

INSPECCIÓN LUMÍNICA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA
DE LA PRESENTACIÓN SEDE PRIMARIA CON BASE EN EL RETILAP

JAIVER DAVID LONDOÑO TABARES
JOHNNY MAURICIO VALDES TABARES

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

INSPECCIÓN LUMÍNICA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA
DE LA PRESENTACIÓN SEDE PRIMARIA CON BASE EN EL RETILAP

JAIVER DAVID LONDOÑO TABARES
JOHNNY MAURICIO VALDES TABARES

Trabajo de grado
Para optar al título de
Tecnólogo en Electricidad

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

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

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del decano

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado primero que todo a dios por darme la fuerza y sabiduría durante todo este trayecto. A mi madre Dolly Patricia por su apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi abuela Blanca por estar a mi lado apoyándome y aconsejándome. A mi hermano Sebastián y a mi novia Mónica por estar siempre presentes y acompañándome. A mis amigos que de una u otra manera me han llenado de sabiduría para terminar la tesis.

JOHNNY MAURICIO VALDES TABARES

Dedico este trabajo de grado a Dios, quien inspiro mi espíritu y sabiduría para concluirlo. A mi madre Luz Marina, por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos, a más de haberme enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento; además porque me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio. A mi hijo Matias Londoño quien encarna hoy mis más profundos afectos del corazón y quien ha sido motivo a la hora de culminar esta etapa de mi vida. A mis hermanas Sandra y Leidy por su incondicionalidad, consejos y oraciones.

JAIVER DAVID LONDOÑO

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada a DIOS por estar con nosotros en cada paso que dimos. A nuestro director Santiago Gómez Estrada por brindarnos la ayuda necesaria para hacer posible este trabajo de grado. A nuestros compañeros de clases quienes nos acompañaron en esta trayectoria de aprendizaje y conocimientos. En general quisiéramos agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido con nosotros la realización de este proyecto de grado, que no necesito nombrar porque tanto ellas como y nosotros sabemos les agradecemos el habernos brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo pero sobre todo cariño y amistad.

GLOSARIO

AREA DE TRABAJO es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

BOMBILLA O LÁMPARA término genérico para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre.

CAMPO VISUAL lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos.

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU Ó K) relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria.

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

EFICACIA LUMINOSA DE UNA FUENTE relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma.

FACTOR DE MANTENIMIENTO (FM) factor usado en el cálculo de la luminancia e iluminancia después de un período dado y en circunstancias establecidas.

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE LA LUMINARIA (K) relación entre el flujo luminoso que llega a la calzada (flujo útil) y el flujo total emitido por la luminaria.

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

FUENTE LUMINOSA dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

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

ILUMINANCIA PROMEDIO HORIZONTAL MANTENIDA (EPROM) valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada

ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR) es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una

instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) N° 117.

INSPECCION 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.

LÚMEN (lm) unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI).

LUMINANCIA (L) en un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada.

LUMINARIA aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas.

LUX (lx) unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lúmen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN MANTENIDOS son los niveles de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en un local o en una vía.

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.

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

RETIE O Retie acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN VEEI valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m^2) por cada 100 luxes.

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN.....	14
INTRODUCCION.....	15
OBJETIVOS.....	16
1. CONCEPTOS BASICOS.....	17
1.1 ILUMINACIÓN.....	17
1.1.1 Sistema de Iluminación.....	17
1.1.2 Iluminación Eficiente.....	17
1.2 FUENTES LUMINOSAS ELECTRICAS.....	18
1.2.1 Lámpara o bombilla.....	18
1.2.2 Evolución de las lámparas eléctricas.....	19
1.2.3 Lámparas incandescentes.....	19
1.2.3.1 Tipos de lámparas incandescentes.....	19
1.2.4 Lámparas de descarga.....	20
1.2.4.1 Tipos de lámparas de descarga.....	20
1.2.5 Lámparas fluorescentes.....	21
1.2.6 Lámparas de vapor de mercurio de alta presión.....	21
1.2.7 Lámparas de luz de mezcla.....	22
1.2.8 Lámparas con halogenuros metálicos.....	22
1.2.9 Lámparas de vapor de sodio a baja presión.....	23
1.2.10 Lámparas de vapor de sodio a alta presión.....	23
1.2.11 LEDs de luz blanca.....	24
1.3 GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN.....	24
1.3.1.1 Sector residencial.....	25
1.3.1.2 Sector comercial e industrial.....	25
1.3.1.3 Iluminación exterior y público.....	26
1.4 DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR.....	26
1.4.1 Niveles de iluminación o iluminancias.....	26
1.4.2 Aprovechamiento de la luz natural.....	27
1.4.3 Elección de las luminarias y lámparas.....	29
1.4.4 Coeficiente de utilización.....	29
1.4.5 Control del deslumbramiento.....	29
1.5 ALUMBRADO EN LAS ÁREAS DE TRABAJO.....	30
1.5.1 Alumbrado de oficinas.....	30
1.5.2 Alumbrado en aulas de clase.....	30
1.6 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.....	31
1.7 TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN.....	33
1.7.1 Configuraciones para los puntos de medición.....	33

1.7.1.1	Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.....	33
1.7.1.3	Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.....	35
1.8	EQUIPOS DE MEDICION	36
1.9	FORMATOS	37
1.10	USO DE SOFTWARE PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN..	41
2.	DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR	42
2.1	LÁMPARAS FLUORECENTES COMPACTAS	42
2.2	LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES	43
2.3	BALASTOS.....	45
2.4	MANTENIMIENTO.....	46
3.	REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	48
3.1	Salón de clase 1	48
3.2	Salón de clase 2	48
3.3	Salón de clase 3	49
3.4	Salón de clase 5	49
3.5	Sala de profesores.....	50
3.6	Salón de clases 7	50
3.7	Baños	51
3.8	Sala de sistemas	51
3.9	Salón de clases 8	52
3.10	Salón de clases 9	52
3.11	Salón de clases 10	53
3.12	Salón de clases 11	53
3.13	Salón de clases 12	54
3.14	Salón de clases 13	54
3.15	Pasillo 1	55
3.16	Pasillo 2	55
4.	RESULTADOS	56
4.1	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS LUGARES DE TRABAJO	59
5.	CONCLUSIONES.....	62
6.	RECOMENDACIONES	64
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	65
8.	ANEXOS	66

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Lámpara de descarga	20
Figura 2 Lámpara fluorescente 2	21
Figura 3. Lámpara de vapor de mercurio.....	21
Figura 4. Lámpara de luz de mezcla.....	22
Figura 5. Lámpara de halogenuros metálicos.....	22
Figura 6. Lámpara de vapor de sodio a baja presión.....	23
Figura 7. Lámpara de vapor de sodio a alta presión.....	24
Figura 8. Iluminación aulas de clase.....	31
Figura 9. Alumbrado adicional sobre el tablero.....	31
Figura 10. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas	33
Figura 11. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria.....	35
Figura 12. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.....	35
Figura 13. Salón 10.....	42
Figura 14. Salón 11.....	42
Figura 15. Marcación de lámparas fluorescentes compactas.....	43
Figura 16. Lámpara tipo T12.....	44
Figura 17. Marcación lámpara tipo T12 SYLVANIA	45
Figura 18. Marcación lámpara tipo T12 PHILIPS.....	45
Figura 19. Balasto.....	46
Figura 20. Luminaria con tubo dañado	46
Figura 21. Luminaria con tubo faltante.....	47
Figura 22. Plano eléctrico y arquitectónico actual.....	47
Figura 23. Vista del diseño de salón 1.....	48
Figura 24. Vista del diseño de salón 2.....	48
Figura 25. Vista del diseño de salón 3.....	49
Figura 26. Vista del diseño de salón 5.....	49
Figura 27. Vista del diseño de la sala de profesores	50
Figura 28. Vista del diseño del salón 7	50
Figura 29. Vista de diseño del baño.....	51
Figura 30. Vista del diseño de la sala de sistemas	51
Figura 31. Vista del diseño del salón 8	52
Figura 32. Vista del diseño del salón 9	52
Figura 33. Vista del diseño del salón 10	53
Figura 34. Vista del diseño del salón 11	53
Figura 35. Vista del diseño del salón 12	54
Figura 36. Vista del diseño del salón 13	54

Figura 37. Vista del diseño del pasillo 155
Figura 38. Vista del diseño del pasillo 2.....55
Figura 39. Iluminancia promedio de los salones57
Figura 40. Valor de Eficiencia Energética de los salones58
Figura 41. Valor de UGR de cada área.....59

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Índice UGR máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades	27
Tabla 2. Ángulos mínimos de apantallamiento para luminancias de fuentes especificadas	30
Tabla 3. Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI). Tomada y adoptada de la Tabla 440.1 del RETILAP	32
Tabla 4. Formato 1 inspección general del área o puesto de trabajo. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	37
Tabla 5. Formato 2 medidas de iluminancia general. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP.	38
Tabla 6. Formato 3 medidas de iluminancia en los puestos de trabajo. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	39
Tabla 7. Formato 4 especificaciones de la instalación alumbrado. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP	40
Tabla 8. Especificaciones de lámparas fluorescentes compactas con balastro incorporado. Tomadas y adoptadas de la Tabla 310.5.1 b del RETILAP	43
Tabla 9. Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12. Tomada y adoptada de la Tabla 310.3.1b del RETILAP	44
Tabla 10. Resultados del salón 1	48
Tabla 11. Resultados salón 2	49
Tabla 12. Resultados salón 3	49
Tabla 13. Resultados salón 5	50
Tabla 14. Resultado sala de profesores	50
Tabla 15. Resultados salón 7	51
Tabla 16. Resultados de los baños	51
Tabla 17. Resultado da la sala de sistemas	52
Tabla 18. Resultados salón 8	52
Tabla 19. Resultados del salón 9	53
Tabla 20. Resultados salón 10	53
Tabla 21. Resultados salón 11	54
Tabla 22. Resultados salón 12	54
Tabla 23. Resultados salón 13	55
Tabla 24. Resultaos pasillos 1.	55
Tabla 25. Resultados pasillo 2	55
Tabla 26. Características y resultados de las mediciones obtenidas en la institución educativa Nuestra Señora la Presentación Sede Primaria.	56
Tabla 27. Valor de eficiencia energética	57
Tabla 28.comparacion índice UGR	58

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. SALON 1	66
ANEXO B. SALON 2.....	69
ANEXO C. SALON 3.....	72
ANEXO D. SALON 4.....	75
ANEXO E. SALON 5.....	78
ANEXO F. SALA DE PROFESORES	81
ANEXO G. SALON 7	84
ANEXO H. BAÑOS	87
ANEXO I. SISTEMAS	90
ANEXO J. SALON 8	93
ANEXO K. SALON 9.....	96
ANEXO L. SALON 10	99
ANEXO M. SALON 11	102
ANEXO N. SALON 12.....	105
ANEXO O. PASILLO 1.....	111
ANEXO P. PASILLO 2	114

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal realizar la inspección de la instalación eléctrica de iluminación de la Institución Educativa Nuestra Señora de la Presentación Sede Primaria, en el municipio de la Virginia, con el fin de detectar las posibles anomalías que existan en la instalación eléctrica, y que puedan poner en riesgo la salud de profesores y estudiantes que allí realizan sus actividades de aprendizaje o enseñanza, además de realizar la medición de los niveles de iluminación de cada una de sus diferentes áreas, de tal modo que se pueda determinar si los niveles de iluminación se encuentran en el rango requerido para llevar a cabo las actividades sin que se afecte el rendimiento de los estudiantes o el normal desempeño de las personas que allí trabajan.

En el desarrollo de la inspección lumínica se tendrá en cuenta lo exigido en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP, ya que se hace obligatoria la inspección de toda instalación eléctrica y lumínica para verificar que estas cumplan debidamente con dicho reglamento y verificar cuales son las fallas del sistema que no garantizan los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual.

Con esta inspección, se pudo observar de qué manera fueron realizadas todas las instalaciones eléctricas de iluminación y se rediseñaron cada una de las zonas inspeccionadas donde se encontraron deficiencias siguiendo los criterios establecidos en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP, la herramienta utilizada para este trabajo fue el DIALux.

Palabras claves: DIALux, Eficiencia energética, Formato de inspección, Iluminación, Inspección lumínica, iluminación interior, Eprom, luxómetro, Luminaria, RETIE, RETILAP, VEEI.

