



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**PROPUESTA Y ESTUDIO PARA UNA SOLUCIÓN DE
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL
EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN
DEL ESTADO MÉRIDA.**

Br. Astrid Coromoto Castellanos Méndez.

Mérida, Diciembre 2018



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**PROPUESTA Y ESTUDIO PARA UNA SOLUCIÓN DE
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL
EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN
DEL ESTADO MÉRIDA.**

Trabajo de grado presentado en cumplimiento parcial para optar al título de Ingeniero
Electricista.

Br. Astrid Coromoto Castellanos Méndez.
Tutor: Prof. Luz Stella Moreno

Mérida, Diciembre 2018

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**PROPUESTA Y ESTUDIO PARA UNA SOLUCIÓN DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO DE LA
GOBERNACIÓN DEL ESTADO MÉRIDA.**

Br. Astrid Coromoto Castellanos Méndez.

Trabajo de Grado, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en nombre de la Universidad de Los Andes por el siguiente jurado.

www.bdigital.ula.ve

Prof. Lelis Nelson Ballester Uzcategui

Prof. Ricardo Isaac Stephens Labrador

Prof. Luz Stella Moreno Martín

DEDICATORIA

A **Papá Dios**, por darme la oportunidad de vivir, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por estar conmigo en cada paso que doy, ser mi fiel acompañante y por hacer de mí quien soy. **Toda la Gloria para ti mi Papá Dios.**

A mis Padres, **Jesús Castellanos** y **Genarina Méndez**, por ser el pilar fundamental en mi formación, por quienes con su amor, paciencia, confianza y sacrificio hoy me permiten cumplir un sueño más. Este logro también es de ustedes Mis Sres. Papás. **LOS AMO.**

A mis Hermanos, **Jesús Castellanos** e **Hilcar Méndez**, por acompañarme siempre en cada una de las etapas de mi vida y ser mi apoyo incondicional, por su amor y cariño. A mi sobrina **Guadalupe** por su amor y hacerme tan feliz con sus ocurrencias, que este logro te sirva de ejemplo Mi Lupita. **LOS AMO.**

A **Oscar Carrillo**, por ser esa persona que aún en la distancia siempre está para apoyarme, por su paciencia, sus enseñanzas y su amor, por llegar a mi vida y ser mi bendición. **TE ADORO.**

A todos mis amigos y compañeros de estudio que esta hermosa carrera me permitió encontrar, a **Adrián Prudencio Terán** por sus asesorías, ocurrencias y consejos, a **Leidy Josefina Godoy** por su apoyo incondicional y por hacer con sus chistes mis días más llevaderos, a **Eduardo Angustia Hoyo** por su paciencia y apoyo. A todos aquellos que estuvieron conmigo a lo largo de todos estos años, los llevaré siempre en mi corazón. Es un placer para mí tenerlos en mi vida. **LOS QUIERO.**

A mi **Familia** en general, que cerca o lejos ha estado para apoyarme y que sus bendiciones me acompañan, a todos ¡Muchísimas gracias!

AGRADECIMIENTOS

A **Papá Dios**, por ser mi guía, por darme la voluntad, paciencia y conocimiento necesario para afrontar cada adversidad y hoy lograr estar aquí. Sin ti, nada sería posible Mi Papá Dios.

A mis padres, **Jesús Castellanos** y **Genarina Méndez**, por permitirme cumplir un sueño más y siempre confiar en mí.

A la **Ilustre Universidad de Los Andes**, por abrirme sus puertas y permitirme formarme profesionalmente, por todas y cada una de las oportunidades que me ha brindado a lo largo de mi carrera. A la **Residencia Femenina “Mamá Chela”**, por su calor de hogar y hacerme sentir en casa y por todos los aprendizajes adquiridos durante mi estadía.

Al **Vicerrectorado Administrativo**, **Prof. Manuel Aranguren**, por su apoyo y confianza durante mi carrera profesional.

A la **Escuela de Ingeniería Eléctrica**, gracias por comunicar sabiamente sus conocimientos y dedicar su tiempo en la orientación profesional de las nuevas generaciones de ingenieros; labor que hoy se materializa al culminar con éxito la realización del trabajo especial de grado.

A mi tutora **Dra. Luz Stella Moreno**, por su dedicación, orientación y paciencia durante la realización de mi trabajo de grado, por hacerme participe de sus conocimientos.

A la **Dirección de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Potencia**, por el su alta calidad humana y apoyo durante mi periodo de pre-grado. Gracias por sus orientaciones.

Br. Astrid Coromoto Castellanos Méndez. Propuesta y Estudio para una Solución de Eficiencia Energética en la Iluminación del Edificio de la Gobernación del Estado Mérida. Universidad de Los Andes. Tutor: Dra. Luz Stella Moreno Martín. Diciembre 2018.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en realizar un estudio al sistema de iluminación del Edificio del Gobernación del estado Mérida y realizar una propuesta para mejorarlo desde el punto de vista de eficiencia energética, partiendo de la evaluación y análisis exhaustivo de sistema actual del mismo, donde se realizaron encuestas al personal que labora en el edificio, así como también la medición de los niveles de iluminación en cada área mediante un luxómetro, que es un instrumento que permite medir la iluminación real y no subjetiva del ambiente; verificando así el cumplimiento de los niveles de iluminación recomendados en la norma venezolana COVENIN 2249-93. En base a los resultados obtenidos se concluyó que el sistema actual no cumple con los niveles mínimos de iluminación por lo que se realiza la propuesta, utilizando lámparas con tecnología LED, garantizando consumo eficiente de energía eléctrica y mediante el software de simulación DIALux la representación del nuevo sistema de iluminación en cada área del edificio cumpliendo con los valores establecidos en la norma.

Descriptores: Iluminación LED, Índice de eficiencia energética, Ahorro Energético, DIALux.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICES GENERAL.....	vii
ÍNDICES DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICES DE TABLAS.....	xx
ÍNDICES DE GRÁFICOS.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

Contenido	pp.
CAPITULO I.....	3
PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4 METODOLOGÍA.....	6
1.5 ALCANCE.....	6
1.6 LIMITACIONES.....	6
CAPITULO II.....	7
SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN.....	7
2.1 PROPIEDADES DE LA LUZ.....	7
2.1.1 Naturaleza de la Luz.....	7
2.1.2 Espectro Electromagnético.....	7

2.1.3 Control de la Luz	8
2.2 VISIÓN.....	9
Capacidades Visuales	9
2.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VISIÓN	12
2.3.1 El Tamaño	12
2.3.2 El Contraste	12
2.3.3 Luminancia	12
2.3.4 El Tiempo	12
2.3.5 Deslumbramiento	13
2.4 EL COLOR.....	13
2.5 FOTOMETRÍA	16
2.5.1 Luminotecnia.....	16
2.5.2 Flujo luminoso.....	17
2.5.3 Intensidad luminosa.....	17
2.5.4 Iluminancia	17
2.5.5 Iluminancia media	18
2.5.6 Luminancia	18
2.5.7 Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa	19
2.5.8 Eficiencia energética.....	19
2.6 FUENTES DE LUZ	20
2.6.1 Características fundamentales de las fuentes de luz artificiales	20
2.6.2 Fuentes de luz usadas en el Edificio de la Gobernación del estado Mérida.....	21
2.7 LUMINARIAS	22
2.8 SISTEMA DE ALUMBRADO	22
2.9 MÉTODOS DE ILUMINACIÓN	23
2.10 ILUMINACIÓN EN EL OFICINAS DEPENDIENDO DE SU FUNCIÓN	25
2.11 NORMA COVENIN 2249-93. ILUMINANCIAS EN TAREAS Y ÁREAS DE TRABAJO	29
CAPITULO III	31
ANÁLISIS DE ENCUESTA.....	31

3.1 ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL QUE LABORAN EN EL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN DEL ESTADO MÉRIDA.....	32
CAPÍTULO IV	39
ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DEL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN	39
4.1 OFICINAS.....	40
4.2 SALONES DE USO PROTOCOLAR	52
4.3 SALONES DE REUNIONES	54
4.4 PASILLOS	54
4.5 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL	57
4.6. ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS ÁREAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL.....	59
CAPITULO V	67
PROPUESTA DEL NUEVO DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE ..	67
5.1 OFICINAS.....	67
5.2 SALONES DE USO PROTOCOLAR	78
5.3 SALONES DE REUNIONES	80
5.4 PASILLOS	80
5.5 POTENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO	82
5.6 ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y EL SISTEMA PROPUESTO PARA EL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN	83
5.7 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO DEL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN.....	84
5.8 COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO	87
CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	91
ANEXOS	92
Anexo n°1: Encuesta realizada al personal que labora en el Edificio de la Gobernación.	92
Anexo n°2: Resultado de la encuesta realizada al personal que labora en el Edificio de.	93.

INDICES DE FIGURAS

	pp.
Figura 2.1 Espectro electromagnético de la luz.....	8
Figura 2.2 Curvas de sensibilidad del ojo.....	10
Figura 2.3 Campo visual horizontal.....	11
Figura 2.4 Campo visual vertical.....	11
Figura 2.5 Longitud de onda según el color.....	13
Figura 2.6 Representación aproximada de la temperatura según ciertos colores.....	14
Figura 2.7 Colores cálidos y fríos.....	16
Figura 2.8 Depreciación luminosa.....	20
Figura 2.9 Iluminación general.....	23
Figura 2.10 Iluminación localizada.....	24
Figura 2.11 Iluminación general-localizada.....	24
Figura 2.12 Iluminación modularizada.....	25
Figura 2.13 Oficina tipo colmena.....	26
Figura 2.14 Oficina tipo celda.....	26
Figura 2.15 Oficina tipo reunión.....	27
Figura 2.16 Oficina tipo club.....	27
Figura 2.17 Oficina tipo lobby.....	28

Figura 4.1a Oficina del Presidente del Consejo Legislativo del municipio Libertador.....	41
Figura 4.1b Despacho del Director de Administración del municipio Libertador.....	51
Figura 4.1c Despacho de Recursos Humanos.....	51
Figura 4.1d Recepción Recursos Humanos.....	51
Figura 4.1e Área de Empleados.....	51
Figura 4.1f Recepción de Despacho del Director de Administración.....	51
Figura 4.1g Secretaría del Consejo Legislativo del municipio Libertador.....	51
Figura 4.2a Salón Libertador.....	53
Figura 4.2b Salón de Sesiones.....	53
Figura 4.2c Salón Tulio Febres Cordero.....	53
Figura 4.2d Estrado Salón Tulio Febres Cordero.....	53
Figura 4.3a Patio Central.....	56
Figura 4.3b Pasillo del Consejo Legislativo del municipio Libertador.....	56
Figura 4.3c Pasillo del tercer piso de la Gobernación.....	57
Figura 5.1 Propuesta de iluminación de la oficina del Presidente del Consejo Legislativo.....	68
Figura 5.2 Curvas isocólicas de la propuesta de la oficina del Presidente del Consejo.....	68
Figura 5.3 Propuesta de iluminación del Salón Libertador.....	78
Figura 5.4 Curvas isocólicas de la propuesta del Salón Libertador.....	78

ÍNDICES DE TABLAS

	pp.
Tabla 2.1 Apariencia de color de la luz.....	14
Tabla 2.2 Índice de rendimiento de color.....	15
Tabla 2.3 Valores límite de eficiencia energética en iluminación (VEEI).....	19
Tabla 2.4 Requerimientos técnicos de los tipos de oficinas.....	28
Tabla 2.5 Temperatura de color dependiendo del tipo de actividad.....	28
Tabla 2.6 Tipos de luminarias recomendadas en oficinas.....	28
Tabla 2.7 Iluminancias recomendadas de acuerdo a las dependencias del Edificio de la Gobernación.....	29
Tabla 4.1 Características de la iluminación en la oficina del Presidente del Consejo Legislativo.....	40
Tabla 4.2 Características de la medición de las oficinas.....	41
Tabla 4.3 Característica de medición en los salones de uso protocolar.....	52
Tabla 4.4 Característica de medición de los salones de reuniones.....	54
Tabla 4.5 Característica de medición de los pasillos.....	55
Tabla 4.6 Característica de la carga conectada por iluminación.....	57
Tabla 4.7 Índice de eficiencia energética.....	59
Tabla 5.1 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de la Presidencia del Consejo Legislativo.....	67
Tabla 5.2 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas.....	69

Tabla 5.3 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación para el salón Libertador.....	78
Tabla 5.4 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los salones de uso protocolar..	79
Tabla 5.5 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los salones de reuniones.....	79
Tabla 5.6 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los pasillos.....	80
Tabla 5.7 Consumo de potencia del sistema de iluminación propuesto	81
Tabla 5.8 Precio del consumo anual del sistema de iluminación actual y propuesto	82
Tabla 5.9 Precio de las luminarias que se encuentran instaladas en la Gobernación.....	84
Tabla 5.10 Precio de las luminarias del sistema de iluminación propuesto.....	84
Tabla 5.11 Costo Anual Uniforme Equivalente de sistema de iluminación actual y propuesto.....	85
Tabla 5.12 Índice de eficiencia energética del sistema actual y propuesto.....	95

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICES DE GRÁFICOS

pp.

Gráfico 3.1 Resultados de la pregunta 1 realizada a profesores y personal de la gobernación.....	33
Gráfico 3.2 Resultados de la pregunta 2 realizada a profesores y personal de la gobernación.....	33
Gráfico 3.3 Resultados de la pregunta 3 realizada a profesores y personal de la gobernación.....	34
Gráfico 3.4 Resultados de la pregunta 4 realizada a profesores y personal de la gobernación.....	35
Gráfico 3.5 Resultados de la pregunta 5 realizada a profesores y personal de la gobernación.....	35
Gráfico 3.6 Resultados de la pregunta 6 realizada a profesores y personal de la gobernación.....	36
Gráfico 3.7 Resultados de la pregunta 7 realizada a profesores y personal de la gobernación.....	37
Gráfico 3.8 Resultados de la pregunta 8 realizada a profesores y personal de la gobernación.....	37
Gráfico 4.1 Porcentaje de lámparas en funcionamiento respecto a las lámparas instaladas en el sistema de iluminación actual.....	59

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de iluminación representan una parte importante en el desarrollo óptimo de distintas actividades, pues los mismos al proporcionar los niveles de lumínicos adecuados generan un entorno visual confortable permitiendo que las funciones se realicen con mejor desenvolvimiento. Por lo tanto todas las instalaciones de alumbrado deben cumplir con las normas y requisitos mínimos de iluminación establecidos por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).

El Edificio de la Gobernación del estado Mérida, también llamado Palacio de Gobierno, es un imponente edificio cívico que rodea la Plaza Bolívar del estado; junto con el Rectorado de la Universidad de Los Andes, el Palacio de Justicia y el Arzobispal constituyen el centro de la vida urbana de los merideños. Fue inaugurado el 9 de octubre de 1.958, en conmemoración al cuarto centenario de la ciudad, la edificación ocupa gran parte del área de una manzana, frente a la Plaza Bolívar, delimitado por las avenidas 3 Independencia y 4 Bolívar. La infraestructura se encuentra constituida por la Gobernación del estado y el Consejo Legislativo de la Alcaldía del municipio Libertador, la primera se integra por el despacho del gobernador, recursos humanos, administración, servicios generales, secretaria general de gobierno, consejo legislativo del estado, tesorería, política integral y prensa, mientras que el consejo legislativo municipal contiene área de recursos humanos, oficina de concejales, presidencia, vicepresidencia, sindicato municipal y la oficina de las ferias del sol. Debido a la gran importancia que tienen cada una de estas entidades sobre el desarrollo del estado y de la nación; es necesario que cuente con un sistema de alumbrado óptimo, garantizando los niveles de iluminación apropiados para un mejor desenvolvimiento y crecimiento de la productividad, asimismo dicho sistema debe contribuir con el ahorro energético.

El presente proyecto tiene como objetivo analizar y estudiar las instalaciones del alumbrado de las diferentes áreas que componen el edificio de la gobernación del estado Mérida y diseñar un nuevo sistema de iluminación que cumpla con las normas estipuladas por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) y garantice un uso eficiente de la energía eléctrica.

Este proyecto está compuesto por cinco capítulos descritos de la siguiente manera:

En el Capítulo I se definirá la problemática a tratar, así como los objetivos, alcance y limitaciones del proyecto. También se contemplará la metodología que abordará.

Las bases teóricas y definición de términos básicos se encontrarán incluidas en el Capítulo II, el cual especificará el marco teórico que sustenta el proyecto.

El Capítulo III describe el diseño de investigación y su metodología, donde se efectuará el análisis de encuestas realizadas a personas que hacen uso de las diversas áreas del edificio de la gobernación.

Asimismo, en el Capítulo IV se hace un análisis y estudio del sistema de iluminación actual del Edificio, donde se evaluarán sus condiciones y se constatará si cumplen con las normas y especificaciones COVENIN.

Por último, en el Capítulo V de este proyecto, se propondrá el diseño de un nuevo sistema de iluminación que se pretende implementar, de acuerdo con las observaciones obtenidas en los capítulos anteriores y ajustados a las normas y especificaciones COVENIN, además de garantizar un uso eficiente de la energía eléctrica; conjuntamente con las conclusiones y recomendaciones obtenidas en la realización del estudio.

CAPITULO I

PROBLEMÁTICA ACTUAL

La investigación se basa en un estudio exhaustivo del sistema de iluminación actual del Edificio de la Gobernación del estado Mérida, el mismo debe cumplir con una iluminación artificial que cumpla con las condiciones mínimas necesarias para un óptimo desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en dicho edificio. Por tal razón, en el presente capítulo se hace referencia al problema objeto de estudio, la metodología ejecutada, el alcance que se da al tema y algunas limitaciones que se presentan en el desarrollo de la investigación.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El consumo de energía eléctrica es uno de los temas con mayor relevancia que se maneja en el mundo, pues la misma requiere de un riguroso y costoso proceso para ser obtenida, por lo que amerita sea realmente valorada; en Venezuela a pesar de ser considerada como uno de los países con mayor reserva de recursos energéticos, los malos hábitos de la población ha llevado que el país se encuentre posicionado en los primeros lugares con mayor consumo, por lo que las entidades gubernamentales se han visto en la necesidad de realizar planes y medidas de ahorro energético debido a la poca generación de energía eléctrica que el país actualmente presenta.

Los sistemas de iluminación de las entidades educativas, sanitarias, administrativas, investigativas, comerciales, recreativas representan un porcentaje muy significativo en el consumo de energía eléctrica a nivel nacional, las mismas se encuentran en funcionamiento gran parte del día, pues son las principales encargadas del desarrollo del país, tal es el caso de las gobernaciones, que están orientadas a administrar, coordinar, distribuir y ejecutar el

presupuesto asignado al estado por el Gobierno Nacional, para sumar en crecimiento del mismo como principal objetivo.

El Edificio de la Gobernación del estado Mérida se caracteriza por ser una de las obras emblemáticas de la ciudad, se encuentra constituido por la Gobernación y el Consejo Legislativo del Municipio Libertador, su infraestructura se divide en oficinas, salones de reuniones, salones de uso protocolar, depósitos y archivos en los que se realizan actividades de gran importancia para el desarrollo del estado. De esta manera, surge la necesidad de garantizar en cada área los niveles de iluminación adecuados según la norma, generando un mayor confort y aumento de productividad de los trabajadores en sus funciones, además de proporcionarle a la nación un bajo consumo de energía eléctrica.

