

The logo of the Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) is displayed in white text on a red square background. The letters 'UACM' are in a large, bold, sans-serif font.

Universidad Autónoma  
de la Ciudad de México

*Nada humano me es ajeno*

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE  
ENERGÍA**

**Diagnóstico de las condiciones de  
iluminación basado en la NOM-025STPS-  
2008. Caso de estudio:  
Ferrocarriles Nacionales de México en  
Liquidación**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIATURA  
EN:

**INGENIERÍA EN SISTEMAS ENERGÉTICOS**

P R E S E N T A N

**VICENTE ALEJANDRO NAVA CERRILLO**

**H KINXOC EFRÉN CORTÉS PIZANO**

DIRECTOR DE TESIS:

**Dr. Fernando Gabriel Arroyo Cabañas**

Profesor-Investigador del Programa de Energía, UACM

Ciudad de México, septiembre de 2023.

## SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

### RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

### DERECHOS RESERVADOS ©

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivo General.....</b>	<b>8</b>
<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>8</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo 1. Marco contextual.....</b>	<b>10</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Cambio Climático y la Huella de Carbono .....</b>	<b>12</b>
1.1.1 Cambio Climático.....	12
1.1.2 Efecto Invernadero y el Calentamiento Global .....	13
1.1.3 El Cambio Climático y sus Repercusiones .....	13
1.1.4 Huella Ecológica y la Huella de carbono (HdC) .....	14
1.1.5 Acuerdos Internacionales sobre el Cambio Climático .....	15
<b>1.2 Eficiencia Energética (EE) .....</b>	<b>17</b>
1.2.1 ¿Qué es la Eficiencia Energética?.....	17
1.2.2 Alcances de la Eficiencia Energética .....	18
1.2.3 El impacto de la eficiencia energética a nivel global .....	20
1.2.4 Eficiencia energética en México.....	21
1.2.5 Eficiencia energética en la edificación .....	22
1.2.6 Eficiencia en la Iluminación .....	24
<b>1.3 Seguridad y Salud en el Trabajo.....</b>	<b>25</b>
1.3.1 Seguridad y Salud Laboral .....	25
1.3.2 Secretaría del Trabajo y Previsión Social.....	26
<b>1.4 Normatividad. NOM-025-STPS-2018 – Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.....</b>	<b>27</b>
<b>Capítulo 2. ....</b>	<b>30</b>
<b>Estudio Técnico .....</b>	<b>30</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2 Valoración de la evaluación.....</b>	<b>34</b>
2.2.1 Información del lugar .....	34
2.2.2 Iluminación .....	37
2.2.3 Información del Sistema Eléctrico Nacional.....	51
<b>Capítulo 3. Propuesta de resultados en ahorro de energía .....</b>	<b>55</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1 ECM 1 Planos y Diagramas. ....</b>	<b>56</b>

3.1.1 ECM 1.1 Planos arquitectónicos.....	56
3.1.2 ECM 1.2 Diagrama unifilar .....	57
<b>3.2 ECM 2 Iluminación.....</b>	<b>58</b>
3.2.1 ECM 2.1 Modernización del sistema de iluminación .....	58
3.2.2 ECM 2.2 Reflexión .....	62
3.2.2.1 ECM 2.2.1 Persianas .....	62
3.2.3 ECM 2.3 Iluminación de emergencia.....	67
<b>3.3 ECM 3 Instalación Eléctrica .....</b>	<b>70</b>
3.3.1 ECM 3.1 Mantenimiento al transformador .....	70
3.3.2 ECM 3.2 Mejora en las condiciones de la Subestación .....	71
3.3.3 ECM 3.3 Mejora en las condiciones de las Plantas de Emergencia.....	71
3.3.4 ECM 3.4. Sistema de puesta a tierra .....	72
<b>3.4 ECM 4 Tarifa Eléctrica .....</b>	<b>73</b>
3.4.1 ECM 4.1 Cambio de tarifa eléctrica .....	73
3.4.2 ECM 4.2 Upgrade a medidores.....	75
<b>3.5 ECM 5 Espacios de trabajo .....</b>	<b>76</b>
3.5.1 ECM 5.1 Rediseño de los espacios de trabajo .....	76
<b>Capítulo 4. Información de soporte para la evaluación preliminar .....</b>	<b>77</b>
4.1 Protocolo de Medida y Verificación (M&V).....	77
4.2 México y el cambio climático.....	78
4.3 Gases de efecto invernadero (GEI).....	79
<b>Conclusiones.....</b>	<b>82</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 1 .....</b>	<b>87</b>
Evaluación de los niveles de iluminación.....	87
<b>Anexo 2.....</b>	<b>91</b>
Evaluación del Factor de Reflexión.....	91

## Índice de Figuras

Figura 1. Beneficios que conlleva la implementación de medidas de EE Fuente: Elaboración Propia .....	20
Figura 2. Líneas dedicadas a la eficiencia energética en México Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT .....	23
Figura 3 Metodología para la evaluación de NOM-025-STPS-2008 Fuente: Elaboración propia con información de la NOM-025-STPS-2008 .....	30
Figura 4 Metodología para la evaluación de niveles de iluminación. Fuente: Elaboración propia con información de la NOM-025-STPS.2008 .....	31
Figura 5. Anexo de condiciones de iluminación del levantamiento al edificio de SHCP Fuente: Elaboración propia con información de NOM-025-STPS-2008 .....	35
Gráfica 1. Consumo de energía no residencial Fuente: Agencia Internacional de Energía 2021 .....	25
Gráfica 2.Cumplimiento de iluminación de la planta baja turno matutino Fuente Elaboración propia .....	40
Gráfica 3.Cumplimiento de iluminación de la planta baja turno nocturno. Fuente: Elaboración propia .....	41
Gráfica 4. Cumplimiento de iluminación del primer piso turno matutino. Fuente: Elaboración propia .....	42
Gráfica 5. Cumplimiento de iluminación del primer piso turno nocturno. Fuente: Elaboración propia .....	43
Gráfica 6. Cumplimiento de iluminación del segundo piso turno matutino Fuente: Elaboración Propia .....	44
Gráfica 7. Cumplimiento de iluminación del segundo piso turno nocturno. Fuente: Elaboración propia .....	44
Gráfica 8. Cumplimiento de iluminación del tercer piso turno matutino. Fuente: Elaboración propia .....	46
Gráfica 9. Cumplimiento de iluminación del tercer piso turno nocturno. Fuente: Elaboración propia .....	46
Gráfica 10. Cumplimiento de iluminación del cuarto piso turno matutino Fuente: Elaboración propia .....	48
Gráfica 11. Cumplimiento de iluminación del cuarto piso turno nocturno Fuente: Elaboración propia .....	48
Gráfica 12. Cumplimiento de iluminación del quinto piso turno matutino Fuente: Elaboración propia .....	49
Gráfica 13. Cumplimiento de iluminación quinto piso turno diurno. Fuente: Elaboración propia .....	51
Gráfica 14. Cumplimiento de iluminación del quinto piso turno matutino. Fuente: Elaboración propia .....	52
Gráfica 15. Cumplimiento de iluminación de las mediciones únicas. Fuente: Elaboración propia .....	53
Gráfica 16. Comportamiento de la tarifa GDBT (MXP/kWh). Fuente: Elaboración propia con información de CFE .....	54
Gráfica 17. Comportamiento de la tarifa GDBT por capacidad (MXP/kW) Fuente: Elaboración propia con información de CFE .....	54
Gráfica 18. Comportamiento de la tarifa PDBT (MXP/kWh) Fuente: Elaboración propia .....	55
Gráfica 19. Comportamiento del consumo eléctrico en el edificio SHCP, medidor GDBT. Fuente: Elaboración propia con información de CFE .....	55
Gráfica 20. Comportamiento del consumo eléctrico en el edificio SHCP, medidor PDBT. Fuente: Elaboración propia con información de CFE .....	56
Gráfica 21. Comportamiento de la demanda eléctrica en el edificio SHCP, medidor GDBT. Fuente: Elaboración propia con información de CFE .....	56
Gráfica 22 Comparativa en las tarifas eléctricas GDBT vs GDMTO Fuente: Elaboración propia con información de CFE .....	78
Gráfica 23 Porcentaje de cumplimiento de la normativa matutino y vespertino. Fuente: Elaboración propia .....	86
Gráfica 24 Consolidación de cumplimiento de la norma turno matutino Fuente: Elaboración propia .....	87
Gráfica 25 Consolidación de cumplimiento de la norma turno vespertino Fuente: Elaboración propia .....	88

Tabla 1 Datos generales del inmueble Fuente: Elaboración propia .....	38
Tabla 2. Medidas de conservación de la Energía .....	57
Tabla 3. Propuestas de cambio de iluminación. Fuente: Elaboración propia .....	60
Tabla 4. Propuestas para la instalación de persianas .....	64
Tabla 5. Propuestas para la instalación de películas de control solar .....	67
Tabla 6 Propuestas para la instalación de luminarias de emergencia .....	70
Tabla 7 Niveles de iluminación de las áreas de trabajo Fuente: NOM-025-STPS-2008, DOF. ....	92
Tabla 8 Índice de área establecido por la norma .....	93
Imagen 1 Luxómetro UNIT-T Modelo: UT383 .....	36
Imagen 2 Equipo tomando mediciones de las condiciones de iluminación .....	36
Imagen 3 Vista superior del inmueble Fuente: Google Earth 2021 .....	37
Imagen 4. Plano tercer piso Consejo de Promoción Turística de México (CPTM) .....	45
Imagen 5 Plano de cuarto. Piso Ferrocarriles Nacionales de México en Liquidación .....	47
Imagen 6. Plano de quinto. Piso Ferrocarriles Nacionales de México en Liquidación .....	50
Imagen 7. Propuesta 1: T8 high efficiency .....	62
Imagen 8. Propuesta 2: T8 Philips 13T8/MAS/48-850/IF21/P/DIM .....	63
Imagen 9. Propuesta 3: Lámpara LED tubular Slim T8 .....	63
Imagen 10. Propuesta 1: Persiana Gradhermetic Superclassic .....	65
Imagen 11 Propuesta 2: Persiana Sheer Elegance .....	65
Imagen 12 Propuesta 1: Película de control solar Reflectiv .....	68
Imagen 13 Propuesta 1: Película de control solar .....	69
Imagen 14 . Propuesta 1: Luminarias de seguridad LED URA ONE .....	71
Imagen 15 Propuesta 2: Luminarias de seguridad Aries 9 y Aries 18 .....	72
Imagen 16 Aviso del Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional 2019. Fuente: CRE .....	83
Ecuación 1 Huella de carbono por actividad y factor de emisión .....	84
Ecuación 2 Actividad por periodo y potencia total .....	84
Ecuación 3 Índice de área para indicar el número de zonas a evaluar .....	93
Ecuación 4 Cálculo del factor de reflexión .....	95

## **Planteamiento del problema**

Las alteraciones tangibles en los sistemas naturales que han ido creciendo en las últimas décadas denotan la innegable presencia de un cambio climático global, que si bien puede cuestionarse las causas de este. Sin lugar a duda, las actividades antropogénicas del hombre son altamente responsables de la alteración al equilibrio natural del planeta, y hay quienes opinan que es la única responsable.

Si bien, los procesos climatológicos de la tierra son altamente complejos e involucran no solamente a la atmosfera terrestres, sino que se refiere a todas las categorías del medio ambiente que interactúan para la producción del clima (Legget, 1996). Dado que la configuración del sistema terrestres es un vasto mundo de procesos interactivos entre los componentes esenciales del sistema terrestre (tierra sólida, agua, aire, seres vivos y la radiación solar) que interactúan a escalas especiales, temporales y complejas, que en esencia esta diversidad en las relaciones entre los elementos de la naturaleza es la fuente misma del sistema terrestre. Sin embargo, la introducción de cambios entre los componentes del sistema, pueden generar grandes alteraciones a la red del sistema mismo. Provocando un desequilibrio que conlleva a daños irreparables en las relaciones de sus componentes y a los componentes mismos.

En el caso de las actividades humanas y el aumento de estas, a través de la historia. Han suscitado grandes modificaciones a los sistemas terrestres. Una de las causas principales a las modificaciones al clima natural; es la denominada emisiones de gases de efecto invernadero, que, al aumentar, proyectan un cambio acelerado a lo que se considera normal.

Por lo tanto, la alteración a los sistemas naturales debido a los aumentos de las emisiones de gases de efecto invernadero, crean una gran preocupación por la comunidad científica del mundo, los gobiernos y entre algunos otros actores sociales y privados. Que, a través de largos y difíciles procesos políticos, se ha logrado consolidar acuerdos y tratados entre las distintas naciones del mundo con el fin tomar acciones que ayuden a disminuir el impacto originado por el modelo económico, con el cual está fundamentada la sociedad moderna. En consecuencia, se crearon instituciones y organismos encargados de crear soluciones e información que ayude al cumplimiento de estas metas.

En el análisis de los factores predominantes que contribuyen al cambio climático, resalta la generación de energía eléctrica y su consumo. Si bien, el manejo de la electricidad es la base de nuestra civilización, los métodos de obtención y uso de esta energía deben de modificarse para que existan un cambio contundente en la reducción de emisiones contaminantes al planeta. En el caso del sector energético del mundo, las emisiones asociadas a este sector, se sitúan alrededor del 40 % (Gallego, 2021). En donde se incluye actividades como la producción de combustible, gas natural y generación de electricidad para consumo industrial y doméstico. Si bien, el sector energético es muy extenso, existen casos puntuales en donde las emisiones provenientes de estas actividades representan grandes contribuciones al cambio climático.

Por ejemplo, según la Organización de la Naciones Unidas (ONU) y de acuerdo al Informe de estado global 2020 sobre los Edificios y la Construcción, la operación y construcción de edificios consume un 36% de energía y produjo un 38 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el sector energético, respecto al año anterior hubo un aumento en dichas emisiones, debido principalmente a la sustitución del usos del carbón, derivados del petróleo y biomasa por electricidad, que a su vez contiene un mayor índice de carbono relacionado a la alta proporción de combustibles fósiles empleados para la generación de electricidad (ONU, 2020).