INTRODUCCION

En la actualidad, las personas permanecen gran parte del día al interior de edificaciones, ya que la gran mayoría de las actividades diarias como las académicas, laborales, familiares o de ocio se desarrollan en recintos cerrados. El empleo de la vista requiere de niveles de iluminación óptimos, para un buen desempeño laboral y académico, ya que se ha comprobado que un buen sistema iluminación evita un esfuerzo visual y aumenta los niveles de productividad de las personas.

Un mal diseño del sistema lumínico puede provocar lesiones físicas por la ausencia o exceso de luz, como: fatiga ocular, reducción de la capacidad visual, disminución de la agudeza visual, y la adopción de posturas inadecuadas desde el punto de vista ergonómico. En contraste, la correcta construcción de un sistema de iluminación, puede mejorar el rendimiento laboral y educacional significativamente.

En nuestro país existen reglamentos como lo son el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) y el RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) los cuales establecen medidas que garantizan la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

Por lo anterior, el desarrollo de este trabajo se hace pertinente dado que busca hacer una inspección lumínica de la Institución Educativa Nuestra Señora la Presentación Sede Primaria, ya que fue construido antes de la fecha de expedición del RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público), puede presentar deficiencias en el diseño del sistema de iluminación y ser un problema latente para las personas que utilizan o se encuentran presentes en las instalaciones. El alcance del trabajo incluye una propuesta para el rediseño de la instalación eléctrica de iluminación, que garantice el cumplimiento de los lineamientos del dictamen de inspección y verificación de iluminación interior según el RETILAP.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la inspección lumínica de la Institución Educativa Nuestra Señora de la Presentación Sede Primaria, con base en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la inspección de la iluminación interior según el RETILAP.
- Elaborar los planos lumínicos de la Institución Educativa Nuestra Señora de la Presentación Sede Primaria
- Realizar un rediseño de la iluminación interior con el paquete computacional DIALUX.

1. CONCEPTOS BASICOS

1.1 ILUMINACIÓN

El interés por la iluminación natural ha aumentado recientemente y no se debe tanto a la calidad de este tipo de iluminación como al bienestar que proporciona. Pero como el nivel de iluminación de las fuentes naturales no es uniforme, se necesita un sistema de iluminación artificial. Los seres humanos poseemos una capacidad extraordinaria para adaptarse a su ambiente y a su entorno inmediato. De todos los tipos de energía que pueden utilizar los humanos, la luz es la más importante, ya que es un elemento esencial de nuestra capacidad de ver y necesaria para apreciar la forma, el color y la perspectiva de los objetos que nos rodean en nuestra vida diaria.

El correcto diseño de un sistema de iluminación debe ofrecer las condiciones óptimas para el confort visual. Para conseguir este objetivo, debe establecerse una primera línea de colaboración entre arquitectos, diseñadores de iluminación y los responsables de higiene en el trabajo, que debe ser anterior al inicio del proyecto, con el fin de evitar errores que pueda ser difícil corregir una vez terminado. Entre los aspectos más importantes que es preciso tener en cuenta cabe citar el tipo de lámpara y el sistema de alumbrado que se va a instalar, la distribución de la luminancia, la eficiencia de la iluminación y la composición espectral de la luz.

1.1.1 Sistema de Iluminación

Un sistema de iluminación es aquel que está conformado por elementos lumínicos que deben garantizar que la iluminación sea factor de seguridad, productividad, rendimiento en el trabajo, mejora del confort visual; garantizando el cumplimiento de los valores mínimos promedio mantenidos de iluminancia de acuerdo con el uso, el área o espacio a iluminar que tenga la edificación objeto de la instalación. Se considera como instalaciones de iluminación los circuitos eléctricos de alimentación, las fuentes luminosas, las luminarias y los dispositivos de control, soporte y fijación que se utilicen exclusivamente para la iluminación interior y exterior de bienes de uso público y privado.

Teniendo en cuenta ese nuevo enfoque, se puede decir que un sistema de iluminación eficiente satisface las necesidades, crea un ambiente saludable, seguro y confortable, emplea apropiadamente los recursos tecnológicos (fuentes luminosas, luminarias, etc.), hace un uso racional de la energía para contribuir a minimizar el impacto ecológico y ambiental.

1.1.2 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.

Los sistemas de iluminación objeto del presente reglamento, deben ser eficientes y por tanto deben contemplar el uso racional y eficiente de energía, entre otros requisitos deben observarse los siguientes:

- a) Usar al máximo posible la luz natural.
- b) En todo diseño se deben buscar obtener las mejores condiciones de iluminación usando fuentes luminosas de la mayor eficacia disponible, conjuntos eléctricos de alta eficiencia y luminarias con la fotometría más favorable en términos de factor de utilización.

1.2 FUENTES LUMINOSAS ELECTRICAS

El uso de la fuente más apropiada para satisfacer los requerimientos de iluminación con la mayor eficacia lumínica posible, es la base de un buen proyecto de iluminación.

Las fuentes luminosas deben cumplir los requisitos establecidos en el reglamento RETILAP, demostrándolo mediante un certificado de conformidad de producto expedido por un organismo acreditado. Se exceptúan del cumplimiento de los requisitos fotométricos y de eficacias aquí establecidas las fuentes luminosas con acabado o colores para uso exclusivo decorativo, las cuales no se podrán utilizar en iluminación general y en la demostración de la conformidad con el presente reglamento se podrá aceptar la declaración del proveedor. (1)

1.2.1 Lámpara o bombilla

Convertidor de energía, cuya función principal es transformar la energía eléctrica en luz. Actualmente en el mercado existe una gran variedad de lámparas, con diferentes características y funcionamientos, contando con diferentes parámetros para establecer las características de la misma. (2)

- Lumen (lm)
- Rendimiento de color (IRC)
- Vida útil
- Eficiencia o rendimiento luminoso

1.2.2 Evolución de las lámparas eléctricas

Aunque el progreso tecnológico ha permitido producir diferentes tipos de lámparas, los principales factores que han influido en su desarrollo han sido fuerzas externas al mercado. Pero, sin duda alguna, fue la generación y distribución de electricidad a gran escala la que determinó el crecimiento del mercado. Después de la segunda Guerra Mundial la lámpara fluorescente se convirtió en la fuente de luz dominante y años más tarde, en la década de los 70, se perfeccionó su diseño para reducir el consumo eléctrico sin perder la calidad de luz que producían. (2)

1.2.3 Lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes están formadas por un hilo de tungsteno (Wolframio) que se calienta por efecto Joule consiguiendo temperaturas tan elevadas que empiezan a emitir luz visible. Para evitar que el filamento se queme (en contacto con el aire que lo oxidaría) se envuelve en una botella de cristal que se llena con un gas para evitar la evaporación del filamento y dejar el globo negro. En general, el rendimiento de este tipo de lámpara es bajo porque la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor. (2)

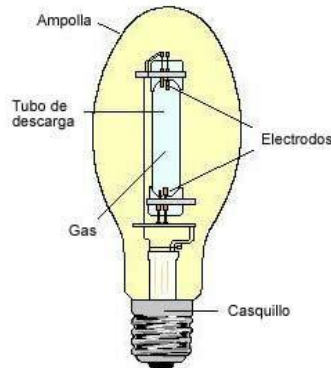
1.2.3.1 Tipos de lámparas incandescentes

- **Lámparas no halógenas:** dentro este grupo encontramos las lámparas a las que se ha realizado el vacío en la botella o las que contienen un gas. Estas lámparas tienen una duración normalizada de 1 000 horas, un rendimiento realmente bajo entre 12 y 18 lm/W (únicamente convierten en luz aproximadamente un 15% de la electricidad consumida) y un IRC cercano al 100%. En la actualidad, las lámparas de vacío prácticamente no se utilizan. Con el paso del tiempo se puede producir el ennegrecimiento de la botella a causa de la evaporación de las partículas del tungsteno que forman el filamento. (2)
- **Lámparas halógenas:** contienen una pequeña cantidad de gas (CH_2Br_2), que crea un ciclo de regeneración del alógeno que evita el ennegrecimiento. El funcionamiento de estas lámparas necesita temperaturas muy elevadas para que se pueda producir el ciclo del halógeno. Por eso, son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y las botellas se fabrican con un cristal de cuarzo que resiste mejor las temperaturas elevadas. Tienen una duración de 1 500 horas, un rendimiento aproximado de 20 lm/W y un IRC también muy cercano al 100%. (2)

1.2.4 Lámparas de descarga

Estas son una forma alternativa de producir luz de un modo más eficiente y económico que las lámparas incandescentes. En este caso la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno de gas, existiendo entre los electrodos una diferencia de potencial que provoca las descargas eléctricas necesarias para conseguir luz. Para que estas lámparas funcionen correctamente es necesario, en la mayoría de los casos, la presencia de unos elementos exteriores. Los cebadores son dispositivos que suministran un poco de tensión entre los electrodos del tubo, necesarios para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica. Hay otros dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara y de este modo evitar un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara, En la siguiente figura se muestra un ejemplo de una lámpara de descarga. (2)

Figura 1 Lámpara de descarga



Tomado de fuente (2)

1.2.4.1 Tipos de lámparas de descarga

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado o la presión del gas. Las propiedades varían mucho una de las otras, por eso, cada una de ellas tiene una aplicación concreta. (2)

Lámparas de vapor de mercurio:

- a) Baja presión: Lámparas fluorescentes.
- b) Alta presión: Lámparas de vapor de mercurio de alta presión, lámparas de luz de mezcla y lámparas con halogenuros metálicos.

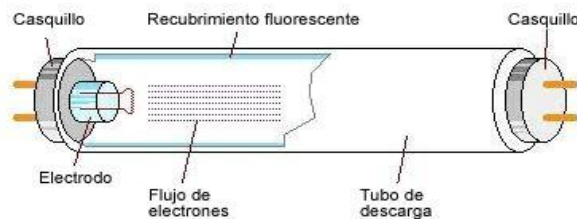
Lámparas de vapor de sodio:

- a) Lámparas de vapor de sodio a baja presión.
- b) Lámparas de vapor de sodio a alta presión.

1.2.5 Lámparas fluorescentes

Estas no cuentan con botella exterior, se encuentran constituidas por un tubo cilíndrico cerrado en cada uno de sus extremos donde se sitúan los electrodos. El tubo de descarga está lleno de vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de gas que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de los electrodos. El tiempo de vida útil de estas lámparas se sitúa entre 5 000 y 10 000 horas. El rendimiento en color de estas lámparas es aproximadamente del 70%. Hace poco tiempo aparecieron las lámparas fluorescentes compactas que llevan incorporados los elementos auxiliares para facilitar el encendido y para limitar la corriente. Son lámparas pequeñas, pensadas para sustituir las lámparas incandescentes con un ahorro energético que puede llegar al 70% y con muy buenas prestaciones (entre los 70 lm/W y un IRC que puede llegar al 90%). En la siguiente figura se muestra un esquema de cómo está compuesta la lámpara fluorescente. (2)

Figura 2 Lámpara fluorescente 2

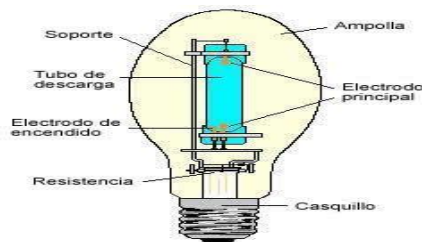


Tomado de la fuente (2)

1.2.6 Lámparas de vapor de mercurio de alta presión

Cuando se aumenta la presión de mercurio en el interior del tubo de descarga en este tipo de lámpara, la radiación ultravioleta pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible. Con estas condiciones la luz emitida es de color azul-verde. Para solucionar este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes para mejorar las características cromáticas de la lámpara. La vida útil de este tipo de lámparas es de unas 8 000 horas. En la siguiente figura se muestra de que está compuesta la lámpara de vapor de mercurio (2)

Figura 3. Lámpara de vapor de mercurio.