En vista de la necesidad de una buena iluminación en el edificio en estudio, se debe realizar una evaluación en el sistema de alumbrado actual de la infraestructura, partiendo de una comparación de los niveles de lumínicos presentes en cada área y los establecidos por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), considerando de igual manera la opinión de los trabajadores que hacen vida activa en el edificio mediante encuestas. De acuerdo a los resultados que se obtengan, se realizará una propuesta de un nuevo sistema de iluminación implementando tecnologías actuales, generando los niveles adecuados para un óptimo desempeño de los trabajadores y asegurando una mejora de la eficiencia energética.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Una iluminación adecuada resulta muy importante para que la ejecución de las diversas tareas sea efectiva. Existen actividades que no ameritan el apoyo visual o permiten estrategias alternativas, pero, en la mayoría de los casos el proceso visual es la fuente de grandes ventajas para la ejecución de cualquier actividad. Actualmente el tema de eficiencia energética ha sido de mayor relevancia en nuestro entorno, debido a la preocupación existente por el consumo de energía eléctrica y la poca generación existente en nuestro país. Con la finalidad de optimizar los procesos productivos y el empleo de los recursos produciendo más y consumiendo menos energía. En el caso de la iluminación tanto de interiores como de exteriores, se tiene como objetivo iluminar mejor consumiendo menos electricidad, de esta manera se reduce costos y se

promueve la sostenibilidad económica, política y ambiental. Esto se puede lograr por medio de la tecnología que en el ámbito de la iluminación ha evolucionado en los últimos años: sistemas más eficientes y control que permiten adaptar las necesidades lumínicas a las demandas de cada momento; asimismo permiten reducir el consumo energético de las instalaciones sin perjuicio en las prestaciones visuales de las mismas.

La iluminación en las oficinas, salas de reuniones, salones de uso protocolar, archivos y depósitos, debe tener como objetivos fundamentales garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las diversas actividades que en él se realizan, tales como: administrativas, atención al cliente, de lectura, uso de computador, actividades de alta concentración y esfuerzo visual elevados. Teniendo en cuenta que al ser una instalación de la Nación es primordial el garantizar una máxima eficiencia energética posible.

Un sistema de iluminación que proporcione los niveles mínimos exigidos en la norma en cada área de la infraestructura, resulta muy importante debido a las actividades que en él se desarrollan, tales como administración de recursos del estado, organización de eventos culturales, ruedas de prensa, radio y comunicación institucional, consejos legislativo del estado y del municipio Libertador, mantenimiento de áreas comunes de la ciudad, control educativo, supervisiones comerciales, productivas, entre otros; indispensables para desarrollo y crecimiento del estado. Por tal motivo parte la necesidad de un nuevo diseño que proporcione dichos niveles y garantice la máxima eficiencia energética posible.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un nuevo sistema de iluminación, que cumpla con lo establecido en la norma COVENIN 2249-93 y en los índices de eficiencia energética.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los sistemas de alumbrado de las diversas áreas del edificio de la Gobernación
- Determinar el confort que dichos sistemas de alumbrado brinda a los usuarios.

- Definir los niveles de prestación necesarios para asegurar, en función de las características distintivas de cada recinto, un nivel de servicio adecuado.
- Verificar el cumplimiento de la normativa establecida en la norma COVENIN 2249-93 y los índices de eficiencia energética recomendados.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología aplicada en este estudio es de tipo combinada; es decir, que integra la recolección de datos correspondientes al trabajo de campo, como análisis, comprobaciones, aplicaciones prácticas y encuestas al personal que labora en la infraestructura, pertenecientes a la Gobernación del estado Mérida y al Consejo Legislativo del municipio Libertador.

Se realizó una serie de mediciones con un luxómetro en cada área del edificio para determinar los niveles de iluminación, estos datos permitieron verificar y realizar un análisis comparativo de los mismos establecido por la Comisión Venezolana de Normas Industriales para iluminación en tareas y áreas de trabajo.

1.5 ALCANCE

El propósito fundamental de este trabajo consiste en diseñar y proponer un nuevo sistema de alumbrado en el Edificio de la Gobernación del estado Mérida que garantice los niveles de iluminación en cada área, así como también mejorar de manera eficiente la energía que se consume por efecto de la misma. Otro aspecto importante es el aprovechamiento de la luz natural en algunas partes de la infraestructura que a su vez contribuiría al ahorro de energía eléctrica.

1.6 LIMITACIONES

- Dificultad en la recolección de medidas en las oficinas, ya que se encontraban en uso y al momento de culminar las actividades permanecían cerradas.
- Problemas al realizar mediciones de iluminación debido a presencia de personas las cuales producen sombras e interfieren con la precisión del instrumento de medición.
- Inconvenientes en la obtención de medidas de área de los planos de la infraestructura debido a la antigüedad de los mismos.

CAPITULO II

SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN

Para diseñar un sistema de iluminación eficiente desde el punto de vista energético es importante conocer cada uno de los elementos que intervienen en el mismo; para de esta manera lograr ambientes aptos para las labores a desarrollar. Las áreas del Edificio de la Gobernación del estado Mérida deben contar con luminarias apropiadas que permitan tener en cada una los niveles de iluminación adecuados para que los trabajadores realicen sus funciones con mayor desempeño. A continuación se describen las bases teóricas para el desarrollo del trabajo de investigación.

2.1 PROPIEDADES DE LA LUZ

2.1.1 Naturaleza de la Luz

La luz es una perturbación de carácter electromagnético que se transmite en el vacío gracias a las propiedades de éste, sin ser necesaria la presencia de ningún elemento para su transmisión, la misma se comporta como una onda en su propagación, sin embargo, es visible cuando interactúa con la materia [1].

2.1.2 Espectro Electromagnético

Es la distribución energética de un conjunto de ondas electromagnéticas, las mismas se extienden desde radiaciones de menor longitud, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la radiación ultravioleta, la luz visible y la radiación infrarroja, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud como lo son las de radio. La luz visible comprende una porción del espectro que puede ser percibida por el ojo humano o animal, su rango en el

espectro es de 380 a 780 nanómetros, su distribución espectral varía desde tonos violetas a tonos rojizos (Ver figura 2.1) [1].

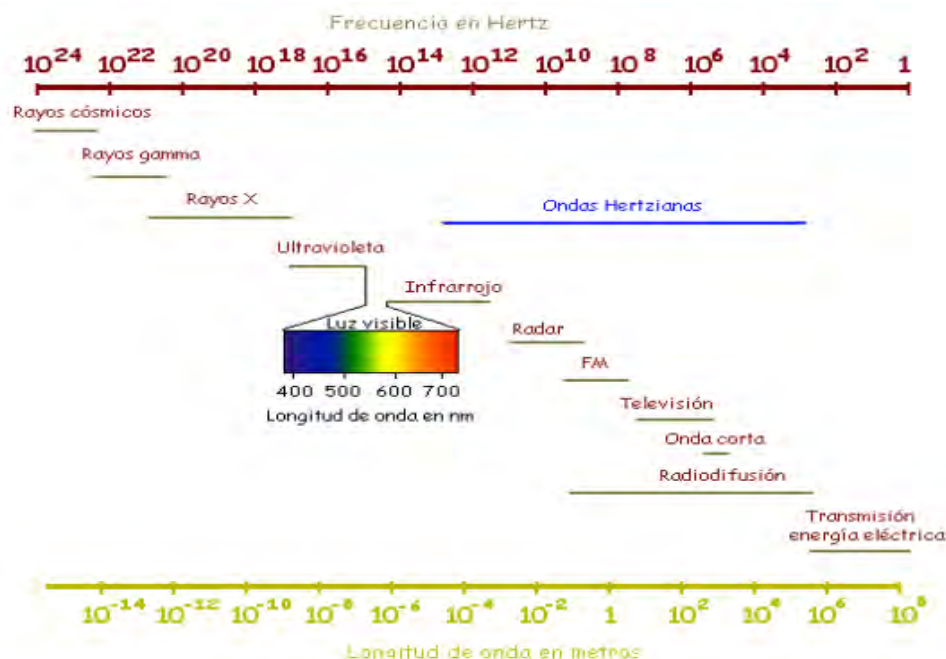


Figura 2.1 Espectro electromagnético de la luz
Fuente: (Moreno, 2015)

2.1.3 Control de la Luz

En la luminotecnia el control de la luz es uno de los aspectos con mayor importancia, esta se refiere a la conducción del flujo luminoso que emiten las lámparas, su objetivo principal radica en una distribución de iluminación adecuada, esto mediante dispositivos que controlen o modifiquen la luz emitida por la fuente. Existen cinco fenómenos físicos que pueden modificar las características de la luz emitida con vista a una aplicación eficiente, estos son:

Reflexión: Es la característica que se produce en un medio homogéneo e isotrópico, donde una superficie devuelve la luz que incide sobre ella, la reflexión puede ser especular, difusa o semi dirigida [1].

Refracción: Es aquella que ocurre cuando la luz es desviada de su trayectoria al atravesar la superficie de separación entre dos medios con densidades diferentes, pero ambos son homogéneos e isotrópicos [1].

Transmisión: Es similar a la refracción pero se aplica a los cuerpos translúcidos. Consiste en la propagación a través de los cuerpos transparentes o translúcidos, esta puede ser dirigida o difusa [1].

Absorción: En los procesos de reflexión y transmisión, parte de la luz que incide sobre los cuerpos es absorbida en mayor o menor proporción según la constitución de los materiales que lo componen [1].

Difusión: Consiste en el esparcimiento en todas las direcciones del espacio del flujo luminoso, esto se debe a la rugosidad de la superficie en donde incide el rayo, la difusión también va a depender del tipo de material que está constituido la superficie [1].

2.2 VISIÓN

El ojo humano es un órgano sensible muy complejo, que recibe la luz procedente de los objetos, la enfoca sobre la retina formando una imagen y la transforma en información comprensible para el cerebro. En el cerebro se realiza el proceso de reconstruir las distancias, colores, movimientos y formas de los objetos que nos rodean. La existencia de dos ojos permite una visión panorámica y binocular del mundo circundante y la capacidad del cerebro para combinar ambas imágenes produce una visión tridimensional o estereoscópica [1].

Capacidades Visuales

La capacidad visual depende de cada ser humano debido a que no todas las personas son iguales, por lo tanto no pueden apreciar lo observado de igual manera, esto ocurre por las limitaciones del sentido visual del ser humano y la posibilidad de distorsión, en relación a la forma, el color, la dimensión y la perspectiva de lo observado [1]. Entre las capacidades visuales se tienen:

Sensibilidad: El ojo contiene conos y bastones, que son los encargados de que el ojo humano pueda ver de día y de noche; los conos se definen como células que permiten distinguir las características cromáticas, en el día la sensibilidad del mismo hacen que el ojo sea capaz de distinguir formas, detalles y colores. A medida que disminuye la luz, el ojo deja de distinguir colores, esto se debe a la falta de energía radiante en los conos, necesaria para ser activados.

Cuando esto sucede solo funcionan los bastones, que no requieren tanta cantidad de luz para ser activados, durante su funcionamiento se tiene la capacidad de distinguir formas y movimientos, pero no detalles ni colores. A este tipo de visión se le conoce como visión escotópica, mientras que a la visión diurna se le denomina visión fotópica. (Ver figura 2.2) [1].

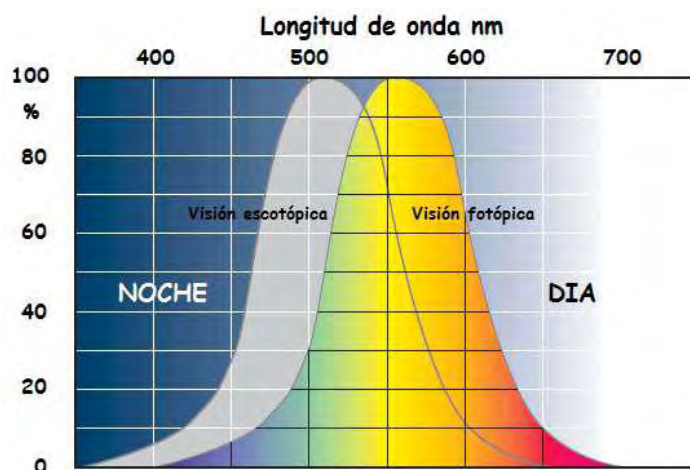


Figura 2.2 Curvas de sensibilidad del ojo
Fuente: (Comisión Internacional de Iluminación).

Acomodación: Es la capacidad que tiene el ojo para enfocar automáticamente objetos situados a diferentes distancias y obtener de esta forma imágenes nítidas en la retina. Esto se debe a que en el cristalino varía su forma (curvatura) al efecto, es decir, si el objeto se encuentra cerca, la curvatura del cristalino se hace mayor que cuando se encuentra lejos [1].

Adaptación del ojo: Se conoce como el ajustamiento automático del ojo a cambios en los niveles de iluminación, esto se debe a la capacidad que tiene el iris para regular la apertura de la pupila y a cambios fotoquímicos de la retina. El proceso cuando se pasa de ambientes oscuros a luminosos (adaptación fotópica) es más rápido que en el caso contrario, cuando se pasa de ambientes luminosos a oscuros (adaptación escotópica) [1].

Agudeza Visual: Capacidad visual que permite distinguir los detalles de los objetos, hasta el punto de poder apreciar dos puntos que forman un ángulo inferior a 30" de arco desde el ojo [1].

Visión Binocular: Se conoce como la capacidad que permite una percepción del entorno en tres dimensiones, situar los objetos en el espacio, tener la sensación de profundidad, el cálculo de distancias, así como determinar los relieves del momento [1].

Campo Visual: Es definido como el espacio que se tiene delante del ojo que puede percibir. Una consecuencia que tiene la visión binocular es la obtención de un campo visual de los dos ojos, el ojo derecho tendrá un campo visual individual y el izquierdo otro, que tras el efecto de la visión binocular, se forma un campo visual común de los dos ojos y un campo residual en los extremos quedará sin ver. Se calcula aproximadamente que en horizontal se tiene un campo de 100° a los extremos de la visión y 50° en dirección a la nariz. (Ver Figura 2.3) En vertical se tiene un campo de 60° hacia arriba y de 70° hacia abajo. (Ver Figura 2.4) [1].

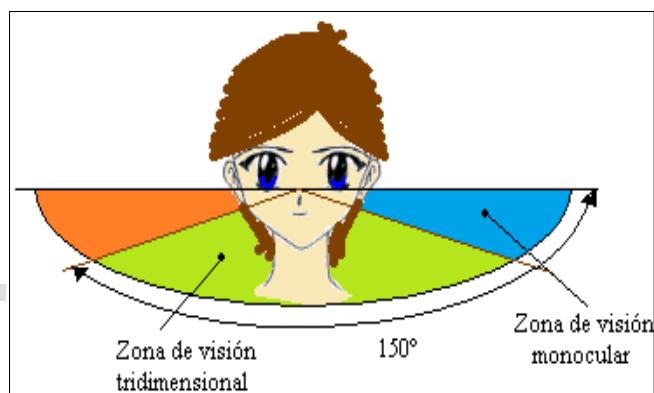


Figura 2.3 Campo visual horizontal
Fuente: (Moreno, 2015).

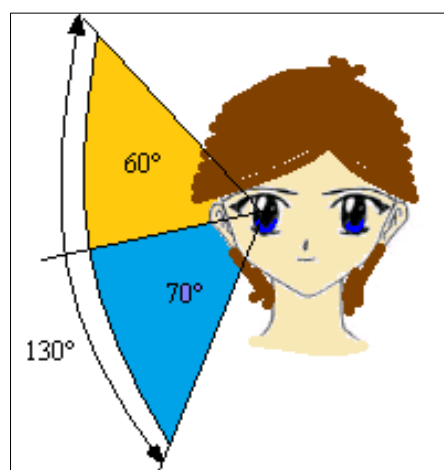


Figura 2.4 Campo visual vertical
Fuente: (Moreno, 2015).

2.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VISIÓN

Los factores externos que influyen en la formación de una buena imagen en la retina pueden ser subjetivos, es decir, que dependen del propio individuo como lo es, la salud visual, y los objetivos son aquellos factores que dependen del objeto visual, como lo es el tamaño, el contraste, la luminancia y el tiempo.

2.3.1 El Tamaño

El tamaño aparente de un cuerpo con relación al resto de los elementos que forman el campo visual, es un factor importante para distinguirlo con rapidez, en otras palabras, si es de gran tamaño es fácil de percibir mientras que si es pequeño dificulta la percepción por lo amerita se usen lentes de aumento o un microscopio [1].

2.3.2 El Contraste

Es la diferencia de luminancia entre el objeto que se observa y su espacio inmediato. Para percibir cada detalle de la tarea visual debe haber diferencia de luminancia (o color) en todo el ambiente de trabajo. Si la discriminación depende solamente de la diferencia de luminancia, la visibilidad está en un máximo cuando el contraste de los detalles del ambiente es alto. Si se ubica un objeto claro dentro de un fondo oscuro, su contraste será positivo y tendrá un valor entre 0 hasta infinito. En cambio, si se coloca un objeto oscuro dentro de un fondo claro, su contraste será negativo y tendrá un valor entre -1 y 0 [1].

2.3.3 Luminancia

La luminancia resultante de la luz en las tareas y sus alrededores en el campo visual puede ser ampliamente controlada variando la cantidad y la distribución de la luz [1].

2.3.4 El Tiempo

El enfoque de una imagen y la transmisión de la misma al cerebro requieren de determinado tiempo del cual el ojo dispone. Este efecto es lo que permite el disfrute del cine, la televisión o los dibujos animados, que no son más que una serie de imágenes estáticas sucesivas. Por otro

lado, mientras más tiempo se disponga para ver una imagen, más nítida y detallada será. Con una buena iluminación se podrá reducir y aumentar la velocidad de percepción [1].

2.3.5 Deslumbramiento

Es el fenómeno al cual se ve sometida la visión cuando inciden sobre los ojos una intensidad luminosa mayor a la que los mismos pueden soportar, produciendo molestia y/o disminución de la capacidad para percibir objetos, afectando la retina del ojo, ocasionando una enérgica reacción fotoquímica, insensibilizándola durante un lapso de tiempo, transcurrido este vuelve a recuperarse [1].

2.4 EL COLOR

El color se origina por la alteración de la frecuencia cuando son interceptadas por elementos opacos; ellas absorben algunas frecuencias y reflejan otras. Por consiguiente, los objetos no tienen un color determinado, sino presenta propiedades ópticas de reflejar, refractar y absorber los que colores de la luz que reciben. Es decir, el cerebro interpreta como color de un objeto a un conjunto de sensaciones monocromáticas aditivas y estas dependen de la composición espectral de la luz usada para iluminar al objeto y de las propiedades ópticas propias del objeto, que le permita reflejar, refractar o absorber la luz incidente [1].



Color	Longitud de onda
violeta	~ 380-450 nm
azul	~ 450-495 nm
verde	~ 495-570 nm
amarillo	~ 570-590 nm
naranja	~ 590-620 nm
rojo	~ 620-750 nm

Figura 2.5 Longitud de onda según el color.

Fuente: <http://teslatronica.blogspot.com/p/color.html>

Características cromáticas de las fuentes de luz

Temperatura del color: Es definida como la comparación del color de una fuente de luz dentro del espectro luminoso, con el de la luz que emitiría un “Cuerpo Negro de Plank” calentado a una temperatura determinada. Por tal motivo, viene expresada en Kelvin (K), a pesar de no reflejar directamente una medida de temperatura. La temperatura del color mide el grado de frialdad o calidez de la tonalidad de una fuente de luminosa. A menor temperatura mayor sensación de calidez y a mayor temperatura mayor sensación de frialdad [1].

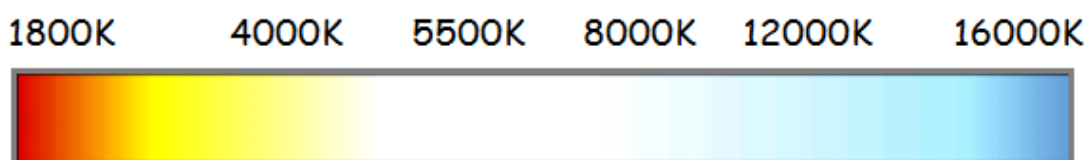


Figura 2.6 Representación aproximada de la temperatura según cierto colores
Fuente: (Moreno, 2015)

Tabla 2.1 Apariencia y temperatura del color.