Esta información nos permite observar que es imprescindible crear estrategia que ayuden a reducir de manera agresiva los niveles de consumo energético en las edificaciones, así como descarbonizar al sector energético e implementar estrategias que ayuden a reducir las emisiones de carbono vinculadas al ciclo de vida de los materiales. Con esta premisa, es preponderante comenzar a tomar participación en la búsqueda de soluciones locales que faciliten la reducción de las emisiones vinculadas a los edificios, ya sea desde la construcción o el consumo energético del edificio.

En el caso de nuestro contexto, la Ciudad de México la implementación de conceptos como el ahorro de energía y la eficiencia energética son relativamente nuevos y se han propagado por los distintos sectores económicos nacionales y locales. Debido a la preocupación de los escasos recursos fósiles para la generación de energía, el incremento de su costo y las afectaciones del cambio climático. Dichas preocupaciones, están fuertemente vinculadas al sector de la construcción y edificación, puesto que para el país este sector juega un papel protagónico para la economía nacional, ya que el sector de la construcción representa el 7.8% de la PIB nacional y genera anualmente millones de empleos. Por lo que se vuelve estratégico la implementación de soluciones que abonen al crecimiento económico y que vayan vinculadas al cumplimiento de los objetivos en la búsqueda de reducción del impacto ambiental y el uso adecuado de los recursos (Carrasco, 2021). Además, los factores relacionados al consumo energético en las edificaciones pueden ir aumentando, puesto que el mismo cambio climático desencadena crea condiciones climáticas extrema, que hace que exista un mayor consumo de electricidad para la utilización de aire acondicionado, lo cual representa hasta un 50% del total de la factura eléctrica. Otro caso alarmante de consumo energético en el país y la ciudad, son los edificios públicos, los cuales para el 2019 y de acuerdo al Banco Internacional de Desarrollo (BID), existen 2,637 edificios de oficinas que son propiedad de la Administración Pública Federal y que se vincula con el consumo del sector público, que representa cerca del 4.2% del consumo de energía eléctrica del país (BID, 2019).

Por otra parte, un 55% de la población global vive en ciudades y en México un 79%. Este aumento de habitantes en la ciudad ha generado una proliferación de edificaciones en las últimas dos décadas, que ha desencadenado en un alza del 25% en las emisiones a causa de estas construcciones, Además, que los pronósticos de aumento poblacional en México para el 2050 es de 150 millones de habitantes. Lo que implica un aumento en la demanda de las edificaciones y el consumo de energía para la satisfacción de sus necesidades básicas de confort y por consecuente existe un latente aumento en las emisiones contaminantes.

Este par de situaciones crea la necesidad de implementar soluciones a corto plazo y mediano que ayuden a eficientar y generar ahorros energéticos vinculados con el sector de los edificios, construcción y vivienda, que vayan encaminados a reducir sus emisiones y además a tener un buen manejo de los recursos existentes, con el fin de seguir cumpliendo con los objetivos propuestos en los tratados y acuerdos internacionales de los cuales México es participe.

## **Objetivo General**

Determinar las condiciones de iluminación del edificio de la Secretaría de Hacienda y Previsión Social, ahora Ferrocarriles Nacionales de México en Liquidación y establecer si este cumple con las características establecida por la NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

## **Objetivos Específicos**

- Identificar las áreas y puestos de trabajo cuya iluminación sea menor a lo establecido por la norma NOM-025-STPS-2008.
- Identificar las áreas y puestos de trabajo que presente condiciones con exceso de iluminación, que pudieran ocasionar problemas en la salud visual de los usuarios.
- Presentar una evaluación de las condiciones de iluminación y medidas de control enfocadas a la iluminación en el caso de que el edificio no cumpla con la normatividad.
- Identificar las medidas de ahorro energético con base a las condiciones de iluminación.
- Determinar el ahorro de energía eléctrica en el edificio, y a su vez buscar la reducción de emisiones.

## **Justificación**

El estudio de las condiciones de iluminación tiene el interés de evaluar los niveles de iluminación en áreas y puestos de trabajo basados en el cumplimiento de la normativa Nom025-STPS-2008, identificando aquellas condiciones lumínicas de riesgo para el trabajador y determinando alternativas para la solución de los problemas encontrados. La importancia radica en que a través de este estudio la institución podrá mejorar la iluminación en los puestos de trabajo donde haya condiciones deficientes, y con ello disminuirá problemas que pongan en riesgo la salud de los trabajadores. Además, la mejorar de las condiciones lumínicas permitirá a la institución tener una mayor eficiencia en su consumo eléctrico y con ello tener un mayor beneficio económico.

El estudio responde a la misión de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), la cual busca establecer una relación responsable con la sociedad y contribuir a la construcción de una sociedad más justa, democrática y consciente del impacto que la actividad humana tiene con el planeta. Esto se logra a través del espíritu crítico, un sentido social, la formación científica y humanista de sus integrantes -estudiantes, profesores y trabajadores-, lo que conlleva a desarrollar relaciones que impacten de forma positiva el tejido social, ambiental y económico, mediante proyectos académicos, lo que promueve las relaciones con el gobierno, instituciones públicas y privadas, ya que el desarrollo de la sociedad debe estar involucrado con el desarrollo de las instituciones académicas, lo cual implica generar contextos donde se promueva la responsabilidad frente a los problemas sociales y se establezcan y mantengan vínculos estrechos con la sociedad.

Desde esta perspectiva los vínculos entre las instituciones y la universidad se fortalecen al generar proyectos estudiantiles que ataquen una problemática específica y que tengan un impacto social, ambiental y económico, los cuales brinden soluciones prácticas, eficientes y asequibles.

Por ello, desde el Programa de Energía de la UACM (PEUACM) vinculado a la licenciatura en sistemas energéticos y la maestría en fuentes renovables de energía y eficiencia energética propone con base en una conciencia histórica derivada del estudio sistemático y, sobre todo, crítico del sector energético, incidir en el diseño y construcción de un modelo viable para el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos del país, poniendo énfasis en su entorno inmediato, la Ciudad de México. En el ámbito académico el PEUACM pretende convertirse en un instrumento para elevar el nivel de conocimiento sobre diversas cuestiones relacionadas con la energía; así como impulsar al desarrollo social mediante la educación y la difusión de la cultura. Además de brindar a los estudiantes las bases y oportunidades para vincular los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera a proyectos que brinden soluciones a las problemáticas energéticas en diversas esferas de la sociedad. Buscando coadyuvar al eficiente uso de los recursos energéticos, desarrollando investigaciones en energía que tengan como objetivo armonizar la relación ecología-economía, además de inducir a la reflexión sobre las problemáticas de la Ciudad de México y el país, con respecto al aprovechamiento de los recursos energéticos. Esto se enlaza con el objetivo más importante del gobierno de la cuarta transformación, que busca que la población de México viva en un entorno de bienestar.

Esto se ajusta a las medidas propuestas por el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 que busca el desarrollo e implementación del desarrollo sostenible en diversas esferas del gobierno, ya que es un factor indispensable del bienestar. Por ello todas sus políticas y programas buscan prever cualquier impacto que tengan al tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país.

# Capítulo 1. Marco contextual

## Introducción

El aprovechamiento de los recursos energéticos ha sido y será la base del progreso de la humanidad como civilización. Desde hace más de 200 años el acceso a estos recursos nos ha permitido mejorar sustancialmente nuestra calidad de vida. Sin embargo, a un alto costo ambiental.

En particular, el avance tecnológico en la explotación de los distintos recursos energéticos ha posibilitado el acceso a las comodidades que hoy tenemos en casa, como la iluminación, la difusión de la información a través de distintos medios como la radio, la televisión, las computadoras y dispositivos, que nos permiten estar en interacción con lo que sucede en tiempo real en nuestra sociedad y el mundo; la refrigeración que conserva nuestros alimentos por periodos más largos, entre otros beneficios que nos brinda la tecnología. Estos avances tecnológicos ayudan a simplificar nuestras vidas, proporcionándonos un mayor confort y un ahorro de tiempo que se puede dedicar a realizar otras actividades (Galvéz, Révolo, & Carrasco, 2020)

La necesidad en nuestra rutina diaria a los combustibles, como la gasolina, el gas, el diésel; o la electricidad, que nos permiten movernos con mayor velocidad. Estos ejemplos del uso de la energía, nos permiten vislumbrar la dependencia que tenemos como sociedad para nuestro funcionamiento. Esto se puede confirmar, con el consumo actual que se tiene en el mundo de los combustibles fósiles, que de acuerdo a datos de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) para el año 2019, cerca del 67% del consumo final de energía proviene de fuentes no renovables en las cuales se incluye al petróleo, gas natural y carbón (OLADE, 2020).

De hecho, organismos internacionales como el Banco Mundial denotan la importancia de la energía para el desarrollo, donde argumentan que *“la energía es un elemento central del desarrollo. Sin ella, las comunidades viven en la oscuridad, los servicios esenciales como los establecimientos médicos y educativos se ven seriamente afectados, y las empresas operan bajo graves limitaciones. La energía hace posibles las inversiones, la innovación y las nuevas industrias que son los motores de la creación de empleo y del crecimiento para economías enteras”* (Doignon, 2020).

Gran parte del desarrollo industrial, tecnológico y económico de los países comenzó a cimentarse gracias al aprovechamiento de los recursos energéticos no renovables (carbón, gas, petróleo y sus derivados, y el uranio), y que actualmente siguen representando una sólida y fuerte base de la economía global. Las cuales son pilares para la edificación de los grandes países desarrollados, debido a la abundancia, facilidad y factibilidad con la cual se pueden obtener de la tierra. Sin embargo, gracias al creciente y desmedido aumento poblacional, y la necesidad de cubrir la seguridad energética, estos recursos se están agotando y su extracción es cada vez más complicada y crean un desequilibrio en el medio ambiente, debido a las afectaciones que generan al utilizarse.

El papel de los recursos energéticos ha cobrado gran importancia para el desarrollo económico, social, político y a su vez ha impulsado el desarrollo científico, dada su gran relevancia para nuestro siglo y las inmensas repercusiones que tiene sobre el planeta.

A nivel mundial se ha suscitado un incremento entre las naciones y actores internacionales sobre la preocupación de las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo energético.

A raíz de esto la importancia que ha tomado la eficiencia energética para generar acciones que ayuden a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, impulsa tendencias a nuevas formas de generación de energía que sean mucho más amigables con el ambiente.

Por otra parte, surgen conceptos como la competitividad y la sostenibilidad, con las cuales se busca crear una cultura social basada en la eficiencia de los recursos. Esta nueva mirada en los procesos de producción de energía, bienes y servicios, presentan nuevos e importantes retos en la competitividad de la industria y la sociedad en general.

La tendencia de optimizar los procesos de producción y consumo en todas las organizaciones, crea un continuo proceso de evolución tecnológica, con la finalidad de mejorar los resultados en las organizaciones. La competitividad, afecta en cuanto a la calidad, reducción de costos, protección al medio ambiente, condiciones laborales, entre otras.

La conjunción de los intereses internacionales y la globalización obliga a optimizar todos los recursos con el objetivo de lograr el máximo desempeño de todas las acciones que se desenvuelven dentro de las organizaciones. Dentro de esta perspectiva, muchos investigadores y profesionistas concuerdan que las energías renovables y la eficiencia energética son las soluciones más prometedoras en los actuales retos energéticos (IPCC G. I., 2011).

La optimización de los recursos energéticos en concordancia con las nuevas fuentes renovables de energía, permiten dotar a las diferentes instalaciones de un mayor grado de autoproducción de la energía necesaria para su funcionamiento. Es por estos motivos, que en este capítulo se mostrará la importancia que ha tenido la eficiencia energética tanto en México como en el mundo y las acciones que se realizan para mejorar la seguridad energética de las naciones.

## **1.1 Cambio Climático y la Huella de Carbono**

### **1.1.1 Cambio Climático**

El cambio climático pertenece actualmente como un tema obligado en las preocupaciones de todo ser responsable y en la agenda política de los gobiernos (Díaz Cordero, 2012). La importancia del tema radica en ser una de las principales problemáticas ambientales, sociales y económicas que afectan al planeta.

En una descripción general del concepto, podemos definirlo como el cambio significativo y duradero de patrones locales y globales del clima, que pueden ser ocasionados por circunstancias naturales (erupciones volcánicas, variación en la energía proveniente del sol, cambios en la circulación oceánica, y procesos biológicos) o causados por las actividades antropogénicas (emisiones de gases, alteración del suelo, deforestación, entre otras).

Por otra parte, si se analiza desde puntos de vista más específicos, el cambio climático de acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables, que pueden ir desde las décadas hasta siglos. Por otro lado, de acuerdo al Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), grupo encargado de proporcionar una fuente objetiva de información científica acerca del calentamiento global menciona que el término denota como tal un cambio del clima indefinidamente (mediante un análisis estadístico) que se origina de un cambio en el valor medio y en la variabilidad de sus propiedades, y que llega a persistir durante un período de tiempo prolongado, usualmente cifrado en decenios o períodos de tiempo más prolongados.

A su vez, otros autores declaran que los efectos del cambio climático global se pueden visualizar en la modificación de las propiedades del clima, tales como la temperatura, niveles de precipitación e intensidad, y rutas de las tormentas.

En conclusión, podemos entender el concepto de cambio climático como las modificaciones en las condiciones predominantes o una alteración en los patrones convencionales registrados en un período de tiempo determinado, es decir, el cambio climático es un importante cambio de variación en el estado promedio del clima o es su variabilidad.

Es importante, que este concepto no debe confundirse con la variabilidad climática, que se entiende como la repetición cíclica de anomalías climáticas que se dan cuando se presentan oscilaciones en las condiciones normales o patrones climáticos establecidos (Tapia, 2015).