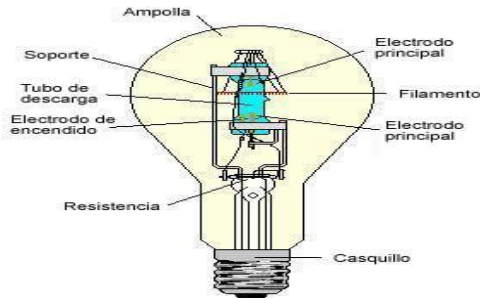


Tomado de la fuente (2)

1.2.7 Lámparas de luz de mezcla

Son una mezcla de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y, habitualmente, tienen un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla genera una buena reproducción del color. Su duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la causa principal de fallos. Presenta una vida media de alrededor de las 6 000 horas. En la siguiente figura se muestra de que está compuesta la lámpara de luz de mezcla. (2)

Figura 4. Lámpara de luz de mezcla.

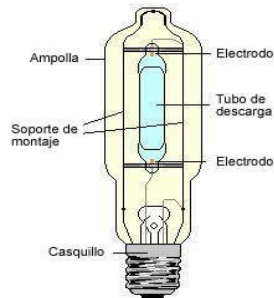


Tomado de la fuente (2)

1.2.8 Lámparas con halogenuros metálicos

Añadiendo a los tubos de descarga yoduros metálicos se consigue una mejor capacidad para reproducir los colores de las lámparas de vapor de mercurio. La vida media de estas lámparas es aproximada a las 10 000 horas. Necesitan 10 minutos para encenderse, que es el tiempo necesario para que se establezca la descarga. Por su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido ya que las tensiones que necesitan al inicio son muy elevadas. Sus buenas características cromáticas las hacen adecuadas para la iluminación de las instalaciones deportivas, para retransmisiones de TV, estudios de cine, etc, en la siguiente figura se muestra de que está compuesta una lámpara con halogenuros metálicos. (2)

Figura 5. Lámpara de halogenuros metálicos.



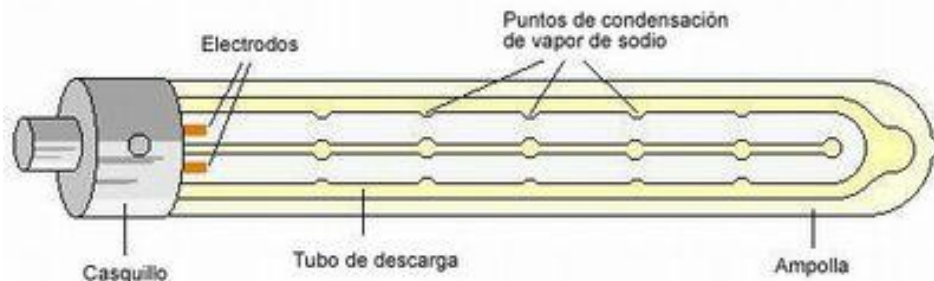
Tomado de la fuente (2)

1.2.9 Lámparas de vapor de sodio a baja presión

La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica. El tubo de descarga de este tipo de lámpara se presenta en forma de U para poder así reducir las pérdidas de calor y el tamaño de la lámpara. Los tubos se fabrican con materiales muy resistentes, ya que el sodio es muy corrosivo y se cierra en una botella en la que se ha realizado el vacío para aumentar el aislamiento térmico.

Este tipo de lámparas ofrecen comodidad visual y una buena percepción de los contrastes, sin embargo, el hecho de que sean monocromáticas hace que la reproducción de los colores sea mala. La vida media de estas lámparas es muy larga, sobre 15 000 horas y su vida útil es de entre 6 000 y 8 000 horas. Se acostumbra a utilizar para el alumbrado público, pero también con finalidades decorativas, en la siguiente figura se muestra de que está compuesta una lámpara de vapor de sodio a baja presión. (2)

Figura 6. Lámpara de vapor de sodio a baja presión.

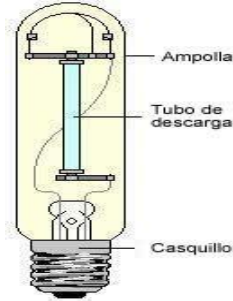


Tomado de la fuente (2)

1.2.10 Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Generan una luz blanca dorada mucho más agradable que la que proporcionan las lámparas de baja presión y tienen mejor capacidad para reproducir los colores. La vida media de estas lámparas es de 20 000 horas y su vida útil está entre 8.000 y 12 000 horas. Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes ya que necesitan de otras temperaturas. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio para amortiguar la descarga que sirve para facilitar el encendido de la lámpara y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está dentro de una botella donde se ha hecho el vacío. Este tipo de lámparas tienen muchas aplicaciones, tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Se acostumbran a utilizar en la iluminación de naves industriales, en el alumbrado público o en la iluminación decorativa, en la siguiente figura se muestra de que está compuesta una lámpara de vapor de sodio a alta presión. (2)

Figura 7. Lámpara de vapor de sodio a alta presión.



Tomado de la fuente (2)

1.2.11 LEDs de luz blanca

Las bombillas de LEDs de luz blanca se establecen como uno de los progresos más novedosos en el ámbito de la iluminación. Estas se encuentran bien posicionadas para poder sustituir a las bombillas actuales. Estas son un dispositivo semiconductor que emite luz cuando se polariza y es atravesado por la corriente eléctrica.

El uso de lámparas basadas en la tecnología LED se está incrementando de una forma notable últimamente, ya que tiene una vida útil más prolongada que cualquier otro tipo de lámpara, una menor fragilidad y un mayor aprovechamiento de la energía. (2)

1.3 GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN

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

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

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

- a. Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
- b. Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
- c. Las condiciones de reflexión de las superficies.
- d. Los niveles de iluminancia e uniformidad requeridas.
- e. La disponibilidad de la iluminación natural.
- f. El control del deslumbramiento.
- g. Los requerimientos especiales en las propiedades de las luminarias, por el

tipo de aplicación.

h. Propiedades de las fuentes y luminarias, tales como:

- El índice de reproducción del color, lo natural que parecen los objetos bajo la luz.
- La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.
- El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria (3)

Todos los proyectos de iluminación y alumbrado público deben incorporar y aplicar conceptos de uso racional y eficiente de energía. A continuación se da una serie de buenas prácticas para conseguir una iluminación eficiente, haciendo uso racional de la energía:

1.3.1.1 Sector residencial.

Para el sector residencial es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para garantizar una iluminación eficiente:

- a. Aprovechar al máximo la luz natural.
- b. Usar Colores claros en paredes y techos permite aprovechar al máximo la luz natural y reducir el nivel de iluminación artificial.
- c. No dejar encendidas fuentes luminosas que no se estén utilizando.
- d. Limpiar periódicamente las bombillas y luminarias permite aumentar la luminosidad sin aumentar la potencia.
- e. Adaptar la iluminación a las necesidades, prefiriendo la iluminación localizada, además de ahorrar energía permite conseguir ambientes más confortables.
- f. Colocar reguladores de intensidad luminosa de tipo electrónico.
- g. Colocar detectores de presencia o interruptores temporizados en zonas comunes (vestíbulos, garajes, etc.), de forma que las fuentes luminosas se apaguen y enciendan automáticamente. (1)

1.3.1.2 Sector comercial e industrial.

Para el sector comercial e industrial es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para garantizar una iluminación eficiente:

- a. Aprovechar al máximo la luz natural mediante la instalación de foto sensores que regulen la iluminación artificial en función de la cantidad de luz natural, o independizando los circuitos de las lámparas próximas a las ventanas o claraboyas.
- b. Establecer circuitos independientes de iluminación para zonificar la instalación en función de sus usos y diferentes horarios.
- c. Usar sistemas de control centralizado en grandes instalaciones permiten ahorrar energía mediante la adecuada gestión de la energía demandada y

consumida, además de efectuar un registro y control sobre los eventos que afectan la calidad del servicio.

- d. Instalar detectores de presencia temporizados en los lugares menos frecuentados (pasillos, servicios, almacenes, etc.).
- e. Instalar controles de iluminación automáticos que apaguen o enciendan las luces en determinados horarios, son una fuente de ahorro importante.
- f. Elegir siempre las fuentes de luz con mayor eficacia energética en función de las necesidades de iluminación.
- g. Emplear balastos electrónicos, ahorran energía, alargan la vida de las bombillas y consiguen una iluminación más agradable y confortable.
- h. Realizar un mantenimiento programado de la instalación, limpiando fuentes de luz y luminarias y reemplazando las bombillas en función de la vida útil indicada por los fabricantes. (1)

1.3.1.3 Iluminación exterior y público.

Para la iluminación exterior e interior es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para garantizar una iluminación eficiente:

- a. Utilice luminarias para alumbrado público con fotometrías que le permitan hacer diseños con la mayor interdistancia y menor altura de montaje.
- b. Instale luminarias con el más bajo flujo hemisférico superior (FHS) posible.
- c. Elija conjuntos ópticos con el mejor factor de utilización y la mejor oficina de bombilla. (1)

1.4 DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR

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

- a) El nivel de iluminación adecuado a las características de los locales por iluminar y las actividades que se desarrollen.
- b) Una distribución apropiada de la luz.

1.4.1 Niveles de iluminación o iluminancias

En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia establecidos en la Tabla 440.1, del RETILAP adaptados de la norma ISO 8995 "*Principles of visual ergonomics -- The lighting of indoor work systems*".

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

En cualquier momento durante la vida útil del proyecto la medición de iluminancia promedio no podrá ser superior al valor máximo, ni inferior al valor mínimo establecido en la Tabla 440.1 del RETILAP.

A continuación se muestra parte de esta tabla, para algunas áreas y actividades relacionadas con este proyecto. En esta misma se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR) (1).

Tabla 1. Índice UGR máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños	25	100	150	200
Almacenes, bodegas	25	100	150	200
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750
Colegios				
Salones de clase				
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				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Tomado de la referencia (1)

1.4.2 Aprovechamiento de la luz natural

Para disminuir el consumo de energías comerciales asociadas al alumbrado, en toda construcción que requiera iluminación para desarrollar cualquier tipo de actividad, se debe utilizar hasta donde sea posible la luz natural proporcionada por

la energía radiante del sol, la cual está disponible a lo largo del día en forma directa o a través de la bóveda celeste.

La fuente de luz considerada para el cálculo del aprovechamiento de la luz natural es la bóveda celeste, y en su utilización deben aplicarse los siguientes criterios:

- a) Para el aprovechamiento de la luz natural se debe disponer en lo posible de ventanales y claraboyas que además del acondicionamiento ambiental y la ventilación del local, permiten el contacto visual y físico con el exterior, lo cual contribuye al bienestar y satisfacción de los usuarios. El diseño de ventanas y aberturas como claraboyas, debe ser tenido en cuenta desde la etapa del diseño de la edificación y no dejar para que sea resuelta exclusivamente por los diseñadores de iluminación.
- b) Se debe evitar la luz directa del sol sobre los planos de trabajo, por su gran intensidad lumínica, ya que genera contrastes excesivos y causa deslumbramiento.
- c) Se debe aprovechar la luz natural mediante la difusión y reflexión de los rayos solares hacia los interiores, pues de lo contrario los ocupantes de los edificios tienden a eliminar totalmente el ingreso de luz solar y a reemplazarla por iluminación artificial.
- d) En un proyecto de iluminación, se debe conocer el potencial de luz natural, hacer una coordinación entre el alumbrado natural y artificial, seleccionar el equipamiento para el control de la iluminación artificial y natural.
- e) Se debe tener conocimiento de la disponibilidad de luz exterior, tanto en sus niveles de radiación como en sus periodos de duración, de acuerdo a las horas de los días con cielos despejados, parcialmente despejados y cielos nublados. Para lo cual deben consultar las bases de datos con los registros de luz natural en forma regular de las diferentes regiones del país que tienen diferentes entidades.
- f) En el desarrollo preliminar del diseño de la edificación, se debe procurar optimizar la orientación de las plantas de la edificación para permitir el acceso de la luz natural a la mayoría de los locales. Igualmente, en una etapa temprana de la construcción se debe considerar el diseño de los elementos que ayuden a captar, dirigir y distribuir la luz natural.
- g) En los diseños de la iluminación de interiores, las ventanas deben cumplir los siguientes objetivos:
 - Maximizar la transmisión de luz por unidad de área de vidrio en la ventana.