Fuente: (Moreno, 2015)

Apariencia	Temperatura (K)	Grupo de Apariencia
Cálida	< 3.300	1
Intermedia	3.300 a 5.300	2
Fría	> 5.300	3

Índice de rendimiento de color (IRC o Ra): También conocido como índice de reproducción cromático, se refiere a la capacidad que tiene una fuente de luz de reproducir los colores fielmente en comparación con una fuente de luz natural, como lo es la luz del sol. El índice de reproducción del color se mide en una escala del 0 al 100. Cuanto más bajo sea el índice, peor será su reproducción cromática; una fuente de luz con Ra=100, muestra todos los colores correctamente [1]. La norma DIN 5035-2 (1.979) divide los niveles de rendimiento de color en 5 categorías:

Tabla 2.2 Índice de rendimiento de color
Fuente: (Moreno, 2015)

Índice de reproducción cromática (IRC) %	Grupo	Cálido < 3.300 K	Neutro 3.300-5.000K	Frio >5.000K	Criterio de aplicación
90-100 Muy Buena	1 A	-Halógenas, fluorescencia lineal y compacta. -Halogenuros metálicos y cerámicos.	-Fluorescente lineal y compacta.	-Fluorescente lineal y compacta.	Igualaciones de color, exploraciones clínicas y galerías de artes.
80-90 Bueno	1 B	-Fluorescencia lineal y compacta. -Halogenuros metálicos y cerámicos.	-Fluorescencia lineal y compacta, Halogenuros e Inducción.	-Fluorescente lineal y compacta.	Casas, hoteles, tiendas, oficinas, hospitales, escuelas, imprenta, industria de pintura y textiles.
70-80 Deficiente	2 A	-Halogenuros metálicos.	-Halogenuro metálico.	-Halogenuro metálico	Trabajo Industria, iluminación pública.
< 70 Mala	2B, 3	-Mercurio y sodio.	-Mercurio.		Iluminación pública.

Efectos psicológicos de la luz: El color condiciona la percepción de la luminosidad de las estancias, el cual provoca reacciones psíquicas y emocionales en las personas en factores tales como la concentración o el confort.

Existe una clasificación de los colores que está representado por tonos de colores cálidos y fríos, el cual se describe en el siguiente círculo cromático de la siguiente figura 2.7.

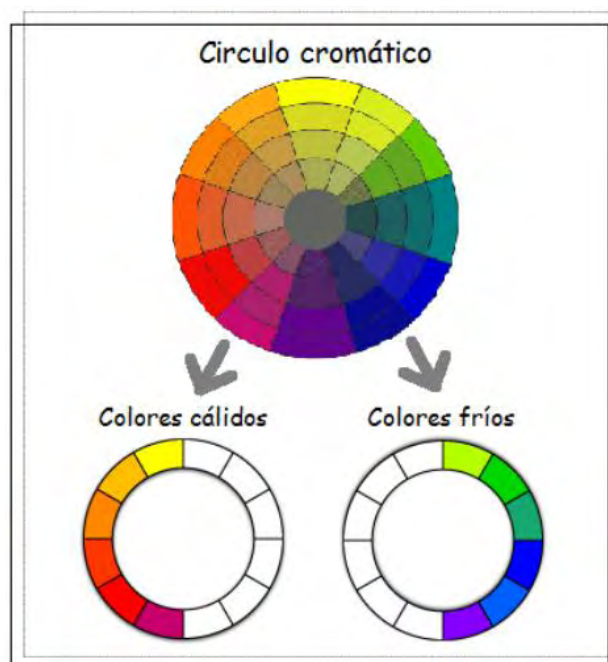


Figura 2.7 Colores cálidos y fríos.
Fuente: (Moreno, 2015)

Colores Cálidos: tales como el rojo, naranja, amarillo, expresan cualidades positivas, provocan sensación de alegría, actividad, energía y confianza.

Colores fríos: son los colores que van desde el azul al verde, pasando por los morados. Los colores fríos suelen dar sensación de tranquilidad, calma, seriedad y profesionalidad.

2.5 FOTOMETRÍA

Es la ciencia que estudia la capacidad que tiene el espectro electromagnético de estimular el sistema visual. Se encarga de todo lo relativo a las medidas de la luz, la cual define herramientas de trabajo, magnitudes, gráficos y unidades luminosas; con el fin de poder realizar los cálculos de iluminación en un área de trabajo [1]. Entre las magnitudes y unidades luminosas se tiene:

2.5.1 Luminotecnia

Es la ciencia que se encarga de estudiar las distintas características y formas de producción de la luz, así como su control y aplicación [1].

2.5.2 Flujo luminoso

Es definido como la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo es sensible. No toda la potencia consumida por una lámpara es transformada en luz, únicamente esa parte convertida en luz visible, es llamado flujo luminoso. Se mide en Lumen (Lm) y su símbolo es Φ . [1].

2.5.3 Intensidad luminosa

Es la relación entre el flujo luminoso de una fuente de luz, emitido por unidad de ángulo sólido en una determinada dirección. Su unidad es Candela (cd) [1]. La ecuación es la siguiente:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \text{ [cd]} \quad (2.1)$$

Dónde:

I Representa la intensidad luminosa (cd)

Φ El flujo luminoso (lm)

ω El ángulo sólido (sr)

2.5.4 Iluminancia

Se conoce como un índice representativo de la cantidad o flujo luminoso que incide sobre determinada superficie, es decir, es la relación existente entre el flujo luminoso que incide sobre una superficie y el tamaño de la misma. El nivel de iluminación es una las magnitudes mayormente utilizada para evaluar la cantidad de luz presente en diversas áreas de trabajo, tomando como referencia las normas COVENIN 2249-93 donde se establecen los niveles de iluminancia para cada área de uso y actividad. La iluminancia depende de la distancia de la fuente de luz con respecto a la superficie que se desee iluminar. Su símbolo es E y su unidad de medida es el lux (lx). Para medir la iluminancia se requiere de un instrumento llamado luxómetro, el cual detecta el flujo luminoso [1]. Su ecuación es la siguiente:

$$E = \frac{\Phi}{s} \text{ [lx]} \quad (2.2)$$

Dónde:

E Representa la iluminancia (lx)

Φ Es el flujo luminoso (lm)

s Es la superficie expresada en m²

2.5.5 Iluminancia media

Se define como el valor promedio de medidas del nivel de iluminación (lux) en una superficie iluminada. Se obtiene sumando todos los valores de iluminancia punto por punto en una superficie determinada, dividiendo entre el número de puntos tomados, su símbolo es E_m y su unidad es lux (lx).

$$E_m = \frac{\sum E_i}{N} \text{ [lx]} \quad (2.3)$$

Dónde:

E_m Representa la iluminancia media (lx)

E_i Nivel de iluminación medido en cada punto (lx)

N Número de mediciones.

2.5.6 Luminancia

Se define como la relación existente entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. La luminancia mide el brillo tanto de las fuentes luminosas primarias, como de las fuentes secundarias, que constituyen los objetos que reflejan la luz. Su símbolo es L y unidad es la candela por metro cuadrado (cd/m²) [1].

$$L = \frac{I}{s_{\text{aparente}}} = \frac{I}{s \cdot \cos \alpha} \left[\frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right] \quad (2.4)$$

Dónde:

L Es el valor de la luminancia expresado en (cd/m²).

I Es la intensidad luminosa (cd)

S_{aparente} Superficie aparente

α Es el ángulo que forma la superficie S y S_{aparente}

2.5.7 Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa

Se define como la capacidad de una fuente luminosa para aprovechar la energía eléctrica consumida y convertirla en energía visible. Se expresa como la relación entre el flujo luminoso emitido y la potencia consumida por la fuente. Se representa por la letra griega ε y su unidad es lm/W [1].

2.5.8 Eficiencia energética

Se define como el índice que evalúa la eficiencia energética VEEI de una instalación, tiene como objetivo reducir el consumo de energía eléctrica, que se trata de iluminar mejor consumiendo menos electricidad, disminuyendo costos y promoviendo la sostenibilidad económica y ambiental. Su unidad de medida es $\left(\frac{W}{m^2 \cdot lux}\right) * 100$. Para cada zona se determina por la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{\text{Potencia(lamparas+equipo electrico auxiliar)}}{\text{Superficie iluminada (m}^2\text{)}} * \frac{100}{\text{Iluminacion media (lux)}} \quad (2.6)$$

Los valores límite de eficiencia energética se establece en la siguiente tabla:

Tabla 2.3 Valores límite de eficiencia energética en iluminación (VEEI)

Zona de Actividad	VEEI Límite
Administrativo en general	3
Salones de actos, auditorios, y sala de usos múltiples y convenciones	8
Sala de ocio o espectáculos, sala de reuniones y salas de conferencias	8

2.6 FUENTES DE LUZ

Son todos aquellos objetos capaces de transformar algún tipo de energía en luz. Algunas son naturales como lo es el sol, mientras que otras artificiales como la lámpara. Las fuentes de luz pueden ser clasificadas como primarias y secundarias; las primeras producen la luz que emiten (el sol) mientras que las segundas reflejan la luz de otra fuente (la luna).

2.6.1 Características fundamentales de las fuentes de luz artificiales

Distribución espectral: Para que su rendimiento sea elevado, las lámparas debe transformar la mayor energía absorbida en energía visible. La luz debería ser blanca como la luz del día y con la mayor reproducción cromática, es decir, un espectro continuo que contenga todo los colores principales desde el violeta hasta el rojo [1].

Distribución de la intensidad luminosa: En una fuente de luz ideal su flujo luminoso es radialmente uniforme, y su intensidad luminosa es igual en todas direcciones. En la práctica se da una distribución espacial irregular del flujo luminoso, que va condicionada por la disposición de los medios de luz y por lo tanto cada lámpara tiene una distribución propia de su intensidad luminosa [1].

Depreciación luminosa: Se conoce como la disminución del flujo luminoso emitido por una lámpara a lo largo de su vida. Se expresa en porcentaje (%) del flujo inicial. Frecuentemente es expresada es forma gráfica Horas/Flujo. (Ver Figura 2.8) [1].

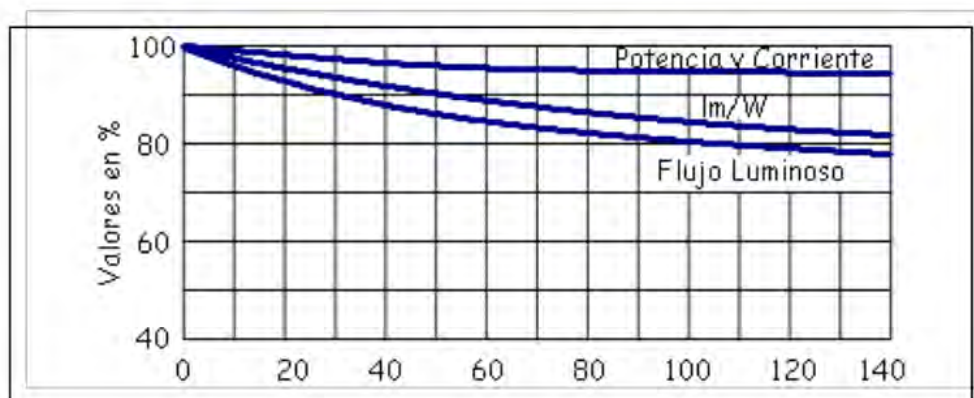


Figura 2.8 Depreciación luminosa
Fuente: (Moreno, 2015)

Vida media: Se conoce como el tiempo de duración de una lámpara hasta su total agotamiento, bajo condiciones de pruebas específicas de las lámparas de un mismo lote. La vida media se obtiene cuando el 50 % de las lámparas dejan de funcionar. Su unidad se expresa en horas de trabajo [1].

Vida útil: Se puede definir como el número de horas de funcionamiento desde del cual el flujo total de una instalación, bajo condiciones específicas, sufre una depreciación del 30% [1].

Tiempo de encendido: Se conoce como el tiempo que necesita la lámpara para alcanzar el máximo nivel de flujo luminoso, arrancando en frío. Algunas lámparas como las de descarga y de inducción, no alcanzan el pleno rendimiento al conectarlo a la red, sino que demora un tiempo [1].

2.6.2 Fuentes de luz usadas en el Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Lámparas incandescentes: Fueron hasta hace poco la fuente dominante para la iluminación en el sector residencial y hasta cierto punto en comercios, pero fueron desplazadas después de surgimiento de otras lámparas más eficientes. Tiene un bajo costo inicial, gran disponibilidad de formas decorativas y buena reproducción del color. Su principio de funcionamiento se basa principalmente en una corriente eléctrica que circula por un conductor, originando calentamiento por efecto Joule hasta que alcanza una temperatura tan elevada que emite radiaciones visibles por el ojo humano. Son clasificadas según su uso, así como también en función de su forma [1].

Lámparas Fluorescentes – vapor de mercurio baja presión: Son pertenecientes al grupo de lámparas de descargas en gases a baja presión. Para su funcionamiento requiere de un balasto, que controla la intensidad de corriente que circula por ella, la misma que fluye dentro del tubo provoca que los electrones comiencen a chocar y generar reacciones, las cuales finalizan liberando fotones de luz ultravioleta (aproximadamente el 63%), una pequeña cantidad de luz visible (aproximadamente 3%) y el resto en energía que disipa en forma de calor. Los fotones de luz ultravioleta impactan contra la pared que recubre al interior del tubo, excitando los electrones de átomo de fósforo, los que emiten fotones de luz visible, que hace que el tubo se ilumine con una luz fluorescente blanca.

Las lámparas fluorescentes se clasifican según su diámetro y por su tonalidad; sus fabricantes establecen una eficacia del orden de 55 a 82 lm/W, su consumo abarca una potencia de 6W hasta los 80W. Su vida media es del orden de 10.000 horas. Sus aplicaciones predominan en áreas comerciales e industriales [1].

Lámparas fluorescentes compactas: Son una evolución de las lámparas fluorescentes convencionales, con la característica de su reducido tamaño, se caracterizan por ser de menor diámetro, de extremo único, de dos, cuatro o seis tubos paralelos, formadas por bulbos en forma de U conectados por pequeños tubos en sus extremos, se componen básicamente de los mismos elementos que una lámpara fluorescente de vapor de mercurio a baja presión.

Las características cromáticas de las lámparas fluorescentes compactas dependen del fósforo usado en el recubrimiento de bulbo, sus tonalidades varían desde cálido (3.000 K) hasta la luz del día (6.500 K). Su eficacia se encuentra en el orden de los 80 Lm/W, consumiendo una potencia de 3W hasta los 80W. Su vida media es 8.000 horas si es convencional y 15.000 las que poseen equipo electrónico. Pueden usarse en cocinas, baños, veladores y lámparas de escritorio, su uso se extiende a hogares, comercios y otros usos donde es deseada una menor dimensión [1].

2.7 LUMINARIAS

Son todos aquellos dispositivos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o más lámparas, que incluye todos los componentes necesarios para fijarlas y protegerlas y, donde corresponda, los equipos auxiliares, así como los medios necesarios para la conexión eléctrica de iluminación.

2.8 SISTEMA DE ALUMBRADO

Todas las áreas ya sean residenciales, comerciales, industriales, o de trabajo, deben de contar en lo posible con un sistema de alumbrado que garantice los niveles de iluminación recomendados en la norma según sea su uso. El sistema de alumbrado debe asegurar que el individuo pueda desarrollar determinada actividad con el máximo confort, tanto visual como psicológico. Mediante el uso de iluminación eficiente, luminarias de alto rendimiento,

incorporando equipos de bajo consumo. Por tal motivo en el Edificio de la Gobernación del estado Mérida es indispensable que los trabajadores del Edificio cuenten con un alto confort visual al momento de realizar sus actividades, pues la rapidez con la cual el hombre puede hacer sus tareas es a menudo una medida de productividad, por lo que influiría de manera directa en el crecimiento estatal así como municipal.

2.9 MÉTODOS DE ILUMINACIÓN

Según la forma o grado de uniformidad, como se reparte la luz en las zonas iluminadas en las instalaciones de iluminación de interiores, se pueden distinguir los siguientes cuatro métodos predominantes:

Iluminación general: Es aquella distribución que proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método comúnmente usado y se pueden encontrar frecuentemente en oficinas y zonas administrativas. Este tipo de iluminación no necesita coordinación con la ubicación de los puestos de trabajo, pues las luminarias se distribuyen de forma regular por todo el techo del área. (Ver figura 2.9) [1].

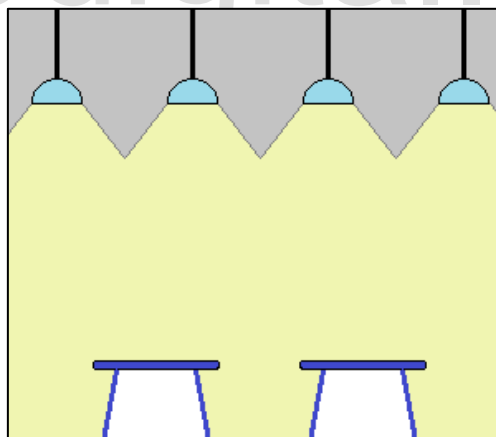


Figura 2.9 Iluminación general
Fuente: (Moreno, 2015)

Iluminación localizada: Utilizada en situaciones donde se requiere una iluminación considerable de la tarea visual que se desarrolla. Generalmente se usa cuando el nivel de iluminación requerido es alto, superior a los 1.000 lx. Áreas de riesgo de accidentes, lugares

donde se quiere crear efectos decorativos, si existen obstáculos en el flujo de la luz provenientes de la iluminación general. (Ver figura 2.10) [1].

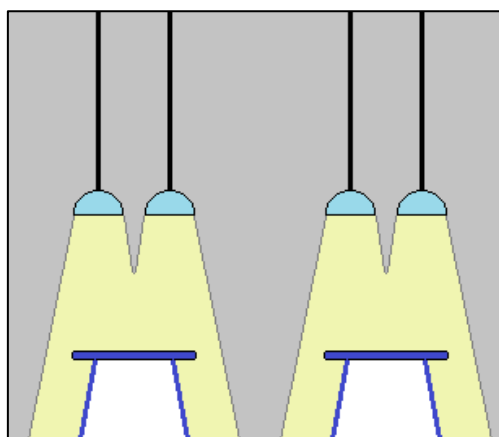


Figura 2.10 Iluminación localizada
Fuente: (Moreno, 2015)

Iluminación general-localizada: Consiste en focalizar la iluminación cerca de la tarea visual que requiere niveles altos de iluminación para realizar un trabajo concreto. Proporciona una distribución no uniforme de las lámparas. (Ver figura 2.11) [1].

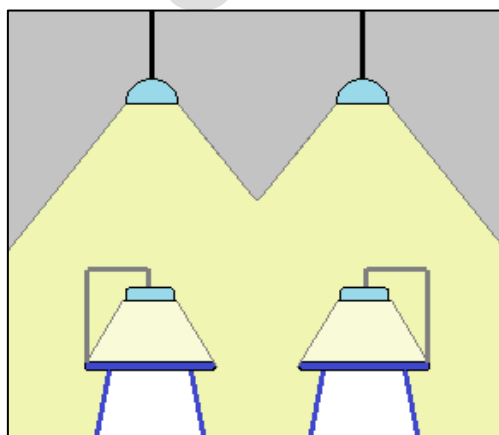


Figura 2.11 Iluminación general -localizada
Fuente: (Moreno, 2015)

Iluminación modularizada: Este tipo de iluminación se utiliza en salas donde se prevé el uso de los paneles divisorios o muebles de altura considerable, como por ejemplo, oficinas o

bibliotecas, con el fin de minimizar los efectos de sombras sobre el plano de trabajo. (Ver figura 2.12) [1].