No obstante, debemos de tomar conciencia en que las actividades humanas ligadas al desarrollo de los países y de la humanidad misma, es un importante, si no decir que el mayor causante de la aceleración de las modificaciones de las condiciones climáticas de nuestro planeta.

## 1.1.2 Efecto Invernadero y el Calentamiento Global

El fenómeno de Efecto Invernadero se define como el aumento de temperatura que experimenta la atmósfera de la tierra, debido a ciertos gases contenidos en ella (vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>), entre otros) los cuales atrapan la energía que llega del sol, que está formada por ondas electromagnéticas de altas frecuencias que traspasan con facilidad la atmósfera terrestre, una vez que inciden en la superficie terrestre se transforman en radiación de ondas larga infrarroja (energía calorífica), la cual busca salir de la atmósfera. Sin embargo, debido a los gases invernaderos la energía calorífica reflejada es retenida provocando que la energía se devuelva con mayor lentitud y causa que se eleve la temperatura (Andalucía, 2010).

Del mismo modo, este fenómeno de absorción y emisión de la radiación en la atmósfera es el responsable que la temperatura media de la tierra se encuentre entre los 15 °C y no los 22 °C bajo cero. Sin embargo, el rápido incremento de la temperatura global en los últimos años es producto del exceso de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de origen antropogénico a la atmósfera. Aunado a esto, no todos los GEI tienen la facultad de provocar un calentamiento global, pero su intensidad depende de su poder de radiación y el tiempo promedio que la molécula del gas permanece en la atmósfera (Espíndola, 2018).

La comunidad científica y varias dependencias internacionales llegan al consenso de que al aumentar la concentración de GEI se producirá un incremento paulatino de la temperatura de la tierra, denominado coloquialmente como *calentamiento global*. Desde la década de los 80's del siglo XX los científicos comenzaron a afirmar que si tendría un aumento al doble de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera supondría un calentamiento medio de la tierra de entre 1.5 y 4.5 °C. Actualmente el IPCC, predice que el calentamiento global del planeta debido al aumento de la concentración de los GEI elevaría la temperatura del planeta de 1.0 a 3.5 °C para el año 2100 (IPCC I. P., 2011).

## 1.1.3 El Cambio Climático y sus Repercusiones

El cambio climático procedente del calentamiento global, es un fenómeno que, para muchos grupos sociales, políticos de distintas naciones, grupos empresariales y una gran parte de la comunidad científica tiene un origen las actividades humanas y que por lo tanto, constituye uno de los mayores retos ambientales que se pudieran interponer en el camino del desarrollo sustentable del siglo actual (World Resources Institute, 2004). De la misma forma, de acuerdo al Grupo Intergubernamental IPCC, tiene un gran nivel de aceptación que la causa de tal fenómeno se encuentra en las altas concentraciones atmosféricas de los GEI provenientes de dos actividades industriales y domésticas.

Aunado al problema ambiental que se genera al desequilibrar el delicado clima del planeta, el cambio climático tiene grandes repercusiones en la sociedad, la economía y los ecosistemas. Lo cual, ha llevado a una concientización de gobiernos e instituciones internacionales para implementar diversas acciones, que ayuden a la construcción de procesos y espacios de reflexión que a su vez proporcionen la facilidad para crear herramientas de transferencia de conocimiento tecnológico y financiero, que secundé la mitigación de GEI y también coadyuvé a la formulación de métodos que cuantifiquen los impactos generados de dichos gases.

Definitivamente, la disponibilidad de los gobiernos de los países desarrollados y en vías de desarrollo, junto con las instituciones internacionales para la creación de espacios de reflexión y acuerdos, donde se discutan las problemáticas en común y las soluciones posibles para ellas, han sido y serán las estrategias más factibles para contrarrestar los problemas ambientales de

nuestro planeta. En este contexto de acuerdos globales, se ha consensado que deben de estabilizarse las condiciones climáticas para evitar el aumento de la temperatura. Lo que implica, que debe de disminuir el flujo anual de emisiones de gases, considerándose el incremento poblacional mundial, el crecimiento económico que a la vez se asocia con un aumento en el consumo de energía. Poder llegar a estas metas de reducción no es un camino fácil, debido principalmente a la diversidad de los procesos industriales, las distintas políticas globales y por los procesos relacionados con la producciones de bienes de consumo (Espíndola, 2018). En este sentido, existe por parte de los países desarrollados y grandes sectores empresariales, una disposición para la creación de políticas públicas y estrategias empresariales que contribuyan directamente a la reducción de GEI.

Por otra parte, para los países subdesarrollados y en vías de desarrollo, como en la situación en la que se encuentran los países de América Latina y del Caribe, la lucha contra el cambio climático y la reducción de los GEI, simboliza un desafío adicional para el desarrollo económico, puesto que deben de enfrentarse a un esfuerzo simultaneo que conlleva a solventar los costos económicos, sociales y ambientales de sus impactos. Y también, a enfrenar las modificaciones temporales y estructurales que implica la adaptación a las nuevas condiciones climáticas y a su vez debe de hacerse cargo de los costos involucrados a los procesos de mitigación de emisiones de GEI. Aunado a esta situación, se suma los costos derivados del contraste de los intercambios comerciales internacionales, cuyo impacto radica en la competitividad de la producción de bienes y de consumo de América Latina respecto al mundo. En conclusión, no solo se trata de un control en las emisiones, sino que las soluciones para el cambio climático conllevarán la reestructuración de un nuevo estilo de desarrollo (CEPAL C. E., 2015).

#### **1.1.4 Huella Ecológica y la Huella de carbono (HdC)**

El concepto de la huella ecológica tiene su origen en la década de 1990 por parte de William Rees y Mathis Wackernagel de la Universidad de British Columbia, quienes conciben el término como una herramienta contable que permite calcular los requerimientos en términos de recursos relacionados con la tierra y el agua, y la asimilación de los residuos para satisfacer los requerimientos de una determinada población expresadas en áreas productivas globales (CEPAL C. E., 2010).

La estructura de la huella de carbono está compuesta de subhuellas, en la cual la huella tiene un valor muy significativo en función de su impacto directo al cambio climático, la participación de la huella de carbono alcanza un valor del 50% del total (WWF, 2018). No obstante, a pesar de que es un término bastante utilizado, no se ha llegado a un consenso que establezca de una manera definitiva respecto a lo que realmente signifique, medición, alcance y que unidad la represente.

Aunque, el concepto de huella de carbono sigue sin tener una definición comúnmente aceptada dentro de la sociedad científica, se puede entender como un indicador de las emisiones de GEI, expresados en CO<sub>2</sub> equivalentes (CO<sub>2</sub> eq). Es decir, la huella de carbono se define como la cantidad de emisiones de gases relevantes al cambio climático ligados a las actividades de producción y consumo de los humanos (yendo desde las emisiones directas generadas, hasta un enfoque más completo que abarque todo el ciclo de vida asociado), la singularidad del concepto radica en centrar al CO<sub>2</sub> como principal eje de análisis para identificar los impactos de los GEI (Wiedmann, 2007). Por otra parte, existe opiniones que es preponderante la inclusión de los distintos gases de efecto invernadero expresando la huella de carbono en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> (CEPAL C. E., 2010). Usualmente los GEI consensados son los establecidos en el Protocolo de Kioto consideran los siguientes: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>),

metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), hidrocarburos perfluorados (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). En lo particular la propiedad a la que frecuentemente se refiere la huella de carbono incidirá en el peso en kilogramos o toneladas de emisiones gases de efecto invernadero emitida por persona o actividad.

### **1.1.5 Acuerdos Internacionales sobre el Cambio Climático**

La importancia del reconocimiento de los fenómenos tales como la deforestación, la contaminación de la atmosfera causada principalmente por la utilización de los combustibles fósiles responsables de elevar las emisiones de GEI, la producción de sustancias y materiales de difícil degradación, entre otros, en las discusiones internacionales como causantes del calentamiento global y que el hombre es el causante de dichos fenómenos, fue un gran logro para comenzar a formar una estructura mucho más rígida entre las naciones para iniciar acciones contundentes que ayudarán a combatir los problemas generados por el calentamiento global.

Desde el comienzo de las discusiones, como primeros procesos de reconocimiento y consenso sobre el cambio climático, han presentado dificultades a través de las distintas administraciones de algunos países industrializados tales como Estado Unidos, que se persisten en no reconocer a la responsabilidad de las actividades humanas en cualquier tipo de cambio climático (Palafox, 2019).

Lejos de estos fracasos por integrar a todas las naciones en ser partícipes en el combate al cambio climático, se pudieron crear los primeros avances tales como la firma y la ratificación de la mayoría de los países del mundo, de la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En donde se reconoció la importancia del problema y se estableció actuar bajo el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas”.

Según el CMNUCC la responsabilidad de cuidar el clima como bien común de la humanidad es una tarea compartida entre todas las naciones. Sin embargo, el combate debe de regirse en una equidad, donde se reconozca que no todos los países tienen las mismas responsabilidades en este combate. Se reconoce que las naciones industrializadas tienen la obligación de adquirir una mayor participación, debido a la mayor presión que han ejercido históricamente sobre el ambiente a nivel global y a su mayor capacidad financiera y tecnológica para actuar (Kiessling, 2021).

En el mismo sentido, otro gran suceso importante fue la firma del Protocolo de Kioto en 1997, en por primera vez se estableció compromisos cuantitativos obligatorios de reducción de emisiones para los países más industrializados, teniendo en cuenta la reducción de los GEI en general, no solo de CO<sub>2</sub>. Si bien, la solidificación de un acuerdo ha sido uno de los principales logros en políticas internacionales, no ha tenido la profundidad que se tenía proyectada, Debido principalmente, a la complejidad, dificultades y disposición que presentan los países para lograr una verdadera lucha para mitigar el cambio climático.

A pesar de los desgastes que han tenido en los últimos años en las negociaciones internacionales, se han podido crear nuevos acuerdos que vinculen de una forma más ambiciosa y global la lucha en mantener el aumento de la temperatura del planeta. Tal es el caso del acuerdo de Paris 2015. En el cual se establece seguir evitando situaciones de alto riesgo climático que concreten un aumento en la temperatura media de 2°C (Jusmet, 2019).

Además, se llegó en el acuerdo a las llamadas “contribuciones determinadas nacionales” donde se define por cada país los diferentes objetivos en cuantía, años de referencia, metodología y,

además, condiciones para recibir financiamiento de los países más ricos. Sin embargo, a pesar de los distintos compromisos y metas que se llegarán a tener por parte de los actores involucrados, la principal dificultad es la falta de suficiencia en los objetivos.

En conclusión, para el caso de México como parte ratificada de estos acuerdos, es de suma importancia seguir creando metodologías eficientes que ayuden a realmente alcanzar los objetivos propuestos. Teniendo en cuenta, la gran fragilidad que presenta nuestro país al ser altamente susceptible a las repercusiones del cambio climático.

## 1.2 Eficiencia Energética (EE)

### 1.2.1 ¿Qué es la Eficiencia Energética?

*“La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto”.*

(AEDENAT, 1998).

El concepto de Eficiencia Energética (EE), ha cobrado una gran importancia en las últimas décadas para la creación de política energética de los países desarrollados y en vías de crecimiento. Esto se debe, por su contribución para afrontar los retos contra el cambio climático, la seguridad energética y el desarrollo económico. Sin embargo, en los últimos años ha sido un término polivalente ampliamente usado en diferentes contextos, por lo que resulta imprescindible y oportuno realizar una delimitación de su significado.

Por su etimología *eficiencia* tiene su origen del latín *efficientia* que se traduce como acción, fuerza, producción. En principio la eficiencia energética atendería a la definición física referente a un proceso o un dispositivo, correspondiéndole está a la relación entre la energía útil y la energía empleada (Matesanz, 2008). Actualmente esta acepción es empleada, casi exclusivamente, para maquinaria, electrodomésticos o luminarias, es decir, para procesos o aparatos que se relacionan directamente con los usuarios.

Este concepto se relaciona con la eficiencia energética a micro escala entendiéndose como una práctica o forma de gestionar el uso de la energía, atendiendo a un menor consumo con la misma energía o en su defecto mayor producción con la misma energía. Es decir, la eficiencia energética es relación entre lo obtenido y lo consumido en cuestión de recursos (Linares, 2008). De la misma forma, la eficiencia energética está íntimamente relacionada a la intensidad energética, que se calcula como el cociente entre el consumo energético de una economía y su producto interno bruto (PIB). Muestra la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de PIB.

En otros términos, la EE busca la optimización del consumo energético para generar niveles determinados de confort y de servicio. Buscando reducir el consumo eléctrico para determinadas actividades del usuario o implementando medidas de ahorro energético que ayuden a eficientar el consumo. Por otra parte, se define a la EE como el conjunto de acciones que optimizan la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos, implementando mejores hábitos de consumo e impulsando inversiones a nivel tecnológico.

Como se observó, el término de EE ha sido utilizado de diversas formas, en todas ellas se puede visualizar las implicaciones que esta tiene al medioambiente y a la vida, teniendo una relación estrecha con la disminución de CO<sub>2</sub> y como solución al cambio climático.

## 1.2.2 Alcances de la Eficiencia Energética

Si bien, el concepto de la eficiencia energética a grandes rasgos conlleva a pensar en la reducción, cuidado y el mejoramiento de los recursos naturales. También implica llevar a cabo ahorros y acciones sustanciales en el consumo de la energía, o en algunos casos implementando cambios en las tecnologías existentes, por otras nuevas mucho más eficientes.

Entre los beneficios que conlleva la implementación de medidas de EE podemos verlas ejemplificadas en la Figura 1 que se muestra a continuación.