- Controlar la penetración de luz directa del sol sobre el plano de trabajo.
- Controlar el contraste de claridad dentro del campo visual de los ocupantes, especialmente entre las ventanas y las paredes del local.
- Minimizar el efecto de reducción del ingreso de la intensidad luminosa debido al ángulo de incidencia de la luz (efecto de reducción por coseno). Esto significa que ventanales ubicados en la parte alta de los muros producen más iluminancia que unos ventanales más bajos, aunque sean de la misma área.
- Minimizar el deslumbramiento de velo sobre los planos de trabajo, resultante de la visión directa de la fuente de luz en los ventanales superiores.
- Minimizar el calor diurno durante los días soleados, usando aleros o parasoles.

1.4.3 Elección de las luminarias y lámparas

La elección de las fuentes de luz depende en gran medida del aspecto del conjunto y la economía. En ciertas aplicaciones la gran superficie de la lámpara fluorescente es más ventajosa desde el punto de vista de bajo brillo y mínimo deslumbramiento. Por otra parte, cuando se desea un control exacto son más efectivas las fuentes más pequeñas pero de mayor brillo. (4)

1.4.4 Coeficiente de utilización

El valor del coeficiente de utilización indica, la porción del flujo luminoso suministrado por las lámparas que llega al plano de trabajo; depende del sistema de iluminación, de las características de la luminaria, del índice del local, del factor de reflexión del techo y de las paredes del local, dado en tablas de los fabricantes. (4)

1.4.5 Control del deslumbramiento

El deslumbramiento es la sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión y puede ser experimentado como deslumbramiento molesto o perturbador.

El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos).

Para controlar el deslumbramiento se debe tener en cuenta los siguientes ítems:

- a) **Apantallamiento contra el deslumbramiento:** Las fuentes luminosas pueden causar deslumbramiento en proporción a su brillo y con ello producir alteraciones en la visión de objetos.

Para evitar el deslumbramiento se deben tomar acciones como el oscurecimiento de ventanas mediante cortinas o el apantallamiento de las fuentes luminosas. Para las fuentes luminosas deben aplicarse los ángulos de apantallamiento mínimos indicados en la Tabla 2.

Tabla 2. Ángulos mínimos de apantallamiento para luminancias de fuentes especificadas

Luminancias de lámparas kcd/m ²	Angulo de apantallamiento mínimo
20 a menos de 50	15°
50 a menos de 500	20°
Igual o superior a 500	30°

Tomado de la referencia (1)

1.5 ALUMBRADO EN LAS ÁREAS DE TRABAJO

1.5.1 Alumbrado de oficinas

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

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

Para satisfacer estos requisitos, las oficinas podrán usar luminarias empotradas en el techo o adosadas a él, equipadas con lámparas fluorescentes. Las luminarias respecto al control de deslumbramiento podrán estar provistas de rejillas, difusores opales, cubiertas prismáticas o elementos especulares para que la instalación cumpla con los valores de UGR establecidos en el presente reglamento.

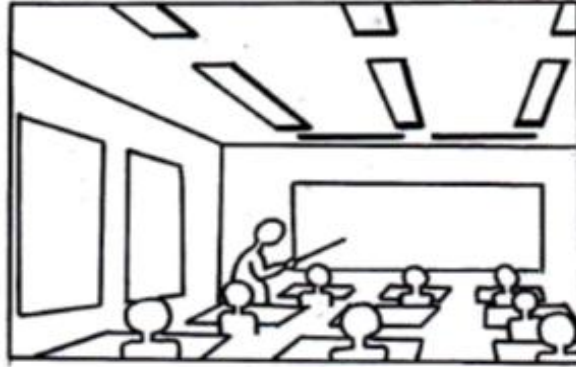
En las oficinas se podrá hacer uso de alumbrado localizado adicional para conseguir ahorro de energía, ya sea concentrando las luminarias sobre los puestos de trabajo y zonas adyacentes. En tal caso la instalación debe diseñarse para lograr la iluminancia requerida sobre los puestos de trabajo, con menores valores sobre las zonas de circulación y de descanso, siempre respetando los valores de uniformidad mínima y deslumbramiento máximo.

1.5.2 Alumbrado en aulas de clase

El alumbrado de un aula de enseñanza debe ser apropiado para actividades tales como escritura, lectura de libros y del tablero. Como estas actividades son

parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de alumbrado de éstas pueden aplicarse al de escuelas.

Figura 8. Iluminación aulas de clase.



Tomado de la referencia (1)

Figura 9. Alumbrado adicional sobre el tablero.



Tomado de la referencia (1)

1.6 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

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

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

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).

Es preciso tener presente que la eficiencia energética en su concepción más

amplia pretende mantener el servicio que presta, reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía. Es decir, se trata de reducir las pérdidas que se generan en toda transformación o proceso, incorporando mejores hábitos de uso y mejores tecnologías.

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

Tabla 3. Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI). Tomada y adoptada de la Tabla 440.1 del RETILAP

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

Tomado de la referencia (1)

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

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

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

1.7 TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN

Para mediciones de precisión el área debe ser dividida 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 de cálculo empleadas.

Las lecturas se toman mediante el sensor del luxómetro el cual 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.

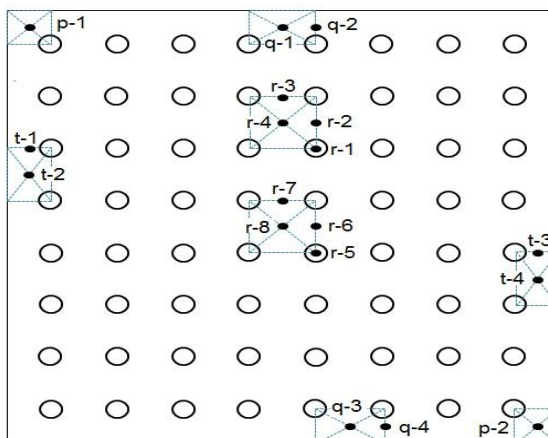
La luz día se puede excluir de las lecturas, ya sea tomándolas en la noche o mediante persianas, superficies opacas que no permiten la penetración de la luz día.

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. (5)

1.7.1 Configuraciones para los puntos de medición

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

Figura 10. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas



Tomado de la referencia (1)

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

Dónde:

E_{prom}: iluminancia promedio.

N: Número de luminarias por fila.

M: Número de filas.

- a. Se toman lecturas en los puntos 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 de la iluminancia promedio.

$$R = \frac{r1 + r2 + r3 + r4}{4} \quad (3)$$

- b. 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 de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q1 + q2 + q3 + q4}{4} \quad (4)$$

- c. 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 de la iluminancia promedio.

$$T = \frac{t1 + t2 + t3 + t4}{4} \quad (5)$$

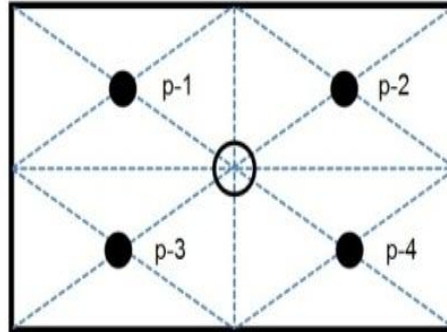
- d. Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedia las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p1 + p2}{2} \quad (6)$$

- e. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom} (Ecuación 3)

1.7.1.2 Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica

Figura 11. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria.



Tomado de la referencia (1)

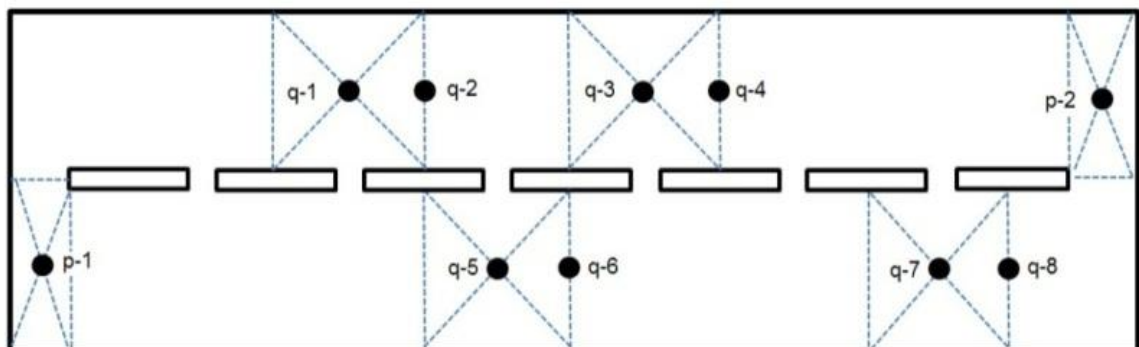
Se toman lecturas en los puntos p1, p2, p3, y p4, en las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio del área de la Figura 11

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

1.7.1.3 Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila

Para hacer medición de iluminancia promedio en una zona o área con esta disposición, el diseñador, planificador o encargado de la medida, reparte los puntos de medición con base en la Figura 18. Para hallar la Eprom, aplica la ecuación (9).

Figura 12. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.



Tomado de la referencia (1)

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

Dónde:

E_{prom}: Iluminancia promedio.

N: Número de luminarias por fila.

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

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}{4} \quad (9)$$

- b. 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 de la iluminancia promedio.

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

- c. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom} (Ecuación 9).

1.8 EQUIPOS DE MEDICION

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

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

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

Los equipos son muy sensibles a altas temperaturas y al deterioro mecánico. Regularmente la célula está protegida en su parte superior con cristal plano resistente, lo que ocasiona que la luz incidente oblicuamente no pueda medirse correctamente debido a la reflexión en el cristal. (6)

1.9 FORMATOS

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

Tabla 4. Formato 1 inspección general del área o puesto de trabajo. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP.

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 ___

Tabla 5. Formato 2 medidas de iluminancia general. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP.

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: _____

Tabla 7. Formato 4 especificaciones de la instalación alumbrado. Tomado y adoptado de la Sección 490.2 del RETILAP.

EMPRESA: _____

Área: _____

OBJETIVOS:

Nivel de iluminancia de diseño: _____ Lux

Coefficiente de uniformidad CU: _____

Otros: _____

APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL:

Iluminancia exterior producida por la luz natural. _____ Lux

Iluminancia interior producida por la luz natural. _____ Lux

Coefficiente de luz diurna (CLD): _____ %

Coefficiente mínimo promedio exigido de luz diurna: _____

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

TIPO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN NATURAL:

Instalación luz día

Techo _____ ventanas _____ ambas _____

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:

Número de luminarias:

Área de trabajo: Largo: _____ Ancho _____

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

Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo: _____

Altura de suspensión de las luminarias desde el techo: _____

Distancia entre centro de luminarias a lo Largo: _____

Distancia entre centro de luminarias a lo Ancho: _____

BOMBILLAS o LÁMPARAS:

Fabricante y referencia: _____

Tipo de bombilla: _____

Potencia de la bombilla: _____ W

Lúmenes iniciales (100 h): _____ lm

Período de reemplazo de las bombillas: _____ horas

Factor de depreciación de lúmenes de las bombillas: _____

LUMINARIA:

Fabricante y referencia. _____

Bombillas por luminaria: _____

Potencia total por luminaria. _____ W

MANTENIMIENTO:

Período limpieza de ventanas: _____ meses

Período de limpieza de techos: _____ meses

Período limpieza de luminarias: _____ meses

Período de reemplazo de las bombillas: _____ meses

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

Diseñador del sistema: _____

Fecha: _____

Responsable _____ Matrícula _____

1.10 USO DE SOFTWARE PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

El software empleado en el cálculo y diseño de sistemas de iluminación de este proyecto es el DIALux la cual cumple con los siguientes requisitos:

- a) El software debe permite ingresar la información fotométrica de las fuentes en las coordenadas establecidas en el presente reglamento.
- b) Las unidades de medida para los datos a ingresar al software y las de los resultados deben ser claramente identificables, seleccionables y visibles.
- c) El software debe permite identificar las normas internacionales o de reconocimiento internacional usadas en sus algoritmos de cálculo, tales como (CIE, IESNA., NTC, ANSI, etc).
- d) El software de diseño interior efectúa los cálculos de iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, eficiencia energética. Se podrá usar un software independiente para calcular el Coeficiente de Contribución de Luz Día - CLD a la instalación.
- e) El software permite el uso de las fotometrías reales de las fuentes y no una modelación puntual de las mismas. En el mismo sentido, y con el objeto de disponer de cálculos más exactos y precisos deberá considerar los efectos de reflexiones, las formas y tamaños de los obstáculos.

