pueden quedar en tensión por algún defecto (partes metálicas o masas de equipos o accesorios). Ver la figura 3.

Figura 3 Contacto indirecto.



Fuente: Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas (RETIE).[2]

1.3.2.3 Ausencia de electricidad

Causados por un apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo en Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos. Ver la figura 4.

Figura 4 Ausencia de electricidad

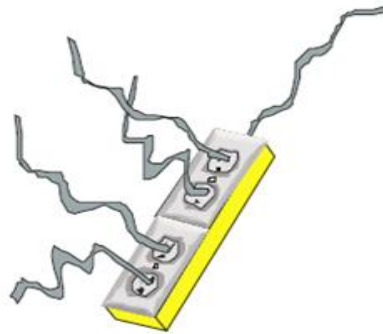


Fuente: Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas (RETIE).[2]

1.3.2.4 Sobrecargas

Causados por superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, por conductores inapropiados, conexiones con malos contactos y por corrientes parásitas no consideradas en los diseños. Ver la figura 5.

Figura 5 Sobrecargas



Fuente: Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas (RETIE). [2]

1.3.2.5 Cortocircuito

Causados por fallos en el aislante de los conductores, cuando estos quedan sumergidos en un medio conductor como el agua o por contacto accidental entre conductores aéreos por fuertes vientos o rotura de los apoyos, choques con estructuras que soportan conductores energizados, o daños de soportes de partes energizadas. Ver la figura 6.

Figura 6 Cortocircuito



Fuente: Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas (RETIE).[2]

Además los cortocircuitos son los causantes de la mayoría de los incendios de origen eléctrico.

Los accidentes causados por la electricidad pueden ser leves, graves e incluso mortales. En caso de muerte del accidentado, recibe el nombre de electrocución.

1.4 DELIMITACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Utilizadas para proteger frente a elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación eléctrica próximos a la zona de trabajo que no puedan dejarse sin tensión será necesaria la adopción de especiales medidas de protección adicionales que se aplicarán antes de iniciar el trabajo (trabajos en proximidad). Igualmente, se debe establecer una señalización para delimitar la zona de trabajo. Ver la figura 7.

Figura 7 Señalización



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

1.5.1 Partes energizadas protegidas contra contacto accidental

A menos que en este código se requiera o autorice otra cosa, 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:

- Ubicándolas en un cuarto, bóveda o recinto similar, accesible solo a personal calificado.
- Mediante muros adecuados, sólidos y permanentes o pantallas dispuestas de modo que al espacio cercano a las partes energizadas solo tenga acceso personal calificado. Cualquier abertura en dichos tabiques 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 elevado y dispuesto 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.

1.5.2 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.

1.5.3 Señales de advertencia.

Las entradas a cuartos y otros lugares protegidos que contengan partes energizadas expuestas, se deben marcar con señales de advertencia visibles que prohíban la entrada a personal no calificado.

1.6 EJECUCIÓN MECÁNICA DE LOS TRABAJOS

Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.

1.6.1 Aberturas no utilizadas

Las aberturas no utilizadas de las cajas, canalizaciones, canaletas auxiliares, armarios, carcasas o cajas de los equipos, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo.

1.6.2 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.

1.6.3 Integridad de los equipos y conexiones eléctricas

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.

1.6.4 Rotulado

En todos los equipos eléctricos se colocará el nombre del fabricante, la marca comercial u otra descripción mediante la que se pueda identificar a la empresa responsable del producto. Debe haber otros rótulos que indiquen la tensión, capacidad de corriente, potencia u otras clasificaciones, tal como se especifica en otras secciones de este código. Los rótulos deben ser suficientemente durables para que soporten las condiciones ambientales.

1.6.5 Código de colores para conductores

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados establecido en la Tabla 1. El código de colores establecido en la tabla 1, no aplica para los conductores utilizados en instalaciones externas o a la intemperie, diferentes a la acometida, tales como las redes, líneas y subestaciones tipo poste.

Tabla 1 Código de colores para conductores

SISTEMA	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦΔ
TENSIONES NOMINALES (V)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	480/277	480
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos
FASES	Negro	Negro	Amarillo	Negro	Negro	Café	Café
		Rojo	Azul	Azul	Naranja	Naranja	Naranja
			Rojo	Rojo	Azul	Amarillo	Amarillo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Gris	No aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Desnudo
	o verde	o verde	o verde	o verde	o verde	o verde	o verde
TIERRA AISLADA	Verde	Verde	Verde		Verde		
	Verde amarillo	Verde amarillo	Verde amarillo	No aplica	Verde amarillo	No aplica	No aplica

1.7 OBJETIVO DE LA NTC 2050

La Norma Técnica Colombiana NTC 2050 tiene como objetivo lo siguiente:

- **Salvaguardia:** El objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.
- **Provisión y suficiencia:** Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y

el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos.

Nota. Dentro de los riesgos, se pueden resaltar los causados por sobrecarga en instalaciones eléctricas, debido a que no se utilizan de acuerdo con las disposiciones de este código. Esto sucede porque la instalación inicial no prevé los posibles aumentos del consumo de electricidad. Una instalación inicial adecuada y una previsión razonable de cambios en el sistema, permitirá futuros aumentos del consumo eléctrico. [1]

Además el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) tiene los siguientes objetivos:

El objeto fundamental de este reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y fabricación de equipos.

Adicionalmente, señala las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento; la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos y equipos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

Igualmente, es un instrumento técnico-legal para Colombia, que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre empresa, permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

- La protección de la vida y la salud humana.
- protección de la vida animal y vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario. [2]

Para cumplir estos objetivos legítimos, el presente reglamento se basó en los siguientes objetivos específicos:

- a) Fijar las condiciones para evitar accidentes por contacto directo o indirecto con partes energizadas o por arcos eléctricos.
- b) Establecer las condiciones para prevenir incendios y explosiones causados por la electricidad.
- c) Fijar las condiciones para evitar quema de árboles causada por acercamiento a redes eléctricas.

- d) Establecer las condiciones para evitar muerte de personas y animales causada por cercas eléctricas.
- e) Establecer las condiciones para evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones.
- f) Adoptar los símbolos que deben utilizar los profesionales que ejercen la electrotecnia.
- g) Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.
- h) Establecer claramente las responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, interventores, operadores, inspectores, propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas, además de los fabricantes, importadores, distribuidores de materiales o equipos y las personas jurídicas relacionadas con la generación, transformación, transporte, distribución y comercialización de electricidad, organismos de inspección, organismos de certificación, laboratorios de pruebas y ensayos.
- i) Unificar los requisitos esenciales de seguridad para los productos eléctricos de mayor utilización, con el fin de asegurar la mayor confiabilidad en su funcionamiento.
- j) Prevenir los actos que puedan inducir a error a los usuarios, tales como la utilización o difusión de indicaciones incorrectas o falsas o la omisión del cumplimiento de las exigencias del presente reglamento.
- k) Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos.
- l) Exigir requisitos para contribuir con el uso racional y eficiente de la energía y con esto a la protección del medio ambiente y el aseguramiento del suministro eléctrico. [2]

1.8 ORDEN PARA EL ANÁLISIS ELÉCTRICO

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

1.8.1.1 Punto de empalme

Verificar que se encuentren los conductores, tableros, cajas y puestas a tierra especificados en el plano eléctrico. En este punto se debe verificar además la posición de los tableros, que el alambrado sea ordenado, la ausencia de suciedad y de rebabas en los ductos, etc.

1.8.1.2 Tableros o cajas de protección

Verificar las condiciones técnicas de:

- 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.

1.8.1.3 Circuitos ramales

Al momento de revisarlos se debe verificar:

- **El dimensionamiento de líneas:** revisar la sección de los conductores.
- **Los ductos:** sus diámetros y las llegadas a cajas.
- **Las 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 y coplas, la ausencia de rebabas y la limpieza.
- **Las cajas de interruptores y enchufes:** el estado mecánico de unión al elemento, la llegada de ductos y la calidad de los dispositivos.
- **Las puestas a tierra:** al inspeccionar las puestas a tierra hay que verificar la sección de conductores, el código de colores, la calidad de las uniones a la puesta de tierra, la llegada al tablero, y la unión a las barras de tierra de servicio.

En resumen, la inspección y el diagnóstico de la documentación a ser entregada, tiene como fin verificar si los componentes o elementos permanentemente conectados en la institución cumplen o no con las siguientes condiciones:

- Los requisitos de seguridad normalizados por reglamentos legales.
- Materiales correctamente seleccionados e instalados de acuerdo con las disposiciones de las Normas correspondientes.
- Materiales y equipos instalados en buenas condiciones estructurales, es decir, no dañados visiblemente, de modo que puedan funcionar sin falta de la seguridad necesaria.
- Medidas de protección contra choques eléctricos por contacto directo e indirecto.
- Conductores dimensionados adecuadamente y con sus correspondientes dispositivos de protección a las sobrecargas.
- Conductores con sus correspondientes dispositivos de seccionamiento y de comando.
- Accesibles para la operación y mantención de sus instalaciones y elementos.

1.9 ILUMINACIÓN

La luz es un componente esencial en cualquier ambiente, hace posible la visión del entorno y además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas.

El diseño de iluminación debe comprender la naturaleza física, fisiológica y psicológica de esas interacciones y además, conocer y manejar los métodos y la tecnología para producirlas, pero fundamentalmente demanda, competencia, creatividad e intuición para utilizarlas.

El diseño de iluminación debe definirse como la búsqueda de soluciones que permitan optimizar la relación visual entre el usuario y su medio ambiente. Esto implica tener en cuenta diversas disciplinas y áreas del conocimiento. La solución a una demanda específica de iluminación debe ser resuelta en un marco interdisciplinario, atendiendo los diversos aspectos interrelacionados y la integración de enfoques, metodologías, técnicas y resultados. [3]

1.9.1 Iluminación eficiente

La iluminación puede ser proporcionada mediante luz natural, luz artificial, en lo posible se debe buscar una combinación de ellas que conlleven al uso racional y eficiente de la energía. En los proyectos de iluminación se deben aprovechar los desarrollos tecnológicos de las fuentes luminosas, las luminarias, los dispositivos ópticos y los sistemas de control, de tal forma que se tenga el mejor resultado lumínico con los menores requerimientos de energía posibles.

Un sistema de iluminación eficiente es aquel que, además de satisfacer necesidades visuales y crear ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de ambientes agradables, empleando los recursos tecnológicos más apropiados y evaluando todos los costos que se incurren en la instalación, operación y mantenimiento del proyecto de iluminación se llegue al menor valor. [3]

1.9.2 Diseño detallado

El diseño detallado es obligatorio para, alumbrado público, iluminación industrial, iluminación comercial con espacios de mayores a $500m^2$ y en general en los lugares donde se tengan más de 10 puestos de trabajo, iluminación de salones donde se imparta enseñanza, o lugares con alta concentración de personas en una mismo salón (50 o más), durante periodos mayores a dos horas.

En función del perfil definido en la fase de diseño básico, se deben resolver los aspectos específicos del proyecto, tales como:

- a) La selección de las luminarias
- b) El diseño geométrico y sistemas de montaje
- c) Los sistemas de alimentación, comando y control eléctricos
- d) La instalación del alumbrado de emergencia y seguridad, cuando se requiera.
- e) Análisis económico y presupuesto del proyecto

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
- Una propuesta de esquema funcional de la instalación para propiciar el uso racional de la energía
- El esquema y programa de mantenimiento.
- Las especificaciones de los equipos recomendados.

En lo posible el diseño debe considerar varias alternativas de iluminación. [3]

1.10 REQUISITOS GENERALES DEL DISEÑO DE ALUMBRADO INTERIOR

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Se deben 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 requeridos por el cliente.

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

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes 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 aparecen 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.

1.10.1 Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias.

En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 440.1 del Reglamento técnico de iluminación RETILAP, adaptados de la norma ISO 8995 “Principales 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 y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de iluminación.

En ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido en la Tabla 410, del Reglamento técnico de iluminación RETILAP. En la tabla 2 se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR). [3]

Tabla 2 Índice UGR máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades (RETILAP)

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

1.10.2 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se evaluará mediante el indicador denominado Valor de Eficiencia Energética de la instalación VEEI expresado en $\left(\frac{W}{m^2}\right)$ por cada 100 luxes, mediante la siguiente fórmula (1).

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

Dónde:

VEEI Valor de eficiencia energética de la instalación.

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

S Superficie iluminada (m^2).

Em Iluminancia media horizontal mantenida (lux).

En la Tabla 440.1, del Reglamento técnico de iluminación RETILAP se indican los Valores Límite de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) que deben cumplir los recintos interiores de las edificaciones que se muestran en la tabla 3; criterio adaptado de la norma UNE 12464-1 de 2003.

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

Grupo a: Zonas de baja importancia lumínica es la que 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 b: 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.