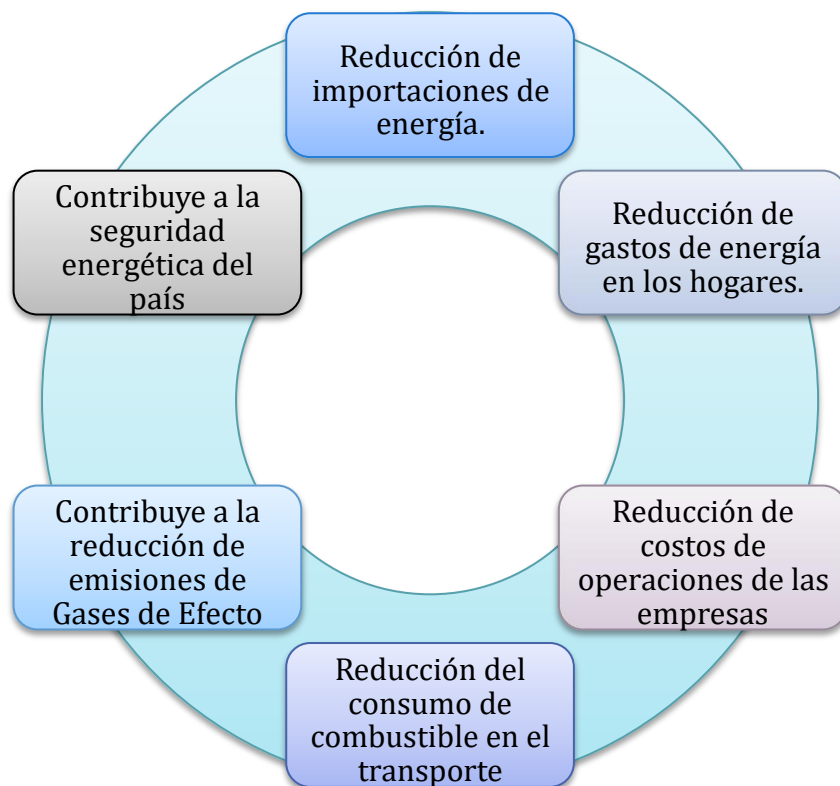


Figura 1. Beneficios que conlleva la implementación de medidas de EE. Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, para lograr una eficiencia energética efectiva en hogares, oficinas e industrias, es importante plantear políticas internas que formen parte de una cultura en permanente crecimiento. Es decir, llevar a cabo una gestión energética adecuada, entendiéndose este concepto como el desarrollo de todas las herramientas necesarias para el control de las instalaciones y procesos que intervienen en el consumo de energía. Por otra parte, las autoridades energéticas son responsables de conseguir una gestión eficiente de la energía.

Si bien las actividades que implican el uso de la energía son muy variadas, el campo de aplicación de estas también lo es, por consiguiente, hay enormes áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia en todos los sectores de la economía, ya sean edificios, transporte, industria o generación de energía. A continuación, se hará mención de manera general de los distintos campos de aplicación que llega a tener la eficiencia energética, así como algunas recomendaciones a nivel específico en la industria:

- **Edificios**  
La forma de una edificación impacta en su ambiente interno de distintas maneras y tiene un efecto sobre la temperatura y los niveles de luz natural. A la vez, estos factores influyen en la comodidad de los ocupantes y en el uso energético de la edificación para calefaccionar, enfriar, ventilar e iluminar.
- **Generación de energía y distribución**  
La implementación de sistemas híbridos en la generación de energía eléctrica, nos permite aprovechar la energía residual de las centrales eléctricas y aprovecharla para proporcionar calefacción, refrigeración y/o agua caliente a los edificios e instalaciones cercanas.
- **Diseño**  
El desarrollo de ciudades que busquen la eficiencia en todos los ámbitos de producción es de vital importancia para reducir la necesidad de utilizar recursos no renovables y buscar una tendencia hacia las energías limpias. Debido que el transporte representa uno de los mayores gastos energéticos, principalmente fósiles y son grandes aportadores de emisiones de gases de efecto invernadero
- **Vehículos**  
Los medios de transporte tienen una gran carga en la generación de GEIs, y volverlo más eficientes en el consumo de combustible o en su defecto cambiar las tecnologías con la cual funciona buscando medios más amigables para el medio ambiente.
- **Logística**  
En el mundo tras la globalización, el comercio ha sido la fuente económica de vital relevancia para muchos países. La búsqueda de mejorar el transporte de carga a través de medidas EE y desarrollo tecnológico implica efficientar los tiempos de traslado y esto a su vez en reducir las emisiones que estos generan.
- **Comportamiento de la sociedad**  
Las estrategias anteriores mejoran la eficiencia energética principalmente a través de la tecnología y el diseño. Sin embargo, esto debe ir de la mano en la concientización de los problemas que el mal consumo de nuestros recursos implica a la calidad de vida del ser humano

Estas medidas son solo unas de las muchas propuestas que se manejan para seguir utilizando la energía y los recursos de la mejor manera. Sin embargo, un sector importante del consumo de energía es la industria y en este rubro la implementación de la EE tiene sus particularidades como:

- Análisis del uso de la energía y medición de calidad de energía
- Iluminación mediante sistemas altamente eficientes – Monitoreo
- Optimización de tarifas energéticas
- Fiabilidad energética para continuidad en aplicaciones – Sistemas de respaldo ● Control de aplicaciones industriales – Diseño, Instalación, Mantenimiento ● Sistemas Alternativos de Generación Energía:
- Diseño, Instalación y Mantenimiento de sistemas fotovoltaicos y eólicos.

Estas aplicaciones pueden tener beneficios, por ejemplo:

- Reducción de los gastos energéticos directos
- Disminución de los riesgos asociados a la energía
- Mejora del perfil corporativo
- Incentivos y limitaciones legales
- Mejora la rentabilidad y la imagen
- Supervisión y gestión del uso de la energía eléctrica para una mayor eficiencia de la energía
- Mejora de la eficacia de los procesos con soluciones avanzadas de automatización

### **1.2.3 El impacto de la eficiencia energética a nivel global**

La eficiencia energética es una opción de bajo costo para afrontar los problemas relacionados al cambio climático. Por ello a lo largo del tiempo las organizaciones internacionales y países han impulsado su aplicación y gestión. De la cual ha surgido normatividad internacional que sirve como estándar para diversas áreas donde la eficiencia energética funge un papel importante. Desde la generación de energía con fuentes renovables, el uso y consumo eficiente de la energía en el sector industrial y doméstico, iluminación, electrodomésticos, calefactores, aire acondicionado, edificaciones, etc.

Desde el año 2000 el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) con apoyo de la Agencia Internacional de Energía (EIA) y la ONU publicó la primera norma sobre sistemas de gestión energética (Tejera, 2013).

A su vez el Comité Europeo de Normalización para 2010 publica la norma EN 16001:2010 que busca apoyar a las organizaciones a establecer los sistemas y procesos para mejorar su eficiencia energética impactando en la reducción de costos y emisiones de GEI. Este desarrollo en vista del fuerte interés internacional y el potencial impacto en la industria de la EE la UNIDO propuso la realización de una norma ISO.

De la cual surgió la norma ISO 50001 aprobada en 2011, la cual describe puntos para implantar un Sistema de Gestión de la Energía que ayude a reducir el consumo de energía en las empresas que supone de igual forma reducción en los costes y en las emisiones.

Ésta norma constituye una herramienta útil y eficaz para dar cumplimiento de forma continua a la legislación vigente en la materia, para facilitar el cometido de los Gestores Energéticos, y para implantar y realizar el seguimiento de actuaciones procedentes de auditorías energéticas. (Tejera, 2013)

De igual forma han surgido certificaciones de calidad y eficiencia como, por ejemplo: la certificación Energy Star, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) y Protocolos para la implementación de medidas de ahorro en energía como el IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol).

## 1.2.4 Eficiencia energética en México

Los primeros programas de uso eficiente de la energía en México fueron impulsados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que en 1980 crea el Programa Nacional del Uso Racional de la Energía Eléctrica, buscando difundir información sobre medidas de ahorro energético para los usuarios. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020). A lo largo del tiempo se han ido desarrollando programas que han buscado tener mayor impacto en el ahorro eléctrico a través del cambio de hábitos y mejores prácticas, al igual que al uso de equipos y sistemas con la mayor eficiencia y, al aprovechamiento óptimo de la infraestructura y materiales relacionados con la energía.

Las medidas que han impulsado las instituciones dedicadas a la eficiencia energética en México están enfocadas a tres líneas (Figura 2):



Figura 2. Líneas dedicadas a la eficiencia energética en México. Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT

La normalización en eficiencia energética ha sido la política pública costo-beneficio más exitosa en México (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020). Esta normalización consiste en limitar el consumo de energía en equipos, aparatos o sistemas eléctricos a través especificaciones técnicas. De la misma forma impulsar medidas de eficiencia energética a través del diseño adecuado de su envolvente térmica.

Las políticas implementadas por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) se basan en la emisión de Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética (NOM-ENER) fundamentadas en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las cuales buscan la estandarización de sistemas, aparatos y productos con mayor eficiencia energética. La CONUEE se encarga de elaborar, revisar y publicar dichas especificaciones.

El desarrollo del programa de normalización va acompañado con la implementación de procesos de evaluación de la conformidad realizados por laboratorios de prueba, organismos de certificación y unidades de verificación acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), que buscan asegurar el cumplimiento de las normas de eficiencia. Que al certificar los productos incluye una etiqueta en los términos definidos por la Norma. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020)

### **1.2.5 Eficiencia energética en la edificación**

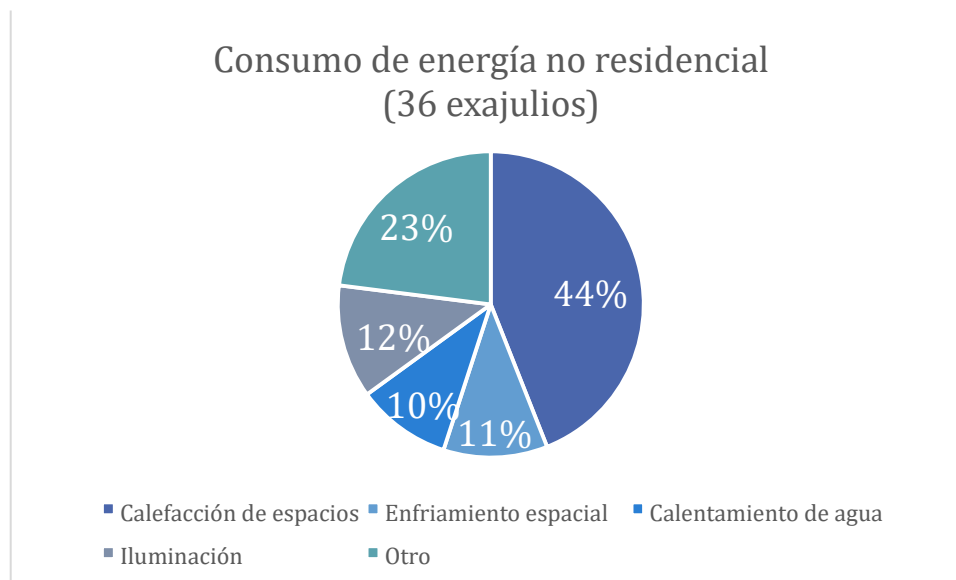
La forma, orientación, los materiales de una edificación afectan en la ambientación de sus áreas, en aspectos de temperatura y niveles de luz natural. Estos aspectos influyen en la comodidad de los ocupantes y en el uso energético de la edificación para la calefacción, enfriar espacios, la ventilación y la iluminación. Repercutiendo de manera directa en el consumo energético, que a su vez tiene impacto en aspectos económicos y ambientales.

Este consumo de energía en las edificaciones a lo largo del tiempo había ido aumentando ya que el crecimiento de la población, de la superficie cubierta, de la cantidad de viviendas y de la riqueza son factores que influyen en el consumo energético de un país. A medida que se han adoptado mejoras en eficiencia energética, tales factores ya no necesariamente incrementan el consumo de energía.

En datos de la Agencia Internacional de Energía (EIA, por sus siglas en inglés) las edificaciones consumen más del 30 % de la demanda de energía final en todo el mundo. Demanda de energía superior a la de cualquier otro sector, incluidos la industria y el transporte. La mayor parte de esta demanda es eléctrica, lo que hace que las edificaciones consuman el 55 % de la electricidad que se usa en el mundo.

Las edificaciones son responsables de una cantidad significativa de emisiones de CO<sub>2</sub>, halocarbonos (HFC) y carbono negro. Por consiguiente, desempeñan un papel muy importante para el sistema energético mundial y para la transición hacia una economía de baja emisión de carbono.

En la siguiente lámina se presenta el consumo de energía para el sector no residencial, donde se puede observar que el primer lugar es para la calefacción de espacios con un 44% seguido, seguido de otros con un 23%, iluminación con un 12%, enfriamiento espacial 11% y calentamiento de agua 10% (Gráfica 1).



*Gráfica 1. Consumo de energía no residencial. Fuente: Agencia Internacional de Energía 2021*

Estas proyecciones no se quedan en un panorama mundial ya que México a nivel global fue uno de los 20 países de mayor consumo eléctrico para el 2020. Para dar un panorama nacional, el consumo energético total para 2019 en datos del Balance Nacional de Energía fue de 4,760 PJ de los cuales 952.59 PJ correspondió al sector residencial, comercial y público lo que representa un 20.01% del total. De este total, el destinado al sector eléctrico fue de 92.67 PJ que representó 9.73% del consumo para este sector. (Balance de Energía 2019, 2021)

Para el caso de edificaciones, el consumo eléctrico en las edificaciones no residenciales para 2019 fue de 66.9 TWh. Donde los edificios destinados a oficinas representaron un 23.16% del total, lo que representa alrededor de 15.5 TWh.

Por lo que, este sector es clave para la implementación de medidas de eficiencia energética. Estas medidas se tratan de soluciones tecnológicas diseñadas para proporcionar los mismos servicios de energía con menores niveles de consumo. La edificación debe considerarse como un único sistema y deben definirse requisitos de mínimo consumo energético para las cargas reguladas (calefacción, enfriamiento, ventilación, iluminación y agua caliente) de toda la edificación. En tal caso, las medidas eficiencia energética deben estar encaminadas a las necesidades y características del inmueble; lo cual permite definir el alcance, los potenciales de ahorro y otros impactos que resulten de la aplicación de las mismas.