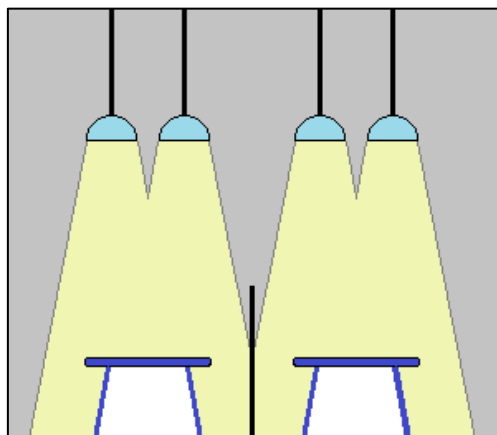


Figura 2.12 Iluminación modularizada
Fuente: (Moreno, 2015)

2.10 ILUMINACIÓN EN EL OFICINAS DEPENDIENDO DE SU FUNCIÓN

La iluminación en oficinas debe tener como objetivo principal el garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las actividades que en él se realizan, así como también el crear un ambiente confortable para sus visitantes, considerando en su diseño una alta eficiencia energética que contribuya con el ahorro de energía eléctrica en la nación.

Para elaborar un correcto diseño en el sistema de iluminación del edificio, es importante considerar el tipo de oficina en estudio que se clasifican según su funciones, tales como:

Oficinas tipo colmena: Son aquellas donde el trabajo es individual, de procesos sistematicos y de carácter repetitivo. Los empleados tienen tareas claramente definidas, además dispones de autonomía y responsabilidad limitadaa, por lo que la comunicación entre ellos no es un punto esencial. El tiempo de actividad esta entre 8 a 12 horas diarias y se recomienda una iluminación general, general localizada. (Ver figura 2.13) [1].

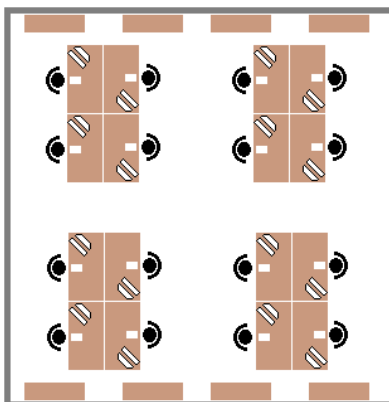


Figura 2.13 Oficina tipo colmena.

Fuente: (Moreno, 2015)

Oficinas tipo celdas: Se caracteriza porque sus empleados desarrollan un trabajo individual con un grado relativamente alto de concentración; el diseño de estas oficinas está orientado a favorecer la concentración del trabajador. La iluminación recomendada es general-localizada. El tiempo de actividad es de 5 a 8 horas diarias. (Ver figura 2.14) [1].

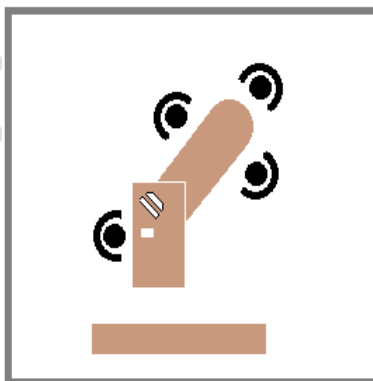


Figura 2.14 Oficina tipo celda.

Fuente: (Moreno, 2015)

Oficina tipo reunión: Las organizaciones de oficinas requieren un área específicamente destinada a la función en reunión; tiene como función primordial la efectiva comunicación entre los integrantes del equipo. Su uso es moderado de 1 a 3 horas diarias. Para este tipo de oficinas se requiere un estudio detallado según sus necesidades de cada proyecto, con el fin de obtener el mayor beneficio a las salas de reuniones. (Ver figura 2.15) [1].

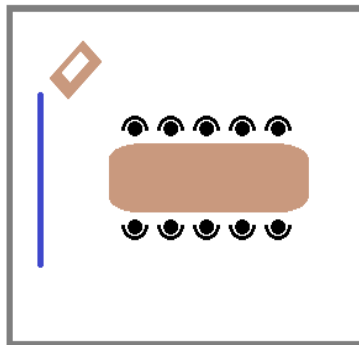


Figura 2.15 Oficina tipo reunión
Fuente: (Moreno, 2015)

Oficina tipo club: Se caracteriza por la integración de las tareas de comunicación y trabajo de concentración. Los trabajadores presentan una responsabilidad compartida con el rendimiento de su departamento. En otras palabras las oficinas tipo club son una combinación de las oficinas tipo colmena y reunión. Se recomienda una iluminación general-localizada. (Ver figura 2.16) [1].

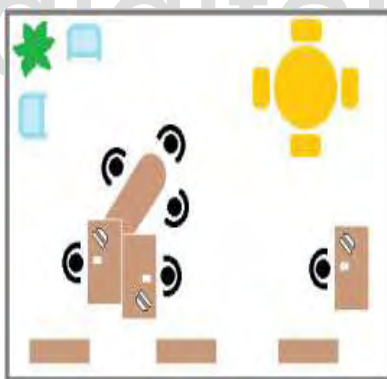


Figura 2.16 Oficina tipo club.
Fuente: (Moreno, 2015)

Oficina tipo Lobby: Se caracteriza por ser un área compartida por todos los empleados de función representativa, que sirve de transporte entre varias salas y departamentos, donde la importancia de la comunicación es escasa. La actividad visual en este tipo de oficinas es baja, en ella se pueden clasificar: los pasillos, vestíbulos, escaleras, comedores, cafeterías, zonas de espera y paso, aseos, bibliotecas y archivos. (Ver figura 2.17) [1].



Figura 2.17 Oficina tipo Lobby
Fuente: (Moreno, 2015)

Tabla 2.4 Requerimientos técnicos de los tipos de oficinas
Fuente: (Moreno, 2015)

	Colmena	Celda	Reunión	Club	Lobby
Nivel General (lux)	500 – 1.000	500 – 750	300 – 1.000	300 – 1.000	200 - 500
Temperatura De color (K)	3.000 – 4.000	3.000 – 4.000	2700 – 4.000	2.700 – 4.000	2.700 – 5.300
	Colmena	Celda	Reunión	Club	Lobby
Rendimiento en color	Ra > 80	Ra > 80	Ra > 80	Ra > 80	Ra > 80
Uniformidad	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Moderada

Tabla 2.5 Temperatura de color dependiendo del tipo de actividad
Fuente: (Moreno, 2015)

Temperatura de color	Tipo de actividad o de iluminación
Tonos cálidos < 3.000 k	Entornos decorados con tonos claros Áreas de descanso Salas de espera Oficina tipo celda Zonas con usuarios de avanzada edad Áreas de esparcimientos Bajos niveles de iluminación

Tabla 2.5 Continuación. Temperatura de color dependiendo del tipo de actividad
Fuente: (Moreno, 2015)

Temperatura de color	Tipo de actividad o de iluminación
Tonos neutros 3.300 – 5.000 k	Lugares con importante aportación de luz natural Tareas visuales de requisitos medios Oficina tipo colmena Oficina tipo Celda
Tonos fríos > 5.000 k	Entornos decorados con tonos fríos Altos niveles de iluminación Para enfatizar la impresión técnica Tareas visuales de alta concentración

2.12 NORMA COVENIN 2249-93. ILUMINANCIAS EN TAREAS Y ÁREAS DE TRABAJO

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país, el mismo establece los valores de iluminancia media para la obtención de un desempeño visual eficiente, en las diversas áreas de trabajo y para tareas visuales específicas bajo condiciones de iluminación artificial. [2].

Tabla 2.11 Iluminancias recomendadas de acuerdo a las dependencias del edificio de la Gobernación del estado Mérida

Fuente: (COVENIN, 1993)

AREA	TIPO DE ILUMINACION	ILUMINANCIA (lx)		
		Mínima	Media	Máxima
Salón de reuniones	General	100	150	200
Oficina	General	500	750	1.000
Salón de uso protocolar	General	200	300	500
Recepción	General	100	150	200

Tabla 2.11 Continuación. Iluminancias recomendadas de acuerdo a las dependencias del edificio de la Gobernación del estado Mérida

Fuente: (COVENIN, 1993)

AREA	TIPO DE ILUMINACION	ILUMINANCIA (lx)		
		Mínima	Media	Máxima
Pasillos	General	100	150	200
Sanitarios	General	100	150	200
Escaleras	General	100	150	200

Recomendaciones para obtener los niveles de iluminación en un ambiente según NORMA COVENIN 2249 – 93.

Al realizar un estudio de iluminación hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Se debe utilizar un luxómetro para medir los niveles de iluminación.
2. Se deben encender las luminarias y se dejar en funcionamiento durante 10 minutos, para estabilizar el nivel de iluminación del sector.
3. Se procede a realizar una malla de la superficie, la cual tendrá una distancia de punto a punto entre 50 cm a 60 cm y se procede a tomar las mediciones en cada punto de la malla.
4. Se recomienda evitar el paso de personas en el sector ya que crean sombra y pueden interferir en el resultado de la medida.
5. La medida en cada punto del área de trabajo se debe tomar a una a la altura aproximadamente de 80 centímetros del piso.
6. Se debe evaluar el tipo de luminaria, número de luminarias, potencia instalada, potencia en uso, color de pared / piso y mobiliario.

CAPITULO III

ANÁLISIS DE ENCUESTA

Para determinar con mayor exactitud el estado actual del sistema de iluminación del Edificio de la Gobernación del estado Mérida, se realizó una consulta a través de encuestas como técnica de investigación a los trabajadores que actualmente se encuentran laborando en el edificio, para conocer su opinión con respecto al sistema de iluminación y cuanto se han visto afectados por el déficit del mismo en sus áreas de trabajo; las encuestas realizadas forma parte fundamental de la metodología aplicada para desarrollar la propuesta de diseño.

La encuesta realizada en el edificio de la gobernación del estado Mérida estuvo estructurada por un cuestionario de preguntas sobre el sistema de iluminación actual, teniendo como respuesta opciones de selección simple (Ver anexo n°1), dicha encuesta fue dirigida a los trabajadores de la infraestructura pertenecientes a la Gobernación del estado Mérida y a los miembros integrantes del Consejo Legislativo de la Alcaldía del Municipio Libertador que hace vida activa en el recinto (Ver anexo n°2).

Para determinar la cantidad de trabajadores a los cuales se les realizó la encuesta fue necesario calcularla mediante la ecuación de la campana de Gauss, de tal manera que la muestra genere un grado alto de credibilidad y sea efectiva su realización.

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{(e^2 \times N) + Z^2 \times P \times Q} \quad (3.1)$$

Dónde:

n Representa el tamaño de la muestra

Z es una constante variable dependiente del nivel de confianza asignado, este indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos.

P es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato generalmente es desconocido y se suele suponer $P=Q=0.5$ por ser la opción más segura.

Q es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir $1-P$.

N es el tamaño de la población o universo.

e error de estimación.

3.1 ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL QUE LABORAN EN EL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN DEL ESTADO MÉRIDA.

Actualmente en el Edificio de la Gobernación del estado Mérida trabajan 1.133 personas, entre personal directivo, administrativo y obrero dependientes de la Gobernación del estado y del Consejo Legislativo de la Alcaldía del municipio Libertador, para determinar el tamaño de la muestra que se consultó se aplicó la ecuación (3.1), estableciendo un grado de confianza del 90% para una $Z=1,65$, con un error de estimación de 7%, obteniendo como resultado la siguiente muestra de la población:

$$n = \frac{(1,65)^2 \times 0,5 \times 0,5 \times 1133}{(0,07^2 \times 1.133) + 1,65^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = 123,73$$

En base al resultado anteriormente obtenido se aplicó la encuesta a 124 personas que hacen vida activa en el edificio de la Gobernación del estado Mérida teniendo como resultado lo siguiente:

1.) ¿Cómo considera la iluminación en su puesto de trabajo?

- a) Excelente
- b) Regular
- c) Deficiente

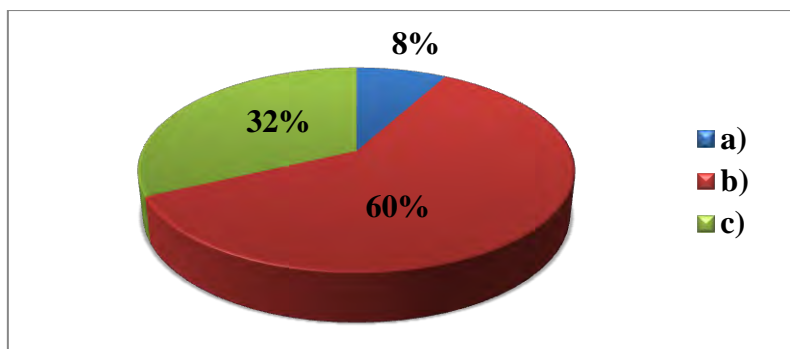


Gráfico 3.1 Resultados de la pregunta 1 realizada al personal que labora en el Edificio de la Gobernación
Fuente: Autor

En los resultados anteriormente señalados en la gráfica 3.1, se evidencia que la mayoría de la población representada por el 60% equivalente a 74 trabajadores, la cual hacen vida activa en el edificio, considera que la iluminación en su espacio laboral es regular, mientras para un 32%, el cual corresponden a 40 personas indican deficiencia en las áreas en las que normalmente realizan su función, por otro lado un 8% restante no se ha visto afectada por la falta de iluminación, la consideran excelente. La variación de resultados puede deberse a la intervención de la luz natural en sus áreas de trabajo, a su vez dichos resultados demuestran la necesidad de un mejoramiento en los niveles de iluminación que genere a los trabajadores mayor confort para un aumento de productividad.

2.) ¿Ha sentido dificultad en la realización de sus actividades por falta de iluminación?

- a) Si
- b) No

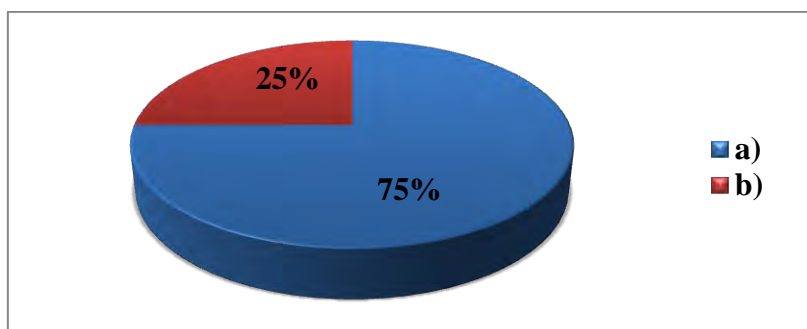


Gráfico 3.2 Resultados de la pregunta 2 realizada al personal que labora en el Edificio de la Gobernación
Fuente: Autor

En el gráfico 3.2 se puede observar al 75% de la población encuestada representada por 93 trabajadores indican que presentan debilidades para realizar sus actividades debido a la falta de iluminación, mientras el 25% restante, es decir, 31 personas no presentan mayor dificultad.

3.) ¿Ha sentido deslumbramiento o cansancio visual en su área de trabajo?

- a) Si
- b) No

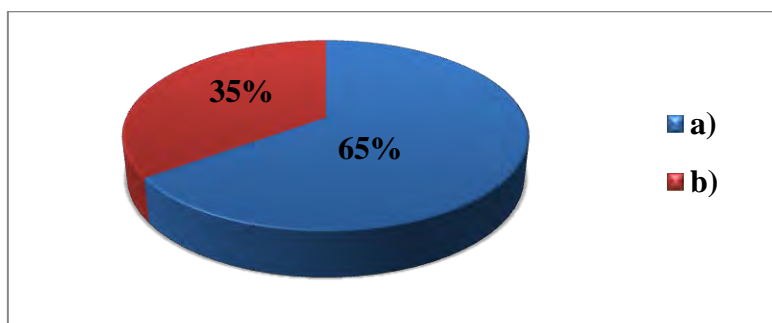


Gráfico 3.3 Resultados de la pregunta 3 realizada al personal que labora en el Edificio de la Gobernación
Fuente: Autor

De los resultados obtenidos en el gráfico 3.3 se destaca que la mayoría de trabajadores presentan deslumbramiento o cansancio visual al realizar sus actividades diarias en el recinto, dicha mayoría viene representada por 80 trabajadores, siendo los mismos un 65% de la población total encuestada, mientras el 35% restante, es decir, 44 trabajadores no presentan ningún tipo de dificultad visual al realizar sus labores. Es importante mencionar que el deslumbramiento generado en el edificio se debe a que la luz natural entra por los ventanales, pasillos y/o espacios abiertos que no tienen ningún tipo de apantallamiento, afectando directamente en la visión de los trabajadores y a su vez generado cansancio visual, este último puede presentarse adicionalmente por déficit o exceso en los niveles de iluminación según lo recomendado por la norma en las áreas laborales.

4.) ¿Ha observado lámparas en mal estado en su sitio de trabajo?

- a) Si
- b) No

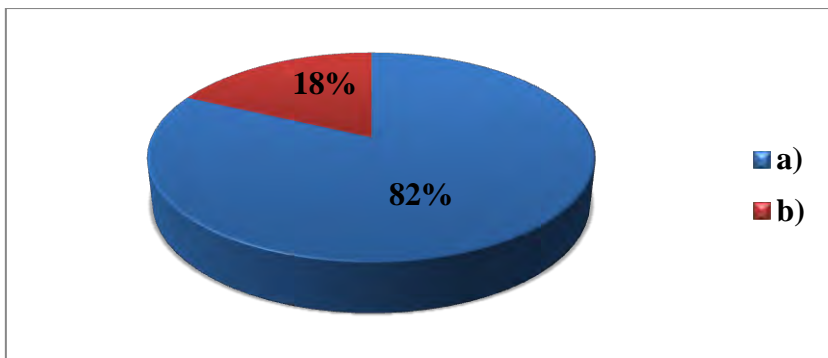


Gráfico 3.4 Resultados de la pregunta 4 realizada al personal que labora en el Edificio de la Gobernación
Fuente: Autor

Mediante los resultados presentes en el gráfico 3.4 se concluye que el 82% de la población encuestada representada por 102 personas indican la existencia de lámparas en mal estado generando bajos niveles de iluminación y poco confort visual, mientras que el 18% restante, es decir, 22 trabajadores exponen no haber observado lámparas en mal estado.

5.) ¿A que le atribuye usted la falta de iluminación?

- a) Falta de luminarias
- b) Falta de mantenimiento
- c) Ninguna de las anteriores

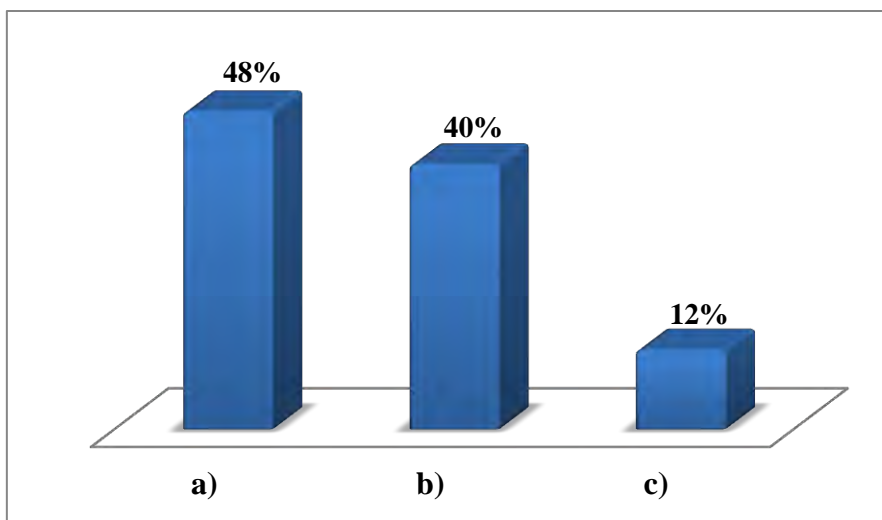


Gráfico 3.5 Resultados de la pregunta 5 realizada al personal que labora en el Edificio de la Gobernación
Fuente: Autor

El gráfico 3.5 demuestra a un 48% de la población encuestada, es decir 60 personas le retribuyen el déficit en la iluminación a falta de luminarias en sus áreas laborales, mientras un 40% representado por 50 trabajadores indican que se debe a falta de mantenimiento en el sistema de iluminación, el 12% restante considera que la razón del déficit no se debe a ninguna de las opciones anteriormente expuestas.