Estos valores incluyen la iluminación general y el alumbrado direccional, pero no las instalaciones de iluminación de vitrinas y zonas de exposición. Iluminación, estas son:

Tabla 3 Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Grupo	Actividades de la zona	Límites de VEEI
a Zonas de baja importancia lumínica	Administrativa en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnóstico (4)	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas de laboratorios (2)	4
	Habitaciones de hospital (3)	4,5
	Otros recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	Zonas comunes (1)	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Parqueaderos	5
	Zonas deportivas (5)	5
b Zonas de alta importancia lumínica	Administrativa en general	6
	Estaciones de transporte (6)	6
	Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	Hostelería y restauración (8)	10
	Otros recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	Centros de culto religioso en general	10
	Salones de reuniones, auditorios y salas de uso múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculos, y salas de conferencias (7)	10
	Tiendas y pequeño comercio	10
	Zonas comunes (1)	10
	Habitaciones de hoteles, etc.	12

Notas de pie de página tabla anterior

(1) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

(2) Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

(3) Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

(4) Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados

intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

(5) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas.

Las graderías serán asimilables a zonas comunes del grupo 1

(6) Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

(7) Incluye la instalación de iluminación general y de acento. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

(8) Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.

(9) Incluye la instalación de iluminación general y de acento de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.

1.11 REQUISITOS GENERALES DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN

En un sistema de iluminación es necesario conocer los requerimientos y reconocimientos de lugares y objetos a iluminar.

1.11.1 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.

1.11.2 Requerimientos de iluminación

En un proyecto de iluminación se deben conocer los requerimientos de luz para los usos que se pretendan, para lo cual se debe tener en cuenta los niveles óptimos de iluminación requeridos en la tarea a desarrollar, las condiciones visuales de quien las desarrolla, el tiempo de permanencia y los fines específicos que se pretendan con la iluminación. Igualmente, el proyecto debe considerar el tipo de luz y los aportes de luz de otras fuentes distintas a las que se pretenden instalar y el menor uso de energía sin deteriorar los requerimientos de iluminación.

En todo proyecto de iluminación o alumbrado público se debe estructurar un plan de mantenimiento del sistema que garantice atender los requerimientos de iluminación durante la vida útil del proyecto, garantizando los flujos luminosos dentro de los niveles permitidos, lo cual se denominará el flujo luminoso. [6] mantenido.

1.11.3 Selección de luminarias y fuentes luminosas

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.

1.12 FUENTES LUMINOSAS

El tiempo de vida de una lámpara depende de un sin número de factores, por lo que solo es posible estimar un valor medio de vida sobre la base de una muestra representativa. Su valor depende de la cantidad de encendidos, de la posición de funcionamiento, de la tensión de alimentación y de factores ambientales como temperatura y vibraciones.

Las diferentes formas de definir la vida de una fuente luminosa son:

- **Vida física (de una fuente luminosa):** Promedio de tiempo transcurrido, expresado en horas, antes de que la fuente luminosa deje de funcionar completa y definitivamente, por haberse dañado cualquiera de sus componentes, sin que hayan interferido influencias externas.
- **Vida económica (de una fuente luminosa):** Período de tiempo transcurrido, expresado en horas, hasta cuando la relación entre el costo de reposición de la fuente luminosa y el costo de los lumen – hora que sigue produciendo ya no es económicamente favorable- La vida económica depende, por consiguiente, del costo de las fuentes luminosas de reemplazo, del costo de su instalación en el portabombilla (mano de obra) y del costo de la energía eléctrica.
- **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.
- **Vida normal (de una bombilla de descarga):** Período de funcionamiento a tensión nominal, expresado en horas, en ciclos de diez horas, en la posición recomendada por el fabricante.

1.12.1 Lámparas Incandescentes

Se usan principalmente para alumbrado interior (casas, oficinas, negocios) debido a su bajo costo, la facilidad de su instalación y a que funcionan en cualquier posición. No obstante su rendimiento es bajo debido a que una gran parte de la energía consumida se transforma en calor.

Su funcionamiento se basa en el hecho de que un conductor atravesado por una corriente eléctrica se calienta hasta alcanzar altas temperaturas, emitiendo radiaciones luminosas. Cuanto mayor es la temperatura mayor es la emisión, por lo que el material se lleva hasta una temperatura cercana a la de fusión. La más común es la lámpara de filamento, compuesta por tres partes: el bulbo, la base y el filamento. El filamento, que es de hilos de tungsteno arrollados, permitiendo alcanzar los 2100°C. Está colocado dentro de una ampolla en la que se ha hecho el vacío (en la ampolla de este tipo de lámparas no hay aire, ni ningún otro tipo de gas). Este tipo de lámparas se especifican por la potencia eléctrica que consumen (potencia nominal) y la cantidad de luz que producen, teniendo una vida útil de alrededor de 1000 horas. [4]

1.12.1.1 Lámparas incandescentes no halógenas

Las lámparas incandescentes son las más utilizadas principalmente en el sector doméstico debido a su bajo coste, su versatilidad y su simplicidad de uso. Su funcionamiento se basa en hacer pasar una corriente eléctrica por un filamento de wolframio hasta que alcanza una temperatura tan elevada que emite radiaciones visibles por el ojo humano.

1.12.1.2 Lámparas incandescentes halógenas

La incandescencia halógena mejora la vida y la eficacia de las lámparas incandescentes, aunque su coste es mayor y su uso más delicado. Incorporan un gas halógeno para evitar que se evapore el wolframio del filamento y se deposite en la ampolla disminuyendo el flujo útil como ocurre en las incandescentes estándar.

1.12.2 Lámparas Fluorescentes

Se componen de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio y de gas argón. Al circular la corriente eléctrica por dos electrodos situados a ambos lados del tubo, se produce una descarga eléctrica entre ellos, que al pasar a través del vapor de mercurio produce radiación ultravioleta. Esta radiación excita una sustancia fluorescente con la que se recubre la parte interior del tubo, transformando la radiación ultravioleta en radiación visible, que en función de la sustancia fluorescente utilizada puede tener distintos tonos y colores.

Tienen un mayor rendimiento que las lámparas incandescentes, pero son más caras y requieren un equipo complementario. Este equipo complementario se encarga de limitar la corriente y desencadenar el proceso de generación del arco eléctrico entre los dos electrodos que da lugar a la radiación visible. Para limitar la corriente se debe colocar en serie un dispositivo que limite la corriente máxima que lo atraviesa. Para ello, se usa una impedancia inductiva (bobina) denominada balasto o reactancia. Esta bobina produce un desfase negativo de la corriente, por

lo que se suele colocar un condensador en paralelo con la línea para mejorar el factor de potencia del conjunto. [4]

1.12.3 Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga constituyen una forma de producir luz más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. La luz se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. A diferencia de la incandescencia, la tecnología de descarga necesita un equipo auxiliar (balasto, cebador) para su funcionamiento. Según el tipo de gas y la presión a la que se le somete, existen distintos tipos de lámparas de descarga.

1.12.3.1 Lámparas fluorescentes tubulares

Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión de elevada eficacia y vida. Las cualidades de color y su baja luminancia las hacen idóneas para interiores de altura reducida. Ocupan el segundo lugar de consumo después de las incandescentes, principalmente en oficinas, comercios, locales públicos, industrias, etc. Las lámparas fluorescentes más usadas hoy en día son las T8 (26mm de diámetro); sin embargo, se han desarrollado las T5 (16mm de diámetro) que sólo funcionan con equipo auxiliar electrónico. Esto, junto a su menor diámetro les proporciona una alta eficacia luminosa, que puede alcanzar hasta 104 lm/W.

1.12.3.2 Lámparas fluorescentes compactas

Poseen el mismo funcionamiento que las lámparas fluorescentes tubulares y están formadas por uno o varios tubos fluorescentes doblados. Son una alternativa de mayor eficacia y mayor vida a las lámparas incandescentes. Algunas de estas lámparas compactas llevan el equipo auxiliar incorporado (lámparas integradas) y pueden sustituir directamente a las lámparas incandescentes en su portalámparas.

1.12.3.3 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

Por su mayor potencia emiten mayor flujo luminoso que la fluorescencia, aunque su eficacia es menor. Por su forma se suelen emplear en iluminación de grandes áreas (calles, naves industriales, etc.).

1.12.3.4 Lámparas de luz mezcla o mixta

Son una combinación de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión y lámparas incandescentes y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente. Estas lámparas no necesitan balasto ya que el filamento actúa como estabilizador de corriente. Su eficacia luminosa y su reproducción en color son muy pobres. Es un tipo de lámpara en desuso.

1.12.3.5 Lámparas de halogenuros metálicos

Este tipo de lámpara posee halogenuros metálicos además del relleno de mercurio por lo que mejoran considerablemente la capacidad de reproducir el color, además de mejorar la eficacia. Su uso está muy extendido y es muy variado, por ejemplo, en alumbrado público, comercial, de fachadas, monumentos, etc.

1.12.3.6 Lámparas de halogenuros metálicos cerámicos

Esta nueva familia de lámparas combina la tecnología de las lámparas de halogenuros metálicos con la tecnología de las lámparas de sodio de alta presión (quemador cerámico). El tubo de descarga cerámico, frente al cuarzo de los halogenuros metálicos convencionales, permite operar a temperaturas más altas, aumenta la vida útil (hasta 15.000 h), la eficacia luminosa y mejora la estabilidad del color a lo largo de la vida de las lámparas. En definitiva, combinan la luz blanca propia de los halogenuros metálicos, y la estabilidad y la eficacia del sodio. Por sus características, son lámparas muy adecuadas para su uso en el sector terciario (comercios, oficinas, iluminación arquitectónica, escaparates, hoteles, etc.).

1.12.3.7 Lámparas de vapor de sodio a baja presión

La descarga eléctrica se origina en un tubo de vapor de sodio a baja presión produciéndose una radiación prácticamente monocromática. Actualmente son las lámparas más eficaces del mercado, es decir, las de menor consumo eléctrico; sin embargo, su uso está limitado a aplicaciones en las que el color de la luz (amarillento) no sea relevante como son autopistas, túneles, áreas industriales, etc. Además, su elevado tamaño para grandes potencias implica utilizar luminarias excesivamente grandes.

1.12.3.8 Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Mejoran la reproducción cromática de las de baja presión y aunque la eficacia disminuye su valor, sigue siendo alto comparado con otros tipos de lámparas. Su tamaño hace que el conjunto óptica-lámpara sea muy eficiente. Actualmente está creciendo su uso al sustituir a las lámparas de vapor de mercurio, ya que presentan una mayor vida útil con una mayor eficacia. Este tipo de lámparas se emplean en instalaciones exteriores de tráfico e industriales, e instalaciones interiores industriales y comercios.

1.12.3.9 Lámparas de Sodio Blanco

Las lámparas de sodio Blanco presentan un mayor nivel de presión, que proporciona la mayor reproducción cromática de las lámparas de sodio con eficacia menor. Estas lámparas se emplean en aplicaciones que requieran mayor

índice de reproducción cromática, como son escaparates de comercios y edificios pintorescos de una ciudad, paseos, jardines, etc. Como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4 Vida de las fuentes de luz

Lámpara	Vida Media (horas)	Vida Útil (horas)
Incandescencia	1.000	1.000
Incandescencia Halógeno	2.000	2.000
Fluorescencia Tubular	12.500	7.500
Fluorescencia Compacta	8.000	6.000
Vapor de Mercurio a Alta Presión	24.000	12.000
Luz Mezcla o Mixta	9.000	6.000
Vapor de Sodio a Baja Presión	22.000	12.000
Vapor de Sodio a Alta Presión	20.000	15.000
Estado Solido	80.000	50.000
Inducción	60.000	20.000

1.13 RAZONES QUE HACEN NECESARIA LAS MEDICIONES DE ILUMINANCIA GENERAL

La medición de iluminancia general (promedio) de un salón puede ser necesaria por cualquiera de las siguientes razones:

- a) Para verificar el valor calculado de una instalación nueva.
- b) Para determinar si hay acuerdo con una especificación o práctica recomendada.
- c) Para revelar la necesidad de mantenimiento, modificación o remplazo.
- d) Para verificar las condiciones de contraste de brillo en un puesto de trabajo
- e) Por comparación con el objeto de lograr una solución que sea recomendable desde los puntos de vista de calidad de luz y economía.

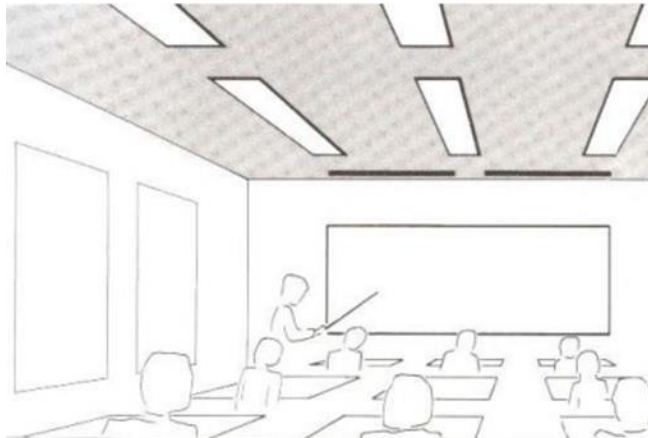
1.14 ALUMBRADO EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS, SALAS DE LECTURA Y AUDITORIOS

La iluminación de aulas de clase, salas de lectura, requiere especial cuidado y una gran responsabilidad por parte de diseñadores y constructores de sistemas de iluminación, una iluminación deficiente en estos lugares puede generar serias afectaciones visuales especialmente a niños y adolescentes, con graves consecuencias en algunos casos por las limitaciones visuales.