2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR

En el presente capítulo se encuentran consignados los datos generales del Colegio Nuestra Señora La Presentación Sede Primaria. De igual manera se encuentran consignados los datos específicos de cada área que se encuentra dentro de este. También se mostraran tablas y gráficos estadísticos que permiten comparar los valores simulados con los valores medidos de cada local inspeccionado.

2.1 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

En el colegio se encuentran instaladas lámparas fluorescentes compactas las cuales se aprecian en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Figura 14

Figura 13. Salón 10.



Tomado de la referencia (7)

Figura 14. Salón 11.



Tomado de la referencia (7)

Tabla 8. Especificaciones de lámparas fluorescentes compactas con balastro incorporado. Tomadas y adoptadas de la Tabla 310.5.1 b del RETILAP

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

Tomado de la referencia (1)

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

a) Marcación

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

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

Figura 15. Marcación de lámparas fluorescentes compactas.



Tomado de referencia (7)

2.2 LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES

La mayoría de los sitios del colegio se encuentran iluminados con lámparas fluorescentes tipo T12. Las cuales se encuentran en los siguientes lugares: pasillos, salones (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13), baños, sala de profesores y salas de sistemas.

Figura 16. Lámpara tipo T12.



Tomado de la referencia (7)

a) Eficacia lumínica

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12 están siendo descontinuadas y reemplazadas por lámparas tipo tubo fluorescente T8 y T5 puesto que cuentan con tecnologías más eficaces y usan menor cantidad de mercurio. Las lámparas T12 que se utilicen no podrán tener eficacias inferiores a las mostradas en la Tabla 9.

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

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

Tomado de la referencia (1)

El tipo de lámpara fluorescente T12 con que cuenta el colegio no cumplen con los valores de eficacia mínima exigidos en la tabla anterior, debido a que estas consumen una potencia de 39 W y 20 W, entregan 2600 lm, dando como resultado una eficacia luminosa de 67 lm/W, estando este valor por debajo del mínimo exigido que es 70 lm/W.

a) Vida útil

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

b) Marcación

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

- Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.

- c) Los balastos cuentan con un rotulado legible y un diagrama de conexiones tal como lo exige el RETILAP.

Figura 19. Balasto.



Tomado de la referencia (7)

El conjunto eléctrico de la luminaria incluyendo el balasto está debidamente diseñado para facilitar el montaje, inspección, limpieza, mantenimiento y reemplazo de sus elementos identificados y marcados claramente.

MANTENIMIENTO

- a) Las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazo que exige el RETILAP no se cumple en la edificación, ya que algunas de las lámparas fluorescentes se encuentran dañadas, con nivel bajo de iluminación o ausencia de uno de los tubos. Como se observa en las Figura 20 y Figura 21.

Figura 20. Luminaria con tubo dañado



Tomado de la referencia (7)

Figura 21. Luminaria con tubo faltante



Tomado de la referencia (7)

En el colegio Nuestra Señora la Presentación sede primaria. No existe un plan de mantenimiento en donde se tenga en cuenta la metodología y la periodicidad de la limpieza de las luminarias y de la zona iluminada, como lo exige la norma.

Para poder realizar la inspección en el colegio Nuestra Señora la Presentación Sede Primaria, se solicitaron los planos al rector de la institución y al director de planeación municipal pero ellos nos informaron que no tenían conocimiento de la ubicación de los mismos. Por consiguiente se optó por hacer el levantamiento de planos arquitectónicos y eléctricos, como se muestra en la Figura 22.

Figura 22. Plano eléctrico y arquitectónico actual



3. REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

En los siguientes ítems se darán a conocer el nuevo diseño de los sistemas de iluminación de cada uno de las áreas del Colegio Nuestra Señora la Presentación Sede Primaria.

3.1 Salón de clase 1

La Figura 23 muestra el rediseño del salón 1.

Figura 23. Vista del diseño de salón 1.



La Tabla 10. Resultados del salón 1. Tabla 10, muestra, los valores simulados y requeridos del salón de clase 1.

Tabla 10. Resultados del salón 1.

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	191	443	300-700	NO CUMPLE, Los datos calculados de Eprom y VEEI no cumplen con los valores máximos y mínimos establecidos por el RETILAP
VEEI (W/m ²)	5,66	2,95	4	
UGR	-----	20	19	

3.2 Salón de clase 2

La Figura 15, muestra el rediseño del salón 2.

Figura 24. Visita del diseño de salón 2.



La Tabla 11, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clase 2.

Tabla 11. Resultados salón 2.

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	148	399	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom y VEEI no cumplen con los valores máximo y mínimos establecidos por el RETILAP
VEEI (W/m ²)	6,40	2,72	4	
UGR	----	19	19	

3.3 Salón de clase 3

La Figura 25, muestra el rediseño del salón 3.

Figura 25. Vista del diseño de salón 3.



La Tabla 12. Resultados salón 3, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clase 3.

Tabla 12. Resultados salón 3

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	295,81	391	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom son menores a los establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	3,33	2,99	4	
UGR	----	20	19	

3.4 Salón de clase 5

La Figura 26, muestra el rediseño del salón 5.

Figura 26. Vista del diseño de salón 5



La Tabla 13, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clase 5.

Tabla 13. Resultados salón 5

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	223,5	359	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom son menores a los establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	1,99	3	4	
UGR	----	20	19	

3.5 Sala de profesores

La Figura 27, muestra el rediseño de la sala de profesores.

Figura 27. Vista del diseño de la sala de profesores



La Tabla 14, muestra los valores simulados y requeridos de la sala de profesores.

Tabla 14. Resultado sala de profesores

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	40,75	548	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom son menores a los establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	14,85	3,27	4	
UGR	----	16	19	

3.6 Salón de clases 7

La Figura 28, muestra el rediseño del salón 7.

Figura 28. Vista del diseño del salón 7



La Tabla 15, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clase 7.

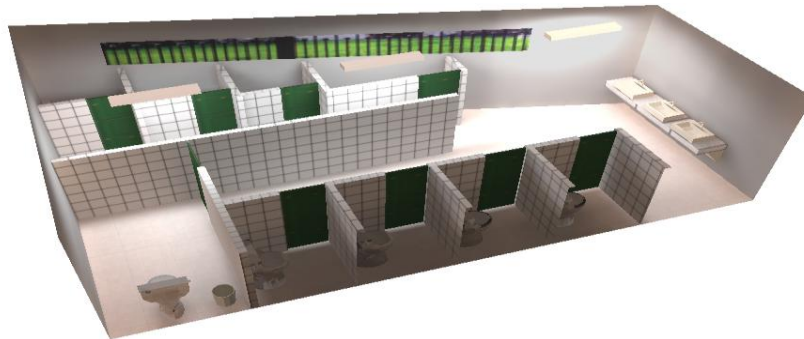
Tabla 15. Resultados salón 7

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	206,25	460	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom son menores a los establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	2,07	2,96	4	
UGR	----	20	19	

3.7 Baños

La Figura 29 muestra el rediseño de los baños.

Figura 29. Vista de diseño del baño



La Tabla 16, muestra los valores simulados y requeridos de los baños.

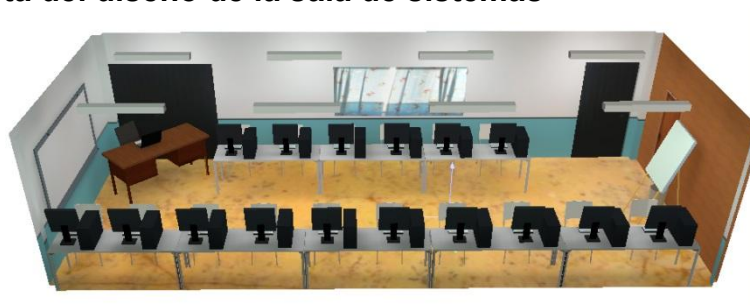
Tabla 16. Resultados de los baños

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	87	176	100-200	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom y VEEI no cumplen con los valores máximo y mínimos establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	4,40	2,68	3,5	
UGR	----	23	25	

3.8 Sala de sistemas

La Figura 30, muestra el rediseño de sala de sistemas.

Figura 30. Vista del diseño de la sala de sistemas



La Tabla 17, muestra los valores simulados y requeridos de la sala de sistemas.

Tabla 17. Resultado da la sala de sistemas

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	246,68	469	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom son menores a los establecidos por el RETILAP
VEEI (W/m ²)	3,6	3,29	4	
UGR	----	19	19	

3.9 Salón de clases 8

La Figura 31, muestra el rediseño del salón 8.

Figura 31. Vista del diseño del salón 8



La Tabla 18, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clases 8.

Tabla 18. Resultados salón 8

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	217,16	527	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom son menores a los establecidos por el RETILAP
VEEI (W/m ²)	2,76	3,24	4	
UGR	----	20	19	

3.10 Salón de clases 9

La Figura 32, se muestra el rediseño del salón 9

Figura 32. Vista del diseño del salón 9



La Tabla 19, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clases 9.

Tabla 19. Resultados del salón 9

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	80	395	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom y VEEI no cumplen con los valores máximo y mínimos establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	8,8	3,67	4	
UGR	----	20	19	

3.11 Salón de clases 10

La Figura 33, se muestra el rediseño del salón 10.

Figura 33. Vista del diseño del salón 10



La Tabla 20, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clases 10.

Tabla 20. Resultados salón 10

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	129,5	597	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom son menores a los establecidos por el RETILAP
VEEI (W/m ²)	0,85	3,35	4	
UGR	----	20	19	

3.12 Salón de clases 11

La Figura 34, muestra el rediseño del salón 11.

Figura 34. Vista del diseño del salón 11



La Tabla 21, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clases 11.

Tabla 21. Resultados salón 11

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	125,75	388	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom son menores a los establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	1,01	3,32	4	
UGR	----	20	19	

3.13 Salón de clases 12

La Figura 35, muestra el rediseño del salón 12.

Figura 35. Vista del diseño del salón 12



La Tabla 22, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clases 12.

Tabla 22. Resultados salón 12

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	107,25	411	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom y VEEI no cumplen con los valores máximo y mínimos establecidos por el RETILAP
VEEI (W/m ²)	5,40	3,36	4	
UGR	----	20	19	

3.14 Salón de clases 13

La Figura 36, se muestra el rediseño del salón 13.

Figura 36. Vista del diseño del salón 13



La Tabla 23, muestra los valores simulados y requeridos del salón de clases 13.

Tabla 23. Resultados salón 13

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	271	441	300-700	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom son menores a los establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	1,89	3,60	4	
UGR	----	20	19	

3.15 Pasillo 1

La Figura 37, se muestra el rediseño del pasillo 1.

Figura 37. Vista del diseño del pasillo 1



La Tabla 24, muestra los valores simulados y requeridos del pasillo 1.

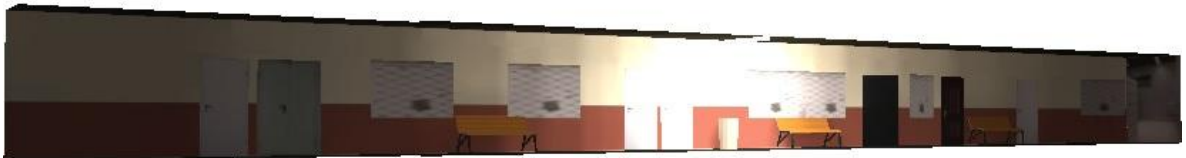
Tabla 24. Resultados pasillos 1.

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	12,33	97	50-150	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom y VEEI no cumplen con los valores máximo y mínimos establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	19,15	2,14	4,5	
UGR	----	22	28	

3.16 Pasillo 2

La Figura 38, se muestra el rediseño del pasillo 2.

Figura 38. Vista del diseño del pasillo 2



La Tabla 25, muestra los valores simulados y requeridos del pasillo 2.

Tabla 25. Resultados pasillo 2

DATOS	CALCULADO	SIMULADO	REQUERIDO (RETILAP)	OBSERVACIONES
Eprom (lux)	16,33	73	50-150	NO CUMPLE Los datos calculados de Eprom y VEEI no cumplen con los valores máximo y mínimos establecidos por el RETILAP.
VEEI (W/m ²)	11,14	2,17	4,5	
UGR	----	24	28	

4. RESULTADOS

En la tabla 26, se muestra el resumen de la información obtenida las cuales fueron extraídas de los anexos los cuales contienen los formatos de iluminancia, e inspección general del área obtenida por el luxómetro, también las dimensiones de cada salón de clases y baños, número de puntos medidos en cada puesto de trabajo, tipo de lámpara y observaciones.

