

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

# **INFORME TÉCNICO**

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE  
ILUMINACIÓN EN OFICINAS DE LA  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES,  
DELEGACIÓN CHIAPAS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTA

**JOSÉ ARTURO OZUNA DÍAZ**

DIRECTOR

**DR. CARLOS MANUEL GARCÍA LARA**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

septiembre de 2023.





**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**SECRETARÍA GENERAL**  
**DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR**  
**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Fecha: 29/08/2023

C. José Arturo Ozuna Díaz

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Ambiental

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:  
Evaluación de los niveles de iluminación en oficinas de la secretaría del medioambiente y recursos naturales, delegación Chiapas

En la modalidad de: Informe técnico

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

**Revisores**

Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Dr. Carlos Manuel García Lara

Firmas:

Ccp. Expediente

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios primeramente por ayudarme a concluir la carrera y el haberme dado las fuerzas para continuar y no rendirme, por la salud, la sabiduría y la fe para poder completar esta meta.

A mis padres, por todo el apoyo y amor rendido, a todos esos esfuerzos y sacrificios que tuvieron que hacer para que yo pudiera seguir estudiando, por siempre confiar en mí y estar ahí conmigo a cada momento.

Al Dr. Carlos Manuel García Lara, por brindarme de su conocimiento, su desinteresado apoyo y que gustosamente aceptó dirigirme en la realización de mi trabajo, al igual de motivarme a finalizarlo.

A mis asesores el Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar y el Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández, por apoyarme en mi trabajo con su conocimiento y por los consejos que me aportaron.

A la Dra. Edna Iris Ríos Valdovinos, por su apoyo en mis primeros semestres de la carrera y por sus consejos que fueron parte importante en mi formación.

A todos mis amigos, por todo lo compartido durante esta etapa universitaria y el apoyo que me brindaron en las dificultades.

También quiero agradecer a la Universidad por contribuir en mi formación profesional. Al igual un reconocimiento a mis compañeros y docentes que me acompañaron durante los años de estudio.

Reconocimiento especial a mi perro Canelo, por su compañía cada vez que me quedaba de madrugada haciendo tareas motivándome y por siempre estar a mi lado fielmente a cada momento hasta el final. Descansa en paz querido amigo.

Al final agradezco a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron a culminar el presente trabajo.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
MARCO TEÓRICO.....	10
MARCO LEGAL.....	14
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	15
OBJETIVOS.....	16
ÁREA DE ESTUDIO.....	17
METODOLOGÍA.....	20
1. Identificación de áreas y determinación de puntos de medición.....	20
1.1 Recorrido para identificación de áreas.....	20
1.2 Aplicación de la fórmula para obtención de puntos.....	20
2. Toma de datos mediante la medición.....	22
3. Cotejo de resultados y comparación de los mismos.....	25
4. Proponer alternativas.....	26
RESULTADOS.....	27
1. Identificación de áreas y determinación de puntos de medición.....	27
1.1 Recorrido para identificación de áreas.....	27
1.2 Aplicación de la fórmula para obtención de puntos.....	28
2. Toma de datos mediante la medición.....	31
3. Cotejo de resultados y comparación de los mismos.....	47
4. Proponer alternativas.....	50
4.1 Mantenimiento.....	51

4.2 Comparación de ahorro de energía y costos de lámparas fluorescentes vs lámparas LED.....	51
4.3 Soluciones y propuesta de plan de Mantenimiento.....	52
4.3.1 Programa de mantenimiento básico de la instalación de la iluminación.....	53
4.3.1.1 Propuestas sugeridas para realizar la sustitución de las luminarias.....	55
CONCLUSIONES.....	62
REFERENCIAS.....	63

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Símbolos utilizados para determinar la cantidad de luz producida por una luminaria.....	13
<b>Tabla 2.</b> Normatividad aplicable.....	14
<b>Tabla 3.</b> Determinación de número de puntos a medir por índice.....	21
<b>Tabla 4.</b> Niveles de iluminación adecuados.....	25
<b>Tabla 5.</b> Nivel máximo óptimo de reflexión.....	26
<b>Tabla 6.</b> Datos de las dimensiones de las áreas en SEMARNAT.....	27
<b>Tabla 7.</b> Índice obtenido y número de puntos a evaluar en SEMARNAT.....	28
<b>Tabla 8.</b> Puntos en incumplimiento.....	47
<b>Tabla 9.</b> Equivalencias de consumo de tres tipos de luminarias.....	52
<b>Tabla 10.</b> Luminarias fluorescentes propuestas como solución de iluminación.....	56
<b>Tabla 11.</b> Cantidad de luminarias requeridas para la iluminación correcta.....	57
<b>Tabla 12.</b> Comparación de marcas de luminarias de dos tipos y capacidades diferentes.....	58

<b>Tabla 13.</b> Inversión necesaria para realizar la sustitución masiva.....	60
---	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de estudio.....	17
<b>Figura 2.</b> Croquis de la planta baja del edificio.....	18
<b>Figura 3.</b> Croquis del primer piso del edificio.....	19
<b>Figura 4.</b> Equipo de medición.....	20
<b>Figura 5.</b> Luxómetro.....	22
<b>Figura 6.</b> Formas de medición con Luxómetro.....	23
<b>Figura 7.</b> Forma de distribución de puntos de medición.....	30
<b>Figura 8.</b> Ausencia de una de las luminarias en Archivo de Impacto Ambiental.....	48
<b>Figura 9.</b> Problema de deslumbramiento causado por reflexión de una lámina.....	53

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Comparación de resultados de centros de trabajo con incumplimiento de iluminación con el estudio actual de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008.....	49
<b>Gráfica 2.</b> Comparación de consumo energético de ambos tipos de luminarias.....	59

## INTRODUCCIÓN

Para cualquier actividad que se realice en un centro de trabajo, es necesario contar con un buen equipo de iluminación para desarrollar plenamente las actividades, sin someter a la vista a trabajo forzado. En la iluminación es importante conocer el aspecto cuantitativo (la cantidad de luz que se necesita para realizar el trabajo). En estos aspectos la luz debe tener componentes de radiación difusa y directa cuya resultante produzcan sombras suaves que nos permitan percibir la forma y posición de los objetos adecuadamente, (Universidad Veracruzana, 2014)

La iluminación también determina la seguridad laboral, ya que los cambios bruscos de luz o de brillos pueden cegar al trabajador, incrementando el riesgo de accidentes y aumentando las bajas laborales. Se tienen que evitar las reflexiones molestas, que dificultan la percepción de detalles, y también evitar los deslumbramientos y las sombras excesivas.

A todo esto, con la finalidad antes dicha, para mitigar el bajo rendimiento y evitar la condición crítica de iluminación, de los trabajadores sometidos a un área de trabajo no apto para el desarrollo óptimo de su actividad en una empresa, se realizó la siguiente evaluación.

Para un mejor desarrollo de la investigación se mencionan algunas de las definiciones establecidas por la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS) en la norma NOM-025-STPS-2008:

Área de trabajo, Autoridad del trabajo, Autoridad laboral, Brillo, Centro de trabajo, Condición crítica de iluminación, Deslumbramiento, Iluminación complementaria, Iluminación especial, Iluminación, Iluminancia, Iluminación localizada, Luminaria, luminario, Luxómetro, Nivel de iluminación, Plano de trabajo, Puntos focales de las luminarias, Reflexión, Sistema de iluminación, Tarea visual. Todas estas definiciones se pueden consultar en el apartado de glosario.

En dicha norma se mencionan diferentes parámetros mínimos de iluminación expresados en Luxes (Lx) para cada actividad dentro de un centro de trabajo. En este estudio se toma en cuenta las actividades administrativas como captura de datos, revisión de documentos, actividad en ordenadores y de atención a personas; 500 Lx para actividades de captura de datos y revisión de documentos, 300 para actividad en computadoras y 100 para áreas de pasillos y de descanso.

Es sabido que un trabajador cómodo en su área de trabajo genera mejores resultados en su eficiencia laboral ya que no presenta molestia alguna, a pesar de que el ser humano es capaz de adaptarse a diferentes entornos para realizar sus actividades existen ciertos factores que pueden afectar su estado de ánimo y bienestar, como por ejemplo los niveles inadecuados de iluminación.

Si no se cuenta con una iluminación adecuada en lugares donde se desarrollan las actividades diarias el ambiente será incómodo y ergonómicamente incorrecto, por lo cual se presentará dificultad en la eficiencia del trabajador.

Al evaluar los niveles de iluminación en los puestos de trabajo se debe comprender que es perjudicial para la salud de las personas, tanto la carencia como el exceso de luz, los cuales son los causantes de trastornos visuales o poca comodidad en los trabajadores.

El uso de tecnología va en aumento cada vez más, por lo que el uso de instalaciones de iluminación también ha aumentado, sin embargo, por tal razón han surgido problemas visuales en los trabajadores, Garrido et al. (2015) menciona lo siguiente:

Actualmente debido a las largas horas de trabajo, el uso de múltiples tecnologías y el inadecuado diseño de iluminación en los puestos de trabajo los trastornos visuales han aumentado. Estos trastornos deben de ser cuidadosamente tomados en cuenta ya que, es el puesto de trabajo donde permanecemos la mayor parte del día y por tal razón, debemos procurar que estos espacios sean idóneos. (p.11)

Una correcta iluminación es esencial para ver, sin dificultades, las tareas que se realizan en el puesto de trabajo y, también, en las zonas de paso, las vías de circulación, las escaleras o los pasillos. Si la iluminación es deficiente, aumenta la posibilidad de que los trabajadores cometan fallos y como consecuencia puedan producirse accidentes (SEGURMANIA, 2019).

Es por lo anterior que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) requiere de acciones que permitan mejorar la iluminación de los puestos de trabajo, en la que se analice el estado actual de esta dependencia para conocer el cumplimiento de la norma, así mismo crear soluciones a las deficiencias que se presenten, para prevenir problemas de salud.



Este proyecto se llevó a cabo en la SEMARNAT, para evaluar los parámetros de la intensidad de luz a la que trabajan el personal de la dependencia de gobierno, y así poder brindar información de utilidad.

Dicho análisis consistió en una visita de campo, la realización de un levantamiento lumínico de acuerdo a la metodología señalada en la NOM-025-STPS-2008. Esta evaluación se realizó en condiciones normales de servicio y operación del personal y equipo; donde los horarios de trabajo oscilan entre 9:00 a 17:00 horas, en un inmueble “adaptado” para oficinas con una jornada laboral regular.

## MARCO TEÓRICO

### Definiciones de conceptos

La STPS por medio de la NOM-025-STPS-2008 menciona las siguientes definiciones:

Área de trabajo: Es el lugar del centro de trabajo donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

Autoridad del trabajo, autoridad laboral: Las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquellas.

Brillo: Es la intensidad luminosa que una superficie proyecta en una dirección dada, por unidad de área. Se recomienda que la relación de brillos en áreas industriales no sea mayor de 3:1 en el puesto de trabajo y en cualquier parte del campo visual no mayor de 10:1.

Centro de trabajo: Todos aquellos lugares tales como edificios, locales, instalaciones y áreas, en los que se realicen actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento o prestación de servicios, o en el que laboren personas que estén sujetas a una relación de trabajo.

Condición crítica de iluminación: Deficiencia de iluminación en el sitio de trabajo o niveles muy altos que bien pueden requerir un esfuerzo visual adicional del trabajador o provocarle deslumbramiento.

Deslumbramiento: Es cualquier brillo que produce molestia y que provoca interferencia a la visión o fatiga visual.

Iluminación complementaria: Es aquella proporcionada por un alumbrado adicional al considerando en la iluminación general, para aumentar el nivel de iluminación en un área determinada o plano de trabajo.

Iluminación especial: Es la cantidad de luz específica requerida para la actividad que conforme a la naturaleza de la misma tenga una exigencia visual elevada mayor de 1000 luxes o menor de 100 luxes, para la velocidad de funcionamiento del ojo (tamaño, distancia y colores de la tarea visual) y la exactitud con que se lleva a cabo la actividad.

Iluminación; iluminancia: Es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en luxes.

Iluminación localizada: Es aquella proporcionada por un alumbrado diseñado sólo para proporcionar iluminación en un plano de trabajo.

Luminaria; luminario: Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas, que incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas, y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica.

Luxómetro; Medidor de iluminancia: Es un instrumento diseñado y utilizado para medir niveles de iluminación o iluminancia, en luxes.