1.14.1 Iluminación de aulas de clase

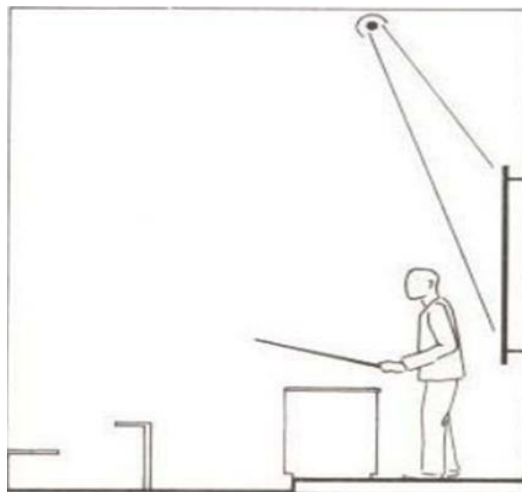
El alumbrado de un aula de enseñanza debe ser apropiado para actividades como se muestra en la figura 8 tales como escritura, lectura de libros y del tablero. Como estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de alumbrado de éstas pueden aplicarse al de escuelas. Es requisito que el diseño verifique la necesidad de proveer iluminación adicional en el tablero como se muestra en la figura 9.

Figura 8 Alumbrado de aula de clase.



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

Figura 9 Alumbrado adicional sobre el tablero.



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

1.14.2 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 debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Niveles de iluminación requeridos para lectura y escritura según la Tabla 2
- Se debe tener especial cuidado en prevenir el deslumbramiento.
- Se debe disponer de un equipo especial de regulación de flujo luminoso para la proyección de películas y dispositivas.
- Se debe instalar un alumbrado localizado sobre la pizarra de la pared con una iluminancia vertical de 750 luxes.
- Se debe 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 se debe contar con instalación de un alumbrado de emergencia y de señalización de las salidas.

1.15 CÁLCULOS PARA ILUMINACIÓN INTERIOR

En los cálculos de iluminación interior se deben tener en cuenta los requisitos de iluminancia, la uniformidad y el índice de deslumbramiento.

El nivel de iluminancia de un local se debe expresar en función de la iluminancia promedio en el plano de trabajo. Para la aplicación del presente reglamento se deben cumplir los valores de la Tabla 4

Si no se especifica la altura del plano de trabajo (hm), se deberá tomar un plano imaginario a 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie.

Nivel medio de iluminación E_m se calcula mediante la fórmula (2).

$$E_m = \frac{\Phi_{tot} * cu * Fm}{S} \quad (2)$$

Dónde:

E_m	Nivel medio de iluminación sobre el plano de trabajo (en Lux)
Φ_{tot}	Flujo luminoso total instalado en el local (en Lúmenes)
cu	Coficiente de utilización de la instalación
Fm	Factor de mantenimiento ó depreciación de la instalación
S	Superficie total de local (m ²)

1.15.1 Método de las cavidades Zonales

Existen varios métodos para calcular el nivel medio de iluminación en interiores (Método del flujo luminoso, Método del rendimiento de la luminaria y el Método de las cavidades zonales).

El Método de las cavidades zonales, como su nombre sugiere, divide al local en cavidades individuales: la cavidad del cielorraso o techo, la cavidad del local y la cavidad del piso. Esta forma de analizar por separado el comportamiento de los tres sectores más importantes del volumen total de un local a iluminar, confiere a los cálculos realizados por este método una mayor precisión.

Para nuestro interés solo se analizará la cavidad del local, ya que las dos restantes cavidades, en general no influyen de manera tan significativa.

Para calcular el nivel medio de iluminación que se registra en un determinado local (y esto es común a cualquier método que se utilice) se deberá aplicar la siguiente fórmula (3)

$$\Phi_{tot} = \frac{Em * S}{cu * Fm} \quad (3)$$

Dónde:

<i>Em</i>	Nivel medio de iluminación sobre el plano de trabajo (en Lux)
Φ_{tot}	Flujo luminoso total instalado en el local (en Lúmenes)
<i>cu</i>	Coefficiente de utilización de la instalación
<i>Fm</i>	Factor de mantenimiento ó depreciación de la instalación
<i>S</i>	Superficie total de local (m ²)

1.15.1.1 El Índice del Local (RCL o K)

Para poder analizar el Coeficiente de Utilización del local, es necesario antes calcular el Índice del Local.

Dado que, como se verá más adelante, el Coeficiente de Utilización de la instalación es el que permite conocer el comportamiento de una luminaria determinada en un Local determinado, lo primero que se debe que conocer son las características de dicho local.

El resultado de esta fórmula será un número entre 1 y 10, si bien existen casos de locales sumamente atípicos cuyo índice de local K podrá ser inferior a 1 y también superior a 10. Cuanto menor sea el número mayor será la superficie del local con respecto a su altura y viceversa.

El índice del local RCL se obtiene de la siguiente fórmula (4).

$$K = RCL = 5 * hm * \frac{a + l}{a * l} \quad (4)$$

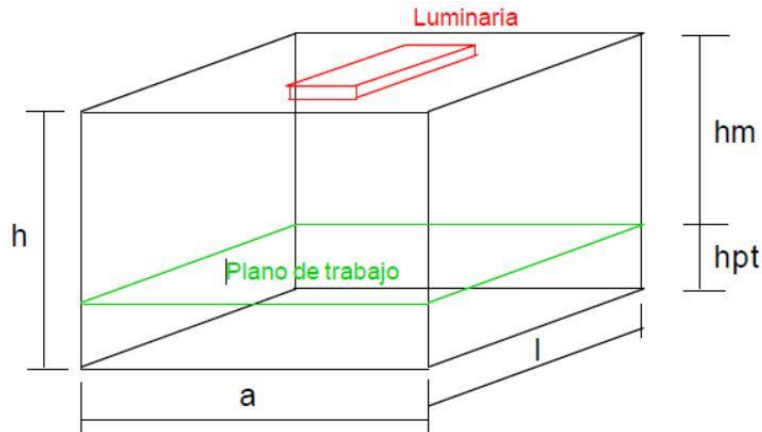
Dónde:

hm Altura de montaje de la luminaria sobre el plano de trabajo (m)

a Ancho del local (m)

l Largo del local (m)

Figura10 Distancias y cavidades para aplicación del método del Coeficiente de local



1.15.1.2 Factor de Mantenimiento (FM)

Las condiciones de conservación ó mantenimiento de la instalación de iluminación, configuran un factor de gran incidencia en el resultado final de un proyecto de alumbrado y de hecho se incluye en la fórmula de cálculo.

Todos los elementos que contribuyen a la obtención del nivel de iluminación deseado sobre el plano de trabajo, sufren con el tiempo un cierto grado de depreciación.

Las lámparas sufren pérdidas en el flujo luminoso emitido, ya sea por envejecimiento, acumulación de polvo sobre su superficie, efectos de la temperatura, etc. Las pantallas reflectoras y los louvers (rejillas) de las luminarias pierden eficiencia. Las paredes y cielorrasos se ensucian y disminuye su poder reflectante.

De todos estos factores, algunos son controlables por sistemas de mantenimiento y otros no lo son.


La IESNA (Illuminating Engineering Society of North América) considera, a los efectos de determinar el factor de mantenimiento de una instalación ocho factores: cuatro de ellos “no controlables” por sistemas de mantenimiento y cuatro “controlables”.

1.15.1.3 El Coeficiente de Utilización

El Coeficiente de Utilización del local es el término que define el comportamiento que tendrá una luminaria en un local dado y su valor está íntimamente relacionado con el Índice del Local. También depende en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en locales pequeños.

La tabla de Coeficiente de Utilización es construida a partir de la Curva de Distribución Luminosa y por consiguiente del Rendimiento de la luminaria. A igualdad de flujo luminoso instalado e igual superficie del local, una luminaria de alto rendimiento tendrá un coeficiente de utilización mayor (más cercano a 1) que una de bajo rendimiento. Ver la tabla 5.

Tabla 5 Coeficiente de Utilización

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (γ)												
		Factor de reflexión del techo						Factor de reflexión de las paredes						
		0.8		0.7		0.5		0.3		0				
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0	
 10 % 60 %	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30	
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37	
	1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41	
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45	
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48	
	2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52	
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54	
	3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56	
	$D_{max} = 1.0 H_m$	4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58
	f_m .70 .75 .80	5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

2. TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN

Para realizar una correcta iluminación es necesario saber las técnicas para la medición de iluminación en espacios. Idealmente, hay que medir correctamente el valor de los luxes y la iluminación del puesto de trabajo.

Los luxómetros son instrumentos que pueden medir de forma fiable las unidades lux y la iluminación. Una vez realizado el ajuste en la iluminación, se apreciará una mejora en el puesto de trabajo y en la calidad de vida de las personas. Se puede medir la iluminación natural y artificial y el valor lux del puesto de trabajo.[7]

2.1 MEDICIÓN DE ILUMINANCIA GENERAL EN UN ESPACIO CERRADO (SALONES)

Para mediciones de precisión, el espacio debe ser dividido en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada cuadrado y a la altura del plano de trabajo. Para la verificación de diseños se deberán usar las mismas mallas y alturas de cálculo empleadas.

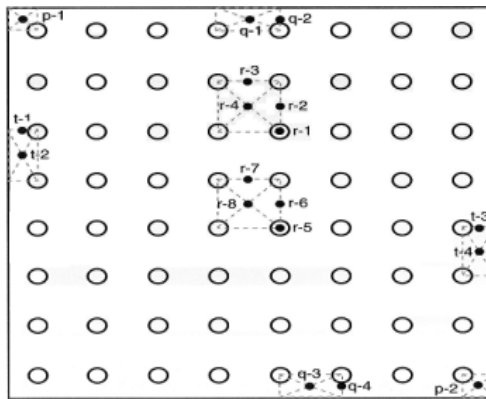
La iluminancia promedio del área total se puede obtener al promediar todas las mediciones. Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar en el plano de trabajo, si no se especifica este parámetro, se considera un plano imaginario de trabajo de 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie. Esto se puede lograr por medio de un soporte portátil sobre el cual se coloca el sensor.

La luz día se puede excluir de las lecturas, ya sea tomándolas en la noche o mediante persianas, superficies opacas que no permiten la penetración de la luz día. 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. [3]

2.2 PUNTOS DE MEDICIÓN PARA DIFERENTES DISTRIBUCIONES DE LUMINARIAS

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

Figura 11 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

$$E_{prom} = \frac{R(N - 1)(M - 1) + Q(N - 1) + T(M - 1) + P}{NM} \quad (5)$$

Dónde:

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

1) Se toman lecturas en los puntos r_1 , r_2 , r_3 y r_4 para una cuadrícula típica interior. Se repite a los puntos r_5 , r_6 , r_7 y r_8 para una cuadrícula típica central, promedie las 8 lecturas. Este es el valor R de la ecuación (6) de la iluminancia promedio.

$$R = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8}{8} \quad (6)$$

2) Se toman lecturas en los puntos q_1 , q_2 , q_3 y q_4 en dos cuadrículas típicas de cada lado del salón. El promedio de estas cuatro lecturas es el valor Q de la ecuación (7) de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}{4} \quad (7)$$

3) Se toman lecturas en los puntos t_1 , t_2 , t_3 y t_4 en dos cuadrículas típicas de cada final del salón, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación (8) de la iluminancia promedio.

$$T = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4} \quad (8)$$

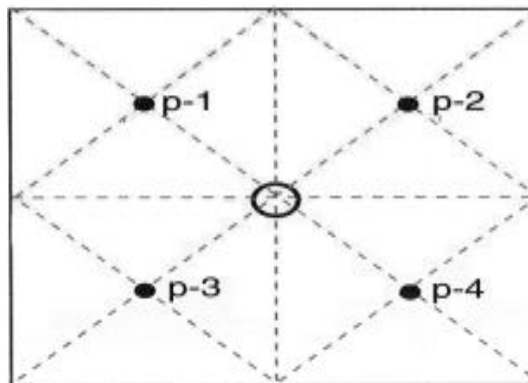
4) Se toman lecturas en los puntos p_1 , p_2 en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación (9) de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (9)$$

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

2.2.2 Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica

Figura 12 Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria



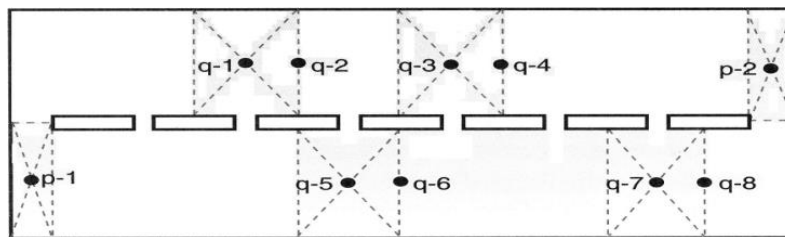
Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

Se toman lecturas en los puntos p_1 , p_2 , p_3 y p_4 en todas las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la ecuación (10) de la iluminancia promedio del área.

$$P = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}{4} \quad (10)$$

2.2.3 Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila

Figura 13 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \quad (11)$$

Dónde:

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

1) Se toman lecturas en los puntos q_1 , q_2 , q_3 , q_4 , q_5 , q_6 , q_7 y q_8 , en cuatro cuadrículas típicas, localizadas dos en cada lado del área. Se promedian las 8 lecturas. Este es el valor de Q de la ecuación (12) de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8}{8} \quad (12)$$

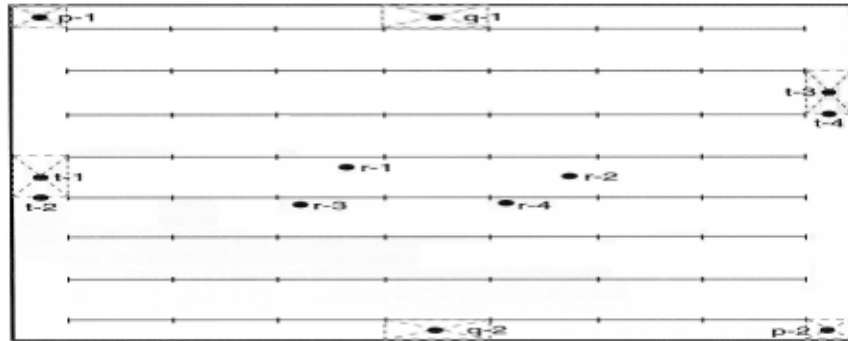
2) Se toman lecturas en los puntos p_1 y p_2 para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación (13) de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (13)$$

3) Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de *E_{prom}*.