Tabla 26. Características y resultados de las mediciones obtenidas en la institución educativa Nuestra Señora la Presentación Sede Primaria.

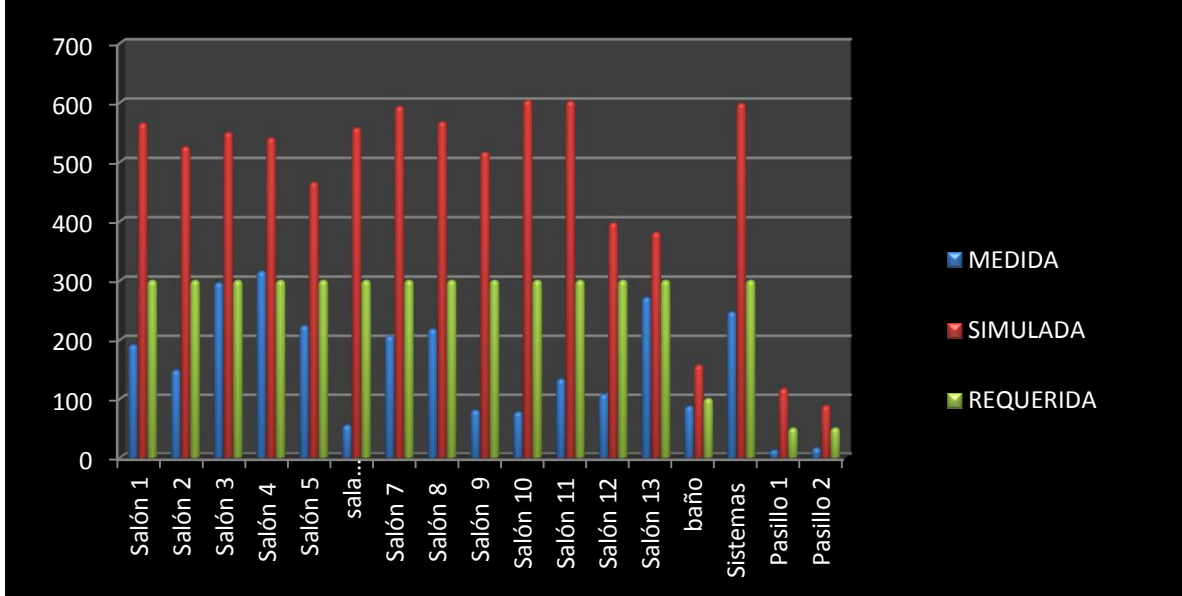
Sitios	Iluminancia promedio (lx)	Ancho (m)	Largo (m)	Número de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de lámpara	Luminarias Malas
SALÓN 1	191	4,5	7,9	6	4	T12	0
SALÓN 2	148	5,2	7,9	14	4	T12	2
SALÓN 3	295,81	4,9	7,9	14	4	T12	1
SALÓN 4	315,25	4,5	7,9	4	2	T12	0
SALÓN 5	223,5	4,4	6,3	4	2	T12	0
SALA PROFESORES	54,75	3,0	7,9	4	1	T12	2
SALÓN 7	206,25	5,7	7,9	4	2	T12	0
SALÓN 8	217,66	5,8	9	14	3	T8	2
SALÓN 9	80	5	9	6	3	T12	1
SALÓN 10	77	5,4	6,5	4	2	ahorradora	1
SALÓN 11	133	5,4	6,6	4	2	ahorradora	0
SALÓN 12	107,25	4,4	6,1	4	2	T12	0
SALÓN 13	271	4,4	5,68	4	2	T12	1
BAÑO	87	6,4	9,9	4	2	T12	0
SISTEMAS	246,68	4,2	10,3	14	4	T12	2
PASILLO 1	12,33	2,0	24,5	6	3	T12	0
PASILLO 2	16,33	2,2	34,2	6	3	T12	0

La Figura 39, muestra un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de iluminancia promedio de los salones, para observar cuales son los puntos más críticos que no cumplen con los requisitos establecidos por el RETILAP.

NOTA

El valor de la iluminancia media requerida para: salones y oficinas es de 500 lx, baños 150 lx y pasillos de 100 lx, según se aprecia en la Tabla 1. Y como se puede observar en la Figura 39, muchos de éstos no cumplen ni con el mínimo requerido que para salones y oficinas es 300 lx, baños 100 lx y pasillos de 50 lx; a excepción del salón 4 que si cumple con los valores mínimos establecidos.

Figura 39. Iluminancia promedio de los salones



La Tabla 27, muestra las diferentes áreas de la institución, con sus respectivos datos de VEEI (Valor de Eficiencia Energética de la Instalación). Esta se elaboró teniendo en cuenta los resultados calculados de cada área y los valores establecidos por el RETILAP

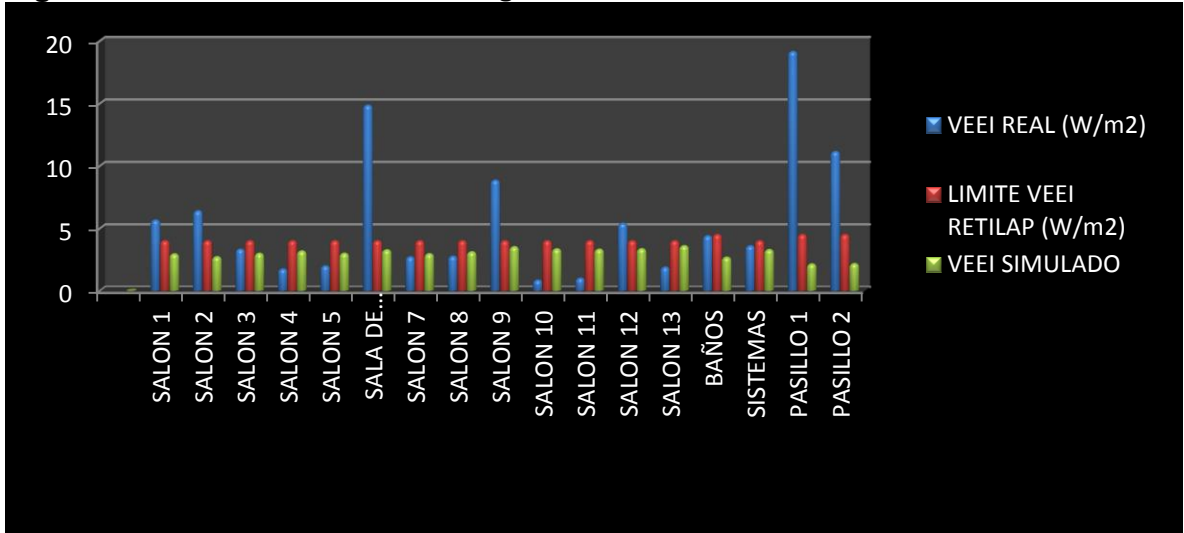
Tabla 27. Valor de eficiencia energética

SITIO	VEEI REAL (W/m ²)	LIMITE VEEI RETILAP (W/m ²)	VEEI SIMULADO (W/m ²)
SALON 1	5,66	4	2,95
SALON 2	6,40	4	2,72
SALON 3	3,33	4	2,99
SALON 4	1,74	4	3,18
SALON 5	1,99	4	3
SALA DE PROFESORES	14,85	4	3,27
SALON 7	2,07	4	2,96
SALON 8	2,76	4	3,11
SALON 9	8,80	4	3,52
SALON 10	0,85	4	3,35
SALON 11	1,01	4	3,32
SALON 12	5,40	4	3,36
SALON 13	1,89	4	3,60
BAÑOS	4,40	4,5	2,68
SISTEMAS	3,6	4	3,29
PASILLO 1	19,15	4,5	2,14
PASILLO 2	11,14	4,5	2,17

Se dice que un área no cumple el VEEI si supera el límite estipulado en el RETILAP.

La Figura 40, muestra un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de VEEI (Valor de Eficiencia Energética la Instalación).

Figura 40. Valor de Eficiencia Energética de los salones



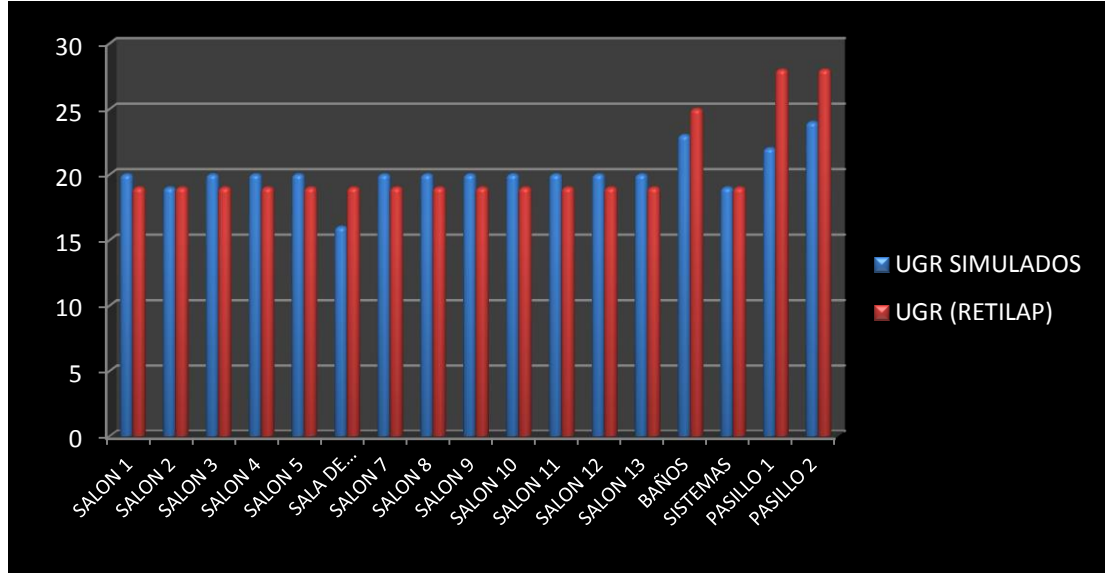
La Tabla 28, muestra las diferentes áreas de la institución con sus respectivos niveles UGR (Índice de Deslumbramiento Unificado). Esta se elaboró teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la simulación y los valores establecidos por el RETILAP.

Tabla 28.comparacion índice UGR

SITIO	UGR SIMULADOS	UGR (RETILAP)
SALON 1	20	19
SALON 2	19	19
SALON 3	20	19
SALON 4	20	19
SALON 5	20	19
SALA DE PROFESORES	16	19
SALON 7	20	19
SALON 8	20	19
SALON 9	20	19
SALON 10	20	19
SALON 11	20	19
SALON 12	20	19
SALON 13	20	19
BAÑOS	23	25
SISTEMAS	19	19
PASILLO 1	22	28
PASILLO 2	24	28

La Figura 41, muestra un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de UGR (Índice de Deslumbramiento Unificado).

Figura 41. Valor de UGR de cada área.



4.1 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS LUGARES DE TRABAJO

SALON 1: Este salón cuenta con 4 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran sucias y mal distribuidas, 2 de las 8 lámparas están malas, las paredes son de color blanco y azul, piso de mineral amarillo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALON 2: Este salón cuenta con 4 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran limpias y 2 de las 8 lámparas están malas, las paredes son de color blanco y azul, piso de mineral amarillo. El lugar cuenta con una ventana suficientemente amplia para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALÓN 3: Este salón cuenta con 4 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran sucias y 1 de las 8 lámparas esta mala, las paredes son de color blanco y azul, piso de mineral amarillo. El lugar cuenta con una ventana suficientemente amplia para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALÓN 4: Este salón cuenta con 2 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran sucias, las paredes son de color blanco y azul, piso de mineral amarillo. El lugar cuenta con una ventana suficientemente amplia para el aprovechamiento

de la luz natural, la luminancia promedio cumple con el valor mínimo establecidos por el RETILAP.