Nivel de iluminación: Cantidad de flujo luminoso por unidad de área medido en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en luxes.

Plano de trabajo: Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual generalmente los trabajadores desarrollan su trabajo, con niveles de iluminación específicos.

Puntos focales de las luminarias: Es la proyección vertical de la lámpara al plano o área de trabajo con inclinación de  $0^\circ$ , que contiene la dirección del haz de luz.

Reflexión: Es la luz que incide en un cuerpo y es proyectada o reflejada por su superficie con el mismo ángulo con el que incidió.

Sistema de iluminación: Es el conjunto de luminarias de un área o plano de trabajo, distribuidas de tal manera que proporcionen un nivel de iluminación específico para la realización de las actividades.

Tarea visual: Actividad que se desarrolla con determinadas condiciones de iluminación.

## Tipos de luminarias

CEFIRE (2009) menciona lo siguiente sobre los tipos de luminarias:

- La lámpara incandescente es la más popular por su bajo precio y el color cálido de su luz. También es la que menor vida útil tiene, unas 1000 horas. No ofrece muy buena reproducción de los colores, ya que no emite en la zona de colores fríos. Su eficiencia es

muy baja, ya que solo convierte en trabajo (luz visible) alrededor del 15% de la energía consumida. Otro 25% será transformado en energía calorífica y el 60% restante en ondas no perceptibles (Luz ultravioleta e infrarroja) que acaban convirtiéndose en calor.

La duración de las lámparas incandescentes está normalizada; siendo de unas 1000 horas para las normales, para las halógenas es de 2000 horas para aplicaciones generales y de 4000 horas para las especiales.

- La lámpara fluorescente posee generalmente electrodos calentados y puede así encenderse con tensiones en comparación bajas. Las lámparas fluorescentes requieren de balastos, reactancias o reactancias electrónicas.
- El LED es un diodo emisor de luz, es decir, un dispositivo semiconductor que emite luz cuando circula por la corriente eléctrica; es un proyector electroluminiscente que emite luz mediante la recombinación de los pares de portadores de carga de un semiconductor.

Led deviene de las siglas en inglés Light Emitting Diode: Diodo Emisor de Luz. La luz no se genera a través de un filamento incandescente sino por electroluminiscencia. Esto significa que se liberan fotones (luz) debido a electrones que cambian de nivel de energía durante su desplazamiento por el material semiconductor (diodo).

Las luminarias con las que se cuentan en el edificio de SEMARNAT son del tipo fluorescentes por lo que se puede considerar que el gasto de luz es moderado, sin embargo, es necesario conocer si existe manera de tener un ahorro de energía mayor. Lo óptimo es considerar el cambio a luminarias LED, que como se menciona anteriormente es la que tiene mayores ventajas en el ahorro de energía, además de establecer horarios de uso de las luminarias.

#### Unidades para medir la iluminación

Existen en general tres conceptos que engloban a la iluminación los cuales son Flujo luminoso, Intensidad luminosa e Iluminancia, cada uno de ellos con su respectiva unidad, es necesario identificar lo que se espera obtener, que en este caso el objeto de estudio es la luminancia ya que se desea conocer la Iluminación que hay presente en cada área.

Se mencionan las definiciones presentadas por García (2020):

Flujo luminoso:

Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es  $\Phi$  y su unidad es el lumen (lm). A la relación entre watts y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía

Intensidad luminosa:

Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

Iluminancia:

Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un  $\text{lm}/\text{m}^2$ .

Existe también otra unidad, el foot-candle (fc), utilizada en países de habla inglesa cuya relación con el lux es:

$$1 \text{ fc} \approx 10 \text{ lx}$$

$$1 \text{ lx} \approx 0.1 \text{ fc}$$

**Tabla 1.** Símbolos utilizados para determinar la cantidad de luz producida por una luminaria.

*Fuente: García (2020).*

Concepto	Símbolo	Unidad
Flujo luminoso	$\Phi$	Lumen (lm)
Intensidad luminosa	I	Candela (cd)
Luminancia	E	Lux (lx)

Como se puede observar en la tabla 1 existen diferentes maneras de medir la luz de las luminarias, pero en este caso se hace uso de la unidad de Luxes ya que la Norma así lo dictamina y es la que está asociada a la percepción aproximada del ojo humano a la intensidad luminosa (cd).

## MARCO LEGAL

Para la correcta evaluación de la iluminación dentro de este estudio es necesaria la fundamentación legal para apegarse a los parámetros mínimos requeridos dentro de un centro de trabajo y así lograr un ambiente laboral óptimo para todos los empleados dentro de las áreas de la delegación de SEMARNAT en Chiapas.

Se hace uso de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 ya que establece un parámetro adecuado para conocer el estado actual de la iluminación en el centro de trabajo, que es posible considerarse para el mejoramiento de la calidad de las luminarias.

**Tabla 2.** Normatividad aplicable. *Fuente: Propia (2020)*

Norma	Título	Autoridad emisora	Finalidad
NOM-025-STPS-2008	CONDICIONES DE ILUMINACION EN LOS CENTROS DE TRABAJO	Secretaría del Trabajo y Previsión Social	Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

En la tabla 2 se puede observar la finalidad de la norma, eso marca una pauta a seguir para cumplir con los objetivos de este estudio y que las áreas de trabajo estén acorde a la normatividad vigente, la cual se enfoca a mejorar la visibilidad para la ejecución de la actividad en particular de cada centro de trabajo, para así preservar una salud visual óptima para cada empleado presente.

## PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Con cada vez más requerimientos en torno a la sustentabilidad, la iluminación – en el sector empresarial - ha tenido avances significativos en tecnología con equipos más eficientes en la relación entre consumo eléctrico, desempeño lumínico, presencia de elementos tóxicos (mercurio) y vida útil, “impactando positivamente de modo transversal en las empresas; en las operaciones y en el desarrollo estratégico de éstas”, destacó Miguel Iglesias, Analista en Tecnologías de Iluminación, en su documento Eficiencia Energética en Iluminación: Hacia el cumplimiento de normas de seguridad de manera sustentable, (Alternativas para una iluminación segura y sustentable, 2011)

Según la NOM-025-STPS-2008, establece los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada tarea visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores. En las especificaciones, menciona que para tareas de oficina es necesario tener un mínimo de 300 luxes (Lx, unidad de medida para la intensidad lumínica, por el sistema métrico decimal), mientras que para áreas de descanso como es el caso de la cafetería el mínimo de luxes son 100 Lx, por tratarse únicamente de trabajo de oficina son los únicos parámetros que fueron utilizados para la evaluación de los datos obtenidos.

Se alude que es obligatorio para los centros de trabajo contar con el nivel correcto de luxes para facilitar las tareas, (Universidad Veracruzana, 2014).

Las oficinas de la SEMARNAT cuenta con ventanas, con lo cual puede considerarse la presencia de luz natural, sin embargo en casi todas se mantienen cerradas; los casos particulares son las de Vida Silvestre y Área Jurídica que las mantienen abiertas durante el horario laboral, a pesar de eso las ventanas están posicionadas al norte fuera de la exposición directa al sol (Este), por esa razón no influye significativamente en las mediciones, al contrario ayudan a cumplir al mínimo de iluminación requerida a la actividad realizada, se realizaron tres mediciones distribuidas en el horario laboral tal y como lo menciona la norma (citado más adelante en este documento).

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

Evaluar los niveles de iluminación en las áreas de trabajo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 y proponer soluciones en caso de incumplir.

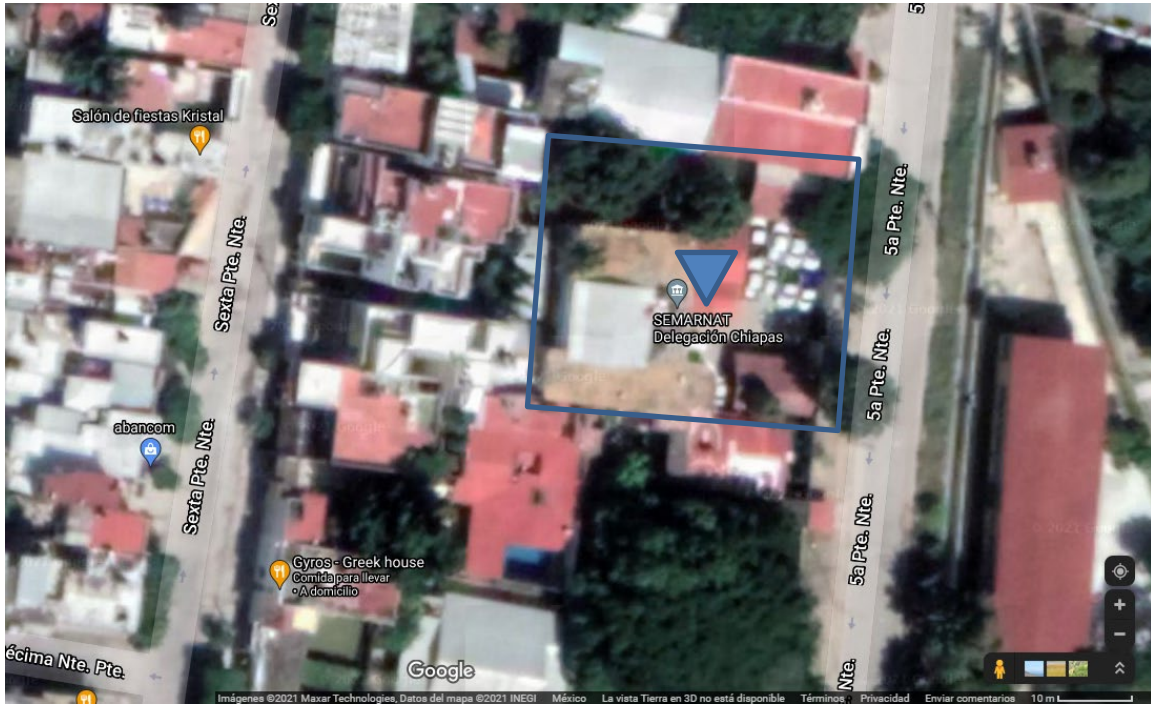
### Objetivos específicos:

- Determinar las áreas de interés de acuerdo a la norma NOM-025-STPS-2008
- Monitorear la iluminación de las áreas elegidas acorde a la norma NOM-025-STPS-2008
- Determinar los factores que afectan el cumplimiento de la norma establecida
- Proponer alternativas de solución para que las instalaciones cumplan con la normatividad



## ÁREA DE ESTUDIO

### Ubicación



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio. *Fuente: Google Earth (2021)*

La SEMARNAT se encuentra ubicada en la 5 pte. entre 11 y 12 nte., colonia “Niño de Atocha” 1207 dentro del municipio de Tuxtla Gutiérrez. En el inmueble hay un total de 25 trabajadores, sin contar los que se encuentran en las cabañas fuera del edificio principal.

El interés de realizar este estudio en dichas áreas del edificio de la SEMARNAT es debido a que se hace uso de las ventanas para generar luz suficiente para que los trabajadores realicen sus actividades, y conocer si así tienen una óptima iluminación o si es necesaria la modificación de la instalación de luz artificial.