Las características como: la superficie total construidas, la facturación eléctrica de años anteriores, los consumos eléctricos, la localización, el número de computadores, los equipos de bombeo, total de personas que laboran en el inmueble, los horarios y días de operación permitirán definir indicadores que servirán para establecer los alcances y metas que podrán reflejarse en potenciales de ahorro de energía, lo cual tiene un impacto en términos monetarios y ambientales.

## 1.2.6 Eficiencia en la Iluminación

La eficiencia energética aplicada a la iluminación de los espacios de trabajo, además de tener gran relevancia en los consumos de energía eléctrica y a su vez en el impacto que tiene en la generación de GEI, es de gran importancia en la eficiencia y eficacia con la que desempeñan sus labores los trabajadores. Pues teniendo una correcta iluminación se presentan las condiciones óptimas de confort visual para que el trabajador realice sus labores de manera más segura y productiva. Por el contrario, con una iluminación inadecuada en las áreas y puestos de trabajo, estas condiciones pueden llegar a originar efectos adversos para el trabajador, por ejemplo: fatiga ocular, dolor de cabeza, estrés, cansancio, irritabilidad, mal humor, mala postura y generar accidentes que pongan en riesgo la integridad de los trabajadores.

Para atender estas problemáticas se debe tener conciencia de lo necesario para tener un buen nivel de confort visual, lo cual se puede conseguir teniendo un equilibrio entre la calidad, cantidad y estabilidad de la iluminación. Llamamos confort visual a la sensación de bienestar que deriva de una combinación adecuada de la calidad y cantidad de iluminación que se da simultáneamente en un espacio y que permite la realización de las tareas visuales sin fatiga, ni molestias. (Gonzalez, Perez, Bravo, Gonzalez , & Tsoi, 2006) .

Se debe evaluar el ambiente exterior e interior, buscando garantizar que las condiciones lumínicas sean adecuadas para las actividades realizadas por los trabajadores. Aspectos como la claridad y cantidad de luz se ven afectadas por diversas variables como: el tipo de cielo, las características del entorno (vegetación, obstrucciones) y de las características internas de la construcción. Cada aspecto tiene su respectiva magnitud luminosa: la iluminancia, la reflectancia, la transmitancia las cuales deberán ser determinadas para evaluar la calidad y cantidad de luz, pues con base estos datos y su confrontación con la normatividad vigente pueden dar una visión más amplia de las medidas que puedan llevarse a cabo para el adecuado funcionamiento de las instalaciones y desempeño de los trabajadores.

Las dos principales situaciones a las que un trabajador está expuesto son: la deficiencia en la iluminación y al exceso de iluminación.

La iluminación deficiente aumenta las alteraciones visuales debidas a los vicios de refracción y la edad. (Dirección General de Inspección Federal del Trabajo). Es un factor que incide en los accidentes al no tener una visión clara de los elementos en los puestos de trabajo.

La iluminación excesiva o deslumbramiento se da por grandes diferencias de iluminación en el campo visual. Sus principales efectos son el deslumbramiento directo (por la incidencia directa de la iluminación en la visión) y el deslumbramiento reflejado. Donde el ojo no es capaz de adaptarse rápidamente a las diferencias de iluminación, lo cual puede provocar accidentes. Por ello la normatividad aplicable en materia de iluminación establece las cantidades de luxes mínimas establecidas para cada actividad laboral.

## 1.3 Seguridad y Salud en el Trabajo

### 1.3.1 Seguridad y Salud Laboral

Los conceptos seguridad y salud son de gran relevancia para el diagnóstico de las condiciones de iluminación, ya que a raíz de ellos podemos determinar si un espacio es o no idóneo para el correcto y eficaz desarrollo de las actividades del trabajador. Pues además de todos los beneficios, como se ha desarrollado en capítulos anteriores, que conlleva la aplicación de medidas de eficiencia para los consumos, costes de la electricidad, y reducción de emisiones es de suma importancia el impacto que estos llevan a la salud y seguridad para el trabajador.

El concepto de salud tiene diversas acepciones que están basadas en tres aspectos principalmente: somático o fisiológico, psíquico y sanitario. (Anaya V., 2006). Otra definición que podemos tomar es la definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) la cual presenta a la salud como «un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades» (Organización Mundial de la Salud, 1946). En cuyo caso, para nuestro estudio la concepción somática es la que mayor relevancia tiene para los problemas que pudieran presentarse en el trabajador ya que esta puede ser afectada por diversas variables o factores de riesgo en el ambiente laboral.

Hay que tener en cuenta que todas las acciones que vayan encaminadas a la protección de la salud de los trabajadores tienen un impacto en otros ámbitos de su vida, y como consecuente mejora su calidad de vida y de los que lo rodean, así como el eficiente aprovechamiento de los recursos, los cuales son base del desarrollo sustentable. Importante concepto a raíz de las problemáticas que el desarrollo humano y tecnológico ha traído al presente siglo.

Para la Organización Internacional del Trabajo (OIT) la seguridad y salud en el trabajo es una disciplina que abarca múltiples campos especializados, atendiendo el bienestar social, mental y físico de los trabajadores.

Por ello, es importante hablar de Seguridad e Higiene Industrial (SHI). Ya que está asociada a las enfermedades que puede surgir en el ámbito laboral debido a factores y condiciones de riesgo en el trabajo. La SHI aplica a todo centro de trabajo desde un empleado: oficinas, clínicas, centros de esparcimiento, hoteles, industrias, comercios, escuelas, institutos, laboratorios, etc. (Anaya V., 2006). Los beneficios que la SHI trae a las organizaciones en términos de productividad, competitividad y calidad se contraponen a los altísimos costos que un mal manejo y prevención trae a los trabajadores en primera instancia y por consiguiente a las organizaciones.

### 1.3.2 Secretaría del Trabajo y Previsión Social

La STPS tiene como objetivo “estudiar y ordenar las medidas de seguridad e higiene industriales, para la protección de los trabajadores, y vigilar su cumplimiento” (Dirección General de Inspección Federal del Trabajo). Para ello la secretaría cuenta con Normas Oficiales Mexicanas (NOM’s) vigentes en materia de seguridad y salud en el trabajo. Las cuales son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por dependencias del gobierno. Estas se agrupan en cinco temas, los cuales son:

- I. Seguridad
- II. Salud
- III. Organización
- IV. Específicas
- V. Producto

#### I. Seguridad

Para el caso del tema de seguridad se busca eliminar o disminuir los accidentes laborales, para este caso se agrupan diez normas. Las cuales tienen que ver con aspectos como: condiciones de seguridad; protección contra incendios; Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo; Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas; Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura, recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas; electricidad estática en los centros de trabajo; actividades de soldadura y corte; mantenimiento de instalaciones eléctricas.

#### II. Salud

Este tema está principalmente enfocado a prevenir enfermedades de trabajo, apoyándose en el reconocimiento, evaluación y control de agentes físicos, químicos o biológicos en el ambiente laboral. Se agrupan en ocho normas enfocadas en aspectos como: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral; Condiciones de seguridad e higiene donde se genere ruido, donde se manejen fuentes de radiación ionizante, donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes; exposición laboral a presiones ambientales anormales, condiciones térmicas elevadas, vibraciones y la más relevante para nuestro caso de estudio que son: las condiciones de iluminación en los centros de trabajo (NOM-025-STPS-2008).

#### III. Organización:

Se agrupa en siete normas que dictan las medidas generales encaminadas a coordinar los recursos materiales, humanos y financieros disponibles para llevar a cabo la administración de la seguridad y salud en el trabajo, por ejemplo: Equipo de protección personal; Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas; Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene; requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas; Colores y señales de seguridad e higiene, e

identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías; Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo.

IV. Específicas:

Estas normas están enfocadas a ramas de actividad específica, como actividades agrícolas, ferrocarriles, minas y aserraderos. Por ejemplo: Uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes, instalaciones, maquinaria, equipo y herramientas, actividades para el aprovechamiento forestal maderable y de aserraderos, operación y mantenimiento en ferrocarriles, minas subterráneas y a cielo abierto, etc.

V. Producto:

Están dirigidas a fabricantes, comercializadores, importadores y distribuidores de: extintores de diversos tipos, productos de protección personal (calzado, cascos de protección, respiradores, etc.)

En el siguiente capítulo se abordará de forma más específica la normatividad aplicable para las condiciones de iluminación y se presentarán la metodología para la evaluación de las condiciones para los centros de trabajo.

#### **1.4 Normatividad. NOM-025-STPS-2018 – Condiciones de iluminación en los centros de trabajo**

La norma tiene como objetivo establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para contar 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. Esta norma rige para todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

En ella se especifican las obligaciones del patrón, del trabajador y considera los niveles de iluminación mínimos en luxes para cada área de trabajo. Del mismo modo refiere la metodología necesaria para la medición de las condiciones de iluminación, y a partir del reconocimiento se realiza la evaluación de los niveles de iluminación. De igual forma presenta aspectos para aplicar medidas de control y mantenimiento en las áreas que tengan problemas. Al final de la evaluación se presenta un reporte de estudio donde se describe las condiciones normales de operación en las áreas evaluadas, la descripción del proceso, instalaciones, puestos de trabajo y el número de trabajadores expuestos por área y puesto de trabajo. Presenta la distribución del área donde se indica la ubicación de los puntos de medición, la comparación e interpretación de los resultados obtenidos contra lo establecido en las tablas de niveles de iluminación y la hora en la que se efectuaron las mediciones. De igual forma el nombre y la firma del responsable del estudio.

Al ser evaluados los espacios de trabajo, se entrega la conclusión técnica del estudio y en caso de no cumplir, se presentan las medidas de control a desarrollar y un programa de implantación. Luego de ello se deberá efectuar otro análisis de las condiciones de iluminación para concluir con la verificación de las áreas de trabajo.

En el siguiente diagrama (Figura 3) se presenta las secciones que se establecen para la evaluación de las condiciones de iluminación.

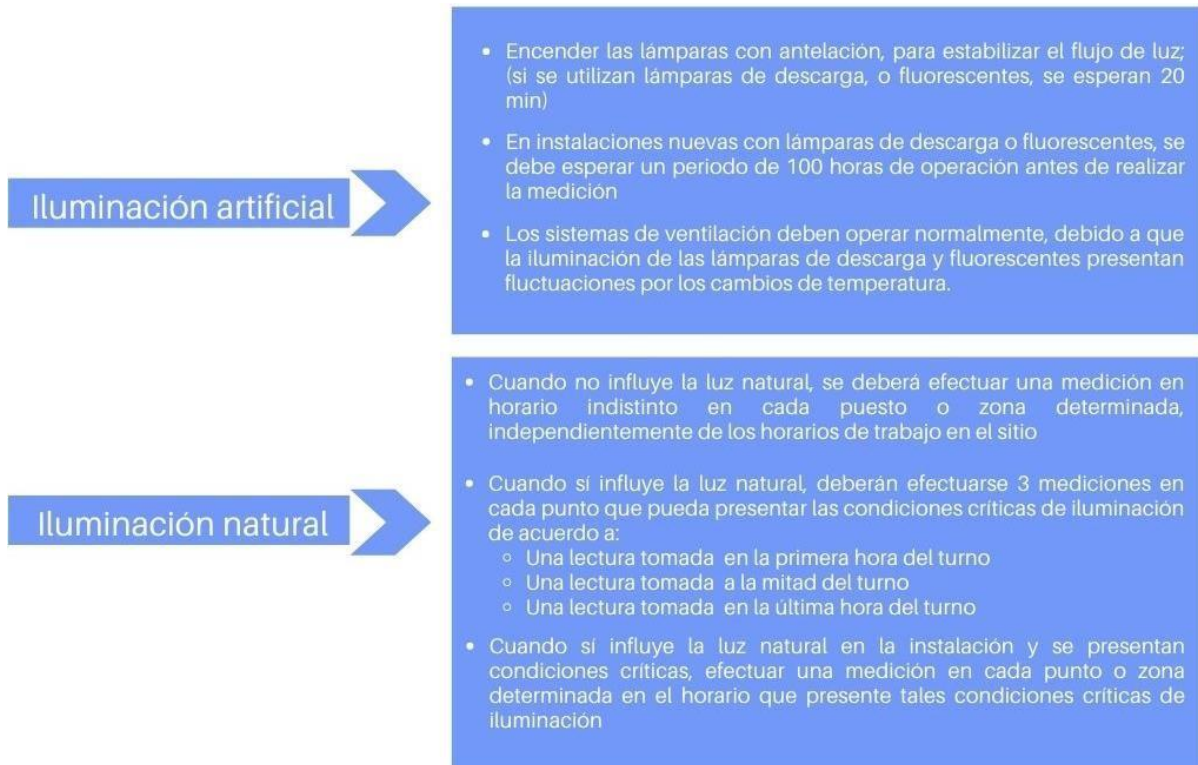


Figura 3 Metodología para la evaluación de NOM-025-STPS-2008. Fuente: Elaboración propia con información de la NOM-025-STPS-2008

En primer lugar, se observa la distribución espacial del área de trabajo identificando las fuentes de iluminación, los sitios donde el trabajador realiza sus labores, y las características generales del sitio (número de lámparas, distribución, potencia, etc...)

Seguido de este paso, se realiza la evaluación de los niveles de iluminación dependiendo de las características lumínicas del sitio, enseguida se muestra un diagrama de la metodología (Figura 4). De igual forma se presentan las especificaciones para la cantidad de mediciones en el puesto de trabajo por área de trabajo. Del mismo modo las características de la instrumentación para la realización de las mediciones. (Anexo 1)

Por último, se presentan los resultados y se brindan medidas de control para la mejora de las condiciones de iluminación o en su defecto de mantenimiento de las mismas para el caso que los niveles estén debajo o sobre los establecidos por norma.