2.2.4 Áreas regulares con luminarias de dos o más filas.

Figura 14 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias.



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

$$E_{prom} = \frac{RN(M - 1) + QN + T(M - 1) + P}{M(N + 1)} \quad (14)$$

Dónde:

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

1) Se toman lecturas en los puntos r_1 , r_2 , r_3 y r_4 localizados en el centro del área y se promedian las 4 lecturas. Este es el valor R de la ecuación (15) de la iluminancia promedio.

$$R = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4} \quad (15)$$

2) Se toman lecturas en los puntos q_1 y q_2 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 (16) de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2}{2} \quad (16)$$

3) Se toman lecturas en los puntos t_1 , t_2 , t_3 y t_4 en cada final del salón. Se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación (17) de la iluminancia promedio.

$$T = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4} \quad (17)$$

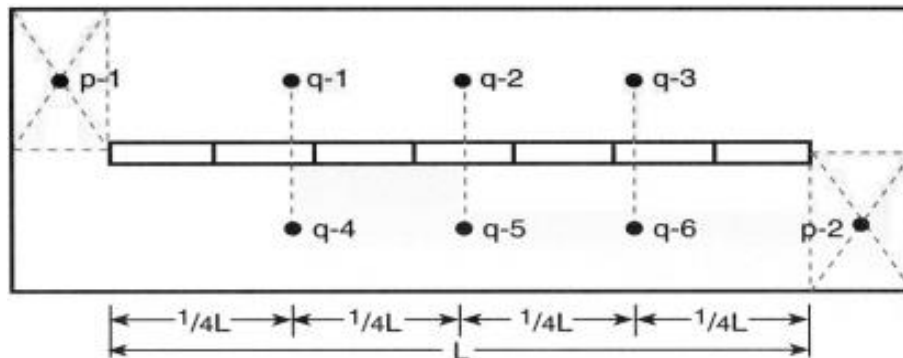
4) Se toman lecturas en los puntos p_1 , p_2 en dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación (18) de la iluminancia promedio.

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

5) Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de *Eprom*.

2.2.5 Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales

Figura 15 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

$$E_{prom} = \frac{QN + P}{N + 1} \quad (19)$$

Dónde:

E_{prom} Iluminancia promedio
 N Número de luminarias.

1) Se toman lecturas en los puntos $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6$. Se promedian las 6 lecturas. Este es el valor Q de la ecuación (20) de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6}{6} \quad (20)$$

2) Se toman lecturas en los puntos p_1 y p_2 , para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación (21) de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (21)$$

3) Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom} . [3]

2.3 FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA MEDICIÓN

La medición de iluminancia general (promedio) de un salón puede ser necesaria por cualquiera de las siguientes razones:

- Para verificar el valor calculado de una instalación nueva.
- Para determinar si hay acuerdo con una especificación o práctica recomendada.
- Para revelar la necesidad de mantenimiento, modificación o reemplazo.
- Para verificar las condiciones de contrato de brillo en un puesto de trabajo
- Por comparación con el objeto de lograr una solución que sea recomendable desde los puntos de vista de calidad de luz y economía.

A menos que se especifique de otra forma, las mediciones sobre el plano horizontal deben realizarse a la altura de diseño o si no existe el diseño a una altura de 0,75 m sobre el piso.

Es muy importante registrar una descripción detallada del área de la medición, junto con todos los otros factores que pueden afectar los resultados, tales como:

- Tipo de bombilla y su tiempo de utilización.
- Tipo de luminaria y balasto.
- Medida de la tensión de alimentación.
- Reflectancias de la superficie interior.
- Estado de mantenimiento, último día de limpieza.
- Instrumento de medición usado en la medición.

Antes de tomar las lecturas, la fotocelda del luxómetro debe ser previamente expuesta 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 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 resultados 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. [3]

2.4 MEDICIÓN DE ILUMINANCIA EN PUESTOS DE TRABAJO.

Se deben medir tantos puestos de trabajo como puestos existan, debido a que el nivel de iluminación depende de la posición de cada puesto de trabajo respecto a las luminarias tanto naturales como artificiales así como de los posibles obstáculos que pueden generar sombras sobre ellos. Cuando se complementa el alumbrado general con iluminación localizada, el punto de trabajo debe medirse con el trabajador en su posición de trabajo normal. El instrumento de medición debe estar localizado en la superficie o plano de trabajo o en la porción del área de trabajo donde se realiza la tarea visual crítica (horizontal, vertical, inclinada). Ver la tabla 6

Tabla 6 Formato de planilla para los datos de iluminancia medidos en puestos de trabajo

Puesto de trabajo	Descripción del puesto de trabajo	Altura sobre el piso (m)	Plano (horizontal, vertical o inclinado)	Iluminancia (luxes)	
				Total (General + suplementaria)	General únicamente
1					
2					
3					
n					

Cuando los niveles de iluminancia en los puestos de trabajo, se encuentren por debajo de los rangos exigidos y las condiciones de uniformidad son apropiadas, la situación inicialmente se puede solucionar mejorando la reflexión de luz por las superficies del salón (es más económico el cambio de color de superficies por unas más reflectivas), o en su defecto es necesario determinar las condiciones de mantenimiento, tanto de luminarias como de paredes, techos, pisos y superficies traslucidas, incrementar la iluminación natural y por último, mejorar el nivel de iluminancia, incrementando la emisión de flujo luminoso de las luminarias, cambiando el tipo de bombilla existente por otras que emitan mayor flujo luminoso, para ello es necesario usar los criterios de diseño.

2.5 FORMATOS

Finalmente los datos obtenidos en las evaluaciones se deben registrar en los siguientes formatos. Ver los formatos en las tablas 7,8,9,10

Tabla 7 Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO

EMPRESA: _____

FECHA: _____ DIA: _____ NOCHE: _____

1. CONDICIONES DEL ÁREA:
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: _____

DIMENSIONES:
LONGITUD: _____ ANCHO: _____ ALTURA: _____

PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:

2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS

DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN 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, tipo			
Especificación de las bombillas			
bombillas por luminaria			
Número de luminarias			
Número de filas			
Luminarias por fila			
Altura del montaje			
Espacios entre luminarias			
Condición de las luminarias	Limpio	Medio	Sucio

Descripción de la iluminación local o complementaria.

Estudios realizados anteriormente: *Si* ___ *No* ___

Resultados obtenidos: _____

Tabla 8 Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: _____

SECCIÓN: _____

Dimensiones del Salón: Largo: _____ Ancho: _____ Altura: _____

Disposición de las luminarias en el local: _____

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

EQUIPO DE MEDIDA: _____

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			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 _____ **Matrícula profesional N°** _____

Tabla 9 Formato 3. Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo

MEDIDAS DE ILUMINANCIA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

EMPRESA: _____ **SECCIÓN:** _____

FECHA: _____ **HORA:** _____

OFICIO: _____ **EQUIPO MEDICIÓN:** _____

Tabla de datos

Lectura puesto de trabajo	Altura sobre el piso	NIVEL DE ILUMINANCIA						
		Plano			General únicamente		General + suplementaria	
		Vertical	Horizontal	Inclinado	Promedio	Rango recomendado	Promedio	Rango recomendado

Responsable _____ **Matrícula profesional N°** _____

Tabla 10 Formato 4. Especificación de la instalación alumbrado

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
Periodo 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:
Periodo limpieza de ventanas: _____ meses
Periodo de limpieza de techos: _____ meses
Periodo limpieza de luminarias: _____ meses
Periodo de reemplazo de las bombillas: _____ meses
Periodo de limpieza de manteniendo de techo, paredes y pisos: _____
Diseñador del sistema: _____
Fecha: _____

Responsable _____ Matricula profesional N° _____

3. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN ELÉCTRICA

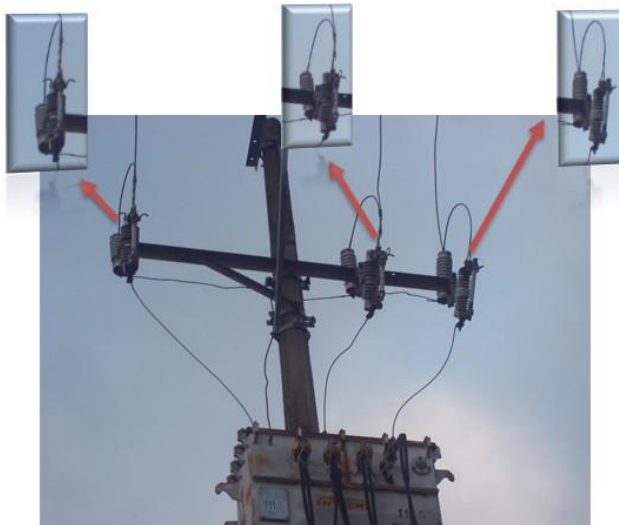
En la inspección eléctrica se encontraron los diferentes resultados según las normas.

3.1 DICTAMEN DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN

En la inspección eléctrica se identificaron las anomalías en la red, con base al reglamento. En las siguientes tablas se nombran los artículos del reglamento que se usaron para la inspección, se aclara si cumple o no cumple con lo estipulado por las normas y se hace una respectiva observación de lo encontrado. También se ilustra con imágenes tomadas a las instalaciones eléctricas.

3.2 LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN

Figura 16 Pararrayos y cortacircuitos [5]



3.2.1 DSP (dispositivos de protección contra sobre tensiones)

Tabla 11 Instalación del DSP

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
Artículo 17, Numeral 6, RETIE	La instalación de los DSP debe ser en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.	NO CUMPLE	No cumple debido a que el transformador no cuenta con puesta a tierra
Artículo 30.3 RETIE	El DSP debe instalarse en el camino de la corriente de impulso y lo más cerca posible de los bujes del transformador.	NO CUMPLE	Como se puede observar en la figura 16 la conexión del DSP es erróneo debido a que no están conectados cerca a los bujes del transformador

3.3 TRANSFORMADOR

Figura 17 Transformador tipo poste [5]

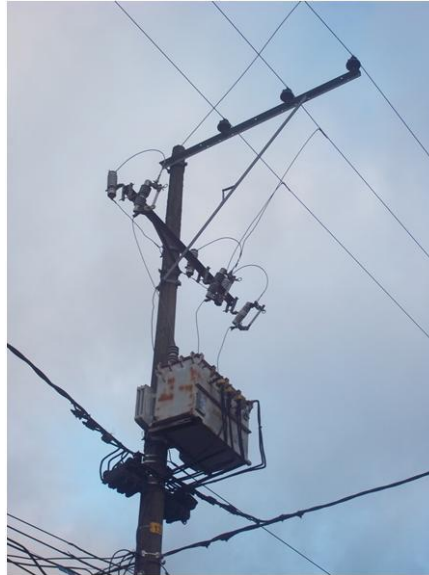


Tabla 12 Puesta a tierra del transformador

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
Artículo 45-16 17.10 RETIE	Los transformadores sumergidos en aceite deben tener un dispositivo de puesta a tierra para conectar sólidamente el tanque, el gabinete y el neutro	NO CUMPLE	Véase en el cuadro de la figura 18 no tiene conductor puesta a tierra

Figura 18 Sin Conductor de puesta a tierra del Transformador [5]



3.4 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

3.4.1 Tablero principal

Tabla 13 Puesta a tierra del tablero

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
Artículo 17.9 RETIE	Los tableros deben estar conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje debe tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	NO CUMPLE	No hay barraje de tierra, Solo tiene barraje neutro
Artículo 17.9 RETIE	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.	NO CUMPLE	Al no contar con barraje de tierra sus partes externa no está conectada a tierra

Tabla 14 Identificación del tablero

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
Artículo 17.9 1.2 RETIE	Los tableros de distribución deben tener adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Numero de fases, Numero de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	NO CUMPLE	No tiene la información necesaria en la tapa

Figura 19 Tablero principal de la institución. [5]