## ▼ Planta baja

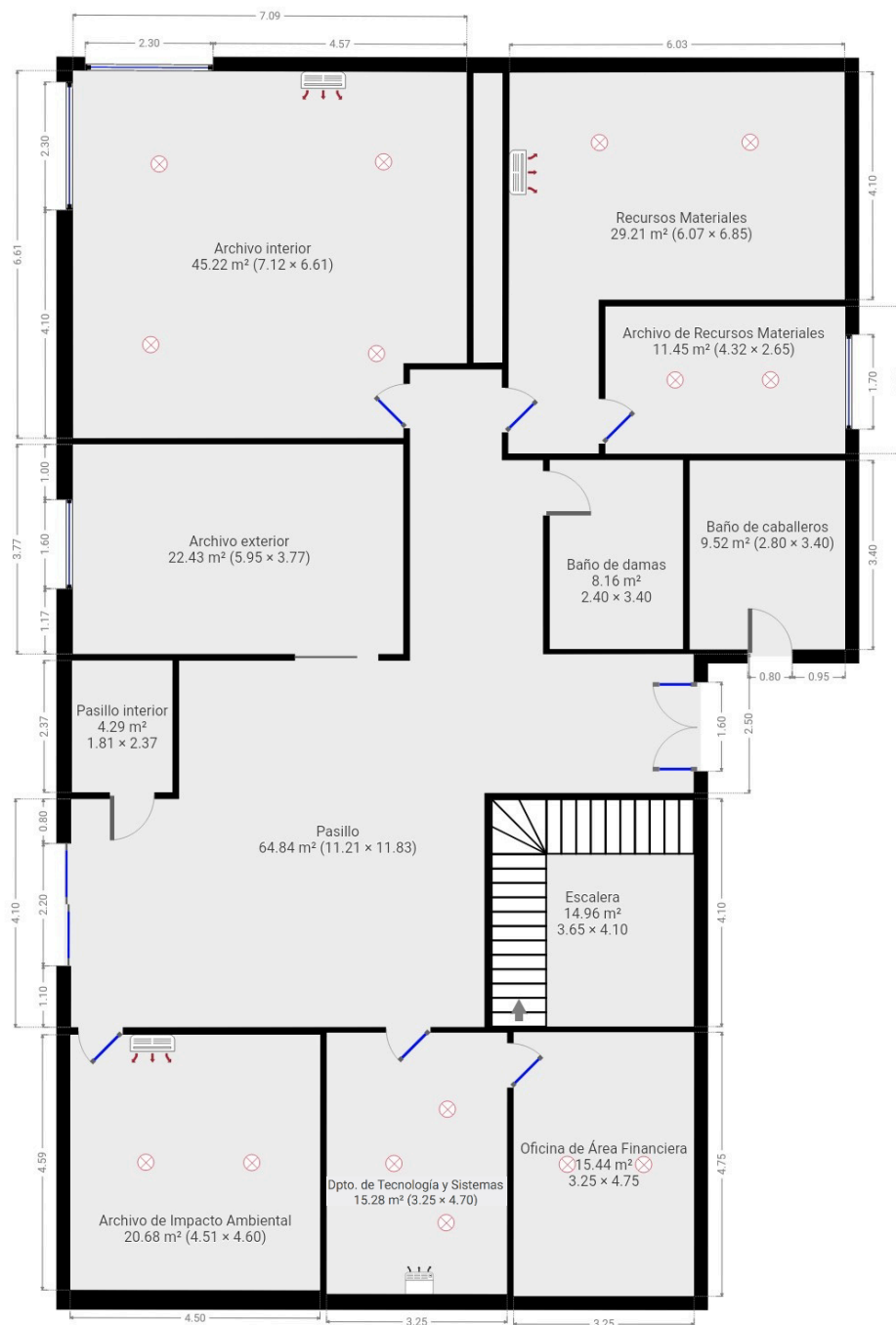


Figura 2. Croquis de la planta baja del edificio. Fuente propia (2021).

▼ 1er piso

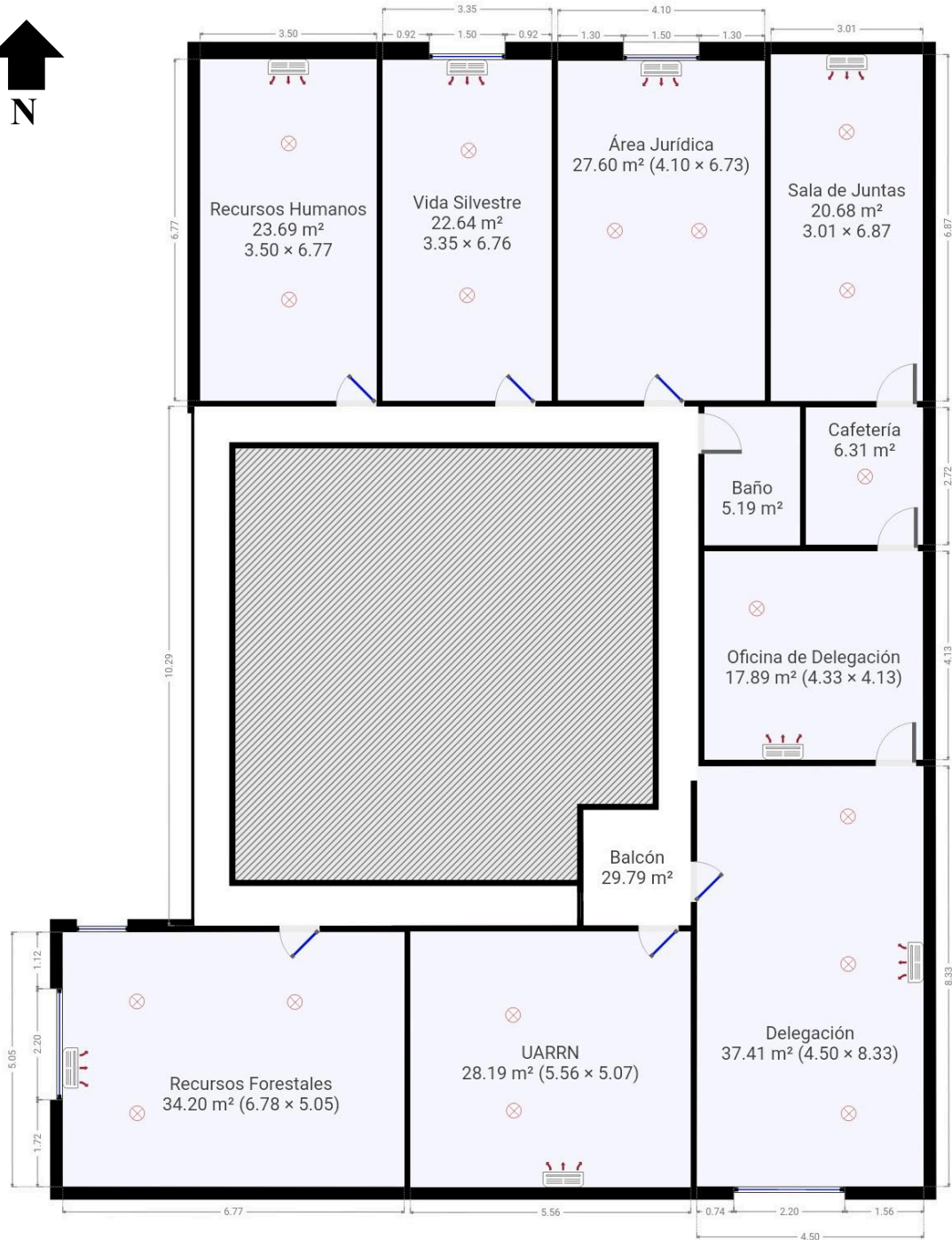


Figura 3. Croquis del primer piso del edificio. Fuente propia (2021).

# METODOLOGÍA

## 1. Identificación de áreas y determinación de puntos

### 1.1 Recorrido para identificación de áreas

Para la correcta medición fue necesario primero el reconocimiento de las áreas de este centro de trabajo y conocer el número de las mismas para la medición de las dimensiones de cada una de ellas esto para determinar los puntos a medir y específicamente en qué zona. En la determinación de los puntos se consideraron las áreas específicas en donde se realizan las actividades, con el objetivo de reconocer el lugar donde los trabajadores están comúnmente en día laboral, además de la ubicación de las luminarias para hacer más efectivas las mediciones.

Para la medición del área se hizo uso de un flexómetro para la medición de la altura, y una cinta de 20m para la toma del largo y ancho de cada zona dividida, dicho material se observa en la Figura 4. Además de dichas mediciones se contó el número de luminarias en cada departamento.



**Figura 4.** Equipo de medición. *Fuente: Propia (2021)*

### 1.2 Aplicación de la fórmula para obtención de puntos de medición

Para determinar el número de mediciones se aplicó la ecuación (ec.1) de acuerdo a la norma NOM-025-STPS-2008, además de una tabla incluida en la misma que muestra la cantidad de mediciones que se deben considerar (Tabla 3.); en la ecuación incluye la dimensión del área, esta provee un número de puntos a considerar dependiendo del índice obtenido en la ecuación, para realizar una mejor distribución de mediciones.

## Relación entre el índice de Área y el número de Zonas de Medición

**Tabla 3.** Determinación de número de puntos a medir por índice. *Fuente: STPS (2008).*

Índice de Área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC < 2$	9	12
$2 \leq IC < 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

El valor del índice de Área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación siguiente:

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)} \quad \text{ec. 1.}$$

Donde:

IC = índice del área.

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la iluminación respecto al plano de trabajo, en metros.

En donde x es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeando al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

Por lo que se puede observar en la ec. 1 la superficie del área a medir está directamente relacionado al número de puntos a considerar, además se presentan zonas de limitación (Tabla 1) en las que no se efectúan mediciones, estas zonas de limitación se determinan en los espacios en el que el trabajador no está comúnmente trabajando, por lo que es preciso identificar cada punto de medición lo más cerca posible de la zona de trabajo.

## 2. Toma de datos mediante la medición

Para la toma de medidas y datos de iluminación se hizo uso de un luxómetro de marca UNI-T de modelo UT383 (Figura 5), conforme lo establece la norma se tomaron las mediciones en el punto aproximado a donde comúnmente está la vista del trabajador, esto con el propósito de saber aproximadamente cuánta iluminación percibe en su horario laboral.



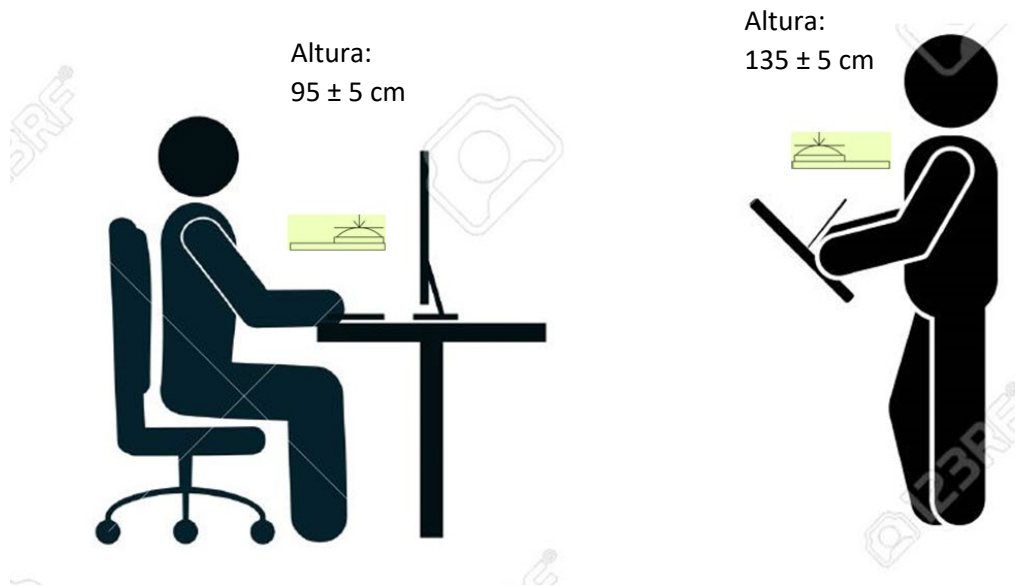
**Figura 5.** Luxómetro. *Fuente: Propia (2019).*

La obtención de los datos está basada en el número de puntos a evaluar en cada zona de acuerdo con lo obtenido en la ec.1. Es importante tomar en cuenta la forma de la medición y en qué punto específico hacerlo.

En el caso de las iluminarias fluorescentes es necesario esperar 20 minutos después de haberla encendido para que la luz llegue a una estabilidad y no exista errores en las mediciones, además es importante considerar si existe incidencia de luz natural. A pesar que en este centro de trabajo tiene ventanas cerradas existen puntos específicos donde se presenta la entrada de luz natural, por tal razón la toma de mediciones se debe hacer en tres ocasiones durante el horario laboral en el caso de estos puntos, esto para identificar si existen condiciones críticas, tal como lo especifica la Norma NOM-025-STPS-2008: *“por lo cual, las tres mediciones se realizarán de la siguiente manera:”*

- *Una lectura tomada aproximadamente en la primera hora del turno;*
- *Una lectura tomada aproximadamente a la mitad del turno, y*
- *Una lectura tomada aproximadamente en la última hora del turno.*

Las mediciones se tomaron específicamente en la zona en que normalmente trabaja cada empleado, a la altura de su vista para tener una medida más aproximada a la iluminación que percibe en realización de sus labores, teniendo en cuenta el área de movilidad del trabajador se harán tres mediciones en dicha área y se realizará un promedio para hacerlo lo más exacto posible.