*Figura 4 Metodología para la evaluación de niveles de iluminación.. Fuente: Elaboración propia con información de la NOM-025-STPS.2008*

## **Capítulo 2.**

### **Estudio Técnico**

#### **Introducción**

La iluminación es un factor clave para el correcto desempeño de los trabajadores, la ausencia de la misma influye negativamente de diversas maneras como en el estado de ánimo, la capacidad del cerebro para procesar la información, así como falta de atención. Además de determinar la seguridad laboral, pues cambios bruscos de luz o de brillos pueden cegar al trabajador incrementando el riesgo de accidentes y aumentando las bajas laborales. Esto puede afectar la productividad de la empresa o institución y la salud de los trabajadores, ya que no se está en óptimas condiciones para desempeñarse de forma correcta en sus áreas y puestos de trabajo.

En la actualidad existen normas nacionales establecidas para la iluminación, las cuales realizan estudios en los lugares de trabajo para conocer y dar recomendaciones para el mejoramiento de sus condiciones lumínicas. Con el fin de determinar la cantidad y calidad de luz adecuada, de tal manera que permita realizar labores con eficiencia y comodidad, además de optimizar la percepción de la información visual utilizada en el desarrollo del trabajo y conservar el nivel adecuado de rendimiento y calidad del producto o servicio. De esta forma se busca garantizar una máxima seguridad en torno a los oficios y proporcionar un adecuado bienestar visual.

En este contexto, la normatividad asociada a las condiciones de iluminación en los puestos de trabajo en México, esta dictaminada por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), en la NOM-025-STPS-2008. Este documento indica todos los requerimientos legales, condiciones de iluminación óptimas para el desempeño de las distintas actividades laborales y metodología para evaluar las condiciones de iluminación.

En el caso de este trabajo, se realizó el análisis de las condiciones de iluminación del edificio de Secretaría de Hacienda y Crédito Público, ahora Ferrocarriles Nacionales de México en Liquidación y, Luz y Fuerza del Centro. Para este fin se evaluaron los niveles de iluminación en todas las áreas en los centros de trabajo, apegado a la normatividad vigente a fin de proveer a la institución el dictamen de cumplimiento o no cumplimiento de ésta normativa.

Esto como parte de la vinculación y compromiso social que tiene la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Para poder crear soluciones a las problemáticas existentes en la Ciudad de México.

#### **2.1 Metodología**

El diagnóstico energético está basado en la metodología de la norma sobre condiciones de iluminación en los centros de trabajo; NOM-025-STPS-2008, estipulada por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

El propósito de la norma es poder contribuir a la prevención de riesgos de trabajo debido a los efectos deficientes o excesivos de iluminación en la realización de las distintas tareas de los trabajadores, la cual se basa en los siguientes criterios de iluminación:

- Lámparas y luminarias
- Sistemas de alumbrado
- Niveles de iluminación
- Deslumbramiento
- Reflexión
- Eficiencia luminosa y mantenimiento

El primer paso que se realizó en la ejecución de la metodología se basa en una inspección visual del recinto a evaluar, con el objetivo de poder identificar las áreas laborales, tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo, actividades que presenten una iluminación deficiente o en exceso que pueda provocar molestias, interferencias a la visión o fatiga visual.

Se realizó el reconocimiento de las condiciones del edificio, dicha inspección se hizo el día 12 de noviembre del 2020. Se comenzó con la identificación de las distintas tareas visuales desempeñadas por los trabajadores, en donde se pudo identificar que la mayoría de las tareas visuales corresponden a actividades de oficina, de tránsito, de mantenimiento y de limpieza, y algunas actividades de precisión como actividades de cómputo, creación y lecturas de planos.

Posteriormente a la identificación de las tareas visuales, se examinó la distribución y tipo de tecnología utilizada en el sistema de iluminación. Además de las condiciones de deficiencia o deslumbramiento que llegaron a tener las áreas de trabajo.

En dicho análisis, se detectó que la distribución de las luminarias en el tercer, cuarto y quinto piso, en su mayoría corresponden a las áreas de trabajo. Es decir, existe una distribución adecuada de las luminarias que permite la correcta iluminación de los planos de trabajo. Por otra parte, se observó que estos tres niveles presentan condiciones de deslumbramiento en los horarios matutinos. En especial, en todas aquellas áreas con ventanas en dirección oriente-sur del edificio. Respecto a las áreas de trabajo con ventanas situadas con dirección norte, presentan condiciones altas de reflexión, esto causado por un edificio de color claro que se encuentra en el terreno contiguo al complejo, y que provoca el deslumbramiento.

En el caso de la planta baja, primer y segundo piso del edificio, observamos que la distribución de las luminarias no es del todo correcta respecto a las áreas de trabajo. Ya que, se detectó que muchos de los puestos de trabajo como mamparas u oficinas fueron adaptadas, provocando una deficiente condición de iluminación. Lo cual crea problemas para la realización de las tareas visuales desempeñadas en el puesto de trabajo.

Además, en estos tres niveles, el sótano, estacionamiento, escaleras de emergencia y escaleras de tránsito se encontró una gran cantidad de luminarias descompuestas o en mal estado. En algunos casos como en el estacionamiento, escaleras de tránsito y de emergencia, se observó que no cumplen con las condiciones mínimas de iluminación, puesto que no existen luminarias en lugares esenciales o están averiadas. Especialmente de noto la problemática en el turno nocturno.

Sobre la percepción de los trabajadores, se recabó información que afirma molestias oculares al concluir sus jornadas laborales, así como deslumbramientos en las oficinas con ventanas. También indicaron que algunos puestos de trabajo la iluminación es insuficiente.

En el reconocimiento de las condiciones del sistema eléctrico del lugar la mayoría de las secciones del edificio cuenta con apagadores. Respecto a la tecnología instalada, está

corresponde en su mayoría a lámparas fluorescentes de tipo T8 y T12 de 32 watts y en algunos casos se utilizan lámparas led.

La segunda parte de la metodología empleada por nuestro equipo corresponde a verificar los niveles de iluminación de los centros de trabajo. Esta revisión se realizó el día 26 de noviembre del 2020 bajo los criterios observados al momento del reconocimiento visual.

A continuación, se presenta el anexo de las condiciones de iluminación para cada área y puesto de trabajo (Figura 5).

ANEXO 3. Iluminación					
Nombre del encargado del levantamiento		Fecha		Hora	
Equipo de medición					
Descripción del área de trabajo					
Nombre del edificio					
Sección del complejo					
Área del espacio de trabajo (m <sup>2</sup> )		Altura del salón [m]			
Tipo de actividades que se realizan					
Número de luminarias		Número de lámparas			
Tipo y Potencia de lámparas		Número de lámparas descompuestas			

Número de mediciones				
$IC = \frac{x * y}{h(x + y)}$	IC	IC < 1	4	Número de mínimo de zonas a evaluar
		1 < IC < 2	9	
		2 < IC < 3	16	
		3 < IC	25	
Firma del Responsable				
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				

Figura 5. Anexo de condiciones de iluminación del levantamiento al edificio de SHCP. Fuente: Elaboración propia con información de NOM-025-STPS-2008

Referente al levantamiento de información de las condiciones de lumínicas, se realizó la toma de una a tres mediciones de los niveles de iluminación, esto debido a que la norma nos indica que los lugares con solamente iluminación artificial, se realizará una sola medición; sobre los lugares que cuentan tanto con iluminación natural y artificial se procederá a realizar de dos a tres evaluaciones. Para poder llevar a cabo las lecturas de la iluminación, el equipo utilizó un luxómetro Marca: UNIT-T Modelo: UT383. Dicho modelo se muestra en la Imagen 1.



Imagen 1.. Luxómetro UNIT-T Modelo: UT383 Fuente: agelectronica

Posteriormente se procedió al levantamiento en cada una de las áreas de trabajo, tomando en cuenta la posición y la altura a la que el trabajador necesita o requiere de iluminación, que es aproximadamente 1.20 metros a nivel del piso. Como evidencia fotográfica se muestra la Imagen 2.



Imagen 1 Equipo tomando mediciones de las condiciones de iluminación. Fuente: elaboración propia

## 2.2 Valoración de la evaluación

### 2.2.1 Información del lugar

El inmueble se encuentra ubicado en Calzada México-Coyoacán 318, Colonia General Pedro María Anaya, en la alcaldía Benito Juárez CP. 03340 Ciudad de México. Se encuentra entre eje 8 Popocatepetl y Palomares. Cuenta con alrededor de 2,500 m<sup>2</sup>, con dos turnos que van de las 9:00 a las 18:30 horas para el primer turno y de 24 horas para el segundo con un horario laboral de lunes a viernes. En la imagen 3 se muestra la vista superior del inmueble. Por cuestiones de pandemia las personas que laboran son aproximadamente 200.

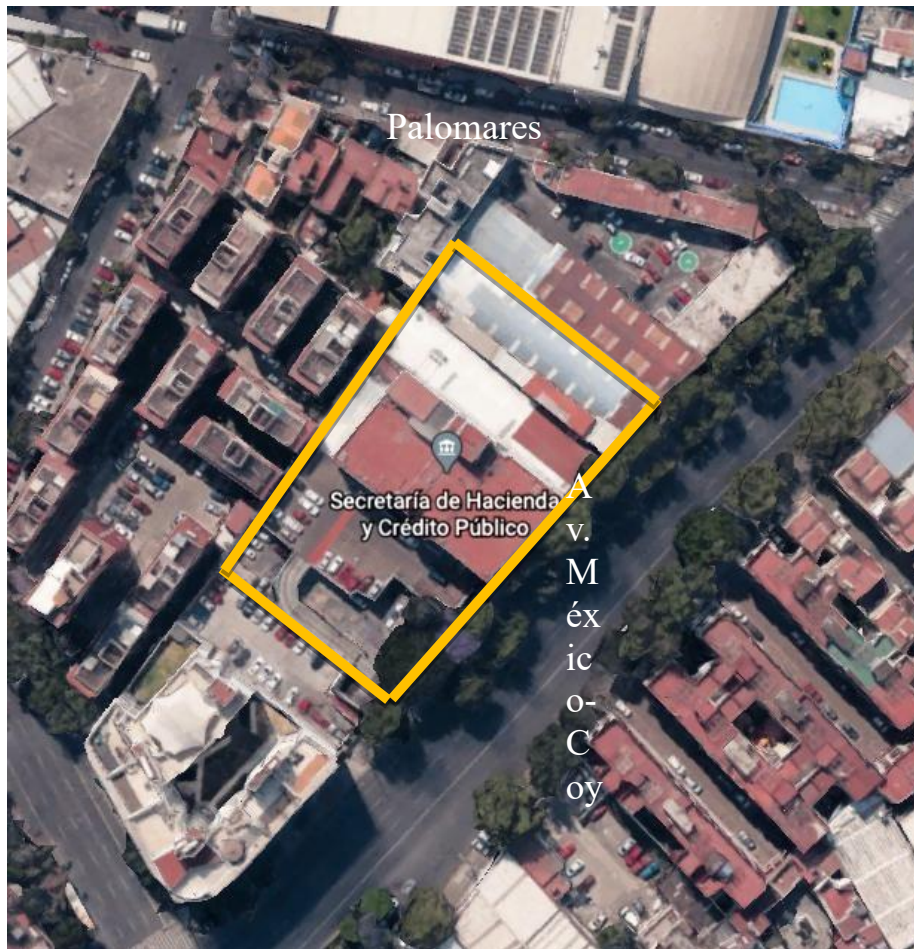


Imagen 2 Vista superior del inmueble Fuente: Google Earth 2021

Tabla 1 Datos generales del inmueble Fuente: Elaboración propia

<b>Datos generales del inmueble</b>	
<b>Nombre, denominación o razón social:</b>	<i>Ferrocarriles Nacionales de México en Liquidación</i>
<b>Nombre del enlace institucional del proyecto:</b>	<i>Lic. Eduardo Jasso López</i>
<b>Giro o actividad principal del establecimiento:</b>	<i>Organismo de la administración pública federal</i>
<b>Domicilio del inmueble:</b>	<i>Calz. México Coyoacán Núm. 318</i>
<b>Colonia:</b>	<i>General Pedro María Anaya</i>
<b>Código postal:</b>	<i>03340</i>
<b>Localidad:</b>	<i>Benito Juárez</i>
<b>Estado:</b>	<i>Ciudad de México</i>
<b>Teléfono</b>	<i>803 688 1100</i>
<b>Correo electrónico:</b>	<i>No Proporcionado</i>
<b>Página web:</b>	<i>No Proporcionado</i>

Cabe destacar, que al momento de solicitar al personal de la Institución el diagrama unifilar, planos arquitectónicos y recibos de electricidad. El personal de mantenimiento desconoce si existen diagramas unificables, así mismo, no se nos pudieron entregar planos arquitectónicos, únicamente se nos fueron proporcionados planos de sembrado del tercer, cuarto y quinto piso.

Respecto a las condiciones del sistema eléctrico se identificó que el edificio cuenta con 7 medidores, 1 subestación, 1 transformador y 2 plantas de emergencia. Posee una tensión de salida de 127V. El transformador opera a una tensión de suministro trifásico a 23 kV conectado en delta y estrella, una potencia nominal de 750kVA. Por otra parte, no se sabe si pertenece al

edificio de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) o a la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Por inspección visual el transformador no es de fácil acceso, cuenta con un candado, y se desconoce quién posee dicha llave; por lo que en caso de un eventual incidente no habría un adecuado tiempo de reacción, además de no contar con conexión de puesta a tierra bien identificada, equipo de seguridad, ni bitácora de mantenimiento.

Se constató con el personal de mantenimiento del complejo, cuando se realizó el último mantenimiento del transformador y lamentablemente no se pudo ratificar la fecha de mantenimiento.

Además, en la inspección visual se observó un sistema de puesta a tierra, el cual no se puede referir con exactitud si está funcionando de forma idónea.

Por otra parte, en el área de medidores e interruptores de seguridad se encuentran ubicados junto a las bombas de agua y a la cisterna, situación conflictiva puesto que, en caso de alguna falla en las bombas podría generar algún potencial incidente en la instalación.