6.) Seleccione una o varias zonas donde considera que la iluminación es crítica

- a) Oficinas
- b) Salones
- c) Pasillos
- d) Escaleras

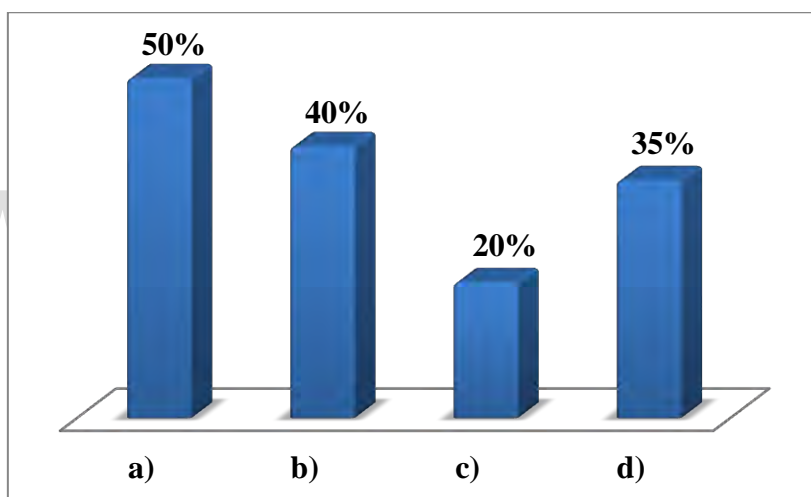


Gráfico 3.6 Resultados de la pregunta 6 realizada al personal que labora en el Edificio de la Gobernación
Fuente: Autor

Aunado a los resultados observados en el gráfico 3.6 se destaca que el área con mayor déficit de iluminación corresponden a las oficinas, dicho análisis se concluye la opinión de 62 trabajadores del recinto gubernamental, representando un 50%, mientras que un 40% considera también que los salones de reuniones y uso protocolar presentan una iluminación artificial baja, seguidamente por las escaleras, en las que un 35% indicaron que de no ser por la iluminación natural las mismas serian intransitables, por otra parte 25 personas, representado un 20% de la población encuestada consideraron a los niveles de iluminación en los pasillos es baja.

7.) ¿Cómo valoraría el mantenimiento del sistema de iluminación?

- a) Excelente
- b) Regular
- c) Deficiente

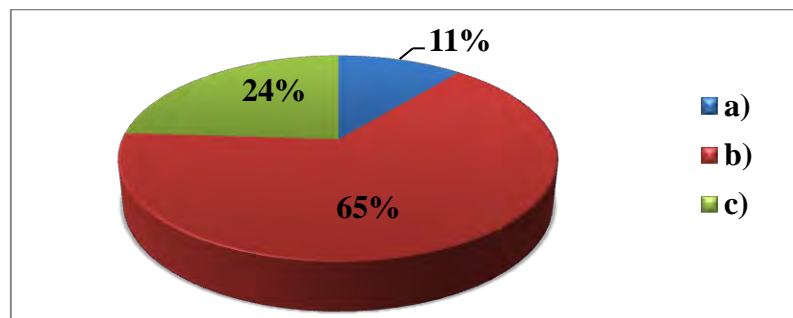


Gráfico 3.7 Resultados de la pregunta 4 realizada al personal que labora en la Gobernación
Fuente: Autor

El resultado evidenciado en la gráfica 3.7 indica a un 65% de la población encuestada, el cual consideran que el mantenimiento en el sistema actual de iluminación es regular, mientras un 11% representado por 14 personas señalan que el mismo es excelente, el 24% restante, es decir, 30 trabajadores consideran es deficiente.

8.) ¿Estaría de acuerdo con el reemplazo del actual sistema de iluminación por uno más eficiente y que contribuya con el ahorro energético?

- a) Si
- b) No

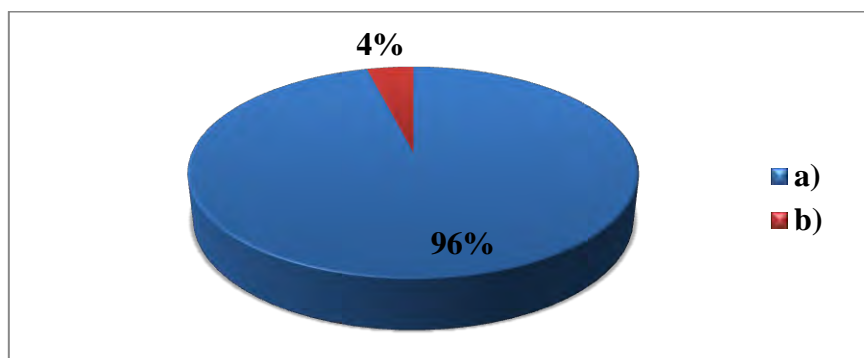


Gráfico 3.8 Resultados de la pregunta 4 realizada al personal que labora en el Edificio de la Gobernación
Fuente: Autor

El gráfico 3.8 demuestra el interés de la mayoría de la población encuestada constituida por 124 personas en reemplazo del sistema actual de iluminación, esta mayoría viene representada por un 96% (119 trabajadores) mientras un 4% no lo considera importante. Aunado a lo anterior se destaca que la población necesita de un reemplazo, en el cual obtengan los niveles de iluminación adecuados para cada área de trabajo generando mayor confort visual al realizar sus funciones para un crecimiento en productividad, así mismo permitiendo un ahorro en el consumo de energía eléctrica.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO IV

ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DEL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN

En este capítulo se describe el estado actual del sistema de alumbrado del edificio de la gobernación del estado Mérida, en el cual se especifica cada una de las áreas que lo conforman, así como también el tipo de luminaria instalada, cantidad de las mismas y los valores de iluminancia media.

Para llevar a cabo dicho estudio fue necesaria la intervención de un equipo de medición denominado luxómetro digital, que permite obtener los valores de iluminación media presentes en cada área; el funcionamiento del mismo consiste en una célula fotoeléctrica que capta la luz, la convierte en impulsos eléctricos y los representa mediante un display o aguja, dependiendo si el instrumento es analógico o digital, su unidad de medida es el lux.

El procedimiento que se realizó para la medición consistió en realizar una malla de punto en cada área a evaluar, con una distancia entre puntos de 50cm, ubicando el luxómetro a una altura de 80cm aproximadamente con el sensor de luz hacia arriba, recorriendo cada uno de los puntos especificados en la malla y evitando generar sombras sobre la célula fotoeléctrica para así no obtener resultados erróneos.

Una vez obtenida las mediciones de iluminancia en cada área, se procede a utilizar la ecuación (2.3) para determinar la iluminancia media en la misma. Adicionalmente se toma nota de la fecha y hora en que se tomó la medida, así como también, las características del espacio, como color de paredes, piso y techo, tipo de luminarias instaladas, cantidad de las mismas y lámparas en funcionamiento. Los valores de iluminancia media obtenidos son comparados con

los establecidos en la norma COVENIN 2249-93 para cada área de trabajo, verificando el cumplimiento de los mismos.

El sistema de iluminación del edificio de la gobernación del estado Mérida cuenta actualmente con una gran variedad de luminarias con lámparas de tubo fluorescente de tipo lineal de 3x40W, 3x32W y 2X75W, circulares de 22W y 32W, compactas de 18W, incandescentes convencionales de 60W, así como también tipo vela de 40W, las cuales funcionan a una tensión de alimentación de 120V y una frecuencia de 60Hz. A continuación, se describe el sistema de iluminación de cada área del edificio de la Gobernación del estado Mérida.

4.1 OFICINAS

La infraestructura en estudio se encuentra conformada en su mayoría por oficinas, en la que se llevan a cabo determinadas actividades indispensables para el desarrollo y crecimiento del estado. Tienen un área en promedio de 31,5 m², en su interior están constituidas por mueblería de oficinas, equipos de computación e impresión, alguna de ellas con neveras ejecutivas y/o microondas. Los valores de iluminancia recomendados por la norma COVENIN 2249-93 para estas áreas de trabajo son las siguientes: iluminancia máxima es de 500 lx, iluminancia media 300 lx e iluminancia mínima 200 lx.

Tabla 4.1 Características técnicas del sistema de iluminación de la oficina de Presidencia del Consejo Legislativo del municipio Libertador
Fuente: Autor

Tipo de luminaria	ESPECULAR DE TUBO FLUORESCENTE DE 4X40W
Numero de luminarias	2
Potencia (W)	320
IEE (W/m²)	2,44
Iluminancia media (lx)	290
Iluminancia recomendada	500 – 1.000



Figura 4.1a Oficinas del Presidente del Consejo Legislativo del municipio Libertador.
Fuente: Autor

Tabla 4.2 Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Servicios Generales	08/08/18 11:15am	Blanco Granito Blanco	4 de 2x75W	2	55	145	500-1.000
Sindicato de Obreros	08/08/18 10:30am	Beige Granito Blanco	2 de 4x40W 2 de 18W	5	40	97	500-1.000
Unidad de sistemas de (Administración)	05/07/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	6 de 4x32W	12	32	90	500-1.000
Unidad de Planificación (Recursos Humanos)	27/07/18 08:00am	Beige Granito Blanco	20 de 3x40W	32	25	175	500-1.000

Tabla 4.2 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Pasivos Laborales (Recursos Humanos)	27/07/18 10:00am	Beige Granito Blanco	12 de 3x40W	24	32	302	500-1.000
Jubilados y Pensionados (Recursos Humanos)	27/07/18 12:00m	Beige Granito Blanco	12 de 3x40W	15	45	194	500-1.000
Cocina (Recursos Humanos)	28/07/18 12:00m	Beige Verde Blanco	2 de 32W	1	15	57	200-500
Depósito I (Administración)	23/07/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 4x32W	4	12	90	200-500
Depósito II (Administración)	23/07/18 09:00am	Beige Granito Blanco	4 de 3x32W	5	13	105	200-500
Almacén I (Administración)	09/08/18 08:00am	Beige Granito Blanco	2 de 32W 2 de 22W	3	13	155	200-500
Almacén II (Administración)	09/08/18 10:00am	Blanco Beige Blanco	2 de 32W 1 de 22W	2	15	96	200-500
Recepción (Auditoria Interna)	10/08/18 07:30am	Blanco Granito Blanco	4 de 3x40W	6	22	105	200-500
Coordinación (Auditoria Interna)	11/08/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	4 de 32W 1 de 18W	2	19	90	500-1.000

Tabla 4.2 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Planificación (Auditoria Interna)	10/08/18 09:00am	Blanco Granito Blanco	7 de 18W	5	28	112	500-1.000
Despacho (Auditoria Interna)	10/08/18 12:00m	Blanco Granito Blanco	4 de 3x32W	5	27	109	500-1.000
Determinación (Auditoria Interna)	11/08/18 10:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 18W	1	21	36	500-1.000
Cocina (Auditoria Interna)	11/08/18 11:00am	Blanco Granito Blanco	1 de 60W	1	23	70	200-500
Área de Auditores	10/08/18 11:00am	Blanco Granito Blanco	7 de 3x40W	8	78	196	500-1.000
Cocina y área descanso (Obreros)	02/08/18 10:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 2x40W 1 de 32W	2	32	21	200-500
Seguridad Palacio (Dormitorio Damas)	10/07/18 09:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 2x40W 1 de 60W	3	97	99	50-100
Seguridad Palacio (Dormitorio Caballeros)	10/07/18 07:00am	Blanco Granito Blanco	5 de 22W	1	87	57	50-100
Recepción Principal de la Gobernación	27/08/18 09:00am	Blanco/ Beige Granito Blanco	2 de 22W	2	69	305	200-500

Tabla 4.2 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Fundación del Niño	06/07/18 08:00am	Blanco Blanco Granito	4 de 3x32W	5	42	205	500-1.000
Central 171	05/07/18 07:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 32W	1	25	167	500-1.000
Archivo y Correspondencia del Gobernador	29/08/18 11:00am	Beige Granito Blanco	7 de 18W	3	43	340	500-1.000
Jefe de Departamento de Protocolo y Relaciones Publicas	28/08/18 09:00am	Beige Granito Blanco	2 de 18W	1	25	282	500-1.000
Protocolo	29/08/18 12:00m	Beige Granito Blanco	4 de 18W	2	45	96	500-1.000
Bomberos	01/08/18 08:00am	Beige Granito Beige	2 de 18W	2	25	110	500-1.000
Seguridad Palacio	05/07/18 07:00am	Blanco Granito Blanco	1 de 18W	1	29	70	500-1.000
Cocina (Seguridad Palacio)	01/08/18 10:00am	Beige Granito Beige	1 de 18W 1 de 60W	1	24	40	200-500
Recepción (Recursos Humanos)	06/07/18 09:00am	Marfil Granito Blanco	8 de 3x32W	12	29	205	200-500

Tabla 4.2 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de lumina- rias	Nro. de lámpa- ras en buen estado	Nro. de puntos medi- dos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Despacho Principal (Recursos Humanos)	06/07/18 10:00am	Marfil Granito Blanco	10 de 3x32w	19	43	250	500-1.000
Supervisión (Recursos Humanos)	12/07/18 09:00am	Beige Granito Blanco	3 de 3x32W	5	24	350	500-1.000
Informática (Recursos Humanos)	12/07/18 11:00am	Beige Granito Blanco	11 de 3x32w	16	21	260	500-1.000
Departamento de Archivo (Recursos Humanos)	11/07/18 10:00am	Beige Granito Blanco	12 de 3x32w	26	32	223	500-1.000
Departamento de Obreros (Recursos Humanos)	11/07/18 11:00am	Beige Granito Blanco	7 de 3x32W	10	23	233	500-1.000
Administración (Recursos Humanos)	11/07/18 08:00am	Beige Granito Blanco	4 de 3x32W	8	29	153	500-1.000
Taquilla de Atención al Público (Recursos Humanos)	11/07/18 12:00m	Beige Granito Blanco	2 de 3x32W	4	21	159	500-1.000
Área de Empleados (Recursos Humanos)	12/07/18 08:00am	Beige Granito Blanco	25 de 3x40W	31	43	262	500-1.000
Asesoría Legal	12/07/18 10:00am	Beige Granito Blanco	5 de 3x32W	11	35	304	500-1.000

Tabla 4.2 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Oficina de Compras	06/07/18 12:00m	Blanco /Beige Granito Blanco	2 de 4x18W	4	43	230	500-1.000
Recepción (Administración)	15/08/18 10:00am	Beige Beige Blanco	2 de 4x40W	4	21	168	500-1.000
Recepción Despacho del Director (Administración)	14/08/18 10:00am	Beige Granito Blanco	10 de 18W	4	54	75	200-500
Despacho del Director (Administración)	15/08/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	10 de 18W	5	45	105	500-1.000
Cocina (Despacho del Director de Administración)	15/08/18 09:00am	Blanco Granito Blanco	4 de 18W	1	5	43	200-500
Órdenes de Pago (Administración)	16/08/18 10:00am	Beige Granito Blanco Blanco	14 de 4x32W	32	34	1.710	500-1.000
Contabilidad (Administración)	16/08/18 08:00am	Beige Granito Blanco	6 de 4x32W	13	32	555	500-1.000
Control Interno (Administración)	20/08/18 10:00am	Beige Granito Blanco	4 de 4x32W	11	29	522	500-1.000
Departamento de Bienes (Administración)	21/08/18 08:00am	Beige Granito Blanco	9 de 3x32W	20	32	706	500-1.000
Dirección de Archivo (Administración)	14/08/18 08:00am	Beige Granito Blanco	3 de 3x32W	5	23	505	500-1.000

Tabla 4.2 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Departamento Vehicular (Administración)	21/08/18 08:00am	Beige Granito Blanco	12 de 3x32W	14	25	247	500-1.000
Rendición de Cuentas (Administración)	20/08/18 08:00am	Beige Gris Madera	4 de 18W 2 de 22W	3	26	63	500-1.000
Asesoría Legal (Administración)	20/08/18 10:00am	Beige Granito Blanco	4 de 3x32W	7	15	325	500-1.000
Administración de Almacén Administración	14/08/18 08:00am	Beige Granito Blanco	12 de 3x32W	27	35	375	500-1.000
Cocina de Administración	20/08/18 08:30am	Beige Gris Blanco	4 de 3x32W	8	16	50	200-500
Cuarto de Electricidad	01/08/18 08:00am	Blanco Gris Gris	1 de 60W	1	11	20	500-1.000
Despacho (Secretario General de Gobierno)	09/08/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	10 de 3x40W	23	23	825	500-1.000
Administración (Secretaria General de Gobierno)	06/07/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	4 de 3x40W	6	32	169	500-1.000
Archivo (Secretaria General de Gobierno)	09/08/18 10:00am	Blanco Blanco Blanco	1 de 3x40W	1	20	50	200-500

Tabla 4.2 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Cocina (Secretaría General)	09/08/18 09:00am	Blanco Granito Blanco	1 de 18W	1	14	50	200-500
Secretaría General de Gobierno	31/07/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	10 de 3x40W	20	34	260	500-1.000
Secretaría Privada	06/07/18 10:00am	Blanco Granito Blanco	6 de 3x40W	7	23	150	500-1.000
Despacho del Gobernador (Secretaría Privada)	31/07/18 09:00am	Madera /Blanco Madera	6 de 15x40W	42	46	350	500-1.000
Tesorería (Oficina General)	29/07/18 08:00am	Beige Granito Blanco	30 de 3x32W	32	23	513	500-1.000
Dirección (Tesorería)	29/07/18 10:00am	Beige Granito Blanco	4 de 4x18W	10	25	405	500-1.000
Informática (Planificación y Presupuesto)	06/09/18 09:00am	Beige Beige Blanco	4 de 4x40W	7	12	207	500-1.000
Política Integral (Oficinas)	27/08/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	15 de 4x32W 3 de 18W	29	45	209	500-1.000
Política Integral (Despacho)	27/08/18 10:00am	Blanco Granito Blanco	5 de 4x32W	12	35	198	500-1.000
Cocina (Despacho del Gobernador)	02/08/18 08:00am	Blanco Negro Blanco	1 de 18W	-	12	275	200-500

Tabla 4.2 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Coordinación (Comunicación Institucional)	31/08/18 09:00am	Beige Granito Blanco	4 de 32W	2	34	108	500-1.000
Sala de Redacción (Comunicación Institucional)	31/08/18 08:00am	Beige Granito Blanco	7 de 4x40W	19	56	350	500-1.000
Recepción (Comunicación Institucional)	25/07/18 07:30am	Beige Negro Blanco	4 de 4x40W	6	23	175	200-500
Despacho (Comunicación Integral)	25/07/18 09:00am	Beige Negro Blanco	3 de 4x40W	5	32	100	500-1.000
Administración (Prensa)	06/09/18 12:00m	Beige Gris Blanco	7 de 4x40W	15	23	82	500-1.000
Administración y Presupuesto (Secretaría de Despacho)	09/07/18 09:00am	Beige Rojo Blanco	6 de 18W	4	34	90	500-1.000
Control y Seguimiento (Despacho)	03/08/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 3x40W	3	37	210	500-1.000
Coordinación de Acción Democrática	31/08/18 10:00am	Beige Rojo Blanco	5 de 18W	4	29	400	500-1.000
Cocina (Salón Libertador)	02/08/18 09:00am	Blanco Rojo Blanco	1 de 18W	-	5	8	200-500
Despacho del Gobernador (Salón Libertador)	30/07/18 08:00am	Blanco Madera Blanco	10 de 32w	6	54	231	500-1.000