**Figura 6.** Formas de medición con Luxómetro. *Fuente: 123RF. (2020).*

Normalmente existen dos formas de medir con el Luxómetro (Figura 6), pero en este caso al tratarse de un centro de trabajo del tipo administrativo se hizo en el lugar exacto donde hacen la captura de información, debido a que el punto de medición es importante para tener un dato preciso de la iluminación, en caso contrario se tendría un resultado erróneo al dictar si está en cumplimiento a la norma.

Además de la medición de iluminación en cada punto se midió el factor de reflexión ( $K_f$ ) establecido en la norma NOM-025-STPS-2008, en cada punto de medición de iluminación y en las paredes del área, la manera en que se medirá lo describe la norma y consiste en lo siguiente:

**a)** *Se efectúa una primera medición ( $E_1$ ), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de  $10 \pm 2$  cm, hasta que la lectura permanezca constante;*

*b) La segunda medición (E2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente, y*

*c) El factor de reflexión de la superficie (Kf) se determina con la ecuación siguiente:*

$$Kf = \frac{E_1}{E_2} (100) \quad \text{ec. 2.}$$

Una vez hechas las mediciones fue necesario hacer una planilla en donde se agreguen todos los datos relacionados con cada medición, para saber las características de cada área medida, la condición ambiental y el tipo de trabajo realizado; para complementar esto García y Boix (2001) citado en Cabeza et al. (2008), declara que:

Evaluación de las condiciones ambientales: condiciones atmosféricas, hora de inicio de la medición, duración de la medición.

- Datos generales de luminaria: número de luminarias, tipo de luminarias, número de lámparas, marca(s) de la(s) lámpara(s), potencia de la(s) lámpara(s), número de luminarias defectuosas (se toma como luminaria defectuosa aquella que presente una o más lámparas inoperativas), número de luminarias en mal funcionamiento (se considera una luminaria en mal funcionamiento cuando presenta una o más lámparas con efecto estroboscopio o con un flujo luminoso bajo, observable a simple vista), posición relativa al techo (colgante o empotrada), altura con respecto al piso, altura con respecto al plano de trabajo.
- Condiciones del lugar o plano de trabajo: tarea realizada, color del plano de trabajo, color de piso, color de las paredes, color del techo, número de ventanas, sombras, contraste.



### 3. Cotejo de resultados y comparación de los mismos

Para el análisis de los resultados obtenidos de las mediciones es necesaria la utilización de una tabla presente en la norma, que menciona el número de Lx mínimos que debe contar cada zona dependiendo de las actividades que ahí se realicen.

**Tabla 4.** Niveles de iluminación adecuados. *Fuente: STPS (2008).*

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación (luxes)
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Definición clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500

Además de la iluminación en cada punto de medición también es necesario analizar la reflexión medida en las paredes y escritorios en este caso donde se realizan las actividades, calculada con la ecuación 2 de la norma NOM-025-STPS-2008, que mediante el empleo de una tabla se determina el porcentaje máximo de reflexión en el sitio:

**Tabla 5.** Nivel máximo óptimo de reflexión. *Fuente: STPS (2008).*

Concepto	Niveles máximos permisibles de reflexión, Kf
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%

*Nota: Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de la reflexión (Kf) supere los valores establecidos en la Tabla 5.*

Por lo que adicionalmente a las mediciones normales en cada punto establecido por el índice calculado se tuvo que realizar en las paredes y sobre el respaldo de cada escritorio para conocer el valor de reflexión, cuidando la incidencia externa de luz o sombras al luxómetro.

#### **4. Propuesta de alternativas**

En el caso de los puntos de las áreas que están fuera de cumplimiento de la norma se identificó el tipo de problema que presentan las iluminarias, los cuales podrían estar relacionados con lo siguiente: porque alcanzaron el límite de vida útil y por tal razón no iluminan adecuadamente, por el tipo incorrecto de iluminaria que se tiene en uso o por la falta de las mismas en el área.

Otro factor que se debe considerar es la iluminación natural que tiene cada área y cómo afectan o ayudan en la realización de las actividades, si con la luz natural es suficiente para estar dentro del límite permisible en un cierto horario o si se necesita la combinación con la luz artificial de las luminarias, o si se requiere solo en horarios específicos para evitar el deslumbramiento.

Existen tres tipos de iluminarias que se pueden considerar, que son Incandescentes, Fluorescentes y LED. Cada una de ella tiene características y consumo de energía diferentes, para considerar cuál de ellas es la más adecuada para el uso en cada área, en caso de que la iluminaria sea la incorrecta o consuma más energía de lo adecuado es necesario el reemplazo por la correcta.

## RESULTADOS

### 1. Identificación de áreas y determinación de puntos de medición

#### 1.1 Recorrido para identificación de áreas

Mediante el recorrido al sitio de estudio se realizó la identificación de las áreas de estudio y sus respectivas medidas, en las cuales se realizan específicamente cada una de las actividades diarias. Se identificó un total de 16 áreas de trabajo en el edificio principal del centro de trabajo. Las superficies y medidas de las diferentes áreas se muestran a continuación (Tabla 6):

**Tabla 6.** Datos de las dimensiones de las áreas en SEMARNAT. *Fuente propia (2021)*

No. de área	Área	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Número de luminarias
1	Archivo de Impacto Ambiental	4.59	4.5	3.44	20.65	2 instalaciones 1 en función de 23W
2	Recursos Materiales	5.95	3.81	3.44	22.67	2 de 65W
3	Archivo de Recursos Materiales	4.32	2.65	3.44	11.45	1 de 65W, 1 de 23W
4	Oficina de Área Financiera	4.75	3.25	3.44	15.43	1 de 65W, 1 de 23W
5	Departamento de Tecnología y Sistemas	4.7	2.8	3.44	13.16	3 de 23W
6	Archivo interior	6.61	6.88	3.44	45.48	1 de 65W, 3 de 23W
7	Archivo exterior	5.95	3.77	2.57	22.43	No hay luminarias
8	Unidad de Aprovechamiento y	5.56	5.072	2.97	28.2	2 de 65W

Restauración de Recursos Naturales (UARRN)						
9	Delegación	8.33	4.5	2.97	37.48	2 de 65W, 1 de 23W
10	Oficina de la Encargada de Delegación	4.332	4.13	2.97	17.9	1 de 65W
11	Cafetería	2.72	2.322	2.97	6.31	1 de 23W
12	Sala de Juntas	6.873	3.01	2.97	20.69	1 de 65W, 1 de 23W
13	Recursos Forestales	6.77	4.8	2.97	32.5	3 instalaciones 2 en función 1 de 65W, 1 de 23W
14	Vida Silvestre	6.76	3.35	2.97	22.64	1 de 65W, 1 de 23W
15	Área Jurídica	6.73	4.1	2.97	27.59	1 de 65W, 1 de 23W
16	Recursos Humanos	6.77	3.5	2.97	23.7	2 de 65W

De la tabla 6 se observa que el área 6 (Archivo interior) es la que cuenta con una mayor superficie, sin embargo, no hay trabajadores laborando ahí al tratarse de archivo pero que es necesaria su evaluación ya que temporalmente se hace uso de ese espacio para laborar. Además, se puede observar que el área 7 (Archivo exterior) no cuenta con ninguna luminaria, pero se hace uso de una ventana para tener la luz necesaria para realizar actividades, pero que puede dañar a la vista del trabajador debido a una reflexión de luz excesiva.

## 1.2 Aplicación de la fórmula para obtención de puntos

De acuerdo a la aplicación de la ec.1 donde se hace uso las dimensiones de cada área plasmadas en la tabla 6, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla siguiente:

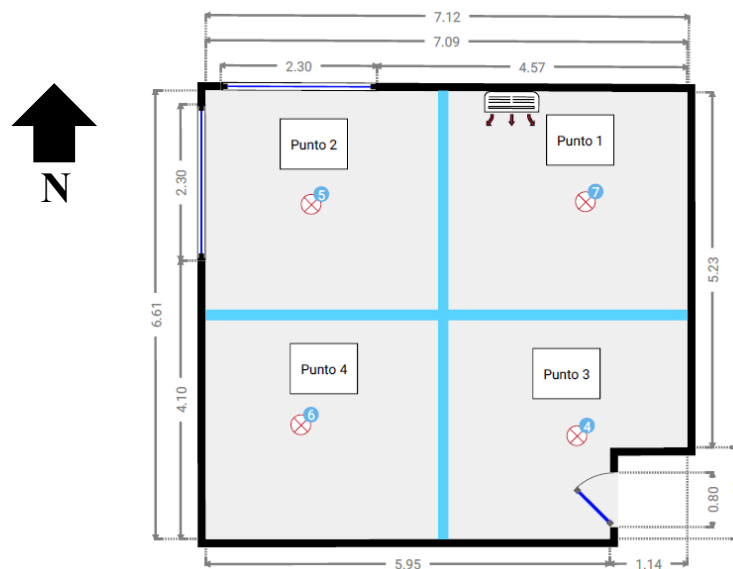
**Tabla 7.** Índice obtenido y número de puntos a evaluar en SEMARNAT. *Fuente propia (2021).*

Área	Índice obtenido	Número de puntos a medir
1.- Archivo de Impacto Ambiental	0.66	4
2.- Recursos Materiales	0.67	4
3.- Archivo de Recursos Materiales	0.48	4
4.- Oficina de Área Financiera	0.56	4
5.- Departamento de Tecnología y Sistemas	0.51	4
6.- Archivo interior	0.98	4
7.- Archivo exterior	0.9	4
8.- Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales	0.89	4
9.- Delegación	0.98	4
10.- Oficina de la Encargada de Delegación	0.71	4
11.- Cafetería	0.6	4
12.- Sala de Juntas	0.7	4
13.- Recursos Forestales	0.94	4
14.- Vida Silvestre	0.75	4
15.- Área Jurídica	0.86	4
16.- Recursos Humanos	0.78	4

Como se puede observar en la tabla 7 los resultados de número de puntos a medir son los mismos para cada área esto se debe a que todos los índices están por debajo de 1. Lo cual es óptimo ya que el promedio de trabajadores en cada espacio de trabajo es de 2, de esta manera es posible posicionar el punto en el lugar exacto en el que el empleado está, además de tener la libertad de analizar otro punto en el que esté ocasionalmente, para así tener una iluminación óptima en todo el espacio.

Con los índices calculados se obtiene el número de puntos que deben medirse en cada área, esto de acuerdo con lo establecido en la norma (Tabla 3), ya fue posible llevarse a cabo el proceso de toma de datos con el Luxómetro (Figura 5) en cada punto respectivo.

La manera de distribuir los puntos fue dividir cada área en cuatro cuadrantes para así posicionar la medición de manera efectiva, tomando en cuenta que el número de mediciones en cada espacio es de 4.



**Figura 7.** Forma de distribución de puntos de medición. *Fuente propia (2021).*

Como se observa en la figura 7 se dividió cada área en cuatro espacios de la misma medida para que dentro de cada una de ellas se posicione un punto a medir. El orden de los puntos se definió de derecha a izquierda iniciando desde el norte, así para tener un mejor orden y tener una fácil localización de los mismos.

## 2. Toma de datos mediante la medición


En el proceso de toma de datos por medio de la medición es preciso establecer una constante en la forma de medir para tener un dato correcto, de acuerdo a la zona específica en la que el trabajador está sentado, Garrido y Trujillo (2015) mencionan: “Las mediciones fueron efectuadas a la altura del plano de trabajo, en este sentido, se considera un plano imaginario de trabajo de 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados.” (p. 61).

Además de cuidar la altura y la posición al medir también es necesario cuidar que no exista incidencia de luz ajena o alterar la iluminación actual al punto en donde se está efectuando la medición, como puede ser reflejo o sombras provocadas por la persona que realiza la toma de datos, además de identificar el punto donde el trabajador fija su mirada.

Esto no es mencionado en la NOM-025-STPS-2008 pero es sustentado en estudios realizados anteriormente, Martínez, L., Pérez, I., y Tovar, E., (2016) mencionan: “se dividió cada aula en seis puntos de medición, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el instrumento de medición.” (p.93).