También se identificó que sobre el área del centro de carga pasa una tubería de agua, lo cual es un foco de riesgo.

Respecto al sistema de los medidores instalados se observó que todos ellos aún eran modelos mecánicos, esto no permite hacer una medición precisa de los consumos, ya que estos medidores no registran conceptos como demanda.

Los medidores no están actualizados, por lo que no cumplen con los requerimientos mínimos de la CFE, los cuales debieron ser cambiados por la misma. En el caso de modernizarlos existe un potencial aumento en el precio de facturación, ya que se medirá la demanda y el consumo real.

Cabe resaltar que, de los 7 medidores, 3 no están en operación y se desconoce si las líneas de alimentación están energizadas, el personal de mantenimiento desconoce que sistemas del edificio son alimentados por los 4 restantes.

Respecto a los medidores, 2 de ellos tienen tarifa de Pequeña Demanda Baja Tensión (PDBT), los restantes son de tarifa Gran Demanda Baja Tensión (GDBT).

Por otra parte, los medidores no cuentan con un sistema de puesta a tierra, lo cual no cumple con la especificación técnica CFE DCMBT300, para medición de acometidas trifásicas y CFE DCABT000 para la instalación de acometidas en baja tensión.

Al solicitar los recibos de electricidad de CFE solo se nos proporcionaron dos, los cuales indican que el edificio se encuentra en el esquema tarifario de Gran Demanda Baja Tensión (GDBT) y Pequeña Demanda Baja Tensión (PDBT), bajo el esquema de suministro CFE, División Valle de México Sur. El personal manifestó desconocimiento del área a la que llegan los recibos de CFE.

## 2.2.2 Iluminación

Una vez realizada el reconocimiento de las áreas y puestos de trabajos, se procedió a realizar las evaluaciones de las condiciones de iluminación.

Es de importancia mencionar que estas evaluaciones se realizaron conforme a la ubicación de las áreas de trabajo, es decir, lugares que se encuentran en condiciones cambiantes de iluminación. Para este caso se procedieron a realizar de dos a tres levantamientos. En algunas situaciones donde las condiciones de iluminación no variaban, se hizo un solo levantamiento, conforme a las estipulaciones de la normatividad.

Se llevaron a cabo aproximadamente un total de 313 levantamientos en todo el complejo institucional, con alrededor de 1,252 mediciones.

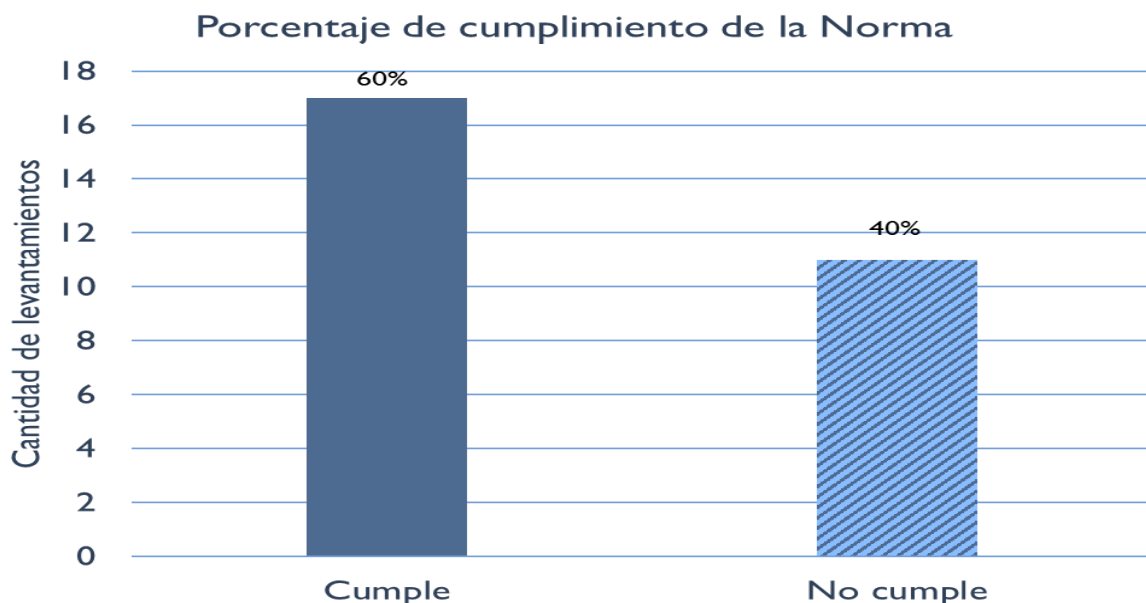
A continuación, se describirán los porcentajes de cumplimiento de la iluminación en las distintas áreas de trabajo. Cabe señalar que solo tres pisos cuentan con esquemas de distribución de los puestos de trabajo.

### 2.2.2.1 Planta baja

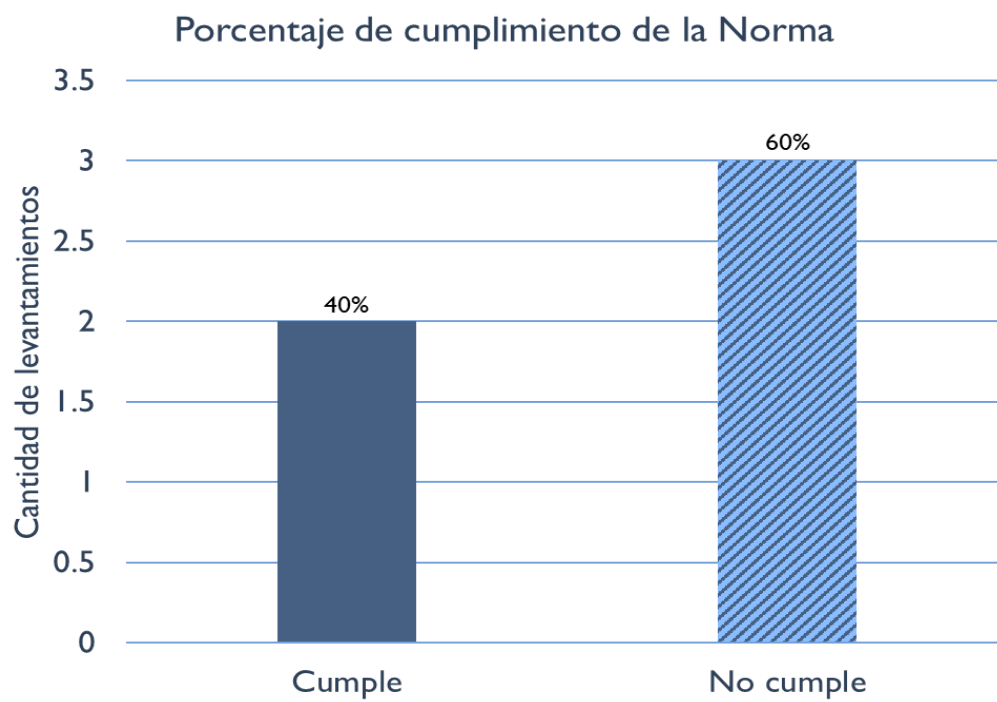
En esta sección del edificio solo se realizaron dos evaluaciones, la primera en el turno de la mañana alrededor de las 12:00 horas. Y la segunda en el turno nocturno aproximadamente a las 19:30 horas. En la planta baja, la luz natural afecta pocas secciones, por lo que algunas mediciones se catalogaron como únicas.

Referente al turno matutino se hicieron 28 levantamientos con más de 140 mediciones. La reflexión promedio es este turno fue del 27%, respecto a las secciones el 96 % de ellas cumplieron con la reflexión prescrita por la norma. El equipo se encontró con 14 lámparas fundidas.

En el caso del turno nocturno solo se hicieron 5 levantamientos, con alrededor de 25 mediciones. Esto se debe al hecho de que pocos lugares cuentan con ventanas y que muchas oficinas se encontraban cerradas al momento del levantamiento. A continuación, se mostrará en la gráfica 2 y 3, los porcentajes de cumplimiento de iluminación de ambos turnos.



Gráfica 2. Cumplimiento de iluminación de la planta baja turno matutino. Fuente Elaboración propia

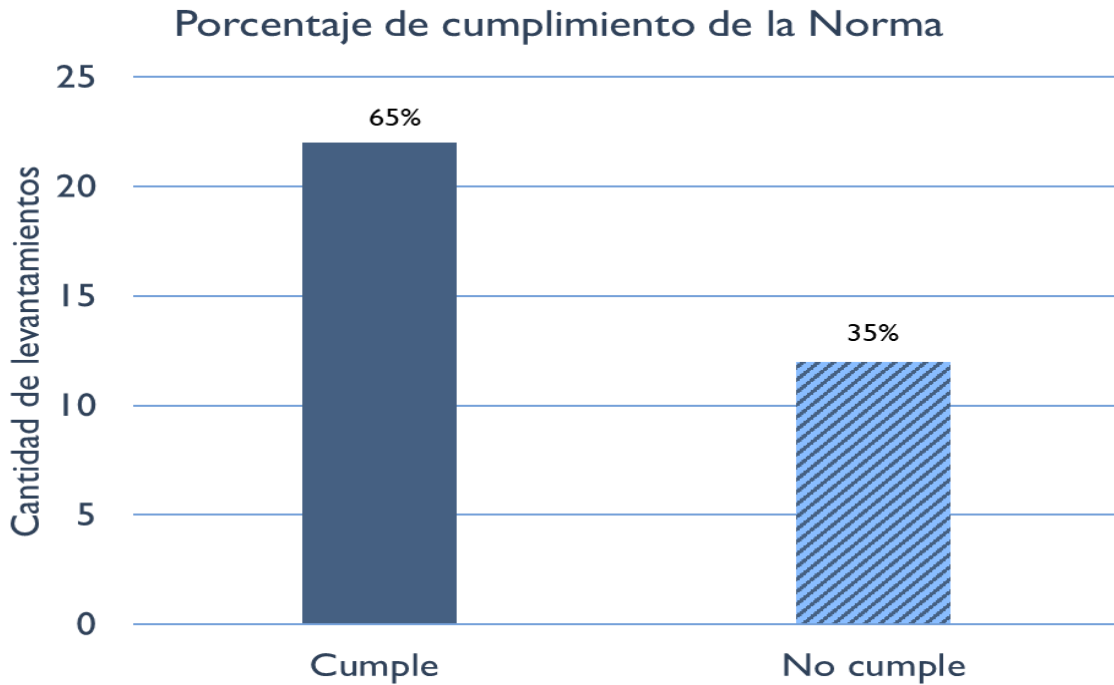


Gráfica 3. Cumplimiento de iluminación de la planta baja turno nocturno. Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2.2 Primer piso

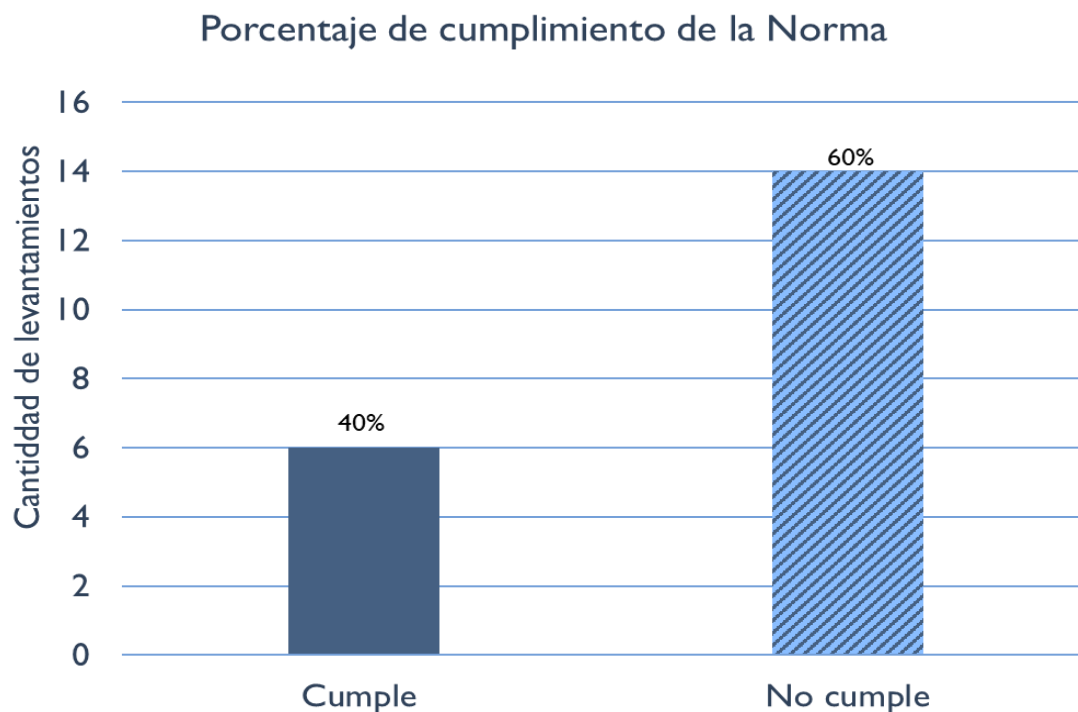
En esta sección del complejo también se efectuaron dos evaluaciones. La primera de ellas se fue la del turno matutino que se ejecutó alrededor de las 11:30 horas. En esta evaluación se realizaron 34 levantamientos con más de 170 mediciones.

La reflexión promedio fue del 29 %, para este turno, con un cumplimiento normativo del 96% por parte de las distintas áreas laborales. El equipo pudo identificar 10 lámparas descompuestas. Además, esta sección del edificio no cuenta con muchas ventanas y algunas de ellas tienen árboles en frente, por lo que la variación de luz en el transcurso del día no es significativa. Por consiguiente, muchas de las mediciones se tomaron como únicas. En el siguiente gráfico se muestra el nivel de cumplimiento de iluminación según la normativa. En la siguiente gráfica 4 se muestra el nivel de cumplimiento de iluminación según la normativa.