SALON 5: Este salón cuenta con 2 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color blanco y azul, piso de mineral amarillo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALA DE PROFESORES: Esta sala cuenta con 2 luminarias tipo 2 x 39W T12 la cuales se encuentran sucias y malas, las paredes son de color beige, la luminancia promedio es muy baja y no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALON 7: Este salón cuenta con 2 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran limpias, paredes de color beige, la luminancia promedio es muy baja y no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALON 8: Este salón cuenta con 3 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran sucias y 2 de las 6 lámparas están malas, las paredes tienen diferentes colores beige y verde, El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural, la luminancia promedio es muy baja y no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALON 9: Este salón cuenta con 3 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran sucias y 1 de las 6 lámparas están malas, las paredes tienen diferentes colores beige y verde, El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural, la luminancia promedio es muy baja y no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALON 10: Este salón cuenta con 2 lámparas compactas de 23W cada una, distribuidas en áreas regulares, las cuales se encuentran limpias, el piso es de baldosa de color vino tinto, las paredes de color azul blanco y azul, El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural, la luminancia promedio es muy baja y no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALON 11: Este salón cuenta con 2 lámparas compactas de 23W cada una, distribuidas en áreas regulares, las cuales se encuentran limpias, el piso es de color vino tinto, las paredes son de color beige, el lugar cuenta con un ventanal amplio para el aprovechamiento de la luz natural, la luminancia promedio es muy baja y no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALON 12: Este salón cuenta con 2 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran sucias, las paredes son de color beige, el piso es de baldosa de color vino tinto, el lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALON 13: Este salón cuenta con 2 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran sucias y 1 de las 4 lámparas esta mala, las paredes son beige, el piso es de baldosa de color vino tinto, el lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

BAÑOS: Este espacio posee 2 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran limpias y 2 de las 4 lámparas están malas, las paredes son de color blanco y enchape, el piso está en baldosa blanca, la iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

SALA DE SISTEMAS: esta sala cuenta con 4 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran limpias y 2 de las 8 lámparas están malas, las paredes son de color blanco y azul, el piso es de mineral amarillo, el lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural, la iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

PASILLO 1: Este espacio posee 3 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran limpias, 3 de las 6 lámparas están malas y falta una lámpara en una de la luminarias, las paredes son de color beige y café, piso de baldosa de color vino tinto, cuenta una buena entrada de luz natural por lo que el lugar da hacia el patio del colegio, la iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

PASILLO 2: Este espacio posee 3 luminarias tipo 2 x 39W T12 las cuales se encuentran limpias y 5 de las 6 lámparas están malas, las paredes son de color beige y café, piso de baldosa de color vino tinto, cuenta una buena entrada de luz natural por lo que el lugar da hacia el patio del colegio, la iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos de eficacia establecidos por el RETILAP.

5. CONCLUSIONES

- En el presente trabajo se evidenciaron errores en el diseño de iluminación, los cuales implican niveles de iluminancia no adecuados para la actividad a realizar en cada uno de los diferentes espacios de la institución, lo anterior puede ser nocivo implicando procesos de aprendizaje lento o bajos rendimientos en las personas que interactúan diariamente con el ambiente al hacer sus actividades diarias. O anterior puede ser ocasionado por exceso o carencia de luminarias, además se puede resaltar que existen datos como el índice de eficiencia energética que no están cumpliendo con los límites establecidos por el RETILAP; por esta razón se hace necesario plantear un diseño que cumpla con los requerimientos establecidos actualmente.
- El 90% de los espacios estudiados (Salones y Oficinas) no cumplen con el requerimiento mínimo de iluminancia de 300 lx según el RETIE, lo que puede provocar fatiga visual y cansancio a las personas que permanecen en ellos.
- Al efectuar el análisis de los datos obtenidos y las simulaciones, se determinó que 16 de 17 espacios deberían ser rediseñados para cumplir con los requerimientos consignados en el RETILAP y el RETIE.
- El VEEI calculado para el estado actual en los salones, 1, 2, 9, 12, sala de profesores, pasillos 1 y 2, es mayor al máximo permitido en el RETILAP. Por lo tanto se debe realizar el rediseño de las instalaciones que no cumplan con este requisito, para garantizar el uso racional de la energía y así reducir los costos asociados al consumo de energía.
- Desde el 31 de diciembre del 2010 las luminarias tipo T12 existentes en la institución deberían de haber sido remplazadas por las tipo T8 y T5 que cuentan con tecnología más eficiente.
- La mayoría de los sitios de la institución cuentan con ventanales suficientemente amplios lo que facilita el aprovechamiento de la luz natural, además las paredes y el piso son de color claro lo que permite que la luz se refleje.
- El salón 4 no requiere ser rediseñado ya que cumple con el mínimo de iluminancia promedio y el VEEI establecido por el RETILAP.

- El total de rediseños se plantearon por incumplimiento de los niveles permitidos de iluminación, lo que produjo el cambio de la distribución de iluminación y el número de luminarias.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar mantenimiento correctivo para remplazar las lámparas dañadas, y de este modo mejorar los niveles de iluminancia promedio.
- En los salones 10 y 11 es necesario cambiar las bombillas ahorradoras con las que está actualmente iluminado por lámparas fluorescentes tubulares para mejorar la uniformidad y el nivel de iluminación promedio.
- Tener un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de iluminación ya que gran cantidad de las luminarias se encuentran sucias implicando esto pérdidas elevadas en el sistema.
- Los decretos 3450 de 2008 y 2331 de 2007 ordenan la sustitución de bombillas de baja eficacia lumínica (incandescentes) para garantizar el uso racional y eficiente de la energía. Las bombillas o lámparas incandescentes tienen restringida su utilización a entidades públicas desde el 31 de diciembre de 2010.
- Remplazar las lámparas que están dañadas de los salones 1, 2, 3, 8, 9 y 13 para así poder mejorar la iluminancia promedio de los mismos.
- Se deben reemplazar las lámparas de la sala de profesores puesto que todas se encuentran dañadas.
- En los pasillos 1 y 2 la mayoría de las lámparas se encuentran dañadas por lo que se hace necesario un cambio urgente de las lámparas.

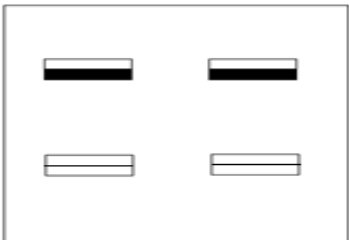
7. BIBLIOGRAFÍA

1. **COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA.** *Resolución (180540 de marzo 30 de 2010). Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP y se dictan otras disposiciones.* BOGOTA DC. : s.n., EL MINISTERIO 2010.
2. **ENDESA. EDUCA.** xxii. sistemas de iluminación. [En línea] [Citado el: 24 de 09 de 2013.] http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion.
3. **GUZMAN, viviana yineht, GIRALDO, natalia andrea y GIL LLANO, wilson.** *inspeccion electrica del colegio Lorencita Villegas de Santos d Santa Rosa de Cabal.* 20 de 02 de 2013.
4. **RAITELLI, Mario.** www.edutecne.utn.edu.ar. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2013.] <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap08.pdf>.
5. **TAMAYO LOZANO, lorena y BEDOYA RAMIREZ, katherine.** *inspeccion del sistema de iluminacion en el Cuarto Piso del Bloque H de la Universidad Tecnologica de Pereira.* PEREIRA : s.n., 2013.
6. **DURAN, claudio.** *laboral, Iluminacion vs rendimiento.* P. 14, s.l. : revista electro industria, 2005, Vol. volumen 3.
7. **TABARES LONDOÑO, jaiver david y VALDES TABARES, johnny valdes.** *Colegio Nuestra Señora La Presentacion Sede Primaria.* Colombia, 20 de 08 de 2013.
8. **COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA.** *Resolución 181294 (6, agosto, 2008). Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE.* Bogotá : s.n., El ministerio, 2008.

8. ANEXOS

ANEXO A. SALON 1

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: ____X____ NOCHE: _____						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 7,9 ANCHO: 4,53 m ALTURA: 2,5 m						
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	Ladrillo/Concreto	Blanco/azul	Lisa/rugosa		X	
Techo	icopor	blanco	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa		X	
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		4				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,5 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio		Medio X		Sucio
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 7,9 m Ancho: 4,53 m Altura: 2,5 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1			376		
r-2			130		
r-3			123		
r-4			148		
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1			124		
q-2			371		
q-3			78		
q-4			67		
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1			116		
t-2			128		
t-3			172		
t-4			282		
p-1			286		
p-2			84		
p-3					
p-4					
Eprom			191		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	194,5
Q	160
T	179,5
P	235
N	2

$$E_{prom} = \frac{194.5 (2 - 1)(2 - 1) + 160 (2 - 1) + 179.5 (2 - 1) + 235}{(2)(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 191 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

Potencia tubo = 39 W

Perdidas balasto = 19W

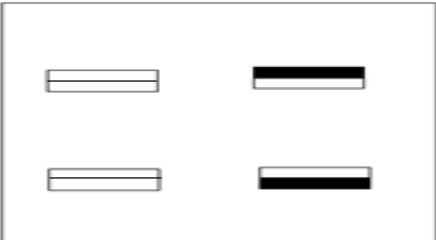
$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39W + 19W) \times 4 = 388$$

$$VEEI = \frac{W \times 100}{35,87 \text{ m}^2 \times 191 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 5,66 \text{ W/m}^2$$

ANEXO B. SALON 2

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 7,9 ANCHO: 5,2 m ALTURA: 2,5 m 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	Ladrillo/Concreto	Blanco/azul	Lisa/rugosa		X	
Techo	Icopor	blanco	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		4				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,5 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 7,9 m Ancho: 5,2 m Altura: 2,5 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1			221		
r-2			152		
r-3			95		
r-4			156		
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1			216		
q-2			129		
q-3			142		
q-4			112		
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1			206		
t-2			108		
t-3			157		
t-4			110		
p-1			180		
p-2			102		
p-3					
p-4					
Eprom			148		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	156
Q	149,75
T	145,25
P	141
N	2

$$E_{prom} = \frac{156(2-1)(2-1) + 149,75(2-1) + 145,25(2-1) + 141}{(2)(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 148 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 4 = 388$$

$$VEEI = \frac{W \times 100}{40,95 \text{ m}^2 \times 148 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 6,40 \text{ W/m}^2$$

ANEXO C. SALON 3

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 7,9 m ANCHO: 4,9 m ALTURA: 2,5 m 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	Ladrillo/Concreto	Blanco/azul	Lisa/rugosa		X	
Techo	Icopor	Blanco	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Sylvania 2 X 39W					
Bombillas por luminaria	2					
Número de luminarias	4					
Número de filas	2					
Luminarias por fila	2					
Altura del montaje	2,5 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio		Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 7,9 m Ancho: 4,9 m Altura: 2,5 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1			233		
r-2			581		
r-3			872		
r-4			252		
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1			217		
q-2			146		
q-3			298		
q-4			280		
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1			398		
t-2			434		
t-3			140		
t-4			100		
p-1			320		
p-2			71		
p-3					
p-4					
Eprom			295,8		

CÁLCULOS

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} [\text{lx}]$$

Datos de ecuación	
R	484,5
Q	235,25
T	268
P	195,5
N	2

$$E_{\text{prom}} = \frac{484.5 (2-1)(2-1) + 235.25 (2-1) + 268 (2-1) + 195.5}{(2)(2)} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = 295,8 \text{lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

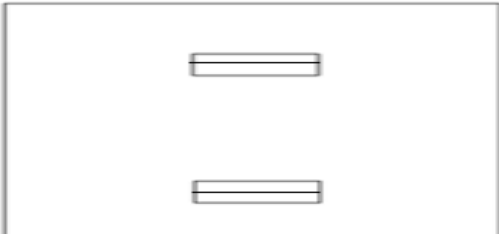
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 4 = 388$$

$$VEEI = \frac{388 \times 100}{39,29 \text{ m}^2 \times 295.8125 \text{lx}}$$

$$VEEI = 3,33 \text{ W/m}^2$$

ANEXO D. SALON 4

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 7,9 m ANCHO: 4,5 m ALTURA: 2.5 m 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	Ladrillo/Concreto	Blanco/azul	Lisa/rugosa		X	
Techo	Tablilla	cafe	Rugosa			X
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		2				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,5 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio	Sucio	X	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 7,9 m Ancho: 4,5 m Altura: 2,5 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			200		
q-2			220		
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1			653		
t-2			188		
t-3					
t-4					
p-1					
p-2					
p-3					
p-4					
Eprom			315,25		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	210
P	420,5
N	2

$$E_{prom} = \frac{210(2 - 1) + 420.5}{(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 315,25 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