Una vez citado lo que dicen otros autores se tomó en cuenta cada una de las recomendaciones sugeridas para la toma de mediciones en cada área, para así tener una referencia lo más exacta posible de la iluminación actual y así plasmar el cumplimiento con la norma. Siendo así se obtuvieron los siguientes resultados:

1.- ARCHIVO DE IMPACTO AMBIENTAL							
Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	175	NO	45.83	SI	38.9	SI
2.- Punto 2	300	215	NO	51.52	NO	75	NO
3.- Punto 3	300	175	NO	47.62	SI	65.32	NO
4.- Punto 4	300	198	NO	46.9	SI	79	NO

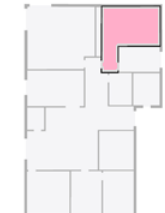
<b>Planta baja</b> 	Observaciones	En esta área tiene dos instalaciones para luminarias sin embargo solo hay una en función, esto genera falta de distribución de iluminación uniforme en toda la habitación, por lo que se ilumina más de un lado que del otro.
	Soluciones	Colocar la lámpara faltante de 65W y sustituir la existente de 23W por una de 65W.

Fotografías:



## 2.- RECURSOS MATERIALES

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	321	SI	18.46	SI	65.57	NO
2.- Punto 2	300	348	SI	17.56	SI	45.23	SI
3.- Punto 3	300	253	NO	7.75	SI	57.67	SI
4.- Punto 4	300	188	NO	48.85	SI	69.87	NO


<b>Planta baja</b> 	Observaciones	En general la iluminación en esta área es buena ya que no genera problemas en la realización de las actividades, el punto 4 tiene menos iluminación pero se trata de un pequeño pasillo en el que no se efectúan actividades.
	Soluciones	Colocar una luminaria de 23 W en el punto 3, o bien, centrar la luminaria del punto 1



Fotografías:



### 3.- ARCHIVO EN RECURSOS MATERIALES

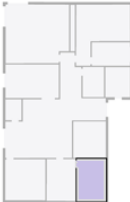
Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)			¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
						%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1 (incidencia de luz natural)	300	205	340	302	SI	43.62	SI	66	NO
2.- Punto 2	300	186			NO	56.18	NO	58.33	SI
3.- Punto 3 (incidencia de luz natural)	300	210	345	312	SI	58.87	NO	77.38	NO
4.- Punto 4	300	190			NO	45.12	SI	53.17	SI
<b>Planta baja</b> 	Observaciones	En esta área existe incidencia de luz natural por tener una ventana descubierta, sin embargo, no es excesivo, lo cual ayuda a mejorar la iluminación y además que los trabajadores laboran ocasionalmente en este espacio							
	Soluciones	Ninguno, a pesar de que algunos puntos no alcanzan el mínimo de la norma							

Fotografías:



#### 4.- OFICINA DE ÁREA FINANCIERA

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	295	NO	15.81	SI	69.14	NO
2.- Punto 2	300	310	SI	11.96	SI	68.27	NO
3.- Punto 3	300	352	SI	19.4	SI	72.16	NO
4.- Punto 4	300	296	NO	11.64	SI	60.23	SI

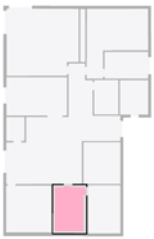
<b>Planta baja</b> 	Observaciones	En este espacio labora un trabajador que está presente en el punto 3 el cual alcanza el mínimo requerido, lo cual no representa ningún problema para realizar sus actividades
	Soluciones	Cambiar la luminaria de 23W por una de 65W para mejorar la iluminación en el área

Fotografías:



5.- DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS


Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	216	NO	11.5	SI	72.83	NO
2.- Punto 2	300	178	NO	30.13	SI	68.75	NO
3.- Punto 3	300	173	NO	20.48	SI	73.44	NO
4.- Punto 4	300	181	NO	24.53	SI	65.49	NO

<b>Planta baja</b> 	Observaciones	La iluminación en esta área es deficiente, ya que ningún punto cumple con lo mínimo requerido, lo cual puede afectar en la realización de las actividades de los dos trabajadores que laboran aquí
	Soluciones	Sustituir las tres luminarias de 23W por dos de 65W y colocarlos de manera centrada entre los puntos, para distribuir uniformemente la iluminación

Fotografías:



6.- ARCHIVO INTERIOR (R.M.)

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)			¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
						%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	184			NO	26.86	SI	41.1	SI
2.- Punto 2 (incidencia de luz natural)	300	308	606	520	SI	57.43	NO	43.83	SI
3.- Punto 3	300	103			NO	3.64	SI	29.69	SI
4.- Punto 4	300	99			NO	8.93	SI	25.4	SI
<b>Planta baja</b> 	Observaciones	Por tratarse de un espacio que funciona como archivo los trabajadores laboran ocasionalmente, además que no requiere una gran exigencia de iluminación. Sin embargo en el punto 2 hay incidencia de luz natural lo cual genera una compensación de iluminación con respecto a las lámparas.							
	Soluciones	Sustituir la luminaria de 23W una de 65W en el punto 4.							

Fotografías:



7.- ARCHIVO EXTERIOR DENTRO DEL EDIFICIO (NO TIENE LUMINARIAS)

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	230	NO	44.37	SI	45.35	SI
2.- Punto 2	300	1786	SI	36.66	SI	41.61	SI
3.- Punto 3	300	338	SI	68.33	NO	60.32	SI
4.- Punto 4	300	51	NO	56.25	NO	57.42	SI

<p>Planta baja</p>	Observaciones	El caso particular de esta área es que no tiene luminarias, pero el interés de hacer mediciones es que en el punto 2 y 4 hay una ventana por la cual entra una gran cantidad de luz natural, pero es generada por la reflexión de una lámina presente en el exterior de la ventana. Llega a generar entre 10000 y 20000 luxes dependiendo la hora del día, eso es considerado como deslumbramiento que afecta a la vista del trabajador.
	Soluciones	Cerrar la ventana para evitar el deslumbramiento y colocar focos de 23W en cada uno de los 4 puntos.



Fotografías:



8.- UARRN

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	222	NO	18.1	SI	67	NO
2.- Punto 2	300	216	NO	19.51	SI	64.74	NO
3.- Punto 3	300	303	SI	17.1	SI	64.2	NO
4.- Punto 4	300	320	SI	30	SI	60	SI

<p>1er piso</p>	Observaciones	En general la iluminación es correcta, pero como se puede observar en las mediciones los puntos 1 y 2 están por debajo de lo mínimo requerido de luxes, esto se debe a que la luminaria que se encuentra en esa zona ya tiene poca potencia debido al tiempo de uso que lleva, la diferencia se puede apreciar en la foto.
	Soluciones	Sustituir la luminaria presente entre los puntos 1 y 2 por una nueva, recomendable una de 65W.

Fotografías:



### 9.- DELEGACIÓN

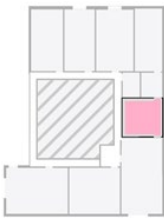
Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)			¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
						%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	416			SI	21.7	SI	14.5	SI
2.- Punto 2	300	254			NO	7.52	SI	64.6	NO
3.- Punto 3	300	385			SI	14.1	SI	65	NO
4.- Punto 4 (incidencia de luz natural)	300	451	10 59	720	SI	22	SI	17.68	SI

<p>1er piso</p>	Observaciones	En esta área la iluminación está en un parámetro bueno, ya que no genera ningún problema para los trabajadores en realizar sus actividades, solo cabe destacar que en el punto 4 hay una mayor iluminación debido a la incidencia de luz natural, pero que no representa problema alguno ya que es posible cerrar la ventana y evitar las horas pico de luz natural.
	Soluciones	Ninguno

Fotografías:



10.- OFICINA DE LA ENCARGADA DE DELEGACIÓN

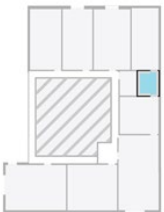
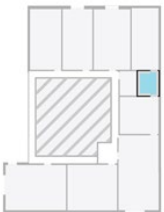
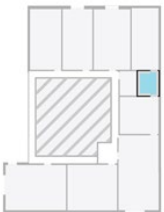
Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	341	SI	29.66	SI	57.72	SI
2.- Punto 2	300	251	NO	10.53	SI	60.9	SI
3.- Punto 3	300	252	NO	9.76	SI	61.17	NO
4.- Punto 4	300	190	NO	2.19	SI	57.9	SI
<p>1er piso</p> 	Observaciones	En esta área solo hay un trabajador y el espacio de trabajo habitual se encuentra en el punto2, sin embargo, la iluminación ahí está por debajo de lo establecido por la norma. Aun así no genera problema alguno para realizar las actividades.					
	Soluciones	Ninguna.					



Fotografías:



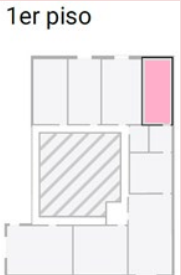
### 11.- CAFETERÍA

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)						
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?					
1.- Punto 1	100	137	SI	NA	NA	55.42	SI					
2.- Punto 2	100	100	SI	59.22	NO	63.46	NO					
3.- Punto 3	100	137	SI	NA	NA	68.18	NO					
4.- Punto 4	100	118	SI	53.85	NO	63.64	NO					
<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">                     1er piso   </td> <td>Observaciones</td> <td>Al tratarse de cafetería no existe una gran exigencia de iluminación, se considera un área de descanso y la cual cumple con lo mínimo requerido.</td> </tr> <tr> <td>Soluciones</td> <td>Ninguna.</td> </tr> </table>								1er piso 	Observaciones	Al tratarse de cafetería no existe una gran exigencia de iluminación, se considera un área de descanso y la cual cumple con lo mínimo requerido.	Soluciones	Ninguna.
1er piso 	Observaciones	Al tratarse de cafetería no existe una gran exigencia de iluminación, se considera un área de descanso y la cual cumple con lo mínimo requerido.										
	Soluciones	Ninguna.										

Fotografías:



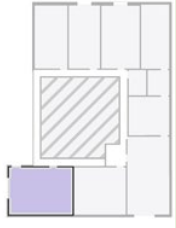
12.- SALA DE JUNTAS (ARCHIVO DE ECC)

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	203	NO	55.17	NO	74.11	NO
2.- Punto 2	300	208	NO	50	SI	68.97	NO
3.- Punto 3	300	289	NO	23.44	SI	65	NO
4.- Punto 4	300	369	SI	51.05	NO	64.73	NO
 <p>1er piso</p>	Observaciones	<p>Esta área normalmente está destinada para las juntas de los trabajadores, pero provisionalmente es utilizada como archivo, esto en la fecha de la medición. Si se considera que vuelva a su uso normal el mínimo de luxes son 200 que está asociado al tipo de trabajo que se desempeña en ese caso, lo cual lo cumple.</p> <p>Aun así el único trabajador presente se encuentra en el punto 4 que está en el mínimo requerido de los 300 lx al actual tipo de trabajo desempeñado (oficina).</p>					
	Soluciones	Ninguna.					

Fotografías:



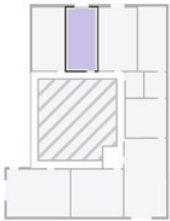
13.- RECURSOS FORESTALES

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	176	NO	13.46	SI	64	NO
2.- Punto 2	300	175	NO	18.52	SI	60.94	SI
3.- Punto 3	300	190	NO	9.4	SI	63.5	NO
4.- Punto 4	300	152	NO	18	SI	75.2	NO
1er piso 	Observaciones	La iluminación en esta área es deficiente debido a que ningún punto está en el mínimo requerido, sin embargo entre los puntos 2 y 4 existe una ventana con incidencia de luz natural, pero se requiere de luminarias.					
	Soluciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir la luminaria en el punto 1 por una de 65W</li> <li>• Instalar una luminaria en el punto 3 de 23W</li> <li>• Colocar la luminaria que falta en el punto 4 de 23W</li> </ul>					

Fotografías:



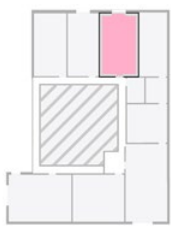
14.- VIDA SILVESTRE

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)			¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
						%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1 (incidencia de luz natural)	300	301	447	395	SI	17.84	SI	78.43	NO
2.- Punto 2	300	300			SI	19.33	SI	77.17	NO
3.- Punto 3	300	188			NO	16.76	SI	53.1	SI
4.- Punto 4	300	136			NO	12.93	SI	55.38	SI
<b>1er piso</b> 	Observaciones	En esta área la iluminación en general es buena. En los puntos 3 y 4 la iluminación es deficiente ya que el foco es de baja intensidad.							
	Soluciones	Sustituir la luminaria de 23W presente entre los puntos 3 y 4 por una de 65W.							