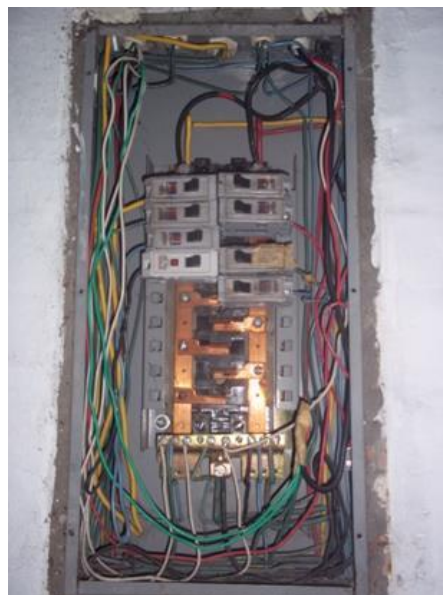


Figura 20 Placa de accionamiento del Interruptor [5]



Figura 21 Aberturas tablero principal [5]



Tabla 15 Conductores

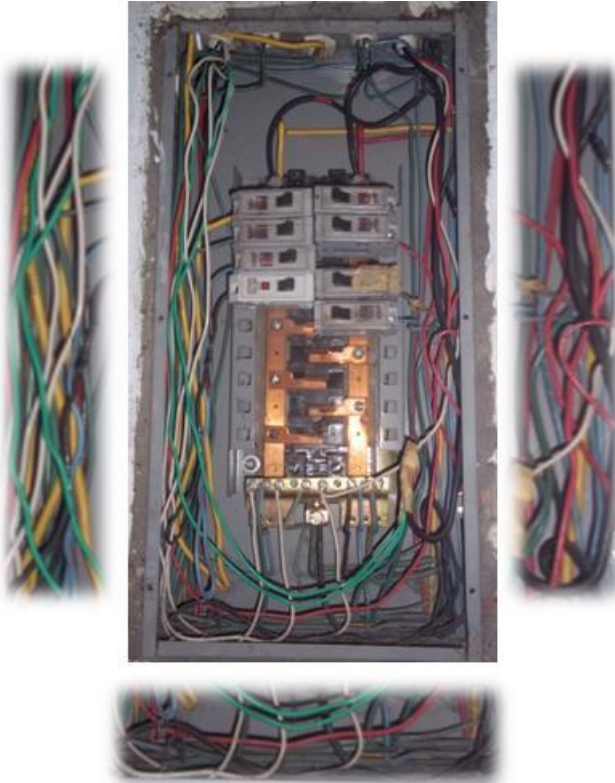
Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
373-5 NTC2050	Los cables deben estar asegurados a los gabinetes y cajas de corte.	NO CUMPLE	Véase a la figura 19
Articulo 17.9 RETIE	La instalación del tablero debe tener en cuenta el código de colores establecido en el presente reglamento e identificar cada uno de los circuitos.	NO CUMPLE	Algunos conductores de las fases son de color verde y amarilla

Tabla 16 Espacio de trabajo

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
373-7 y 373-8 NTC 2050	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	NO CUMPLE	Véase en los cuadros de la Figura 22 en los cuadros se ve saturado el espacio de trabajo

373-6 NTC 2050	Verificación del espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	NO CUMPLE	Como se puede ver en los cuadros de la figura 22 no hay suficiente espacio para alambrado y doblado.
-------------------	--	------------------	--

Figura 22 Espacio de trabajo en el tablero principal [5]



3.5 INTERRUPTORES MANUALES DE BAJA TENSIÓN

Tabla 17 Requisitos interruptores

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
Articulo 17.7 RETIE	La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra.	NO CUMPLE	No se encuentra sólidamente a tierra

Figura 23 Interruptores [5]



3.6 CIRCUITOS RAMALES

3.6.1 Tomacorrientes de Aulas de clase

Tabla 18 Identificación e instalación

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
210-5,310-12, Artículo11-(4) (RETIE)	Verificar que los conductores cumplan con el código de colores.	NO CUMPLE	Solo algunos circuitos cumplen con el código
Articulo 17.5 RETIE	Los tomacorrientes deben suministrarse e instalarse con su respectiva placa, tapa o cubierta destinada a evitar el contacto directo con partes energizadas.	NO CUMPLE	Véase los cuadros de la figura 24 La mayoría de tomas cumplen pero 1 o 2 no cumplen
Articulo 17.5 RETIE	Los tomacorrientes deben estar marcados con su corriente nominal en amperios (A), tensión nominal. Además identificación de las polaridades respectivas si aplica y su uso mediante colores y marcaciones respectivas en el cuerpo del mismo.	NO CUMPLE	Véase figura 9

Figura 24 Estado de Tomacorrientes [5]



Tabla 19 Tomacorrientes (circuitos ramales – fuerza)

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
210-18 (b) RETIE	Verificar que los tomacorrientes de cuartos de baños, de aseo y azoteas tengan protección GFCI.	NO CUMPLE	En ningún cuarto de baño, de aseo no existen tomacorrientes

Tabla 20 Requisitos de instalación

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
Articulo 17.5 RETIE	Se deben instalar los tomacorrientes de tal forma que el terminal de neutro quede arriba en las instalaciones horizontales.	NO CUMPLE	Vease en los circulos negros de la figura 25 en donde el neutro se encuentra abajo
Articulo 17.5 RETIE	En lugares clasificados como peligrosos se deben utilizar clavijas y tomacorrientes aprobados y certificados para uso en estos ambientes.	NO CUMPLE	No existen tomas GFCI en las zonas húmedas.

Figura 25 Estados de tomacorrientes [5]



3.6.2 Circuitos ramales oficinas

Tabla 21 Protecciones

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
Capítulo 3 NTC 2050	Verificar que los métodos de alambrado usados sean apropiados para las condiciones del inmueble.	NO CUMPLE	los conductores utilizados no son adecuados para las condiciones del inmueble.

3.6.3 Tomacorrientes de oficinas

Tabla 22 Identificación

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
210-5 y 310-12 NTC 2050 Artículo 11-(4), RETIE	Verificar que los conductores cumplan con el código de colores.	NO CUMPLE	El conductor implementado en los tomas de las oficinas no es el adecuado, ya que es cable dúplex y estos son de un solo color.

Figura 26 Tomas de las oficinas [5]



Tabla 23 Requisitos de instalación

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
Artículo 17.5 RETIE	Se deben instalar los tomacorrientes de tal forma que el terminal de neutro quede arriba en las instalaciones horizontales.	NO CUMPLE	Vease en los círculos negros de la figura 27 en donde el neutro se encuentra abajo

Figura 27 Posición incorrecta del neutro [5]



Figura 28 Caja de paso [5]



Figura 29 Cableado con tubería [5]



Tabla 24 Identificación (circuitos ramales – iluminación)

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
210-4 RETIE	Revisar el uso e identificación apropiados de los circuitos ramales multiconductores.	NO CUMPLE	La identificación de cada uno de los circuitos ramales no estan bien identificados
210-5, 310-12, Artículo 11° (4) (RETIE)	Verificar que los conductores cumplan con el código de colores.	NO CUMPLE	Los conductores no cumple con el codigo de colores

Tabla 25 Espacio de trabajo (circuitos ramales – iluminación)

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
620-71 NTC 2050	Verificar el correcto resguardo de los equipos en el cuarto de máquinas.	NO CUMPLE	La institucion no cuenta con cuarto de maquinas
620-5 NTC 2050	Verificar que alrededor de los controladores, medios de desconexión y los equipos eléctricos restantes, se deje un espacio de trabajo.	NO CUMPLE	Sin observaciones

Tabla 26 Protecciones (circuitos ramales – zona de Oficinas)

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
384-13a 384-16 NTC 2050	Revisar la protección apropiada contra sobre corriente y las limitaciones sobre el número de dispositivos de sobre corriente, de los paneles de distribución	NO CUMPLE	Sin observaciones

Tabla 27 Capacidad nominal

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
210-22 RETIE	Verificar que el número de circuitos ramales sea adecuado y que la carga esté distribuida uniformemente entre los circuitos ramales.	NO CUMPLE	Los tableros están desbalanceados, por tal motivo al momento de hacer la verificación de uniformidad entre los circuitos ramales se evidencio que no hay uniformidad en la distribución de la carga.

3.7 TABLERO ELÉCTRICO PARA LOS EQUIPOS DE SISTEMAS

Tabla 28 Puesta a tierra

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
Artículo 17.9 RETIE	Todas las partes externas del panel deben estar sólidamente puestos a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra	NO CUMPLE	como se observa en la Figura 30 este tablero cuenta con conductores de protección pero no cuenta con terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra

Figura 30 Tablero Eléctrico de equipos [5]

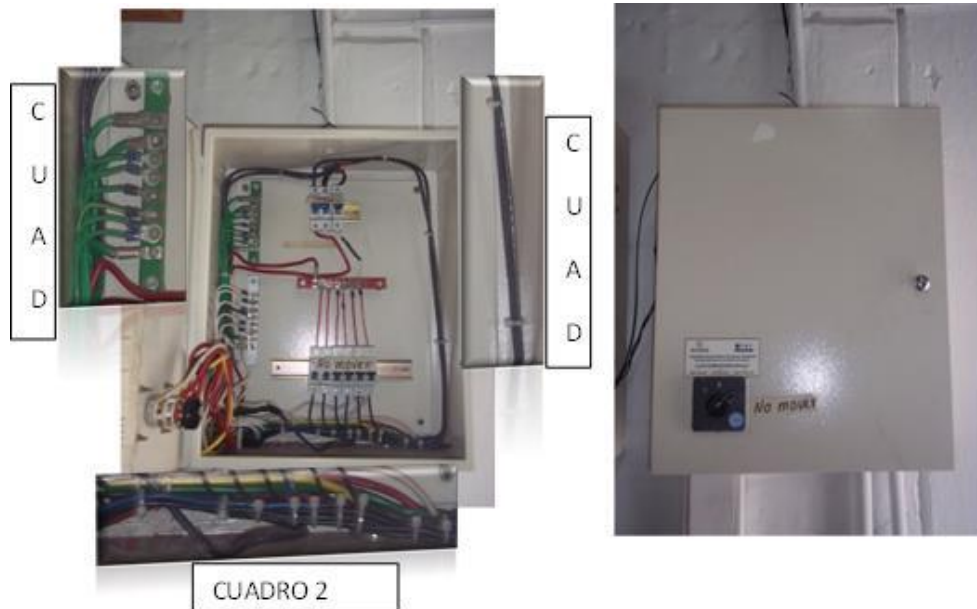


Tabla 29 Posición en las paredes

Artículo	Ítem	Diagnostico	Observaciones
373-3 NTC 2050	Los gabinetes en las paredes deben estar a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles a no más de 6 mm de la superficie terminada.	NO CUMPLE	Véase en la figura 31 donde se muestra que el gabinete se encuentra sobre puesto en la pared.

Figura 31 Gabinete sobrepuesto en la pared [5]



Figura 32 Manual de utilización del tablero eléctrico de equipos [5]

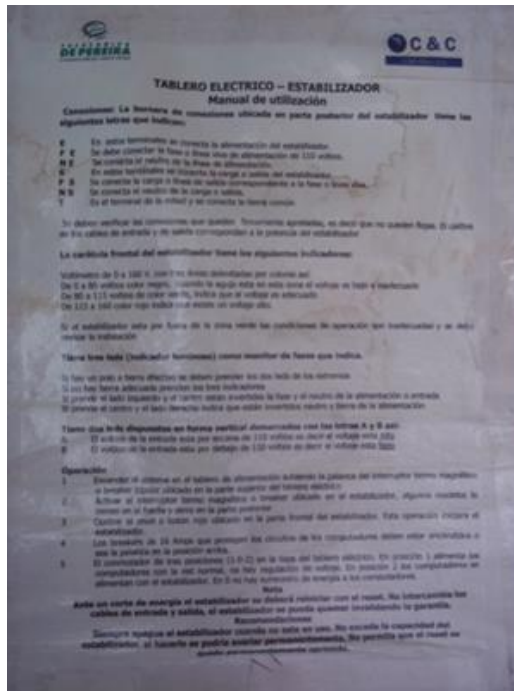


Figura 33 Accionamiento de los interruptores [5]



3.8 DICTAMEN DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN.

Tabla 30 Dictamen de inspección y verificación

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	CUMPLE	Clasificación			Artículo del reglamento
			L	G	MG	
1	Accesibilidad a todos los equipos de control y protección	NO				38 Numeral 38.7 RETIE
2	Bomba contra incendio	NO APLICA				
3	Continuidad de los conductores de tierras y Conexiones equipotenciales.	NO			X	250-70, 250-80(a) NTC 2050
5	Dispositivos de seccionamiento y mando.	SI	X			17. Numeral 9 RETIE
6	Distancias de seguridad.	SI			X	110-16 NTC 2050
7	Ejecución de las conexiones.	NO SE INSPECCIONO				
11	Existencia de memorias de cálculo.	NO			X	8 Numeral 8.1 RETIE
12	Existencia de planos, esquemas, avisos y señales.	NO			X	47 Numeral 8 RETIE
13	Avisos y señales	NO SE INSPECCIONO				
14	Identificación de conductores de neutro y tierras.	NO			X	17 Numeral 17.9 RETIE
15	Identificación de los circuitos y tuberías.	SI		X		17 Numeral 17.9 RETIE
17	Niveles de iluminación.	NO		X		
19	Protección contra electrocución por contacto directo.	NO			X	37 Numeral 37.2 RETIE
20	Protección contra electrocución por contacto indirecto.	NO			X	37 Numeral 37.2 RETIE
21	Resistencia de puesta a tierra	NO			X	37 Numeral 37.2 RETIE
24	Selección de conductores	NO		X		17, Numeral 6 RETIE
25	Selección de dispositivos de protección contra sobre corrientes	SI	X			240-3, 240-21, 240-100, 450-3 (a) NTC 2050
26	Selección de dispositivos de protección contra sobretensiones	SI	X			17 Numeral 17.6 RETIE
27	Sistema de protección contra rayos.	SI	X			18 RETIE
28	Sistemas de emergencia.	NO			X	40 RETIE

L: leve, G: grave, MG: muy grave

4. INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN

4.1 LAMPARAS FLUORESCENTES

En los pasillos de la institución Educativa son iluminadas con lámparas fluorescentes. Ver la figura 34.