Potencia tubo = 39 W

Perdidas balasto = 19W

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39W + 19W) \times 2 = 194$$

$$VEEI = \frac{194 \times 100}{35.20 \text{ m}^2 \times 315,25 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 1,74 \text{ W/m}^2$$

ANEXO E. SALON 5

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 6,3 m ANCHO: 4,5 m ALTURA: 2,5 m 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	Ladrillo/Concreto	Blanco/azul	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Cafe	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		2				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,5 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 6,3 m Ancho: 4,5 m Altura: 2,5 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			168		
q-2			133		
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			472		
p-2			121		
p-3					
p-4					
Eprom			223,5		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	150,5
P	296,5
N	2

$$E_{prom} = \frac{150,5(2 - 1) + 296,5}{(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 223,5 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

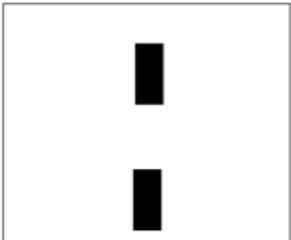
$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 2 = 194$$

$$VEEI = \frac{194 \times 100}{43,41 \text{ m}^2 \times 223,5 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 1,99 \text{ W/m}^2$$

ANEXO F. SALA DE PROFESORES

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 7,9 m ANCHO: 3,2 m ALTURA: 2,5 m 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	Ladrillo/Concreto	Beige	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		2				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,5 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 7,9 m Ancho: 3,2 m Altura: 2,5 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			134		
q-2			15		
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			60		
p-2			10		
p-3					
p-4					
Eprom			54,75		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	74,5
P	35
N	2

$$E_{prom} = \frac{74.5(2-1)+35}{(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 54,75 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 2 = 194$$

$$VEEI = \frac{194 \times 100}{23,84 \text{ m}^2 \times 54,75 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 14,86 \text{ W/m}^2$$

ANEXO G. SALON 7

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 7,9 m ANCHO: 5,8 m ALTURA: 2,5 m 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	Ladrillo/Concreto	Beige	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		2				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,5 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: <i>Si</i> <input type="checkbox"/> <i>No</i> <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 7,9 m Ancho: 5,8 m Altura: 2,5 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			287		
q-2			144		
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			346		
p-2			48		
p-3					
p-4					
Eprom			206,25		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	215,5
P	197
N	2

$$E_{prom} = \frac{215.5(2-1)+197}{(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 206,25 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 2 = 194$$

$$VEEI = \frac{194 \times 100}{45,40 \text{ m}^2 \times 206,25 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 2,07 \text{ W/m}^2$$

ANEXO H. BAÑOS

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 9,9 m ANCHO: 6,41 m ALTURA: 2,8 m 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	Enchapados	blanco	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Blanco	Lisa			X
Superficie de trabajo	N/A		Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		2				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio de baño

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 9,9 m Ancho: 6,41 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			110		
q-2			57		
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			141		
p-2			40		
p-3					
p-4					
Eprom			87		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [lx]$$

Datos de ecuación	
Q	83,5
P	90,5
N	2

$$E_{prom} = \frac{83.5(2-1)+90.5}{(2)} [lx]$$

$$E_{prom} = 87lx$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

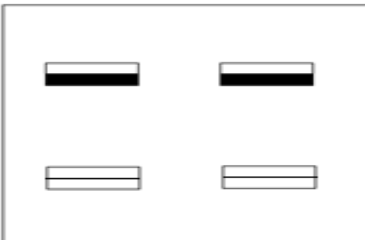
$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 2 = 194$$

$$VEEI = \frac{194 \times 100}{50,61m \times 87lx}$$

$$VEEI = 4,40 \text{ W/m}^2$$

ANEXO I. SISTEMAS

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 10,3 m ANCHO: 4,2 m ALTURA: 2,6 m 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	Ladrillo/Concreto	Beige	Lisa/rugosa			X
Techo	Icopor	Cafe	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 32W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		4				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,6 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio de sala de sistemas

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 10,3 m Ancho: 4,2 m Altura: 2,6 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1			384		
r-2			351		
r-3			263		
r-4			211		
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1			210		
q-2			265		
q-3			297		
q-4			262		
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1			55		
t-2			103		
t-3			256		
t-4			116		
p-1			244		
p-2			343		
p-3					
p-4					
Eprom			246,68		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	302,25
Q	258,5
T	132,5
P	293,5
N	2

$$E_{prom} = \frac{302.25 (2 - 1)(2 - 1) + 258.5 (2 - 1) + 132.5 (2 - 1) + 293.5}{(2)(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 246,68 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 4 = 388$$

$$VEEI = \frac{388 \times 100}{43,69 \text{ m}^2 \times 246,6875 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 3,6 \text{ W/m}^2$$

ANEXO J. SALON 8

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9,1 m ANCHO: 5,9 m ALTURA: 3 m						
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	Ladrillo/Concreto	Beige/verde	Lisa/rugosa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/>
Techo	Tablilla	Café	Rugosa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/>
Piso	Baldosa	vino tinto	Lisa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/>
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/>
Equipo o Máquina	N/A			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes T12				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		3				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		3				
Altura del montaje		3 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	<input checked="" type="checkbox"/> Medio X	<input type="checkbox"/> Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: <i>Si</i> <input type="checkbox"/> <i>No</i> <input checked="" type="checkbox"/> X						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio de sala de sistemas

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 9,1 m Ancho: 5,9 m Altura: 3 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			60		
q-2			150		
q-3			371		
q-4			296		
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			70		
p-2			356		
p-3					
p-4					
Eprom			217,16		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	219,25
P	213
N	3

$$E_{prom} = \frac{219.25(3 - 1) + 213}{(3)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 217,16 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 3 = 291$$

$$VEEI = \frac{291 \times 100}{48,42 \times 217,16 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 2,76 \text{ W/m}^2$$

ANEXO K. SALON 9

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 9,1 m ANCHO: 5 m ALTURA: 3 m 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	Ladrillo/Concreto	Blanco/azul	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	vino tinto	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes T12				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		3				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		3 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 3. Medición de la iluminancia promedio de sala de sistemas

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 9,1 m Ancho: 5 m Altura: 3 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			75		
q-2			95		
q-3			114		
q-4			120		
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			61		
p-2			15		
p-3					
p-4					
Eprom			80		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [lx]$$

Datos de ecuación	
Q	101
P	38
N	3

$$E_{prom} = \frac{101(3-1)+38}{(3)} [lx]$$

$$E_{prom} = 80lx$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 3 = 291 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{291 \times 100}{41,31 \text{ m}^2 \times 80 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 8,8053 \text{ W/m}^2$$

ANEXO L. SALON 10

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 6,5 m ANCHO: 5,4 m ALTURA: 2,75 m 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	Ladrillo/Concreto	Blanco/azul	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Vinotinto	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas						
Bombillas por luminaria		1				
Número de luminarias						
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,75 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: <i>Si</i> <input type="checkbox"/> <i>No</i> <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 4. Medición de la iluminancia promedio de sala de sistemas

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 6,5 m Ancho: 5,4 m Altura: 2,75 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			100		
q-2			110		
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			45		
p-2			53		
p-3					
p-4					
Eprom			106,26		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	105
P	49
N	2

$$E_{prom} = \frac{105(2-1)+49}{(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 77\text{lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

Potencia bombilla ahorradora = 23 W

Ptotal lampara = 23W × 2 = 46W

$$VEEI = \frac{46 \times 100}{35,72\text{m}^2 \times 77\text{lx}}$$

$$VEEI = 1,61\text{W/m}^2$$

ANEXO M. SALON 11

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 6,6 m ANCHO: 5,5 m ALTURA: 2,75 m 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	Ladrillo/Concreto	Beige	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas						
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		4				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,75 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio de sala de sistemas

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 6,6 m Ancho: 5,5 m Altura: 2,75 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			132		
q-2			205		
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			54		
p-2			112		
p-3					
p-4					
Eprom			125,75		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	168,5
P	83
N	2

$$E_{prom} = \frac{168.5(2-1)+83}{(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 125,75\text{lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

Potencia bombilla ahorradora = 23 W

Ptotal lampara = 23W × 2 = 46W

$$VEEI = \frac{46 \times 100}{36,04\text{m}^2 \times 125,75\text{lx}}$$

$$VEEI = 1,01\text{W/m}^2$$

ANEXO N. SALON 12

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 6,11 m ANCHO: 5,48 m ALTURA: 2,75 m 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	Ladrillo/Concreto	Beige	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		2				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,75 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio de sala de sistemas

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 6.11 m Ancho: 5.48 m Altura: 2,75 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			70		
q-2			158		
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			135		
p-2			66		
p-3					
p-4					
Eprom			107,25		

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [lx]$$

Datos de ecuación	
Q	114
P	100,5
N	2

$$E_{prom} = \frac{114(2 - 1) + 100.5}{(2)} [lx]$$

$$E_{prom} = 107,25lx$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 194 = \text{W}$$

$$VEEI = \frac{194 \times 100}{33,44 \text{ m}^2 \times 107,25 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 5,40 \text{ W/m}^2$$

ANEXO. SALON 13

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 5,6 m ANCHO: 5,5 m ALTURA: 2,75 m 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	Ladrillo/Concreto	Beige/café	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	vino tinto	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2 X 39W				
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		2				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,75 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio de sala de sistemas

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 5,6 m Ancho: 5,5 m Altura: 2,75 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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			141		
q-2			105		
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1			162		
p-2			74		
p-3					
p-4					
Eprom			120,5		

CÁLCULOS

$$E_{\text{prom}} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [\text{lx}]$$

Datos de ecuación	
Q	123
P	118
N	2

$$E_{\text{prom}} = \frac{123(2-1)+118}{(2)} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = 120,5\text{lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

$$P_{\text{total lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 194 = \text{W}$$

$$VEEI = \frac{194 \times 100}{30,61 \text{ m}^2 \times 120,5 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 5,25 \text{ W/m}^2$$

ANEXO O. PASILLO 1

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 25,3 m ANCHO: 1,9 m ALTURA: 2,8 m 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	Ladrillo/Concreto	Beige/café	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Vinotinto	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas						
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		4				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio de sala de sistemas

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 25,3 m Ancho: 1,9 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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				96	
q-2				2	
q-3				76	
q-4				19	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				24	
p-2				5	
p-3					
p-4					
Eprom				12,33	

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	48,25
P	14,5
N	3

$$E_{prom} = \frac{48.25(3-1)+14.5}{(3)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 12.33 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19 \text{ W}$$

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39 \text{ W} + 19 \text{ W}) \times 3 = 194 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{194 \times 100}{48,07 \text{ m}^2 \times 12,33 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 19,15 \text{ W/m}^2$$

ANEXO P. PASILLO 2

FORMATO 1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 30/08/2013 DIA: <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NOCHE: <input type="checkbox"/>						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 1,9 m ANCHO: 34,2 m ALTURA: 2,8 m 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	Ladrillo/Concreto	Beige/café	Lisa/rugosa			X
Techo	Tablilla	Café	Rugosa		X	
Piso	Mineral	Amarillo	Lisa			X
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas						
Bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		4				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

FORMATO 2. Medición de la iluminancia promedio de sala de sistemas

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Colegio Nuestra Señora La Presentación SECCIÓN: Sede Primaria

Dimensiones del Salón: Largo: 1,9 m Ancho: 34,2 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

(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: Luxómetro

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				0	
q-2				2	
q-3				79	
q-4				5	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				12	
p-2				0	
p-3					
p-4					
Eprom				16,33	

CÁLCULOS

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	21,5
P	6
N	3

$$E_{prom} = \frac{21.5(3-1)+6}{(3)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 37\text{lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 39 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 19\text{W}$$

$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 39\text{W} + 19\text{W}) \times 3 = 194\text{W}$$

$$VEEI = \frac{194 \times 100}{47,05\text{m}^2 \times 37\text{lx}}$$

$$VEEI = 11,14\text{W/m}^2$$