Fotografías:



### 15.- ÁREA JURÍDICA

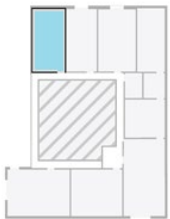
Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)			¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
						%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1 (incidencia de luz natural)	300	372	603	513	SI	26.5	SI	63.64	NO
2.- Punto 2	300	157			NO	28.21	SI	64.1	NO
3.- Punto 3	300	122			NO	39	SI	55.06	SI
4.- Punto 4	300	91			NO	6.31	SI	65	NO
<b>1er piso</b> 	Observaciones	En el punto 1 hay una ventana en la cual genera incidencia de luz natural, lo cual ayuda a compensar la iluminación, pero en el caso de los otros puntos no entran en el mínimo requerido, ya que los focos generan poca potencia.							
	Soluciones	Sustituir ambas luminarias por dos de 65W para mejorar la iluminación en los demás puntos.							



Fotografías:



16.- RECURSOS HUMANOS

Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM 025 (Luxes)	Nivel de iluminación (Luxes)	¿Cumple de acuerdo a la NOM 025?	Reflexión en Área (%)		Reflexión en Pared (%)	
				%	¿Cumple?	%	¿Cumple?
1.- Punto 1	300	337	SI	8.1	SI	61	NO
2.- Punto 2	300	241	NO	6.79	SI	78.6	NO
3.- Punto 3	300	371	SI	11.51	SI	81.38	NO
4.- Punto 4	300	297	NO	11	SI	75.84	NO
1er piso							
	Observaciones	En general la iluminación es buena, pero el punto 2 y 4 están por debajo de lo mínimo requerido, los trabajadores se sitúan en el punto 1 y 4. Sin embargo el punto 4 a solo 3 luxes de los 300 lo cual no representa ningún problema para el trabajador en realizar sus actividades.					
	Soluciones	Ninguna					

Fotografías:



### 3. Cotejo de resultados y comparación de los mismos

De acuerdo a los datos obtenidos se observan un número importante de puntos con incumplimiento equivalente a 61% de los 64 puntos analizados, esto normalmente es debido a que la potencia de las luminarias es insuficiente o que las mismas ya cumplieron su tiempo de vida útil y que es necesario su sustitución por nuevas lámparas. En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos:

**Tabla 8.** Puntos en incumplimiento. *Fuente propia (2021).*

No. de puntos analizados	64
Puntos en cumplimiento	25
Puntos en incumplimiento	39
Lámparas en función	31
Lámparas faltantes	2



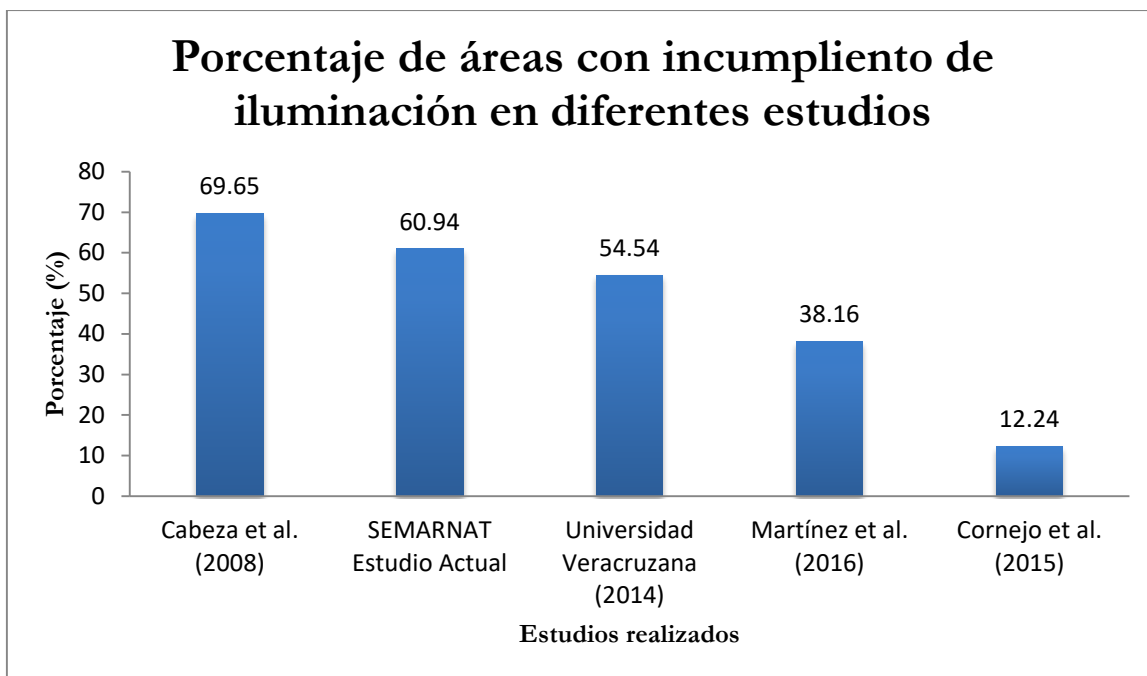
**Figura 8.** Ausencia de una de las luminarias en Archivo de Impacto Ambiental. *Fuente Propia (2021).*

Uno de los casos en donde se requiere colocación de luminarias es Archivo de Impacto Ambiental (figura 8), en el que el incumplimiento se debe únicamente por esa razón lo cual se recomienda su instalación para compensar la iluminación y así estar acorde a lo mínimo de luxes establecidos por la norma.

Además, se realizó una consulta bibliográfica para saber si el porcentaje de áreas de incumplimiento están en el rango normal comparado con otros estudios.

Normalmente un buen porcentaje de los espacios no están en cumplimiento con lo establecido en la NOM-025-STPS-2008 debido a diferentes factores los cuales pueden ser por falla de luminaria, incorrecta ubicación de las mismas o su ausencia, o siendo el caso por finalización de vida útil de las lámparas. Para esto se presenta una gráfica en donde se comparan resultados de diferentes autores.





**Gráfica 1.** Comparación de resultados de centros de trabajo con incumplimiento de iluminación con el estudio actual de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008. *Fuente Propia (2021).*

Al comparar los resultados de varios estudios se puede observar que no existe un rango constante en el porcentaje de puntos que incumplan con lo establecido en la norma, por lo que no se puede definir un porcentaje correcto esperado en la aplicación de esta norma, ya que todo depende del estado actual de las luminarias o de su localización en cada área del centro de trabajo. Los resultados de Cabeza et al. (2008) es el que cuenta con mayor número de áreas con incumplimiento y el de Cornejo et al. (2015) con el menor.

Cabe destacar que el estudio con mayor incumplimiento fue realizado en una empresa petrolera a diferencia de los demás que fueron realizados en Universidades, esto ayuda a entender el contexto de los resultados obtenidos, esto debido a que el tipo de trabajo que se realiza en la empresa petrolera exige mayor iluminación, la cual está en el intervalo de 500 a 1000 Lx (Cabeza et al., 2008) dependiendo de los espacios en dicho lugar.

Es necesario el mantenimiento y la sustitución de luminarias que han alcanzado el tiempo de vida útil, con el propósito de mejorar la iluminación en cada espacio, para así procurar el buen estado de salud de los trabajadores.

#### 4. Propuestas de alternativas

Como principal recomendación es necesario el cambio de algunas luminarias antes mencionadas, ya sea por una de mayor capacidad o simplemente sustituirlas por nuevas según sea el caso. Además de la colocación de las que hacen falta, de igual manera la instalación de una nueva luminaria tal es el caso de Recursos Forestales en el que se necesita una lámpara en el punto 3 para así generar la luz necesaria establecida por la norma.

Existe un porcentaje considerable de incumplimiento en la iluminación y en algunos casos abarca más de la mitad del total de las áreas estudiadas (Gráfica 1), se obtuvo más del 60 por ciento de puntos con incumplimiento. Por tal razón es preciso tomar en cuenta las alternativas y soluciones presentadas para corregir estos errores de iluminación.

Las luminarias LED son las que tienen mayores ventajas en su utilización, la más destacable es la del ahorro de energía eléctrica por lo que es una opción a considerar. Esta propuesta ya se ha realizado anteriormente en estudios, tal es el caso de Cornejo et al. (2015) que menciona lo siguiente: “Instalación de dos nuevas luminarias con tres tubos led de 18W cada una y reemplazo de los tubos fluorescentes de 32W por tubos led de 18W e instalación de nuevos difusores acrílicos en luminarias ya existentes.” (p.108).

Esta alternativa mejora el consumo de energía como se puede observar en el estudio realizado por Cornejo et al., que presenta un ahorro de 43.75% respecto a las luminarias existentes que son del tipo Fluorescentes, por ende, se reduce el gasto por pago de servicio de luz.

Además del cambio de luminarias por las de mayor ahorro es necesario identificar el estado actual de las existentes, si es posible su conservación por medio de mantenimiento u optar por el reemplazo debido al término de vida útil, esta solución la propuso la Universidad Veracruzana en su estudio realizado en 2014 en el cual menciona: “Reemplazar las lámparas dañadas por nuevas, así como limpieza de todas las micas y gabinetes.” (p.43).

Por lo que el mantenimiento en las luminarias también es una opción viable para solucionar los casos de incumplimiento en caso de que estén dentro de su vida útil, además del reemplazo de las que no funcionen o como es el caso del área de Archivo de Impacto Ambiental colocar las luminarias faltantes.

## **4.1 Mantenimiento**

En primer lugar, se debe hacer una inspección a la instalación eléctrica para comprobar que no existan fallas y eso afecte a las luminarias, tales como los sockets, los apagadores y cables para evitar cortos circuitos y dañar no toda la instalación.

Durante el uso las luminarias pierden la potencia de iluminación debido a diferentes factores tales como el polvo, las horas de uso o factores externos como la lluvia o el calor es por esa razón que se necesita realizar un mantenimiento periódico a las lámparas para cerciorarse que se mantiene un nivel adecuado de luxes para la correcta realización de las actividades en las áreas de trabajo.

Como segundo paso es necesario que se realice una limpieza de todas las lámparas analizadas para descartar que la disminución de la iluminación se deba al polvo adherido en la capa exterior de las mismas o si se trata de otro factor.

Esta limpieza debe hacerse periódicamente a las luminarias, según Morente (sin año) recomienda que la limpieza física de las lámparas de hacerse cada año así se disminuye la depreciación luminosa, el cual trata de la pérdida de la luminancia que sufre la instalación a lo largo del uso el cual llega a ser hasta un 71% en los primeros 6 meses, pero si se aplica la limpieza ese porcentaje puede disminuir hasta un 62%, lo cual ayudaría a prolongar la vida útil de la luminaria.

## **4.2 Comparación de ahorro de energía y costos de lámparas fluorescentes vs lámparas LED**

Es importante conocer las ventajas y desventajas de ambas luminarias para conocer cuál tipo es el más adecuado para su uso, considerando el ahorro de energía y el tiempo de vida útil.

Lámparas fluorescentes compactas

Normalmente una lámpara fluorescente tiene un tiempo de vida útil promedio de 8,000 horas de uso que puede traducirse de 3 a 4 años dependiendo de la cantidad de uso diario se le dé en el área de trabajo, que en este caso se toma en cuenta el horario laboral del área de trabajo, por lo que se requiere de una constante sustitución de las lámparas en ese rango de tiempo.

Es sabido que la lámpara fluorescente es más ahorradora que una incandescente ya que una luminaria fluorescente de 25 W genera la misma intensidad de luz que una incandescente de 100 W, esto da entender que se reduce el gasto energético a una cuarta parte y el tiempo de vida útil es mayor siendo entre 8 y 10 veces más.

#### Lámparas LED

Por su parte una lámpara LED tiene un tiempo de vida útil promedio de 50,000 horas de uso, traduciéndose en promedio de entre 20 y 24 años de uso dependiendo de su uso diario de igual tomando en cuenta el horario laboral del centro de trabajo, de esta manera es evidente que, aunque el precio de una lámpara sea levemente mayor que una fluorescente el ahorro se genera a largo plazo, ya que en un lapso de 20 años se requiere de mínimo 6 sustituciones de lámparas fluorescentes.

Una luminaria LED de 15 W genera la misma intensidad luminosa que una incandescente de 100 W, por lo que genera un ahorro de 6 veces más y 1.5 veces más que una fluorescente con la información presentada anteriormente. En el caso de vida útil es 50 veces mayor que una incandescente y casi 7 veces mayor que una fluorescente.