Tabla 4.2 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Edificio de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Recursos Humanos (Consejo Legislativo)	30/07/18 09:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 3x40W	2	58	230	500-1.000
Archivo Municipal (Consejo Legislativo)	30/07/18 10:00am	Blanco Granito Blanco	4 de 3x40W	5	45	230	500-1.000
Oficina Concejal (Consejo Legislativo)	30/07/18 11:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 3x40W	2	34	150	500-1.000
Oficina Concejal (Consejo Legislativo)	30/07/18 01:00pm	Blanco Granito Blanco	2 de 3x40W	4	43	210	500-1.000
Oficina Concejal (Consejo Legislativo)	07/09/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 3x40W	6	32	190	500-1.000
Secretaria (Consejo Legislativo)	07/09/18 09:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 18w	1	43	320	500-1.000
Presidencia del Consejo Legislativo	07/09/18 10:00am	Blanco Granito Blanco	2	5	76	290	500-1.000
Vicepresidencia del Consejo Legislativo	07/09/18 11:00am	Blanco Granito Blanco	4 de 3x75W	3	56	290	500-1.000
Sindicato Municipal (Alcaldía)	07/09/18 01:00am	Blanco Granito Blanco	4 de 18W	2	45	150	500-1.000
Ferisol (Alcaldía)	07/09/18 08:30am	Blanco Granito Blanco	6 de 18W	2	34	230	500-1.000



Figura 4.1b Despacho del Director de Administración
Fuente: Autor

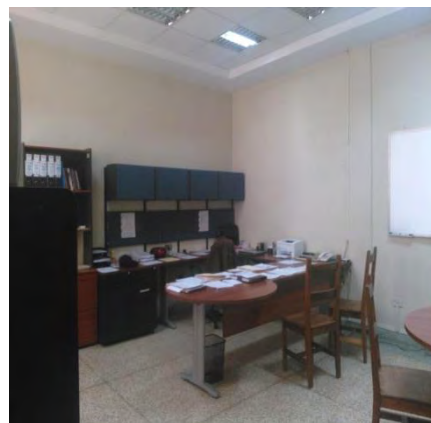


Figura 4.1c Despacho de Recursos Humanos
Fuente: Autor

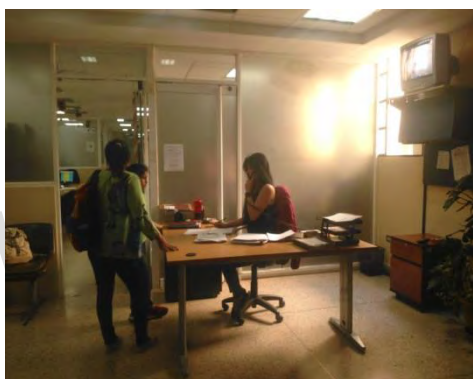


Figura 4.1d Recepción de Recursos Humanos
Fuente: Autor

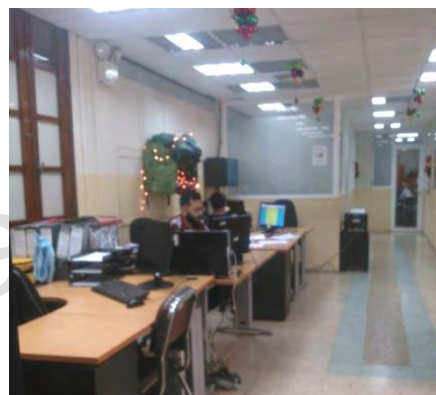


Figura 4.1e Área de empleados
Fuente: Autor

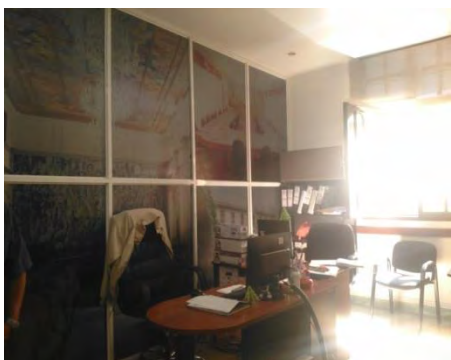


Figura 4.1f Recepción de despacho de director de administración.
Fuente: Autor

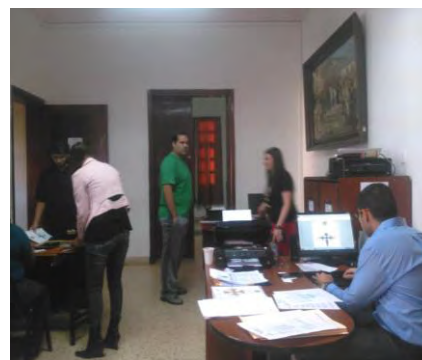


Figura 4.1g Secretaria de Consejo Legislativo del municipio
Fuente: Autor

En la tabla 4.2 se puede observar que una cantidad significativa de oficinas cuentan con luminarias de 3 lámparas de 40W, 3x32W y 4X40W, que en su mayoría se encuentran en mal estado, alguna de las áreas cumplen o exceden los niveles de iluminación recomendados debido a la luz natural que incide en las áreas debido a grande ventanales, y aun cuando la misma interviene la mayoría de las áreas no cumplen las recomendaciones de la norma COVENIN 2249-93, concluyendo así la importancia que se tiene un nuevo diseño en el sistema de iluminación que permita cumplir con las necesidades lumínicas de cada área, para que así los trabajadores de la entidad gubernamental puedan realizar sus labores sin verse sometido a esfuerzo visual, pues sus funciones son ejercidas mediante la escritura y uso del computador.

4.2 SALONES DE USO PROTOCOLAR

Son utilizados para realizar actividades emblemáticas para el estado y la nación; se encuentran constituidos por mueblería, cortinas decorativas y pinturas de óleo en sus paredes de interior o techo; actualmente el sistema de iluminación lo conforman luminarias decorativas con lámparas tipo vela de 40W, colgantes y de pared. La norma COVENIN 2249-93 establece que para dichas áreas los niveles de iluminación recomendados son los siguientes: mínima de 200 lx, media 300 lx y máxima de 500 lx.

Tabla 4.3 Característica de medición de la iluminancia media en los salones de uso protocolar de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Salón	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de lumina- rias	Nro. de lámpa- ras en buen estado	Nro. de puntos medidos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomenda- da (lx)
Salón Libertador	03/09/18 08:00am	Beige Rojo Blanco	46 de 40W	29	78	105	200-500
Salón “Tulio Febres Cordero”	02/07/18 09:00am	Blanco Granito Oleo	12 de 3x40W 7 de 16x40W	94	102	198	200-500

Tabla 4.3 Continuación. Característica de medición de la iluminancia media en los salones de uso protocolar de la Gobernación del estado Mérida.

Fuente: Autor

Salón	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón de Sesiones del Consejo Legislativo del Municipio Libertador.	02/07/18 10:00am	Blanco Granito Blanco	4 de 16x18W	38	76	162	200-500



Figura 4.2a Salón Libertador
Fuente: Autor



Figura 4.2b Salón de Sesiones
Fuente: Autor

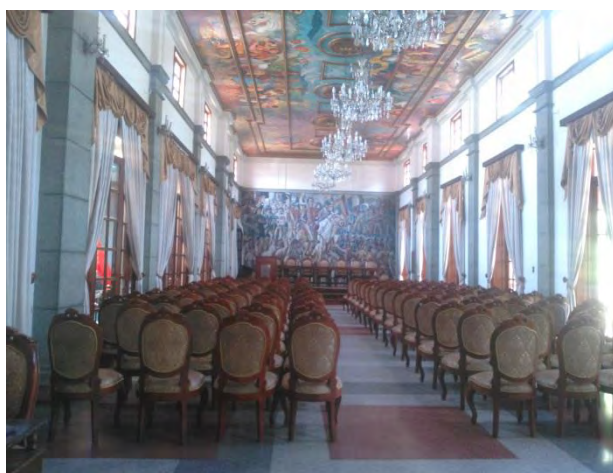


Figura 4.2c Salón Tulio Febres Cordero
Fuente: Autor



Figura 4.2d Estrado Salón Tulio Febres
Fuente: Autor

Se puede evidenciar en la tabla 4.3 que los niveles de iluminación presentes en los salones de uso protocolar no cumplen con los establecidos por la norma, por lo que perjudica directamente la realización de actividades en los mismo, causando cansancio visual a los presentes, pues eventualmente se realizan actividades de lectura, como en el caso del salón Libertador que es utilizado adicionalmente para que el gobernador realice ruedas de prensa.

4.3 SALONES DE REUNIONES

Son salones destinados a la realización de reuniones de determinados equipos de trabajo, se encuentran distribuidos en todo el edificio en estudio en diversas áreas y equipado con mueblería, en algunos casos con televisores.

Tabla 4.4 Característica de medición de la iluminancia media en los salones de reuniones del Edificio de la Gobernación del estado Mérida
Fuente: Autor

Salón	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de lumina- rias	Nro. de lámpa- ras en buen estado	Nro. de puntos medi- dos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomenda- da (lx)
Salón de Reuniones Unidad Sistemas	05/07/18 11:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 18W	2	35	106	200-500
Salón de Reuniones Auditoria Interna de la Gobernación	10/08/18 01:00pm	Blanco Granito Blanco	1 de 60W	1	45	90	200-500

La tabla 4.4 muestran los niveles de iluminación media presentes en los salones de reuniones del recinto gubernamental, que permiten evidenciar que no cumplen con los niveles de iluminación recomendados por la norma COVENIN 2249-93, debido a que la misma establece que la iluminación mínima en dicha área debe ser 200 lx, media 300 lx y máxima de 500 lx.

4.4 PASILLOS

Son áreas altamente transitadas por los empleados y visitantes de edificio, se encuentran constituidos por sillas y plantas decorativas, en algunos espacios con mesas de información; su

sistema de iluminación se encuentra constituido en su mayoría por luminarias con lámparas de tubo fluorescente circulares de 22W y 32W. La norma COVENIN 2249-93 recomienda para dichas áreas es una iluminancia mínima de 100 lx, iluminancia media de 150 lx y máxima de 200 lx.

Tabla 4.5 Característica de medición de la iluminancia media en los pasillos del edificio de la gobernación del estado Mérida

Fuente: Autor

Pasillo	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de lumina- rias	Nro. de lámpa- ras en buen estado	Nro. de puntos medidos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomenda- da (lx)
Patio Central	28/08/18 09:00am	Blanco Granito Policar- bonato	16 de 32W	10	87	210	100-200
Nivel Planta Baja (Estaciona- miento)	29/08/18 07:00am	Blanco Granito Blanco	5 de 32W	1	67	850	100-200
Nivel Planta Baja (Protocolo)	29/08/18 09:00am	Blanco Granito Blanco	2 de 3x32W	2	19	100	100-200
Nivel Planta Baja (Gobernación)	03/07/18 09:00am	Blanco Granito Blanco	15 de 32W	3	76	2507	100-200
Nivel Planta Baja (Alcaldía)	03/07/18 11:00am	Blanco Granito Blanco	4 de 32W	1	65	2609	100-200
Nivel Primer Piso (Gobernación)	22/07/18 07:00am	Blanco Granito Blanco	14 de 32W	2	98	2787	100-200
Nivel Primer Piso (Alcaldía)	03/07/18 12:00m	Beige Granito Blanco	2 de 32W	1	24	1207	100-200
Nivel Segundo Piso (Gobernación)	30/08/18 08:00am	Blanco Granito Blanco	22 de 32W	2	87	1669	100-200

Tabla 4.5 Continuación. Característica de medición de la iluminancia media en los pasillos del edificio de la gobernación del estado Mérida

Fuente: Autor

Pasillo	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel Segundo Piso (Alcaldía)	03/07/18 07:00am	Beige Granito Blanco	2 de 32W	1	21	90	100-200
Nivel Tercer Piso (Gobernación)	28/08/112 08:00m	Beige Rojo Blanco	16 de 32W	10	86	58	100-200
Nivel Sótano (Gobernación)	16/07/18 08:00am	Beige Granito Blanco	9 de 32W	1	78	582	100-200
Nivel Planta Baja (Administración)	10/08/18 09:00am	Beige Granito Blanco	29 de 18W	15	29	92	100-200
Nivel Sótano (Recursos Humanos)	28/08/18 07:00am	Beige Granito Blanco	3 de 4x32W	1	27	105	100-200

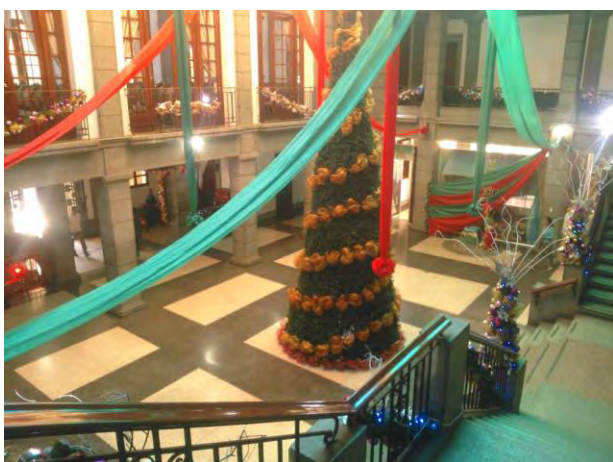


Figura 4.3a Patio Central
Fuente: Autor

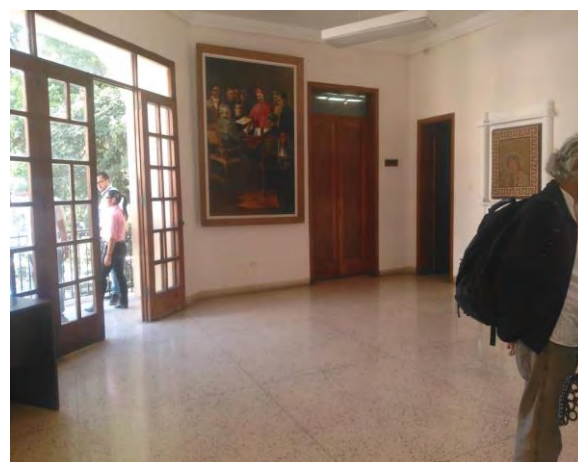


Figura 4.3b Pasillo de Consejo Legislativo
Fuente: Autor

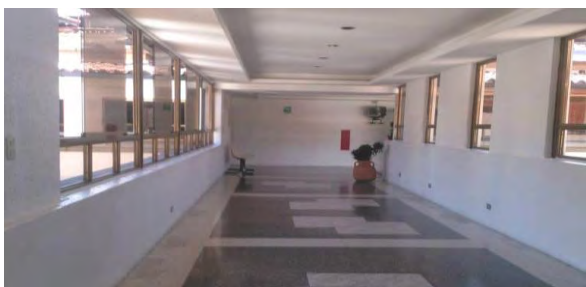


Figura 4.3c Pasillo gobernación (3er Piso)

Fuente: Autor

En la tabla 4.4 se puede observar que algunos pasillos cumplen con los niveles de iluminación recomendados mientras que otros no, debido a falta de iluminación o exceso de la misma debido a la luz natural. Los niveles que actualmente se presentan en su mayoría son debido a la luz natural, puesto que son espacios abiertos y gran parte de las lámparas no se encuentran en funcionamiento, lo que indica que a escasa iluminación natural dichos pasillos serían intransitables.

4.5 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL

La demanda que actualmente presenta el sistema de iluminación del edificio de la gobernación se determina mediante la sumatoria de la potencia de cada una de las lámparas instaladas en la entidad gubernamental. En la siguiente tabla 4.5 se describe la carga conectada del sistema de iluminación.

Tabla 4.6 Característica de la carga conectada por Iluminación

Tipo de Lámpara	Nro. de Lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia Total (W)
Fluorescente Circular	129	32	4.128
Fluorescente Circular	12	22	264
Fluorescente Lineal	420	40	16.800
Fluorescente Lineal	1.002	32	32.064
Fluorescente Lineal	20	75	1.500

Tabla 4.6 Continuación. Característica de la carga conectada por Iluminación

Tipo de Lámpara	Nro. de Lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia Total (W)
Incandescente Tipo Vela	284	40	11.360
Incandescente convencional	4	60	240
Fluorescente compacta	223	18	4.014
Total			70.370

Obtenida la carga por iluminación, se realiza el cálculo pertinente para la determinación de la demanda máxima, aplicando la siguiente fórmula:

$$D_{\max} = F_{dem} \times \text{carga conectada} \quad (4.1)$$

Dónde:

F_{dem} representa el factor de demanda

Carga conectada, luminarias instaladas en el edificio.

El factor de demanda a utilizar para cargas de iluminación en instituciones gubernamentales según lo establece el código eléctrico nacional (CEN) es del 100%. Por lo tanto al aplicar la ecuación (4.1) se obtiene:

$$D_{\max} = 1 * 70.373 \text{ (W)}$$

Para determinar la demanda en voltios-ampere (VA) se aplica la ecuación (4.2) considerando un factor de potencia ($\cos\phi$) de 0,9 para la carga de las luminarias.

$$D_{\max} = \frac{D_{\max}(W)}{\cos\phi} \quad (4.2)$$

$$D_{\max} = \frac{D_{\max}(W)}{0,9} = \frac{70.373 \text{ W}}{0,9} = 78.192 \text{ VA}$$

4.5.1 Cantidad de lámparas usadas actualmente en el Edificio de la Gobernación del estado Mérida

El sistema de iluminación de la infraestructura en estudio cuenta con aproximadamente 2.094 lámparas de las cuales un 43,74 % de ellas se encuentran en funcionamiento, mientras el 56,25% restante están en mal estado, tal como o evidencia el gráfico 4.1; lo que permite concluir que la entidad gubernamental presenta un alto déficit en iluminación, ocasionando así un mayor esfuerzo visual a sus empleados.

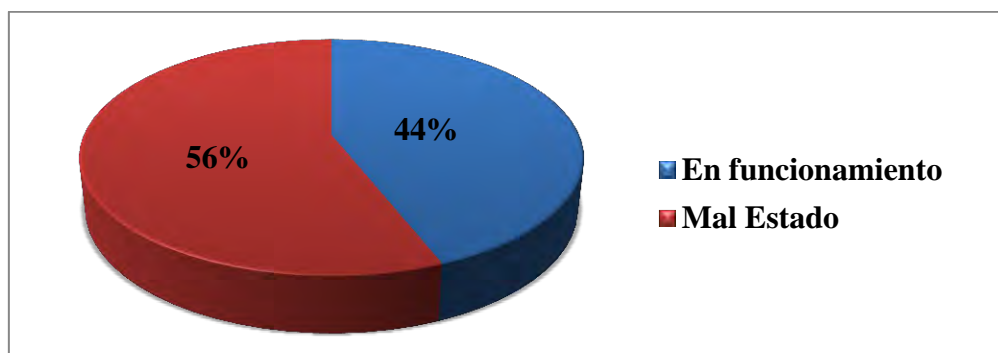


Gráfico 4.1 Porcentaje de lámparas en funcionamiento respecto a las lámparas instaladas en el sistema de iluminación actual.

4.6. ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS ÁREAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL

A continuación se presenta los valores de eficiencia energética calculados donde se aplicó la ecuación 2.5.