Figura 34 Pasillos con lámparas fluorescentes [5]



La institución cumple con las normas establecidas ya que está iluminada con lámparas fluorescentes, cumpliendo así con el Decreto 2331 de Junio 22 de 2.007, el cual tiene por objeto la utilización de Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) de alta eficiencia, en los edificios cuyos usuarios sean entidades oficiales de cualquier orden.

La institución no cuenta con una buena iluminación que garantice la calidad lumínica porque aunque tiene el número de lámparas necesarias, ellas se encuentran con algunas de sus luminarias dañadas, sucias o en mal estado.

4.2 TUBOS FLUORESCENTES

En todas las áreas de la institución educativa cuentan con bombillas fluorescentes tipo T8 y T12.

4.2.1 Lámparas fluorescentes tipo T8

Las áreas que cuentan con las lámparas tipo T8 son las aulas de clase, coordinación y sala de sistemas. Ver figuras 35 y 36.

Figura 35 Aulas de clase con lámparas T8 [5]



Figura 36 Coordinación con lámparas T8 [5]



a) Eficiencia luminosa

De acuerdo con las políticas URE los tubos fluorescentes comercializados para su uso en el país deben tener eficacias iguales o superiores a las establecidas en la Tabla 31.

Tabla 31 Valores mínimos de eficacia lumínica en tubos fluorescentes T8

Tipo	Potencia (w).	Eficiencia 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

Nota (*) Medidas a temperatura ambiente de 25° C más o menos 2 °C.

El índice de Reproducción Cromática para las lámparas tubulares fluorescentes mayores a 24 W no deberá ser menor del 69%.

b) Índice de Reproducción Cromática

El Índice de Reproducción Cromática (Ra) para las bombillas tubulares fluorescentes deberá cumplir como mínimo con los valores establecidos en la Tabla 32.

Tabla 32 Valores mínimos de Índice de Reproducción Cromática (CRI ó Ra)

Tipo de lámpara	Potencia nominal de la lámpara	Ra mínimo en %
Tubo doble contacto, longitud 1,2m	> a 35W	69
	≤a 35W	45
Tubo en U, longitud 0,6m	> a 35W	69
	≤a 35W	45
Tubo encendido instantáneo, longitud 2,4m	a 65W	69
	≤a 65W	45
Tubo de alta salida lumínica, longitud 2,4m	a 100W	69
	≤a 100W	45

Estas lámparas cuentan con un CRI de 75 así que cumplen con el Ra mínimo exigido en la tabla anterior que es de 45 para potencias menores iguales a 35W.

c) Vida útil

Las lámparas T8 fluorescentes instaladas son de la marca SYLVANIA y la referencia F032, la vida útil de estas lámparas según su fabricante es de aproximadamente 15.000hr, cumpliendo ampliamente con el mínimo de horas exigido por el RETILAP, el cual para bombillas o tubos fluorescentes es de 10.000 horas.

d) Marcación

Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles como se muestra en la figura 37, debe tener como mínimo las siguientes indicaciones:

- Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.
- Apariencia o Temperatura del color, o su código dado por el fabricante.
- Índice de Rendimiento del Color (IRC), o su código de fabricante.
- Potencia nominal en vatios (W).
- Flujo luminoso (lm)

Figura 37 Marcación lámparas T8, marca Sylvania y techno lamp [5]



La información que esta explícita en la luminaria es clara, pero le faltan datos que indican las exigencias mínimas del reglamento, ya la luminaria techno lamp que no tiene el índice de Rendimiento del Color (IRC), ni el flujo luminoso.

4.2.2 Lámparas fluorescentes tipo T12

Algunas de las áreas de la institución como los baños, la tienda, sala de materiales y el pasillo del patio 2 utilizan para su iluminación lámparas fluorescentes tipo T12. Ver las figuras 38, 39 y 40.

Figura 38 Baños con lámparas T12 [5]



Figura 39 Tienda con lámparas T12 [5]



Figura 40 Pasillo del patio 2 con lámparas T12 [5]



a) Eficacia luminosa

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12 están siendo descontinuadas y remplazadas por lámparas tipo tubo fluorescente T8 y T5 que cuentan con tecnologías más eficaces y usan menor cantidad de mercurio.

Sin embargo las lámparas T12 que todavía se utilicen no podrán tener eficacias inferiores a las mostradas en la tabla 33.

Tabla 33 Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12.

Tipo	Potencia (w)	Eficiencia luminosa (lm/w)
T12 (38mm de diámetro)	20 a 40	70
	> 40	55

Las lámparas fluorescentes Tipo T12 con que cuenta la institución cumplen con los valores de eficacia mínima exigidos en la tabla anterior, debido a que estas consumen una potencia de 75W y entregan 4500 lm, dando como resultado una eficacia luminosa de 60 lm/W, estando este valor por encima del mínimo exigido que es 55 lm/W.

b) Índice de Reproducción Cromática

El Índice de Reproducción Cromática (Ra) para las bombillas tubulares fluorescentes deberá cumplir como mínimo con los valores establecidos en la Tabla 34.

Tabla 34 Valores mínimos de Índice de Reproducción Cromática (CRI ó Ra)

Tipo de lámpara	Potencia nominal de la lámpara	Ra mínimo en %
Tubo doble contacto, longitud 1,2m	> a 35W	69
	≤a 35W	45
Tubo en U, longitud 0,6m	> a 35W	69
	≤a 35W	45
Tubo encendido instantáneo, longitud 2,4m	a 65W	69
	≤a 65W	45
Tubo de alta salida lumínica, longitud 2,4m	a 100W	69
	≤a 100W	45

Estas lámparas cuentan con un CRI de 79 así que cumplen con el Ra mínimo exigido en la tabla anterior que es de 69 para potencias mayores a 35W.

c) Vida útil

La vida útil de las lámparas fluorescentes F96T12/DX es de 10.000 horas cumpliendo con el mínimo de horas exigido por el RETILAP, el cual para bombillas o tubos fluorescentes no debe ser menor a 10.000 horas.

d) Marcación

Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles como se muestra en la figura 41, debe tener 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 41 Marcación lámparas T12 [5]



La marcación de estas lámparas cumple parcialmente con lo exigido ya que posee la marca registrada y la potencia nominal en vatios, pero no posee el índice de rendimiento del Color (IRC), la temperatura del color, ni el flujo luminoso.

e) Empaque

Las bombillas fluorescentes deben informar en su empaque los siguientes parámetros, los cuales deben haber sido verificados en el proceso de certificación.

- Potencia nominal (W),
- Diámetro del bulbo.
- Correlación de la temperatura del color (K).
- Índice del rendimiento del color. (Ra).
- Flujo luminoso (lm).
- Vida promedio (Horas).

4.3 LUMINARIAS

Aplica a luminarias para aplicaciones fijas de iluminación tanto interior como exterior. Diseñadas para usar fuentes luminosas de cualquier tecnología.

4.3.1 Requisitos de producto

Ninguno de los elementos o partes de la luminaria deben presentar rebabas, puntos o bordes cortantes, que puedan causar algún tipo de daño a los conductores o personas que las manipulen, ya sea para su instalación o mantenimiento.

Figura 42 Luminaria [5]



4.3.2 Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias

- a) El conjunto eléctrico de la luminaria constituido por balasto, condensador, arrancador, bornera de conexiones debe acoplarse en el interior del cuerpo de la luminaria y debe diseñarse para fácil montaje, inspección, limpieza, mantenimiento y reemplazo de sus elementos, ya que la luminaria se encuentra incrustada en el cielorraso. Ver figura 43.
- b) Las luminarias tienen espacio suficiente para albergar todas las partes del conjunto y realizar los empalmes y conexiones necesarias de la instalación.

Figura 43 Parte interna luminaria (Balasto) [5]



- c) Las luminarias y lámparas instaladas no tienen partes energizadas expuestas normalmente al contacto, que puedan ser un riesgo para las personas.
- d) Las luminarias deben ir marcadas en forma directa sobre el cuerpo o en una placa metálica exterior de fácil visualización, en este caso esto no se cumple debido a que la lámpara no tiene ninguna información como se muestra en la figura 44.

Figura 44 Marcación luminaria [5]



4.3.3 Requisitos de instalación

a) En la inspección se verificó que no existen luminarias tipo bala que debido a su temperatura puedan llegar a generar un incendio, ya que las luminarias existentes en el plantel educativo son del tipo regleta y estas se encuentran adheridas al techo. Ver figura 45.

Figura 45 Lámparas adheridas al techo [5]



b) Se observó que en las cubiertas metálicas existentes no presentan ningún signo de oxidación.

c) Las luminarias se encuentran instaladas de tal forma que los conductores no se encuentran sometidos a tensiones mecánicas, además de estar adecuadamente sujetos sin riesgo de que se presenten cortaduras en estos.

4.4 BALASTOS

a) El tipo de balastos con que cuentan las luminarias existentes en la institución cumplen con la norma, ya que estos son electrónicos y electromagnéticos tal como lo exige el RETILAP. Ver figura 46.

Figura 46 Balastro electrónico [5]



b) Las luminarias fluorescentes instaladas cumplen con lo exigido en el RETILAP y el literal “a” de la parte “P” del Artículo 410-73 de la NTC 2050, el cual dice que las luminarias ubicadas en interiores deben tener balastos que cuenten con protección térmica integral.

c) Los balastos cuentan con un rotulado legible y un diagrama de conexiones tal como lo exige el RETILAP, esto se puede observar en la figura 46.

4.5 MANTENIMIENTO

a) Las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de remplazo que exige el RETILAP no se cumple en la institución, ya que muchas de las lámparas fluorescentes se encuentran dañadas como se muestra en el cuadro 1 de la figura 47 y la figura 48 de luminarias con una lámpara mala.

Figura 47 Lámpara dañada [5]



Figura 48 luminarias con una lámpara mala [5]



b) Para garantizar los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación el RETILAP dice que se debe elaborar 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.

Figura 49 Lámpara sucia [5]



Observando la figura 49 se puede deducir que en la institución no existe una metodología de mantenimiento implementada para la limpieza del sistema de iluminación, incumpliendo con lo anteriormente dicho.

5. RESULTADOS

5.1 ILUMINANCIAS

En la siguiente tabla 35 se encuentran las diferentes aulas de la institución con sus respectivos datos; esta se elaboró teniendo en cuenta las mediciones de iluminación realizadas a cada una de estas áreas.