**Tabla 9.** Equivalencias de consumo de tres tipos de luminarias. *Fuente: MasFerretería (2019).*

Lúmenes	LED	Fluorescentes	Incandescentes
560-630	7W	13W	50W
960-1080	12W	24W	100W
1200-1350	15W	30W	120W
3000-3800	40W	80W	250W
4800-5400	60W	120W	400W
Ahorro	+80%	+60%	0%

### 4.3 Soluciones y propuesta de plan de Mantenimiento

En el área de archivo exterior tiene la particularidad de que no cuenta con ninguna luminaria ya que la iluminación se obtiene de una ventana posicionada al oeste, por sí solo no genera ningún problema sin embargo como se puede apreciar en la figura 9 hay una lámina en frente que refleja directamente la luz del sol a la ventana y por ende al área, esta reflexión genera entre

10000 y 20000 luxes que va dependiendo de la hora del día llegando hasta los 25000 luxes, pero debido a las características de la lámina genera un excesivo deslumbramiento lo cual ya genera un problema en la salud visual de los trabajadores que laboran en esta área.



**Figura 9.** Problema de deslumbramiento causado por reflexión de una lámina. *Fuente Propia (2021).*

La solución propuesta es mantener cerrada esta ventana con una cortina especial que no permita que se filtre esta excesiva iluminación y para compensar la falta de iluminación es necesario colocar 4 luminarias; una en cada cuadrante para así lograr la iluminación mínima determinada por la norma de acuerdo a la actividad que aquí se realiza.

Como primera opción sería colocar 4 lámparas fluorescentes de 23-25W o como segunda opción 4 lámparas LED de 15W, las cuales generan una iluminación similar con la diferencia que la LED genera un ahorro de energía del 40% y una vida útil mayor.

### **4.3.1 Programa de mantenimiento básico de la instalación de la iluminación**

Un programa de mantenimiento de las instalaciones de iluminación es importante para corregir los problemas de iluminación que existen en un área de trabajo, esto puede ser debido al polvo que recubre la luminaria lo cual provoca la depreciación del flujo luminoso, el término de vida útil de las lámparas indicadas por el fabricante o por lámparas fundidas.

Tiene por objetivo proveer las mismas condiciones de iluminación correctas durante toda la vida útil de la instalación, además de lograr que la duración de la instalación se acorde a la prevista o mayor.

En el caso de este estudio se puede observar y concluir que presenta esos tres factores distribuidos en cada una de las áreas, lo cual ayuda a entender el porqué del alto porcentaje de las áreas con incumplimiento de iluminación mínimo requerido por la NOM-025-STPS-2008, el cual corresponde al 60.94%, siendo así que más de la mitad requiere que se le dé solución.

Es por eso que las instalaciones de iluminación de las áreas de SEMARNAT requieren de mantenimiento y sustitución de lámparas, el cual consiste en dos etapas: El control del funcionamiento de las instalaciones y el mantenimiento preventivo de las luminarias.

#### Control de funcionamiento de las instalaciones

En esta etapa se cerciora de que el funcionamiento general de la instalación sea la correcta a través de inspecciones ya que pueden presentarse fallas debido al deterioro de apagadores o de la conexión eléctrica, así como de cortos circuitos.

Para la realización de las inspecciones basta con el control visual para conocer las fallas que existen y conocer el alcance que estos presentan así sea el caso. Para esto se sugieren seguir los siguientes pasos para realizarlo:

- Inspecciones visuales del estado físico las luminarias en el horario laboral, así como una prueba de encendido y apagado para comprobar fallas
- En caso de encontrar errores es necesario la localización de los mismos y hacer reparación de averías físicas o mecánicas
- Verificación de que no exista ningún corto circuito o disminución de voltaje en la instalación
- Cerciorarse que se hayan reparado todos los errores eléctricos

#### Mantenimiento preventivo de las luminarias

En esta segunda etapa se realiza la limpieza de las luminarias y la sustitución de todas ellas por unas nuevas antes que terminen el tiempo de vida útil de las lámparas, estas dos acciones se hacen coincidir para no realizar un doble trabajo de operación, debido a que interrumpe las

actividades que se realizan en cada una de las áreas de trabajo y reducen la calidad del servicio realizado.

Por ejemplo, tomando en cuenta que en un mes hay 21 días laborables con un promedio de 8 horas diarias de uso de las luminarias, de acuerdo al horario laboral presente en el área de trabajo, esto se traduce en 168 horas de uso promedio por mes en SEMARNAT. Si se tiene una luminaria fluorescente que tiene como vida útil 8000 h es necesario realizar el mantenimiento aproximadamente a los 47 meses (casi 4 años) tiempo en el cual la luminaria alcanza 7900 h de uso.

Mientras que en el caso de una luminaria LED de vida útil de 25000 h la sustitución sería adecuada al cumplir 148 meses (poco más de 12 años), tiempo en el cual alcanza 24900 h de uso, en este caso es adecuado hacer limpieza cada 4 años sin sustituir la luminaria sino hasta cumplir los 12 años de uso; esto para cerciorarse que las luminarias están en buen estado. Además, cabe resaltar que entre mayor tiempo de vida útil de una luminaria LED menor frecuencia de sustitución.

Por lo anterior, se recomienda seguir las siguientes recomendaciones para realizar este mantenimiento tomando en cuenta un promedio de 168 h de uso de luminarias al mes:

- Limpieza del sistema óptico el cual consiste en remover el polvo adherido en la luminaria que en este caso al estar cerrado es poco: cada 4 años
- Comprobación de las fijaciones mecánicas, que en este caso son los sockets en donde se colocan las luminarias: cada cambio de lámpara
- Control de conexiones eléctricas: cada cambio de lámpara
- Cambio de lámparas: según la vida útil señalado por el fabricante el cual se efectúa antes que ese tiempo se cumpla

#### **4.3.1.1 Propuestas sugeridas para realizar la sustitución de las luminarias**

Como se puede observar en el punto 2. *Toma de datos mediante la medición* del apartado de resultados se presentó una serie de cuadros por cada área mostrando las mediciones realizadas y en ellas se realizó propuestas para solucionar el incumplimiento de iluminación en cada punto analizado, en ellas se mencionó la sustitución y compra de luminarias de dos

capacidades, como se puede observar en la tabla 9 se recopiló las lámparas que se deben comprar por cada área.

**Tabla 10.** Luminarias fluorescentes propuestas como solución de iluminación. *Fuente propia (2022).*

No. De área	23W	65W
1.- Archivo IA	0	2
2.- Recursos Materiales	1	0
3.- Archivo de RM	0	0
4.- Área Financiera	0	1
5.- Depto. de TyS	0	2
6.- Archivo Interior	0	1
7.- Archivo exterior	4	0
8.- UARRN	0	1
9.- Delegación	0	0
10.- Oficina de Delegación	0	0
11.- Cafetería	0	0
12.- Sala de juntas	0	0
13.- Recursos Forestales	2	1
14.- Vida silvestre	0	1
15.- Área Jurídica	0	2
16.- Recursos Humanos	0	0
<b>Total</b>	7	11
<b>Precio (\$)</b>	55	145
<b>Gasto (\$)</b>	385	1595
<b>Inversión total</b>	1980	

Como se puede observar en la tabla anterior se utilizaron precios de referencia de una luminaria en particular que se considera la más eficiente del tipo fluorescente para comprar y dar solución (observar tabla 10), esta adquisición da solución temporal a los problemas de iluminación en los puntos analizados, pero como se mencionó en propuesta de mantenimiento preventivo es necesario la sustitución de lámparas antes que terminen su vida útil para conservar la iluminación óptima en el área de trabajo, por lo que las lámparas que ya están instaladas ya tienen un tiempo de uso por lo que se puede considerar que su vida útil está por finalizar.

Por lo tanto, es recomendable es hacer coincidir la sustitución de todas las lámparas al menos las que son de la misma capacidad en un mismo mantenimiento, para tener un mejor control



del tiempo de vida útil de todas las luminarias, por lo que se recomienda una sustitución masiva de todas si está en la capacidad de realizarlo.

Sustitución masiva de luminarias como mantenimiento preventivo y solución de problemas de iluminación

La sustitución masiva consiste como su nombre lo indica el reemplazado de todas las luminarias presentes antes que se terminen su tiempo de vida útil para así mantener la calidad de la iluminación a fin de cumplir con lo mínimo requerido, para esto primero hay que saber cuántas luminarias y de qué tipo se necesitan para su realización, además para tener una inversión necesaria requerida. Esta información se presenta en la siguiente tabla:





**Tabla 11.** Cantidad de luminarias requeridas para la iluminación correcta. *Fuente propia (2021).*

Tipo de luminaria	Fluorescente	
	65W	23W
Consumo		
Luminarias encontradas al realizar la medición considerando también las que faltan pero tienen instalación	<b>18</b>	<b>15</b>
Luminarias previstas al aplicar las propuestas de solución contando las nuevas que se deben instalar	<b>26</b>	<b>12</b>

Con la información anterior se puede observar que si se toma en cuenta las propuestas de solución a los problemas de iluminación aumenta a 38 luminarias en total, esto se debe en gran parte a la mejora al área 7.-*Archivo exterior* ya que no cuenta con luminarias y presenta problemas de deslumbramiento.

Dicho esto, se propone además la consideración de optar por luminarias LED que como se mencionó anteriormente generan un ahorro de energía del 40% respecto las luminarias Fluorescentes y un tiempo de vida útil mayor (considerar la información de la tabla 9 que menciona equivalencias de consumo). A continuación, se hace una comparación de características de ambas luminarias además de precios reales en el mercado para tener una mejor decisión a la hora de aplicar la sustitución masiva:

**Tabla 12.** Comparación de marcas de luminarias de dos tipos y capacidades diferentes. *Fuente propia (2022).*

Tipo de lámpara y código para diferenciarlos	*CFL 65-01	CFL 65-02	LED 40-01	LED 40-02	CFL 23-01	CFL 24-01	LED 15-01	LED 15-02
Consumo (W)	65	65	40	40	23	24	15	15
Equivalencia (W)	260	235	125	350			100	
Lúmenes (lm)	3500	3900	3600	3700	1600	1440	1350	1500
Vida útil (h)	8000	10000	15000	15000	8000	10000	30000	25000
Precio	\$278.40	\$145 (mayoreo)	\$140	\$175 (mayoreo)	\$81.20	\$55 (mayoreo)	\$42.09	\$34
Marca	TECNO LITE		TECNOLITE en Mercado Libre		TECNO LITE		En Amazon	
Luminarias requeridas para la sustitución	26	26	26	26	12	12	12	12
Gasto total	\$7240	\$3770	\$3640	\$4550	\$975	\$660	\$505	\$408
**Número de sustituciones en un periodo de 240 meses (20 años)	5.04	4.032	2.688	2.688	5.04	4.032	1.344	1.61
Gasto total en un periodo de 20 años	\$36200	\$15080	\$10920	\$13650	\$4875	\$2640	\$1010	\$816
Consumo en dos meses (kWh)	21.84	21.84	13.44	13.44	7.728	8.064	5.04	5.04

\*CFL: Lámparas compactas fluorescentes

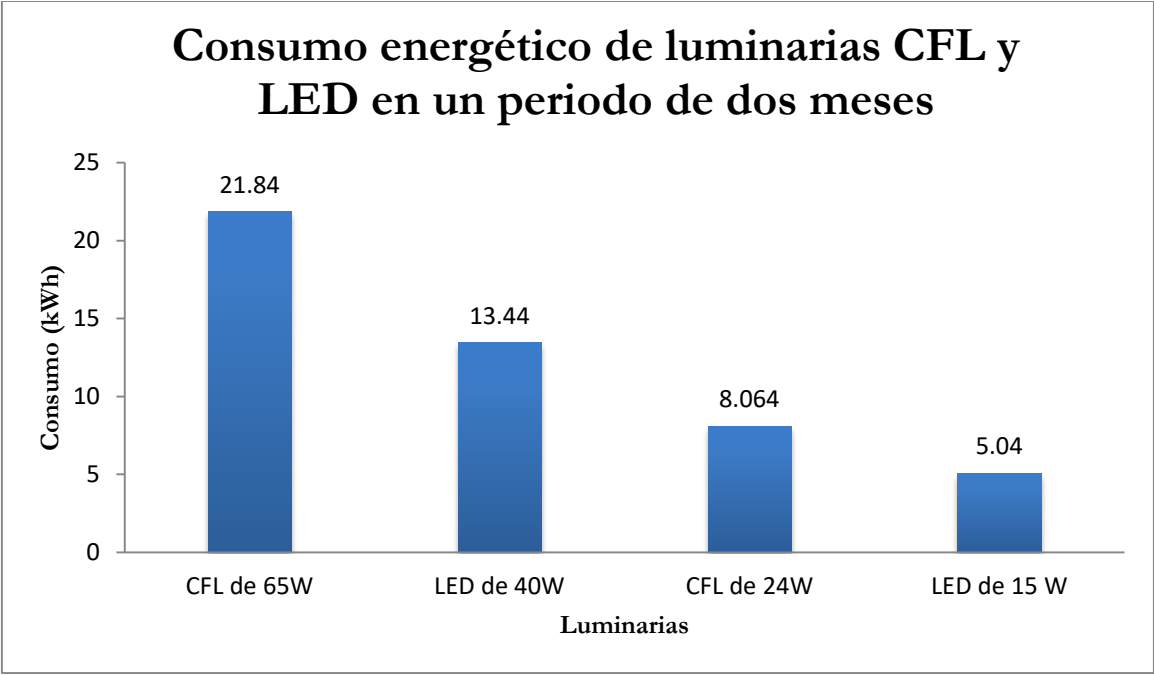
\*\*De acuerdo al cálculo de uso mensual en SEMARNAT hecho en la pag. 54

Se consideró cada una de las características para hacer más fácil la decisión en función al ahorro de dinero y de energía, las variables destacables es el tiempo de vida útil, el costo y consumo energético. Por lo que las luminarias que destacan del tipo Fluorescentes son CFL

65-02 y CFL 24-01, son mejores opciones ya que ofrecen mayor duración y una fácil adquisición.