Tabla 4.6 Índice de eficiencia energética
Fuente: Autor

Área	Superficie (m ²)	Potencia Instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia Media (lx)	IEE (W/m ²) Instalado	IEE (W/m ²) En uso
Servicios Generales	30,26	600	150	145	13,67	3,41
Sindicato de Obreros	70,2	356	156	97	5,22	2,29

Tabla 4.6 Continuación. Índice de eficiencia energética
Fuente: Autor

Área	Superficie (m ²)	Potencia Instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia Media (lx)	IEE (W/m ²) Instalado	IEE (W/m ²) En uso
Pasivos Laborales (Recursos Humanos)	47,3	1.440	960	302	10,08	6,72
Cocina (Recursos Humanos)	15,2	64	32	57	7,38	3,69
Depósito II (Administración)	25,4	384	160	105	14,39	5,99
Almacén I (Administración)	11,9	126	66	155	6,83	3,57
Almacén II (Administración)	12,5	86	54	30	7,16	4,5
Recepción (Auditoria Interna)	20,2	480	240	105	22,85	11,42
Despacho (Auditoria Interna)	32,8	384	160	109	10,74	2,96
Área de Auditores	75,2	840	320	196	5,69	2,17
Seguridad Palacio (Dormitorio Caballeros)	50,7	110	22	10	21,69	4,33
Recepción Principal de la Gobernación	36,2	44	44	305	0,39	0,39
Central 171	13,2	64	32	167	2,9	1,45
Jefe de Departamento de Protocolo	15,2	36	18	282	0,83	0,41
Protocolo	22,09	72	36	96	3,39	1,69

Tabla 4.6 Continuación. Índice de eficiencia energética
Fuente: Autor

Área	Superficie (m ²)	Potencia Instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia Media (lx)	IEE (W/m ²) Instalado	IEE (W/m ²) En uso
Bomberos	14,2	36	36	110	2,30	2,30
Recepción (Recursos Humanos)	35,2	768	384	205	10,64	5,32
Despacho (Recursos Humanos)	40,2	960	608	250	7,64	6,04
Taquilla de Atención al Público	12,5	192	128	159	9,66	6,44
Oficina de Compras	41,8	144	72	230	1,49	0,74
Recepción (Administración)	6,25	320	160	168	30,47	15,23
Recepción Despacho del Director (Administración)	19,25	180	72	75	12,46	4,98
Despacho del Director (Administración)	19,60	180	90	105	8,74	4,37
Cuarto de Electricidad	10,2	60	60	20	29,41	29,41
Despacho (Secretario General de Gobierno)	43,55	1.200	520	825	3,33	1,44
Despacho del Gobernador (Secretaría Privada)	52,65	3.600	1.680	350	19,53	9,11
Tesorería (Oficina General)	61,5	2.880	1.024	513	9,12	3,24

Tabla 4.6 Continuación. Índice de eficiencia energética
Fuente: Autor

Área	Superficie (m ²)	Potencia Instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia Media (lx)	IEE (W/m ²) Instalado	IEE (W/m ²) En uso
Dirección (Tesorería)	30,4	288	180	405	2,33	1,46
Informática (Planificación y Presupuesto)	23,41	640	280	207	13,20	5,77
Despacho del Gobernador (Salón Libertador)	40,2	320	192	231	3,44	2,06
Recursos Humanos (Consejo Legislativo)	17,5	240	80	230	5,96	1,98
Oficina Concejal (Consejo Legislativo de la Alcaldía)	20,5	240	160	210	5,57	3,72
Presidencia del Consejo Legislativo de la Alcaldía	45,2	320	200	290	2,44	1,52
Salón "Tulio Febres Cordero"	200	5.920	3.760	250	11,84	7,52
Salón de Sesiones del Consejo Legislativo (Alcaldía)	65,5	2.560	1.720	176	22,20	14,92
Patio Central	249	512	320	210	0,97	0,61
Planta Baja de la Gobernación	50	480	96	2.507	0,38	0,07
Planta Baja de Consejo Legislativo de la Alcaldía	52,2	128	32	2.609	0,09	0,02

La tabla 4.6 muestra el índice de eficiencia energética que se presenta actualmente en diversas áreas del recinto gubernamental, evidenciando que los mismos superan los valores recomendados, demostrando la necesidad e importancia de la implementación de un nuevo diseño en el sistema de iluminación, que cumpla con los requerimientos establecidos de manera que permita iluminar mejor consumiendo menos electricidad.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO V

PROPUESTA DEL NUEVO DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE

A continuación, en el presente capítulo se presenta una propuesta de diseño del sistema de iluminación del edificio de la gobernación del estado Mérida basándose en el cumplimiento de las normas COVENIN 2249-93 y su contribución al ahorro energético. Dicha propuesta es implementada con lámparas que tienen mayor iluminación y bajo consumo de potencia pertenecientes a la tecnología LED. La representación del sistema de iluminación de cada área de la infraestructura es realizada utilizando un software denominado DIALux evo 8.1 que permite simular efectos luminosos reales de cualquier ambiente de trabajo de manera tridimensional, realizando un análisis cuantitativo de los niveles de iluminación tanto de interiores como exteriores.

5.1 OFICINAS

Debido a la alta cantidad de oficinas presentes en la infraestructura se eligió un tipo de luminaria la cual permita significativamente reducir el consumo de energía y brinde los niveles de iluminación necesarios en las mismas, así como también un mejoramiento en su estética. Para el diseño de iluminación de las oficinas y cubículos se implementó un sistema de tipo localizado con luminarias Philips LIGHTING BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO y TPS760 2XTL5-35W [5], [6].

Tabla 5.1 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de la oficina de Presidencia del Consejo Legislativo del municipio Libertador

Fuente: Autor

Tipo de luminaria	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm
Numero de luminarias	12

Tabla 5.1 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de la oficina de Presidencia del Consejo Legislativo del municipio Libertador
Fuente: Autor

Potencia (W)	408
IEE (W/m²)	1,22
Iluminancia media (lx)	710
Iluminancia recomendada	500 – 1.000



Figura 5.1 Propuesta de iluminación de la oficina del Presidente del Consejo Legislativo Municipio Libertador
Fuente: Autor

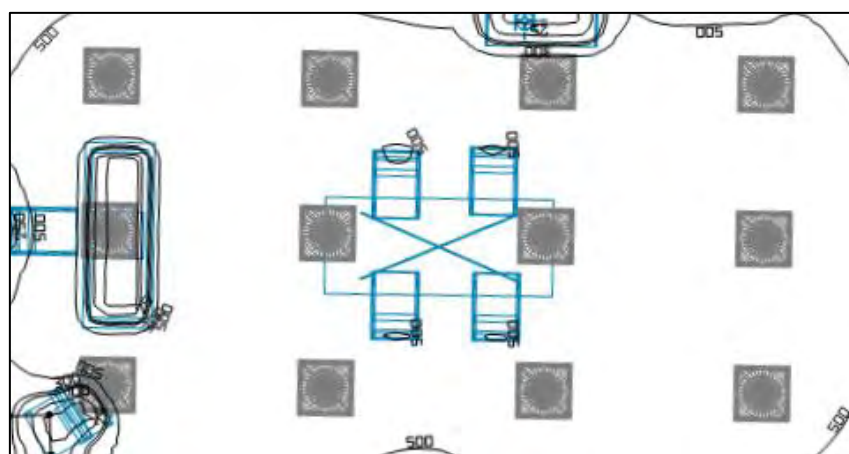


Figura 5.2 Curvas isocintas de la propuesta de la oficina del Presidente del Consejo Legislativo Municipio Libertador
Fuente: Autor

Tabla 5.2 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.
Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	N° de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Servicios Generales	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	12	1,61	408	712	500 – 1.000
Sindicato de Obreros	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	24	1,42	816	749	500 – 1.000
Unidad de sistemas de (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	15	1,54	12	681	500 – 1.000
Unidad de Planificación (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,66	272	718	500 – 1.000
Pasivos Laborales (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	16	1,43	544	710	500 – 1.000
Jubilados y Pensionados (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	15	1,57	510	766	500 – 1.000
Cocina (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	3	1,69	102	313	200-500
Depósito I (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	3	1,60	102	324	200-500
Depósito II (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	3	1,62	102	347	200-500
Almacén I (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	2	1,64	68	267	200-500

Tabla 5.2 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.

Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	Nº de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Almacén II (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	2	1,60	68	265	200-500
Recepción (Auditoria Interna)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,62	272	698	500 – 1.000
Coordinación (Auditoria Interna)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,75	204	684	500 – 1.000
Planificación (Auditoria Interna)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,71	204	607	500 – 1.000
Despacho (Auditoria Interna)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	12	1,51	408	726	500 – 1.000
Determinación (Auditoria Interna)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,69	272	888	500 – 1.000
Cocina (Auditoria Interna)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	2	1,71	68	358	200-500
Área de Auditores	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	15	1,31	510	710	500 – 1.000
Cocina y área descanso (Obreros)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	3	1,50	102	320	500 – 1.000
Seguridad Palacio (Damas)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	2	1,23	68	85	50-100
Seguridad Palacio (Caballeros)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	3	1,23	102	79	50-100

Tabla 5.2 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.

Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	Nº de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Recepción Principal de la Gobernación	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	4	1,41	136	320	200-500
Fundación del Niño	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	10	1,45	340	790	500 – 1.000
Central 171	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,68	204	921	500 – 1.000
Archivo y Correspondencia del Gobernador	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	18	1,30	612	757	500 – 1.000
Jefe de Departamento de Protocolo y Relaciones Publicas	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,61	204	745	500 – 1.000
Protocolo	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,47	272	835	500 – 1.000
Bomberos	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,62	204	887	500 – 1.000
Seguridad Palacio	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,47	204	756	500 – 1.000
Cocina (Seguridad Palacio)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	3	1,50	102	320	200-500
Recepción (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	12	1,39	408	840	500 – 1.000

Tabla 5.2 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.

Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	Nº de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Despacho Principal (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	12	1,39	408	840	500 – 1.000
Supervisión (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	4	1,75	136	684	500 – 1.000
Informática (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	10	1,55	340	810	500 – 1.000
Departamento de Archivo (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,71	204	607	500 – 1.000
Departamento de Obreros (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	4	1,68	144	870	500 – 1.000
Administración (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,47	216	850	500 – 1.000
Taquilla de Atención al Público (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,69	216	984	500 – 1.000
Área de Empleados (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	10	1,40	340	740	500 – 1.000
Asesoría Legal (Recursos Humanos)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	4	1,45	136	870	500 – 1.000

Tabla 5.2 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.

Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	N° de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Oficina de Compras	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	15	1,37	510	892	500 – 1.000
Recepción (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	1	1,78	34	306	200-500
Recepción Despacho del Director (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,02	272	888	500 – 1.000
Despacho del Director (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,64	204	634	500 – 1.000
Cocina (Despacho del Director de Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	1	1,32	34	312	200-500
Órdenes de Pago (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	10	1,45	340	850	500 – 1.000
Contabilidad (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,32	272	878	500 – 1.000
Control Interno (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	10	1,56	340	890	500 – 1.000
Departamento de Bienes (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,65	204	780	500 – 1.000
Dirección de Archivo (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	10	1,61	340	720	500 – 1.000

Tabla 5.2 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.

Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	Nº de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Departamento Vehicular (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	12	1,06	408	712	500 – 1.000
Rendición de Cuentas (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,11	204	745	500 – 1.000
Asesoría Legal (Administración)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	4	1,12	136	705	500 – 1.000
Administración de Almacén Administración	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,21	272	720	500 – 1.000
Cocina de Administración	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	3	1,05	102	313	200-500
Cuarto de Electricidad	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	2	1,23	68	760	500 – 1.000
Despacho (Secretario General)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	15	1,35	510	867	500 – 1.000
Administración (Secretaria General)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,32	204	750	500 – 1.000
Archivo (Secretaria General)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	4	1,54	136	790	500 – 1.000
Cocina (Secretaria General)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	1	1,21	34	312	200-500

Tabla 5.2 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.

Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	N° de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Secretaría General de Gobierno	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	18	1,12	612	749	500 – 1.000
Secretaría Privada	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	10	1,02	340	728	500 – 1.000
Despacho del Gobernador (Secretaría Privada)	Philips TPS760 2XTL5-35W	14	1,20	1078	989	500 – 1.000
Tesorería (Oficina General)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	15	1,42	510	809	500 – 1.000
Dirección (Tesorería)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	12	1,43	408	948	500 – 1.000
Informática (Planificación y Presupuesto)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,34	272	787	500 – 1.000
Política Integral (Oficinas)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	10	1,13	340	867	500 – 1.000
Política Integral (Despacho)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,02	204	867	500 – 1.000
Cocina (Despacho del Gobernador)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	1	1,06	34	360	200-500
Coordinación (Comunicación Institucional)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,16	204	797	500 – 1.000

Tabla 5.2 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.

Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	Nº de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Sala de Redacción (Comunicación Institucional)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,24	272	840	500 – 1.000
Recepción (Comunicación Institucional)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	1	1,20	34	356	200-500
Despacho (Comunicación Integral)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,02	204	870	500 – 1.000
Administración (Prensa)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,12	204	820	500 – 1.000
Administración y Presupuesto (Secretaría de Despacho)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,15	272	805	500 – 1.000
Control y Seguimiento (Despacho Principal)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	4	1,28	144	789	500 – 1.000
Coordinación de Acción Democrática	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,12	204	828	500 – 1.000
Cocina (Salón Libertador)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	1	1,09	34	327	200-500
Despacho del Gobernador (Salón Libertador)	Philips TPS760 2XTL5-35W	12	1,56	924	991	500 – 1.000

Tabla 5.2 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.
Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	N° de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Recursos Humanos (Consejo Legislativo de la Alcaldía)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,60	272	969	500 – 1.000
Archivo Municipal	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,09	272	890	500 – 1.000
Oficina Concejal (Consejo Legislativo de la Alcaldía)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,12	272	874	500 – 1.000
Oficina Concejal (Consejo Legislativo)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,15	272	790	500 – 1.000
Oficina Concejal (Consejo Legislativo de la Alcaldía)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,05	272	810	500 – 1.000
Secretaria (Consejo Legislativo de la Alcaldía)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,02	204	907	500 – 1.000
Presidencia del Consejo Legislativo de la Alcaldía	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	12	1,22	408	710	500 – 1.000
Vicepresidencia del Consejo Legislativo de la Alcaldía	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,11	272	870	500 – 1.000

Tabla 5.2 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.
Fuente: Autor

Área	Tipo de Luminaria	N° de Lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Sindicato Municipal (Alcaldía)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	8	1,03	272	890	500 – 1.000
Ferisol (Alcaldía)	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	6	1,60	204	969	500 – 1.000

5.2 SALONES DE USO PROTOCOLAR

En el diseño del sistema de iluminación en salones de uso protocolar se utilizaron diferentes tipos de luminarias adecuadas para cada ambiente, como PHILIPS DN131B D156 1XLED10S/830 con un consumo de 11,6 W, flujo luminoso de 1147lm y una temperatura de color de 3000K y las tipo PHILIPS BY120P G3 1XLED105S/840WB y con un consumo de 85 W, flujo luminoso de 10496lm y temperatura del color de 3000K, obteniendo los niveles de iluminación recomendados y un mejoramiento en la estética de los salones [7], [8].

Tabla 5.3 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación del Salón Libertador
Fuente: Autor

Tipo de luminaria	Philips DN131B D156 1Xled10S/830
Numero de luminarias	36
Potencia (W)	417
IEE (W/m²)	1,43
Iluminancia media (lx)	320
Iluminancia recomendada	200-500

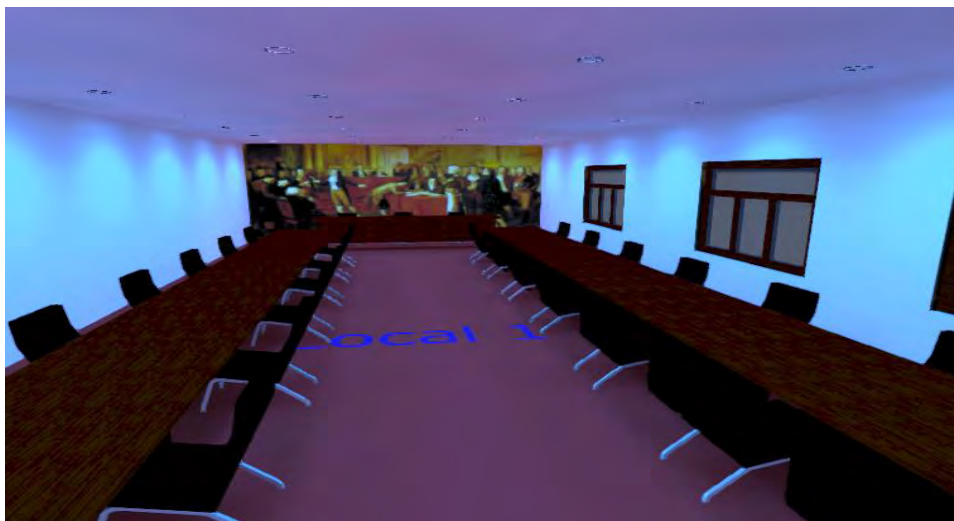


Figura 5.3 Propuesta de la iluminación del Salón Libertador
Fuente: Autor

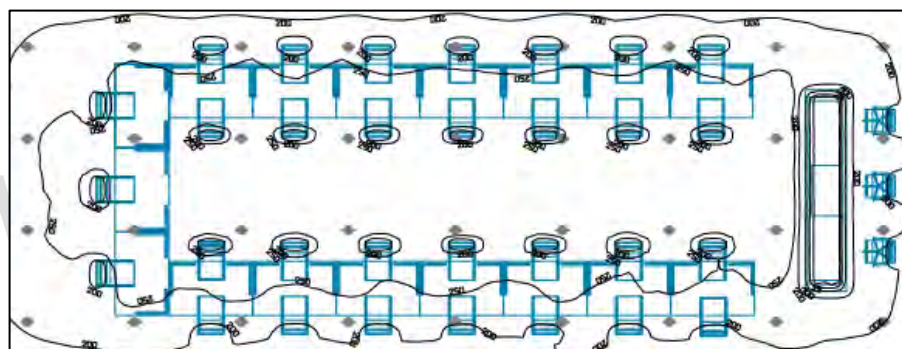


Figura 5.4 Curvas isolíneas de la propuesta del Salón Libertador
Fuente: Autor

Tabla 5.4 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los salones de uso protocolar.
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón Libertador	Philips DN131B D156 1XLED10S/830	36	1.43	417	320	200-500
Salón “Tulio Febres Cordero”	Philips BY120P G3 1XLED105S/84 0WB	15	1.13	1.275	490	100-200

Tabla 5.4. Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los salones de uso protocolar.
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón de Sesiones del Consejo Legislativo del Municipio Libertador.	Philips BY120P G3 1XLED105S/840WB	2	1,00	123,5	338	200-500

5.3 SALONES DE REUNIONES

La selección de las luminarias a utilizar en los salones de reuniones fue basado en la adecuación de niveles de iluminación en el área y que a su vez generará un mejoramiento estético, debido a la cercanía con oficinas en relación a la utilización de los salones, se designaron las siguientes luminarias acordes a las utilizadas en oficinas, dicha luminarias es PHILIPS LIGHTING BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO [5].

Tabla 5.5 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de salones de reuniones.
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón de Unidad Sistemas	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	2	1,38	68	246	200-500
Salón de Auditoria Interna	Philips BBS560 1xLED35S/840 34W, 3500lm	2	1,21	68	270	200-500

5.4 PASILLOS

La luminarias utilizada en los pasillos del recinto gubernamental es PHILIPS 4MX400 5811xLED55S/830 PSD, con característica de consumo de 38,5 W y un flujo luminoso de 5300lm.

Tabla 5.6 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los pasillos.**Fuente: Autor**

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Patio Central	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	4	1.16	154	167	100-200
Nivel Planta Baja (Estacionamiento)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	7	1.20	269,5	199	100-200
Nivel Planta Baja (Protocolo)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	2	1.23	77	145	100-200
Nivel Planta Baja (Gobernación)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	8	1.14	308	190	100-200
Nivel Planta Baja (Alcaldía)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	7	1.12	269,5	180	100-200
Nivel Primer Piso (Gobernación)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	12	1.10	462	206	100-200
Nivel Primer Piso (Alcaldía)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	6	1.15	231	202	100-200
Nivel Segundo Piso (Gobernación)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	12	1.29	462	210	100-200
Nivel Segundo Piso (Alcaldía)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	6	1,90	231	214	100-200
Nivel Tercer Piso (Gobernación)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	8	1.87	308	187	100-200
Nivel Sótano (Gobernación)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	8	1,98	308	198	100-200

Tabla 5.6 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los pasillos.
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	IEE (W/m ²)	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel Planta Baja (Administración)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	6	1,67	693	189	100-200
Nivel Sótano (Recursos Humanos)	Philips 4MX400 581 1xLED55S/830	3	1,04	115.5	178	100-200

5.5 POTENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO

En la siguiente tabla 5.7 se describe el consumo de potencia por cada tipo de luminaria presente en la propuesta, así como también la cantidad de las mismas y potencia total del sistema. [9].