Tabla 35 Recopilación de las dimensiones y número de luminarias de las aulas

Aula	Ancho (metros)	Largo (metros)	Numero de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de luminaria	Lámparas malas
Salón 1	5,70	8,00	18	6	T8	0
Salón 2	5,70	8,00	18	6	T8	0
Salón 3	5,70	8,00	18	6	T8	0
Salón 4	5,70	8,00	18	6	T8	2
Salón de preescolar	5,90	6,60	14	4	T8	1
Salón fondo	5,70	7,65	18	6	T8	3
Kínder	3,35	6,60	6	2	T8	2
Baños Hombres	Área irregular		33	2	T12	0
Baños mujeres	Área irregular		30	2	T12	2
Baño de profesores	Área irregular		6	1	T8	0
Baño de kínder	Área irregular		11	1	T12	0
Sala de sistemas	5,10	5,90	14	4	T8	2
Almacenamiento	2,15	2,15	0	1	T12	1
Coordinación	3,59	5,70	14	4	T8	0
Baño de Coordinación	1,1	1,65	0	0		
Tienda	Área irregular		0	1	T12	1
Cocina de la tienda	Área irregular		12	1	T8	0
Pasillo de la tienda	1	2,8	0	0		
Pasillo principal	Área irregular		10	7	T8	5
Pasillo patio 2	2,1	6,12	4	1	T12	0
Portería	3,64	3,80	6	2	T8	2
Entrada	1,90	3,64	4	1	T8	0

Figura 50 Comparación valores promedio simulados

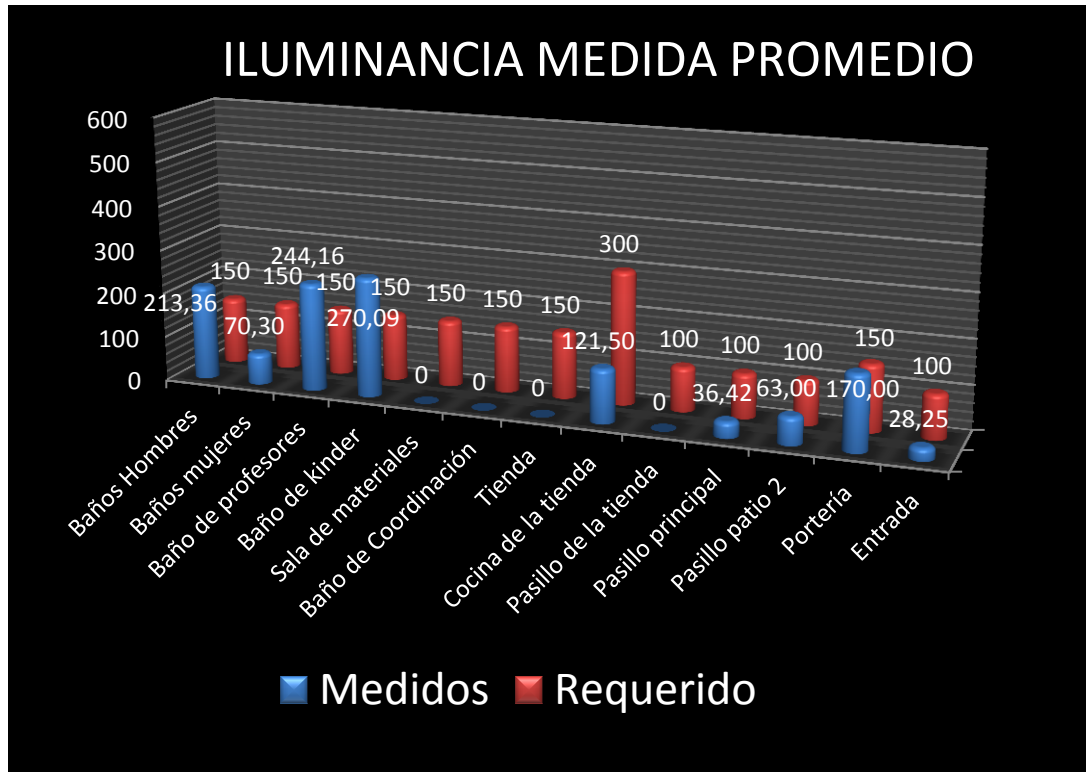
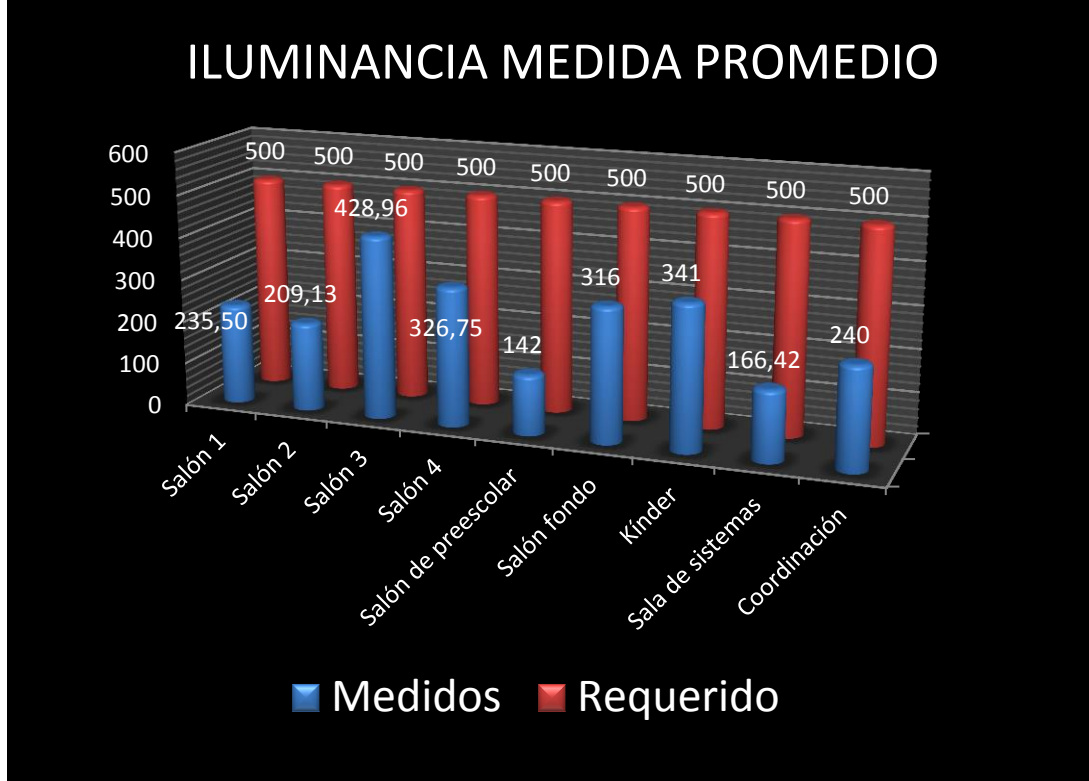


Tabla 36 Comparación niveles de iluminancia

Aula	Niveles de luminancia promedio (luxes)					
	Medidos	Estado actual (simulación)	Rediseño (simulación)	Requeridos		
				Mínimo	Media	Máximo
Salón 1	235,50	329	552	300	500	750
Salón 2	209,13	246	486	300	500	750
Salón 3	428,96	246	484	300	500	750
Salón 4	326,75	210	486	300	500	750
Salón de preescolar	142,08	225	448	300	500	750
Salón fondo	316,25	214	501	300	500	750
Kínder	341,00	117	478	300	500	750
Baños de niños	213,36	291	115	100	150	200
Baños de niñas	70,30	188	194	100	150	200
Baño de profesores	244,16	39	166	100	150	200
Baño de Kínder	270,09	438	182	100	150	200
Sala de sistemas	166,42	247	507	300	500	750
Sala de materiales	Nota 1	Nota 1	150	100	150	200
Coordinación	240,25	315	455	300	500	750
Baño de Coordinación	Nota 1	Nota 1	125	100	150	200
Tienda	Nota 1	Nota 1	203	100	150	200
Cocina de la tienda	121,50	216	399	200	300	500
Pasillo de la tienda	Nota 1	Nota 1	79	50	100	150
Pasillo principal	36,42	88,4	127	50	100	150
Pasillo patio 2	63,00	133	104	50	100	150
Portería	170,00	181	201	100	150	200
Entrada	28,25	102	123	50	100	150

Nota1: En esta área no se midió el nivel de iluminancia ya que las luminarias están malas o no habían.

La diferencia que existe entre los niveles de iluminancia promedio medidos y los simulados radica en varios factores, uno de ellos es la devaluación lumínica que tienen las lámparas existentes causado por el desgaste natural, ya que algunas de ellas como las del corredor tienen la mayoría de sus lámparas malas, otro se debe a la depreciación lumínica producida por la suciedad acumulada en lámparas y luminarias, además que las luminarias de algunos salones no fueron remplazadas nunca y en algunos de estos tienen lámparas fluorescentes tipo T8 en luminarias con balastos T12, dañando la vida útil de la lámpara, todo esto hace que los valores de iluminancia promedio medidos sean más bajos que los simulados.

Los altos niveles de iluminancia arrojados en la simulación se deben a que las lámparas instaladas en la institución ya no se consiguen en los catálogos del DIALux, por esta razón se utilizaron lámparas con características similares, pero que entregan una mayor cantidad de lúmenes que las existentes.

Figura 51 Iluminancia Actual vs Rediseño

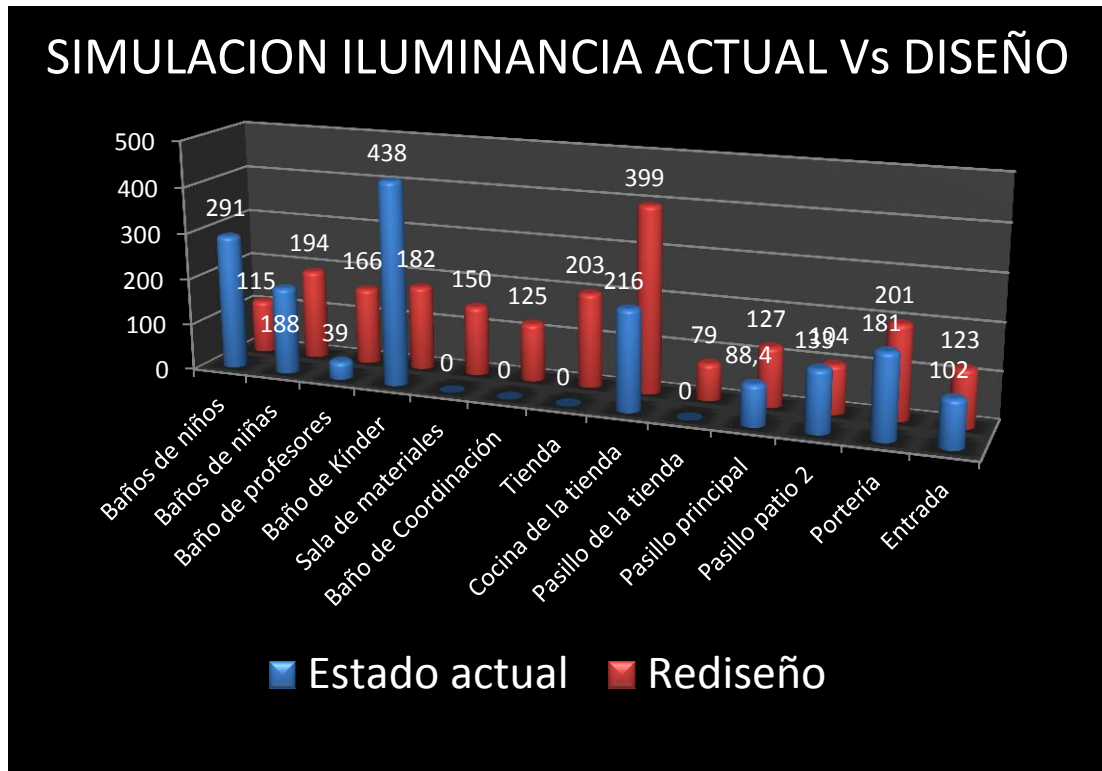
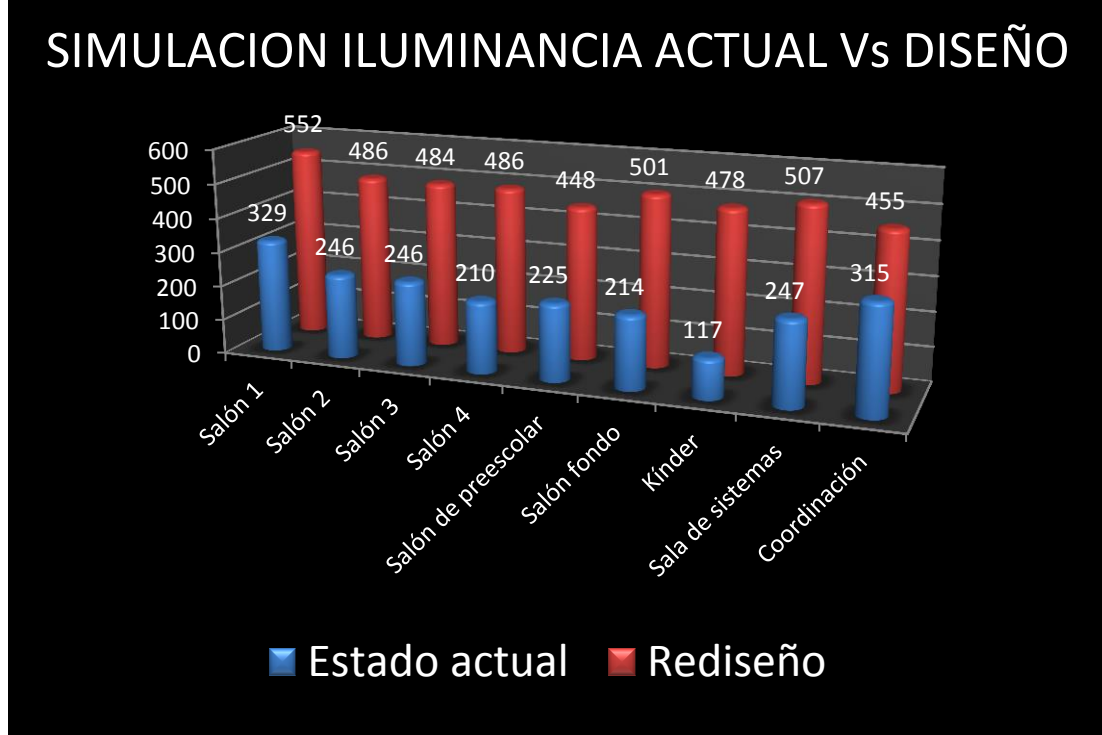