Por otro lado, las que destacan del tipo LED son LED 40-01 y LED 40-02 siendo estos de la misma capacidad debido a las similitudes de características y el LED 15-02; el LED 40-01 tiene un ahorro de inversión, pero la compra se hace exclusivamente en línea mientras que el LED 40-02 requiere una mayor inversión, pero existe la posibilidad de comprarlo físicamente dentro de la ciudad, esto ya es cuestión de elegir qué tipo de compra se prefiere. El LED 15-02 destaca en todos los aspectos por lo que se puede decir que es la mejor opción.

Aunque no es suficiente con saber con qué luminarias se gasta menos a la hora de comprarlas, sino también en su ahorro energético, ya que eso significa un ahorro de dinero a mediano plazo. Esto último se puede entender de mejor manera con la siguiente gráfica:



**Gráfica 2.** Comparación de consumo energético de ambos tipos de luminarias. *Fuente Propia (2022).*

El consumo energético en un periodo de tiempo es importante para conocer el pago que se debe realizar por el uso de servicio, sin embargo, no es posible calcular un precio exacto por cada kWh gastado ya que existen diferentes tarifas por parte de la CFE (Comisión Federal de Electricidad) esto de acuerdo a los kWh usados en un mes. Por lo que se necesita conocer qué

tipo de tarifa tiene definida SEMARNAT, no obstante, solo con esos datos ya se puede conocer las luminarias que mejor convienen respecto al ahorro de inversión.

Dicho todo esto a continuación se presenta la siguiente tabla para mostrar la inversión que se requeriría si se hace la compra de todas las luminarias ya sean fluorescentes o LED, depende de la opción que se elija:

**Tabla 13.** Inversión necesaria para realizar la sustitución masiva. *Fuente propia (2022).*

Lámparas a comprar si se hace sustitución de todas las luminarias por luminarias fluorescentes			Lámparas a comprar si se hace sustitución de todas las luminarias por luminarias LED, usando dos combinaciones de compra				
Luminaria	CFL 24-01	CFL 65-02	Luminaria	LED 15-02	LED 40-01	LED 15-02	LED 40-02
Cantidad de luminarias requeridas	12	26	Cantidad de luminarias requeridas	12	26	12	26
Precio	\$55	\$145	Precio	\$34	\$140	\$34	\$175
Gasto	\$660	\$3770	Gasto	\$408	\$3640	<b>\$408</b>	<b>\$4550</b>
Inversión total	\$4430		Inversión total	4048		<b>\$4958</b>	

Como se puede observar las inversiones requeridas son bastante similares si se eligen cualquiera de los dos tipos de luminarias, ahora es bueno destacar cada cuanto se requeriría sustitución al terminar su vida útil. El tiempo de uso promedio por mes de lámparas en SEMARNAT es de 168 h, en el caso de las luminarias fluorescentes tienen un tiempo de vida útil señalado por el fabricante es de 10000 h, por lo que se necesitaría sustitución al cumplir aproximadamente las 9900 h, que se traduce en 59 meses.

Ahora en el caso de las LED ambas luminarias de 40W tiene un tiempo de vida útil de 15000 h y la de 15W tiene 25000 h, se necesitaría sustitución al cumplir 14900 h y 24900 respectivamente, que se traduce en casi 89 meses en el caso de el de 40W y en 148 meses el de 15W.

Para concluir se recomienda el uso de luminarias LED de 15W y 40W ya que, aunque la inversión requerida sea similar, el ahorro a mediano y a largo plazo es mayor. Tiene una

periodicidad de sustitución menor y los kWh gastados son menos por lo que se paga menos en recibos de luz.

En conclusión, existen dos soluciones:

- Comprar las luminarias Fluorescentes requeridas para solucionar temporalmente los problemas de iluminación encontrados en cada área, lo que significa la compra de 18 lámparas en total y una inversión de \$1980.
- Esperar un año aproximadamente para realizar el mantenimiento preventivo que consiste en la limpieza de la instalación física de la instalación eléctrica y la sustitución masiva de las luminarias, lo cual requiere de la compra de 38 lámparas LED en total y una inversión de \$4048 o de \$4958 dependiendo de la opción de compra que se elija. Pero que genera un mayor control del tiempo vida útil de las luminarias y una mejor planificación del mantenimiento de la instalación eléctrica.

## CONCLUSIONES

- La mayoría de los puntos analizados tuvieron incumplimiento debido la potencia inadecuada de las luminarias, la ausencia de las mismas en algunos puntos y la incorrecta ubicación que no distribuye adecuadamente el flujo luminoso al punto específico de trabajo
- Es necesario la aplicación de mantenimiento y adecuaciones para dar solución a los problemas de iluminación
- La sustitución masiva de luminarias es una buena opción para tener un control adecuado del tiempo de vida útil de las lámparas además de poder definir adecuadamente el plazo de tiempo para cada trabajo de mantenimiento
- El ahorro de energía logrado de las luminarias LED es del 40% respecto las Fluorescentes y más del 80% respecto a las Incandescentes.
- Las ventanas ayudan en algunos casos en mantener una iluminación adecuada para la realización de actividades, pero al ser excesivo y sumándole alto porcentaje de reflexión genera riesgos a la salud visual de los trabajadores, con el caso de Archivo Exterior que necesita adecuaciones para solucionar ese problema.
- La inversión inicial para la compra de luminarias fluorescentes y led son similares, sin embargo, la vida útil de la fluorescente es menor, por lo que genera un gasto que va desde 1.5 a 2.5 veces mayor a que si se compran led, debido que requiere sustitución cumplidos 59 meses de uso aproximado mientras que una luminaria led lo necesita cumplidos de entre 89 y 148 meses dependiendo de la vida útil del producto.

## REFERENCIAS

1. Beltrán, J. y Merchán, C. (2013). Niveles de iluminación y su relación con los posibles efectos visuales en los empleados de una IPS de Bogotá. *Movimiento científico*. Vol.7 (1): 31-37.
2. Cabeza, María A., Cabeza, María E. y Corredor, E. (2008). Evaluación de la iluminación en los puestos de trabajo de una empresa petrolera. *Visión Gerencial*, núm. 1, enero-junio, 2008, pp. 33-44.
3. CEFIRE (2009). *3.1 Tipos de lámparas*. Recuperado de: [http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod\\_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31\\_\\_tipos\\_de\\_lmparas.html](http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31__tipos_de_lmparas.html)
4. Cornejo et al. (2015). *Estudio de iluminación natural y artificial en los edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad de El Salvador*. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
5. Garrido y Trujillo. (2015). *Estudio de iluminación de los puestos de trabajo administrativos de la empresa Comercializadora Internacional Verde Azul S.A.S*. Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Bogotá D.C. Colombia
6. García (2020). *Magnitudes y Unidades de medida*. Citcea. Recuperado de: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/magnitud.html>
7. Gianina, K. (2016). *Confort lumínico en las aulas de las escuelas de nivel primario del barrio de chorrillos de Huancayo Metropolitano*. Huancayo, Perú.
8. Gutiérrez (2014). *Iluminación led. ahorro, eficiencia e innovación. "Proyecto de mejora de la iluminación de un hotel"*. Universidad de la Laguna. San Cristóbal de La Laguna, España.
9. Hernández F., J y Lucio G., L. 2014. *Evaluación de los niveles de iluminación en las áreas de trabajo del Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa (LATEX)*. Universidad Veracruzana de Arquitectura.
10. Logistec supply chain & fullfilment. 2011. *Alternativas para una iluminación segura y sustentable*. Recuperado de: <http://www.revistalogistec.com/index.php/logistica/freightmanagement/item/406-alternativas-para-una-iluminacion-segura-y-sustentable>

11. Martínez, L., Pérez, I. y Vázquez, E. (2016). Estudio de Calidad de Iluminación en Edificios de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. *La Investigación Como Herramienta del Desarrollo*. Edition: 1, Chapter: 16, pp.91-96.
12. Norma Oficial Mexicana. NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
13. Reyes (2016). *Propuesta para una iluminación eficiente en el edificio de Ciencias Forenses y Medicina Legal de San Joaquín de Flores, Heredia*. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
14. SEGURMANIA (2019). *La importancia de una buena iluminación en tu puesto de trabajo*. Recuperado de: <http://www.segurmaniazurekin.eus/lecciones-seguridad/la-importancia-de-una-buena-iluminacion-en-tu-puesto-de-trabajo/>
15. Tonello, G., & Valladares, N. (2015). *Conciencia ambiental y conducta sustentable relacionada con el uso de energía para iluminación*. *Gestión y Ambiente*. Universidad Nacional de Colombia.
16. Universidad Veracruzana (2014). *Evaluación de los niveles de iluminación en las áreas de trabajo del Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa (LATEX)*.
17. Zapata (2014). *Impacto ambiental de los sistemas de iluminación –Contaminación lumínica*. Empresas Públicas de Medellín.
18. Morente (sin año). *Elaboración del material docente actualizado para curso on-line de iluminación*. Grupo de Estudios Luminotécnicos – UPC. Recuperado de: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-luminarias-mantenimiento.php>
19. Andrés (2016). *Comparación de bombillas: LED vs. CFL vs. Incandescente*. Electricaplicada. Recuperado de: <https://www.electricaplicada.com/comparacion-led-fluorescente-incandescente/>
20. Khanna (2020). *CFL o LED: Todo lo que debes saber para elegir tus bombillas*. Revista AD. Recuperado de: <https://www.revistaad.es/decoracion/articulos/cfl-led-todo-que-debes-saber-para-elegir-bombillas/27163>
21. Portal de arquitectura Arqhys.com. Equipo de redacción profesional. (2012). *Mantenimiento de instalaciones de iluminación*. Arqhys Artículos. Recuperado de: <https://www.arqhys.com/articulos/mantenimiento-instalaciones-iluminacion.html>.



22. Masferreteria (2019). *Equivalencia entre LED y luz normal*. Recuperado de: <https://www.masferreteria.com/blog/equivalencia-entre-led-y-luz-normal/>
23. CFE (2022). *Medidor CFE control: ¿Quieres saber cuánto pagarás este mes de tu medidor CFE?* Comisión Federal de Electricidad. Recuperado de: <https://www.cfecontrol.com/>
24. Morales (2022). *Tarifas domésticas CFE 2022: ¿Cómo saber en cuál estoy?* Tarifasdeluz by Selectra. Recuperado de: <https://tarifasdeluz.mx/cfe-tarifas>
25. TRUPER (2022). *Catálogo vigente 2021*. Recuperado de: <https://www.truper.com/CatVigente/buscador.php?palabra=lampara>
26. Heather E. et al. (2012). *Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products. Part 2: LED: Manufacturing and Performance*. Pacific Northwest National Laboratory. Recuperado de: <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/carpetainformativa-del-ceneam/novedades/lamparas-led-versus-compactas.aspx>