Tabla 5.7 Consumo de potencia del sistema de iluminación propuesto.
Fuente: Autor

Tipo de luminaria	Cantidad de Luminarias	Potencia por Unidad (W)	Potencia Total (W)
PHILIPS BBS560 1XLED35S/840 34W, 3500LM	644	34.0	21.896
PHILIPS 4MX400 581 1XLED55S/830 PSU 38.5W	88	38.5	3.388
PHILIPS TPS760 2xTL5-35W HFP AC-MLO	26	35.0	910
PHILIPS DN131B D165 1xLED10S/830 11.5W	36	11.5	414
PHILIPS BY120P G3 1XLED105S/840 WB 85W	17	85	1.445
		Total	28.053

Como se muestra en la tabla 5.7 la potencia total del nuevo sistema de iluminación utilizando tecnología LED es menor que la potencia que consume actualmente el sistema de iluminación de recinto gubernamental. Para obtener la demanda máxima del sistema de iluminación propuesto es necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$D_{\max} = F_{\text{dem}} \times \text{carga conectada} \quad (5.1)$$

Con un factor de demanda del 100% para cargas de iluminación se obtiene

$$D_{\max} = 1 * 28.053 \text{ W} = 28.053 \text{ W}$$

La demanda en voltios-ampere (VA) se obtiene mediante la ecuación (5.2) considerando un factor de potencia ($\cos\phi$) de 0.9 para la carga de las luminarias.

$$D_{\max} = \frac{D_{\max}(\text{W})}{\cos\phi} \quad (5.2)$$

$$D_{\max} = \frac{D_{\max}(\text{W})}{0,9} = \frac{28.053 \text{ W}}{0,9} = 31.170 \text{ VA}$$

5.6 ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y EL SISTEMA PROPUESTO PARA EL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN

Para realizar un análisis de costo energético y económico de los sistemas de iluminación actual y propuesto es necesario estudiar el costo anual de cada uno según la tarifa eléctrica y demanda obtenida en las tablas 4.6 y 5.7. La tarifa eléctrica actual tiene un costo de 0,0082\$/KWh según Gaceta Oficial Nro. 37.415 de 2002. [3].

Tabla 5.8 Precio del consumo anual del sistema de iluminación actual y propuesto del Edificio de la Gobernación.
Fuente: Autor

Sistema de Iluminación	Demanda Máxima (W)	Uso de la Energía del Local (h/año)	Consumo Anual (KWh)	Precio por Consumo (\$/KWh)	Precio Anual por Consumo (\$)
Actual	70.370	4.380	308.220,6	0.0041	2.527,41
Propuesto	28.053	4.380	122.872,14	0.0041	1.007,55

Como se puede observar en la tabla 5.8 la propuesta del sistema de iluminación basado en lámparas de tecnología LED, el precio del consumo anual de energía es más bajo que el sistema actual, por lo que dicho diseño propuesto ofrece un importante ahorro económico por consumo de energía.

5.7 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO DEL EDIFICIO DE LA GOBERNACIÓN

Para realizar un análisis económico del sistema actual y propuesto es importante estudiar el costo de luminarias de tecnología LED realizando una evaluación de la inversión y comparación de ambos sistemas mediante un método de costo anual uniforme equivalente (CAUE).

El costo anual uniforme equivalente (CAUE), consiste en un método que evalúa de manera económica la viabilidad de los proyectos de inversión, permitiendo así determinar la opción más favorable. Para el cálculo del CAUE se usa la tasa de interés anual que suministra el Banco Central de Venezuela, la cual es de 24% en la actualidad, el costo inicial (CI) del sistema actual y el sistema propuesto se muestran en las tablas 5.9 y 5.10 respectivamente y se aplican las ecuaciones (5.3) y (5.4).

$$\text{CAUE} = \text{Costo inicial} \left(\frac{A}{P}, i, n \right) + \text{Costo anual} \quad (5.3)$$

$$\left(\frac{A}{P}, i, n \right) = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (5.4)$$

Dónde:

Costo inicial: Se refiere al valor monetario de las luminarias instaladas.

Costo Anual: Precio por consumo anual de energía.

N: Número de periodo de vida útil.

i: Tasas de Interés.

Tabla 5.9 Precio de las luminarias que se encuentran instaladas en la Gobernación

Fuente: Autor

Tipo de Luminaria	Cantidad	Precio por Unidad (\$)	Precio Total (\$)
Luminaria especular de Tubo Fluorescente 3x32 W	166	169,23	28.092,18

Tabla 5.9 Continuación. Precio de las luminarias que se encuentran instaladas en la Gobernación
Fuente: Autor

Tipo de Luminaria	Cantidad	Precio por Unidad (\$)	Precio Total (\$)
Luminaria espejular de Tubo Fluorescente 3x40 W	129	172,55	22.258,95
Luminaria espejular de Tubo Fluorescente 4x32 W	52	190,55	9.908,6
Luminaria espejular de Tubo Fluorescente 2x75 W	8	160,45	1.283,6
Luminaria espejular de Tubo Fluorescente 2x40 W	4	168,35	673,4
Luminaria espejular de Tubo Fluorescente 4x40 W	29	196,89	5.709,81
Tipo vela 40 W	284	3,02	857,68
Fluorescente Compacta 18 W	223	18	4.014
Luminaria circular de Tubo 32 W	129	62,5	8.062,5
Luminaria circular de Tubo 22 W	52	55,6	2.891,2
Incandescente Convencional	4	2,05	8,2
Total (\$)			83.760,12

Tabla 5.10 Precio de las luminarias del sistema de iluminación propuesto en el Edificio de la Gobernación
Fuente: Autor

Tipo de Lámparas	Cantidad	Precio por Unidad (\$)	Precio Total (\$)
PHILIPS BBS560 1XLED35S/840 34W, 3500LM	664	61,5	40.836
PHILIPS 4MX400 581 1XLED55S/830 PSU 38.5W	88	128,14	11.276,32
PHILIPS TPS760 2xTL5-35W HFP AC-MLO	26	133,45	3.469,7
PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/830 11.5W	36	64,28	2.314,08
PHILIPS BY120P G3 1XLED105S/840 WB 85W	17	142,15	2.416,55
Total (\$)			60.312,12

En la tabla 5.10 se puede observar que la cantidad de luminarias utilizadas en la propuesta es menor a las del sistema actual, esto se debe a que las mismas proporcionan un mayor flujo luminoso, requiriendo menor cantidad de luminarias en cada área para lograr los niveles de iluminación adecuados

5.7.1 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE)

Para el cálculo del CAUE es necesario determinar los años de vida útil del sistema de iluminación; las lámparas fluorescentes que se encuentran instaladas en la infraestructura tienen una vida útil de 10.000 horas, las cuales están en funcionamiento 12 horas al día (4.380 h/año), por lo que la lámpara puede durar 2 años mientras que las lámparas de tecnología LED tienen una vida útil de 50.000 horas, funcionando un promedio de 12 horas diarias los 365 días del año (4.380 h/año) una lámpara tendrá una duración de 11,41 años, (aproximadamente 12 años). Aplicando las ecuaciones 5.3 y 5.4 y tomando la tasa referencia de interés que proporciona el Banco Central de Venezuela de 24 %; se tiene como resultado del CAUE lo siguiente:

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right)_{\text{Sistema Actual}} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.24 \times (1+0.24)^2}{(1+0.24)^2 - 1} = 0,6864$$

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right)_{\text{Propuesto}} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.24 \times (1+0.24)^{12}}{(1+0.24)^{12} - 1} = 0,2596$$

$$\text{CAUE}_{\text{Sistema Actual}} = 83.760,12 * 0.6864 + 2.527,41 = 60.020,36 \$$$

$$\text{CAUE}_{\text{Sistema Propuesto}} = 60.312,12 * 0,2596 + 1.007,55 = 16.664,58 \$$$

Tabla 5.11 Costo anual uniforme equivalentes de los sistemas de iluminación actual y propuesto
Fuente: Autor

Sistema de Iluminación	Vida Útil	CAUE
Actual	10.000 horas	60.020,36 \$
Propuesto	50.000 horas	16.664,58 \$

Como se observa en la tabla 5.11 que el costo anual uniforme equivalente del sistema propuesto es menor que el sistema actual, por lo tanto, se puede concluir que la implementación de la tecnología LED en la iluminación de infraestructura es factible, ya que cumple con las condiciones necesarias en cuanto al consumo de energía y gastos económicos, así como también con las condiciones lumínicas en los ambientes estudiados.

5.8 COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO

Tabla 5.12 Índices de Eficiencia Energética del sistema actual y el propuesto

Área	Índice de Eficiencia Energética del sistema instalado (W/m ²)	Índice de Eficiencia Energética del sistema en uso (W/m ²)	Índice de Eficiencia Energética del sistema propuesto (W/m ²)
Servicios Generales	13,67	3,41	1,61
Sindicato de Obreros	5,22	2,29	1,42
Pasivos Laborales (Recursos Humanos)	10,08	6,72	1,43
Cocina (Recursos Humanos)	7,38	3,69	1,69
Depósito II (Administración)	14,39	5,99	1,62
Almacén I (Administración)	6,83	3,57	1,64
Almacén II (Administración)	7,16	4,5	1,60
Recepción (Auditoria Interna)	22,85	11,42	1,62
Despacho (Auditoria)	10,74	2,96	1,51
Área de Auditores	5,69	2,17	1,31
Seguridad Palacio (Dormitorio Caballeros)	21,69	4,33	1,41

Tabla 5.12 Continuación. Índices de Eficiencia Energética del sistema actual y el propuesto

Área	Índice de Eficiencia Energética del sistema instalado (W/m ²)	Índice de Eficiencia Energética del sistema en uso (W/m ²)	Índice de Eficiencia Energética del sistema propuesto (W/m ²)
Recepción Principal de la Gobernación	0,39	0,39	1,68
Central 171	2,9	1,45	1,68
Jefe de Departamento de Protocolo y Relaciones Publicas	0,83	0,41	1,61
Protocolo	3,39	1,69	1,47
Bomberos	2,30	2,30	1,62
Recepción (Recursos Humanos)	10,64	5,32	1,39
Despacho (Recursos Humanos)	7,64	6,04	1,39
Taquilla de Atención al Público (Recursos Humanos)	9,66	6,44	1,69
Oficina de Compras	1,49	0,74	1,37
Recepción (Administración)	30,47	15,23	1,78
Recepción Despacho del Director (Administración)	12,46	4,98	1,02
Despacho del Director (Administración)	8,74	4,37	1,64
Cuarto de Electricidad	29,41	29,41	1,23
Despacho (Secretario General de Gobierno)	3,33	1,44	1,35

Tabla 5.12 Continuación. Índices de Eficiencia Energética del sistema actual y el propuesto

Área	Índice de Eficiencia Energética del sistema instalado (W/m ²)	Índice de Eficiencia Energética del sistema en uso (W/m ²)	Índice de Eficiencia Energética del sistema propuesto (W/m ²)
Despacho del Gobernador (Secretaría Privada)	19,53	9,11	1,20
Tesorería (Oficina General)	9,12	3,24	1,42
Dirección (Tesorería)	2,33	1,46	1,43
Informática (Planificación y Presupuesto)	13,20	5,77	1,34
Despacho del Gobernador (Salón Libertador)	3,44	2,06	1,56
Recursos Humanos (Consejo Legislativo de la Alcaldía)	5,96	1,98	1,60
Oficina Concejal (Consejo Legislativo de la Alcaldía)	5,57	3,72	1,12
Presidencia del Consejo Legislativo de la Alcaldía	2,44	1,52	1,22
Salón "Tulio Febres Cordero"	11,84	7,52	1,13
Salón de Sesiones del Consejo Legislativo	22,20	14,92	1,00
Planta Baja de la Gobernación	0,38	0,07	1,14
Planta Baja de Consejo Legislativo de la Alcaldía	0,09	0,02	1,12

En la tabla comparativa 5.12 se puede observar que el sistema de iluminación con tecnología LED propuesto cumple con el índice de eficiencia energética recomendado para las áreas en estudio, mientras que el sistema actual excede el límite de dicho índice.

www.bdigital.ula.ve

CONCLUSIONES

El estudio exhaustivo del sistema de iluminación actual del edificio de la gobernación permitió determinar los bajos niveles lumínicos existentes en cada área y su incumpliendo con la norma COVENIN 2249-93, destacando que los trabajadores del recinto realizan constantemente un esfuerzo visual para ejercer sus funciones, que generan a largo plazo problemas visuales. La iluminación que actualmente presenta la infraestructura es proporcionada principalmente por luz natural, puesto que la mayoría las luminarias se encuentran en mal estado. Para obtener dichos resultados se realizaron mediciones y encuestas al personal que labora día a día en la institución; permitiendo resaltar la importancia de un nuevo sistema de iluminación.

Para realizar el diseño de la propuesta de un sistema de iluminación eficiente y acorde a las necesidades de la institución se utilizó la herramienta de software denominado DIALux evo 8,1, realizando la representación de las áreas con luminarias conforme la estética de cada una de ellas y cumpliendo con los niveles recomendados en la norma. La tecnología implementada en el diseño fue luminarias de tipo LED, caracterizada por su alta capacidad de iluminar y su bajo consumo en potencia, obteniendo un ahorro energético aceptable en comparación a la demanda de energía del sistema actual.

Una vez diseñada la propuesta se realizó un análisis de costos económicos y energéticos, partiendo del costo de luminarias de tecnología LED y las convencionales instaladas en la infraestructura, el costo anual energético y vida útil de las lámparas, mediante el costo anual equivalente, obteniendo como resultado que el nuevo sistema de iluminación es factible.

Aun cuando la demanda de inversión es alta, la implementación del nuevo sistema garantizará un menor consumo energético, gasto de mantenimiento y de reemplazo de las luminarias, debido a la vida útil que presentan las lámparas implementas en el diseño. El sistema de iluminación actual requiere de una sustitución de lámparas anualmente, mientras que el propuesto cada 12 años.

RECOMENDACIONES

En el marco de los resultados obtenidos y la alta importancia que tienen las actividades que se realizan en el recinto gubernamental es importante considerar las siguientes recomendaciones:

La implementación del sistema de iluminación propuesto para el Edificio de la Gobernación del estado Mérida, beneficiará de gran manera a la institución, principalmente en lo que se refiere a ahorro energético, pues el consumo de energía es mínimo en comparación al sistema actual, así como también la adecuación de los niveles de iluminación acorde a lo establecido en la normativa COVENIN 2249-93, generando mayor confort a los empleados y un aumento de productividad, fundamental para el desarrollo y crecimiento estatal.

El aprovechamiento de la luz natural en el interior de la infraestructura, debido a que la misma posee áreas abiertas y grandes ventanales que permiten el ingreso de dicha luz, es importante se realice un correcto aprovechamiento, teniendo en cuenta factores como el deslumbramiento.

Dar a conocer a la población que hace vida activa en el recinto gubernamental la importancia del ahorro energético, el uso adecuado de la iluminación artificial y el aprovechamiento de la luz natural en cada área de trabajo para el cumplimiento de sus funciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Moreno, L. (2015). *Luminotecnia: El arte de la correcta iluminación*. 2da edición. Mérida, Venezuela.
2. Comisión Venezolana de Normas Industriales “NORMAS COVENIN 2249-1993: Iluminancia en tareas y áreas de trabajo” Fondonorma. Caracas. 1.993
3. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2.002). Gaceta Oficial Nro. 37.415
4. Obralux. (2016), *Luminotecnia*. (Consulta: 09 de 2018). Disponible en línea: <http://www.Obralux.com>
5. Philips Lighting (2018). *Luminarias de interior – BBS*. (Consultado, Diciembre 2018). Disponible en: <http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/luminarias-empotrables/dayzone>
6. Philips Lighting (2018). *Luminarias de interior – TPS*. (Consultado, Diciembre 2018). Disponible en: <http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/montaje-suspendido/smartform-tps460-462-464>
7. Philips Lighting (2018). *Luminarias de interior – DN*. (Consultado, Diciembre 2018). Disponible en: http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/downlights/coreline-downlight/910500457706_EU/product
8. Philips Lighting (2018). *Luminarias de interior – BY*. (Consultado, Diciembre 2018). Disponible en: <http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/luminarias-empotrables/dayzone>
9. Philips Lighting (2018). *Luminarias de interior – 4MX*. (Consultado, Diciembre 2018). Disponible en: http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/carriles-y-regletas/sistema-de-carriles-maxos/maxos-led-inserts-for-ttx400/910629158726_EU/product

ANEXOS

Universidad de los Andes
Facultad de Ingeniería – Escuela de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Potencia

ENCUESTRA REALIZADA PARA LLEVAR A CABO EL TRABAJO DE GRADO TITULADO:
Propuesta y estudio para una solución de eficiencia energética en la iluminación del Edificio
Central de la Gobernación del Estado Mérida.

Br. Astrid Castellanos
Tutor: Prof. Luz Stella Moreno

-Marque con una X la respuesta. (Seleccione solo una opción a menos que se indique lo contrario)			
1. ¿Cómo considera usted la iluminación en su puesto de trabajo?			
Buena		Regular	Mala
2. ¿Ha sentido dificultad en la realización de sus actividades por falta de iluminación?			
Si		No	
3. ¿Ha sentido deslumbramiento o cansancio visual en su área de trabajo?			
Si		No	
4. ¿Ha observado Lámparas en mal estado en su sitio de trabajo?			
Si		No	
5. ¿A que le atribuye usted la falta de iluminación?			
Falta de luminarias		Falta de mantenimiento	Ninguna de las anteriores
6. Mencione una o varias zonas donde considera que la iluminación es crítica			
Oficinas		Escaleras	Pasillos Salones
7. ¿Cómo valoraría el mantenimiento en el sistema de iluminación?			
Bueno		Regular	Mal
8. ¿Estaría de acuerdo con el reemplazo del actual sistema de iluminación por uno más eficiente y que contribuya con el ahorro energético?			
Si		No	

Anexo n°1

Universidad de los Andes
Facultad de Ingeniería – Escuela de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Potencia

RESULTADO DE LA ENCUESTRA REALIZADA PARA LLEVAR A CABO EL TRABAJO DE GRADO TITULADO:

Propuesta y estudio para una solución de eficiencia energética en la iluminación del Edificio Central de la Gobernación del Estado Mérida.

**Br. Astrid Castellanos
Tutor: Prof. Luz Stella Moreno**

Cantidad de trabajadores que seleccionaron dicha opción							
1. ¿Cómo considera usted la iluminación en su puesto de trabajo?							
10	Buena	74	Regular	40	Mala		
2. ¿Ha sentido dificultad en la realización de sus actividades por falta de iluminación?							
92	Si	32	No				
3. ¿Ha sentido deslumbramiento o cansancio visual en su área de trabajo?							
81	Si	43	No				
4. ¿Ha observado Lámparas en mal estado en su sitio de trabajo?							
102	Si	22	No				
5. ¿A que le atribuye usted la falta de iluminación?							
60	Falta de luminarias	50	Falta de mantenimiento	15	Ninguna de las anteriores		
6. Mencione una o varias zonas donde considera que la iluminación es crítica							
62	Oficinas	50	Escaleras	25	Pasillos	43	Salones
7. ¿Cómo valoraría el mantenimiento en el sistema de iluminación?							
14	Buena	81	Regular	29	Mal		
8. ¿Estaría de acuerdo con el reemplazo del actual sistema de iluminación por uno más eficiente y que contribuya con el ahorro energético?							
119	Si	5	No				

Anexo n°2