Tabla 37 Estado actual vs rediseño

Área	Estado actual	Rediseño
Salón 1	Cuenta con 6 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo, estas entregan bajos niveles de iluminancia debido a desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, haciendo que el nivel de iluminancia de este espacio sea demasiado bajo. Para ver simulación referirse al ANEXO H	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 10 luminarias 2 x 32 W T8 y distribuirlas adecuadamente, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO D.
Salón 2	Cuenta con 6 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo, el espacio cuenta con grandes ventanas que permiten la entrada de la luz natural, pero no cumple con los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO F	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 11 luminarias 2 x 32 W T8 y distribuirlas de forma adecuada, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO C.
Salón 3	Cuenta con 6 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo, el espacio cuenta con grandes ventanas que permiten la entrada de la luz natural, pero no cumple con los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO F	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 11 luminarias 2 x 32 W T8 más de las actuales y distribuirlas adecuadamente, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO C
Salón 4	Cuenta con 6 luminarias 2x32W T8 lámparas fluorescentes compactas, las cuales se encuentran adosadas al techo, de las cuales no funciona 2 lámparas. La iluminación en este espacio es de fuente natural, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO F	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 11 luminarias 2 x 32 W T8 y distribuirlas adecuadamente, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO C

Área	Estado actual	Rediseño
Salón de preescolar	Cuenta con 4 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo. La lámpara que funciona entrega muy bajos niveles de iluminancia por el desgaste natural y por la falta de mantenimiento, debido a esto el aula no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO I.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 8 luminarias 2 x 32 W T8 y distribuirlas adecuadamente, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E
Salón fondo	Cuenta con 6 luminarias 2x32W T8 fluorescentes compactas, de las cuales no funcionan 3 lámparas, La iluminación en este espacio es solo de fuente natural, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO H.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 9 luminarias 2 x 32 W T8 más de las actuales y distribuirlas adecuadamente, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO D
Kínder	Cuenta con 2 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo, de las cuales no funcionan 2 lámparas, siendo unos de los espacios peor iluminados con respecto a los otros espacios de la institución, pese a esto las luminarias entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste y a la falta de mantenimiento y no alcanza a la mínima requerida por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO I.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 5 luminarias 2 x 32 W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E
Baños de niños	Cuenta con 2 luminarias 2x32W T12, las cuales se encuentran adosadas al techo, los baños tienen un techo que obstruye la iluminación de las luminarias por lo cual los niveles de iluminancia en este espacio son muy bajos, teniendo en cuenta que la iluminación solo se da por fuente natural. Para ver simulación referirse al ANEXO I	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 3 luminarias 2 x 32 W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A

Área	Estado actual	Rediseño
Baños de niñas	Cuenta con 2 luminarias 2x32W T12, las cuales se encuentran adosadas al techo, de las cuales no funcionan 2 lámparas, pese a esto las luminarias entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste, a la falta de mantenimiento y no alcanza a la mínima requerida por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO I.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 3 luminarias 2 x 32 W T8, y quitar el techo que obstruye la iluminación de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Baño de profesores	Cuenta con 1 bombilla fluorescente de 20W como resultado unos niveles de iluminancia muy bajos. Para ver simulación referirse al ANEXO I.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 1 bombilla fluorescente de 25W, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E
Baño de kínder	Cuenta con 1 luminarias 2x32W T12, que se encuentran adosada al techo, y no cumplen ya que se sobrepasa del máximo de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO C.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 1 bombilla fluorescente de 25W, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E.
Sala de sistemas	Cuenta con 4 luminarias 2x32W T8, de las cuales no funciona 1 y se encuentran adosadas al techo, dejando el espacio con una distribución bastante irregular de la iluminación, además de tener la mayor parte de la iluminación de forma natural por las ventanas y sin cumplir con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO I.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 6 luminarias 2 x 36 W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E.

Área	Estado actual	Rediseño
Sala de materiales	Cuenta con 1 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo, esta luminaria no funciona, este espacio se encuentra sin ninguna entrada de luz natural, por esto el aula no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO I.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 1 luminarias 2 x 36 W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E.
Coordinación	Cuenta con 4 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo, tiene ventanas que permiten la entrada de la luz natural, pero no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO H.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 5 luminarias 2 x 32 W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO D.
Baño de coordinación	No tiene luminaria y recibe iluminación de otras luminarias que se encuentran por fuera de la zona del baño, pero no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO H.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 1 luminarias 2 x 32 W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO D.
Tienda	Cuenta con 1 luminarias 2x32W T8, la cual se encuentran adosada al techo y no funciona ninguna, tiene ventanas que permite la entrada de iluminación natural, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver simulación referirse al ANEXO I.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 1 luminarias 2 x 32 W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E.
Cocina de la Tienda	Cuenta con 1 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo, estás entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 2 luminarias 2 x 32 W T8, de esta forma se garantizara una

Área	Estado actual	Rediseño
	de mantenimiento, haciendo que el nivel de iluminancia de este espacio sea demasiado bajo. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO I.	iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E.
Pasillo tienda	No cuenta con ninguna luminaria y no hay tiene ventana que permita la entrada de luz natural, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO I.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 1 luminarias 2 x 32 W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E.
Pasillo principal	Cuenta con 7 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo, pero no funcionan 5 lámparas de cada luminaria, ya que no han remplazado los tubos, razón por la cual solo existe iluminación natural. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO G.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 7 luminarias 2 x 32W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO B.
Pasillo patio 2	Cuenta con 1 luminarias 2x32W T8, las cual se encuentra adosada al techo, y así no cuenta con la iluminación requerida, Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO G.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 1 luminaria 2 x 32W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO B.
Portería	Cuenta con 2 luminarias 2x32W T8, se encuentran adosadas al techo pero no funciona dos lámparas, ya que no han remplazado los tubos, razón por la cual solo existe iluminación natural que entra por las ventanas. Para ver simulación referirse al ANEXO G.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 1 luminarias 2 x 58W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO B.

Área	Estado actual	Rediseño
Entrada	Cuenta con 1 luminarias 2x32W T8, las cuales se encuentran adosadas al techo, estas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, haciendo que el nivel de iluminancia de este espacio sea demasiado bajo. Para ver simulación referirse al ANEXO B Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO H.	Las simulaciones muestran que para cumplir con los niveles de iluminación es necesario instalar 1 lámparas 2 x 36 W T8, de esta forma se garantizara una iluminación homogénea y adecuada en todo el recinto. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO E.

A continuación se hacen una serie de observaciones adicionales sobre la inspección del sistema de iluminación y el rediseño de este:

El sistema lumínico existente presenta bajos niveles de iluminación en la totalidad de las áreas de la institución, provocando desgaste y esfuerzo en la vista de las personas que hacen uso de estas.

Como las referencias de las lámparas T12 existentes en la institución no se encuentran actualmente en los catálogos del DIALux, estas se han remplazado por luminarias de mayor eficiencia. Para realizar la simulación en el DIALux se utilizaron lámparas Tipo T8, ya que esta fue la más parecida que se encontró.

En la inspección de iluminación realizada se encontró que las luminarias instaladas en la institución no están puestas a tierra.

La mayor parte de las luminarias instaladas presentan depreciación lumínica debido a que se encuentran muy deterioradas por falta de mantenimiento.

El sistema de iluminación de la institución presenta gran cantidad de falencias, ya que algunas luminarias fueron retiradas y remplazadas por lámparas fluorescentes compactas y además algunas fueron retiradas y no remplazadas.

Algunas de las luminarias instaladas no cuentan con tubo fluorescente o ya están terminando su vida útil, por lo cual presentan bajos niveles de iluminación.

5.2 VALOR DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN - VEEI

El valor de la eficiencia energética para cada uno de los espacios estudiados debe ser inferior a 4,0 según la tabla 440.1 del RETILAP.

En la tabla 38 se aprecian los valores del VEEI de cada uno de los espacios estudiados, teniendo en cuenta los resultados luminotécnicos Eprom obtenidos

del estado actual de la instalación y su simulación, así como de la simulación del rediseño propuesto.

Tabla 38 Comparación del VEEI

Aula	VEEI $\left(\frac{W}{m^2}\right)$		
	Estado actual	Estado actual (Simulación)	Rediseño (Simulación)
Salón 1	3,58	2,56	2,54
Salón 2	4,03	3,42	3,18
Salón 3	1,96	3,42	3,19
Salón 4	2,15	3,34	3,18
Salón de preescolar	4,05	2,56	2,93
Salón fondo	2,09	3,09	2,64
Kínder	0,85	2,47	3,03
Baños de niños	3,82	2,80	10,64
Baños de niñas	6,87	2,57	7,46
Baño de profesores	8,07	50,53	3,71
Baño de Kínder	7,83	4,83	3,63
Sala de sistemas	3,83	2,58	2,52
Sala de materiales	Nota 1	Nota 1	9,23
Coordinación	1,31	4,45	3,85
Baño de Coordinación	Nota 1	Nota 1	8,82
Tienda	Nota 1	Nota 1	8,08
Cocina de la tienda	10,13	5,70	6,17
Pasillo de la tienda	Nota 1	Nota 1	9,04
Pasillo principal	9,32	3,84	4,16
Pasillo patio 2	7,90	3,74	4,79
Portería	2,72	2,56	4,17
Entrada	32,76	9,07	7,52

Nota1: En esta área no se calculó el VEEI ya que no había luminarias o estaban dañadas.

6. CONCLUSIONES

- El 72,72% de la iluminación de la institución de algunas áreas no cumple con los niveles de iluminación mínimos exigidos por el RETILAP ya que algunas luminarias no se encuentran en funcionamiento o no tiene las lámparas completas, las luminarias también tienen bajo nivel de iluminación y algunas son incandescente tipo T12, así que no cuentan con una buena eficiencia el otro 23,23% cumple con lo exigido.
- En los hallazgos obtenidos de la lista de verificación se puede decir que el 41,04% de los ítems no aplica ya que la institución no cuenta con motores, ascensores, cuarto eléctrico etc., el 58,96% restante está entre 37,07% que no cumple a causa de que la mayoría de los espacios de la institución no cuenta con una iluminación eficiente, además los tableros de distribución y el transformador no tienen sistema puesta a tierra .etc. en un porcentaje menor de 21,89% si cumple ya que los circuitos ramales cuenta con una buena protección y los conductores se encuentran dentro de los ductos como lo exigen las normas establecidas y reglamentos RETILAP y RETIE.
- Durante el desarrollo de este trabajo se aplicó lo aprendido durante el transcurso de la vida universitaria, además se adquirieron nuevos conocimientos sobre seguridad, normatividad y el uso eficiente de la energía eléctrica.
- Debido a que la institución no cumple con las normas exigidas en ley por el alto grado de deterioro en que se encuentran las instalaciones eléctricas y sistema de iluminación se hizo necesario realizar una propuesta de mejoramiento.
- En lo que respecta a las zonas húmedas como son los baños, los tomacorrientes no son GFCI, presentando así un alto riesgo para las personas y para los equipos eléctricos que se instalen en estos lugares.
- Ninguna de las áreas de la institución cumplen con los niveles de iluminación mínimos exigidos por el RETILAP, esto se debe al uso de luminarias poco eficientes como son las lámparas fluorescentes T12, otros factores que tienen impacto en la decadencia lumínica son el remplazo de algunas de estas luminarias por lámparas fluorescentes compactas y la falta de mantenimiento, ya que no han sido remplazadas las luminarias que se encuentran en mal estado.

7. RECOMENDACIONES

- Los directivos de la institución deben crear un plan de mantenimiento periódico al sistema eléctrico y de iluminación que permita el buen desempeño tanto de luminarias como de equipos instalados.
- La institución debe tener en cuenta el rediseño al sistema de iluminación propuesto en este trabajo, debido a que la totalidad de los espacios de esta no cumplen con los niveles de iluminación mínimos exigidos por el RETILAP.
- Se deben reemplazar los tomacorrientes que se encuentren deteriorados, además de instalar tomacorrientes GFCI en las zonas húmedas, ya que la institución cuenta con una buena distribución en su sistema de fuerza.
- Se deben poner a tierra todos los tableros de distribución y cajas metálicas existentes.
- Se deben rotular los conductores de los diferentes circuitos existentes en la institución para cumplir con el RETIE, ya que no existe código de colores en este sistema eléctrico que permita identificar cada uno de los circuitos.
- Se deben identificar cada uno de los circuitos en los tableros de distribución para facilitar el reconocimiento ante un eventual mantenimiento.
- Se debe verificar la existencia de un sistema de puesta a tierra que permita conducir las corrientes no deseadas directamente a tierra, sin provocar daños a las personas y a los equipos instalados.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO (NTC2050). Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC). Primera actualización del 25 noviembre del 1998.
- [2] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Resolución No.90708 de agosto 30 de 2013.
- [3] COLOMBIA.MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP. Resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010.
- [4] <http://www.electropar.com.py/pdf/iluminacion/Tipos%20de%20Lamparas.pdf>
- [5] PROPIA, Artist, *FOTOGRAFIAS PROPIAS*. [Art]. UTP, 2015.
- [6] <http://electricaplicada.com/retilap/2015/05/11/seccion-200-200-1-200-2-200-3-requisitos-generales-de-un-sistema-de-iluminacion/>.
- [7]https://www.testo.es/es/home/productos/confort_y_calidad_del_aire_interior/luz/luz.jsp