Gráfica 4. Cumplimiento de iluminación del primer piso turno matutino. Fuente: Elaboración propia

En el caso del levantamiento nocturno, se hizo alrededor de las 20:00 horas. Donde el equipo realizó 20 levantamientos con más de 100 mediciones. En tanto a las condiciones de reflexión el promedio se calculó en 31%, cumpliendo los requerimientos normativos, donde el 94 % de las áreas cumplieron con estos índices. Por otra parte, muchas de las oficinas se encontraban cerradas. En el siguiente gráfico se muestra el nivel de cumplimiento de iluminación según la normativa. En la gráfica 5, se muestra el nivel de cumplimiento de iluminación según la normativa



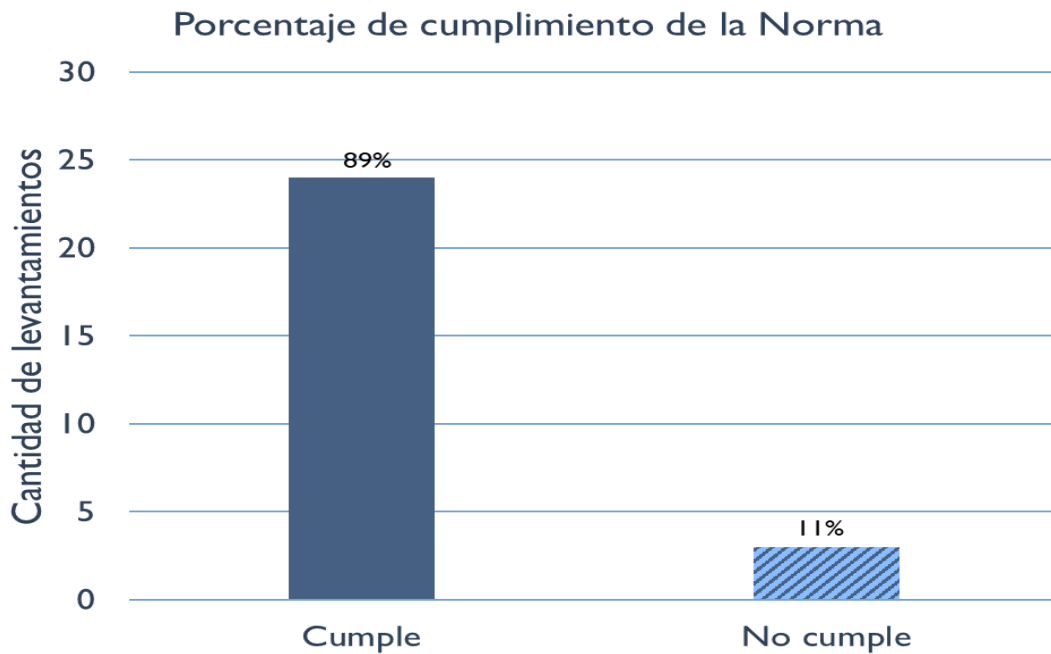
Gráfica 5. Cumplimiento de iluminación del primer piso turno nocturno. Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2.3 Segundo piso

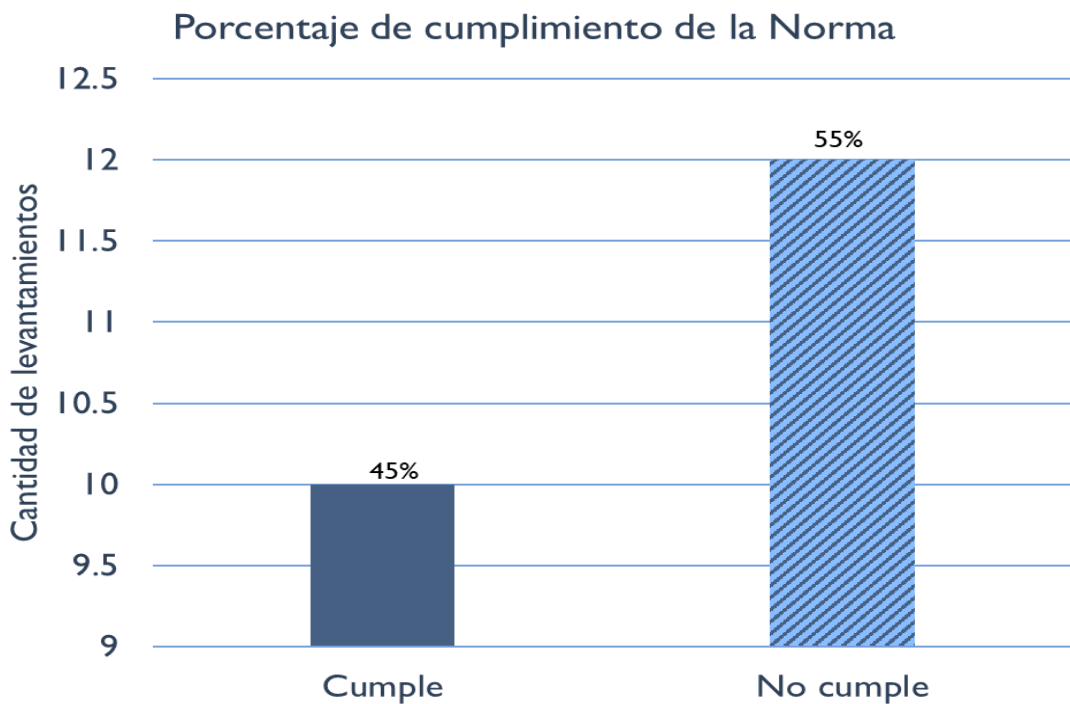
En esta sección del complejo también se realizaron dos levantamientos, el del turno matutino se realizó alrededor de las 11:00 horas. El equipo realizó 27 levantamientos, con más de 108 mediciones. Los índices de reflexión presentaron un promedio del 28%, cumpliendo así los requerimientos normativos, En donde 92% de las áreas de trabajo cumplieron con estos índices normativos. El equipo observó alrededor de 6 lámparas fundidas.

Respecto al turno nocturno, se realizaron 22 levantamientos con más de 110 mediciones. Aproximadamente se realizó el levantamiento a las 20:00 horas. En tanto a los niveles de reflexión el promedio fue de 16%, relacionado con las áreas de trabajo 100% cumplen con prescripción normativa.

En las siguientes gráficas 6 y 7 se muestra los niveles de cumplimiento de iluminación según la normativa para ambos turnos.



Gráfica 6. Cumplimiento de iluminación del segundo piso turno matutino Fuente: Elaboración Propia

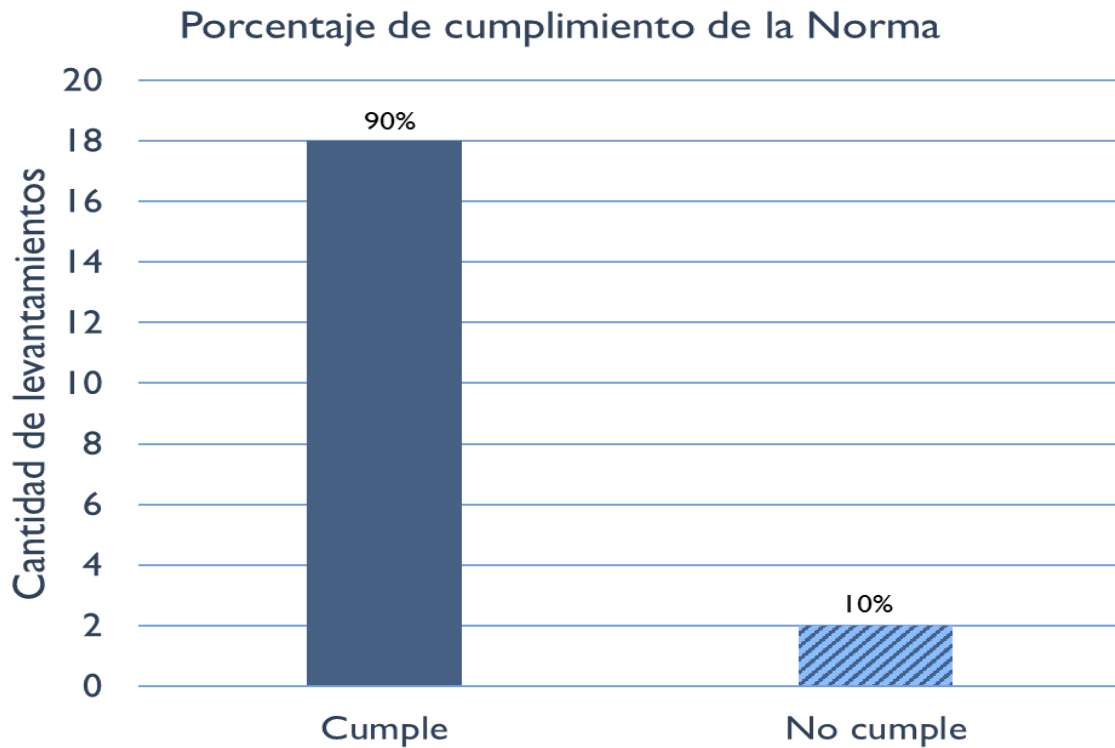


Gráfica 7. Cumplimiento de iluminación del segundo piso turno nocturno. Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.2.4 Tercer piso

Como en los casos anteriores se realizaron dos evaluaciones en cada una de las áreas de trabajo. La evolución matutina se ejecutó alrededor de las 10:30 horas. Donde se hicieron 20 levantamientos con más de 100 mediciones. El índice promedio de reflexión para este nivel fue de 31%, en donde el 94% de las distintas áreas cumplieron con los caracteres normativos. En esta sección pudimos identificar alrededor de 31 lámparas descompuestas. En la imagen 4, se mostrará la distribución de los puestos de trabajo de este piso, además de mostrar en el gráfico 8, el porcentaje de cumplimiento de la iluminación.

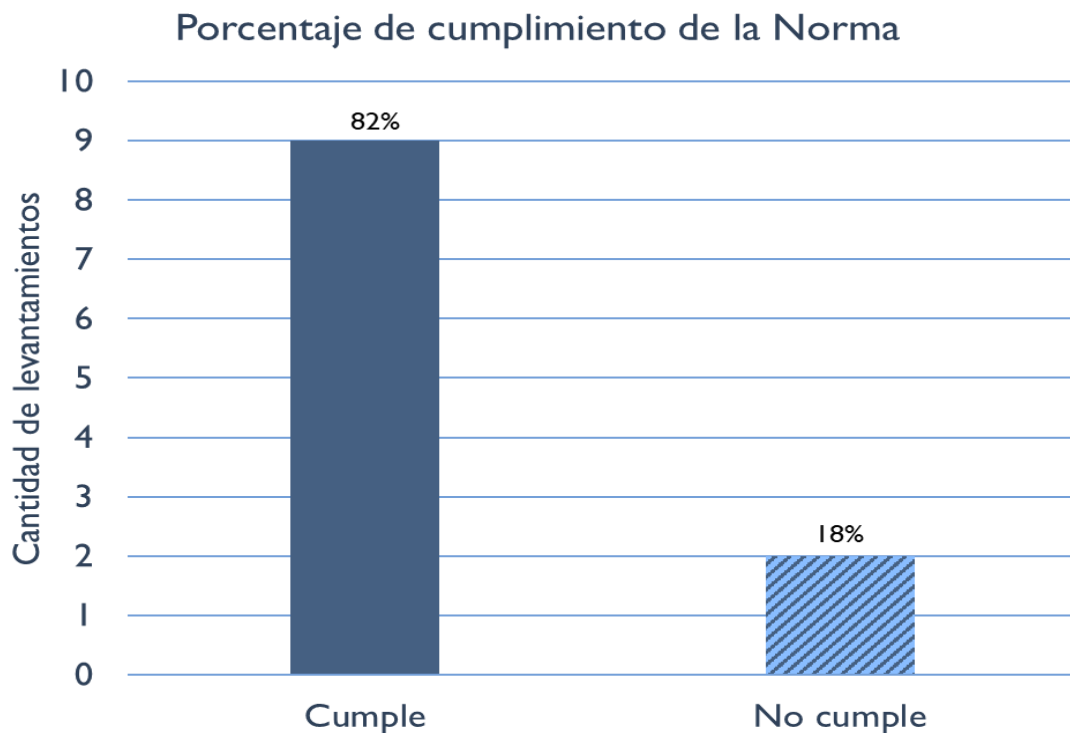




Gráfica 8. Cumplimiento de iluminación del tercer piso turno matutino. Fuente: Elaboración propia

En tanto a la evaluación del turno nocturno, el equipo de trabajo realizó 11 levantamientos con más de 55 mediciones. Dicha evaluación se ejecutó alrededor de las 17:30 horas. Con respecto a los índices de reflexión, el promedio para este piso fue de 26%, donde todas las áreas cumplieron con los caracteres normativos.

En el gráfico 8, se presentan los porcentajes de cumplimiento de iluminación para el turno nocturno. Cabe destacar que a pesar de las grandes cantidades de lámparas descompuestas el porcentaje de aprobación es alto.



Gráfica 9. Cumplimiento de iluminación del tercer piso turno nocturno. Fuente: Elaboración propia

### **2.2.2.5 Cuarto piso**

En este piso también se hicieron dos evaluaciones de iluminación, el turno matutino se hizo a las 10:00 horas. El equipo efectuó 23 levantamientos con más de 115 mediciones. También observamos alrededor de 30 lámparas descompuestas. Sobre los índices de reflexión el promedio fue de 67%, lo que refleja una problemática de deslumbramiento. Ya que solo 37% de los espacios laborales cumplieron con los índices normativos.

Por otra parte, la evaluación del turno nocturno se hizo alrededor de las 19:00 horas. En donde el equipo formuló 13 levantamientos con más de 65 mediciones. En la imagen 5, se muestra la distribución de los puestos y áreas de trabajo de esta sección del complejo. Además, se mostrará en la gráfica 10 y gráfica 11, los porcentajes de aprobación de iluminación según la normativa, en el turno matutino y turno nocturno respectivamente.

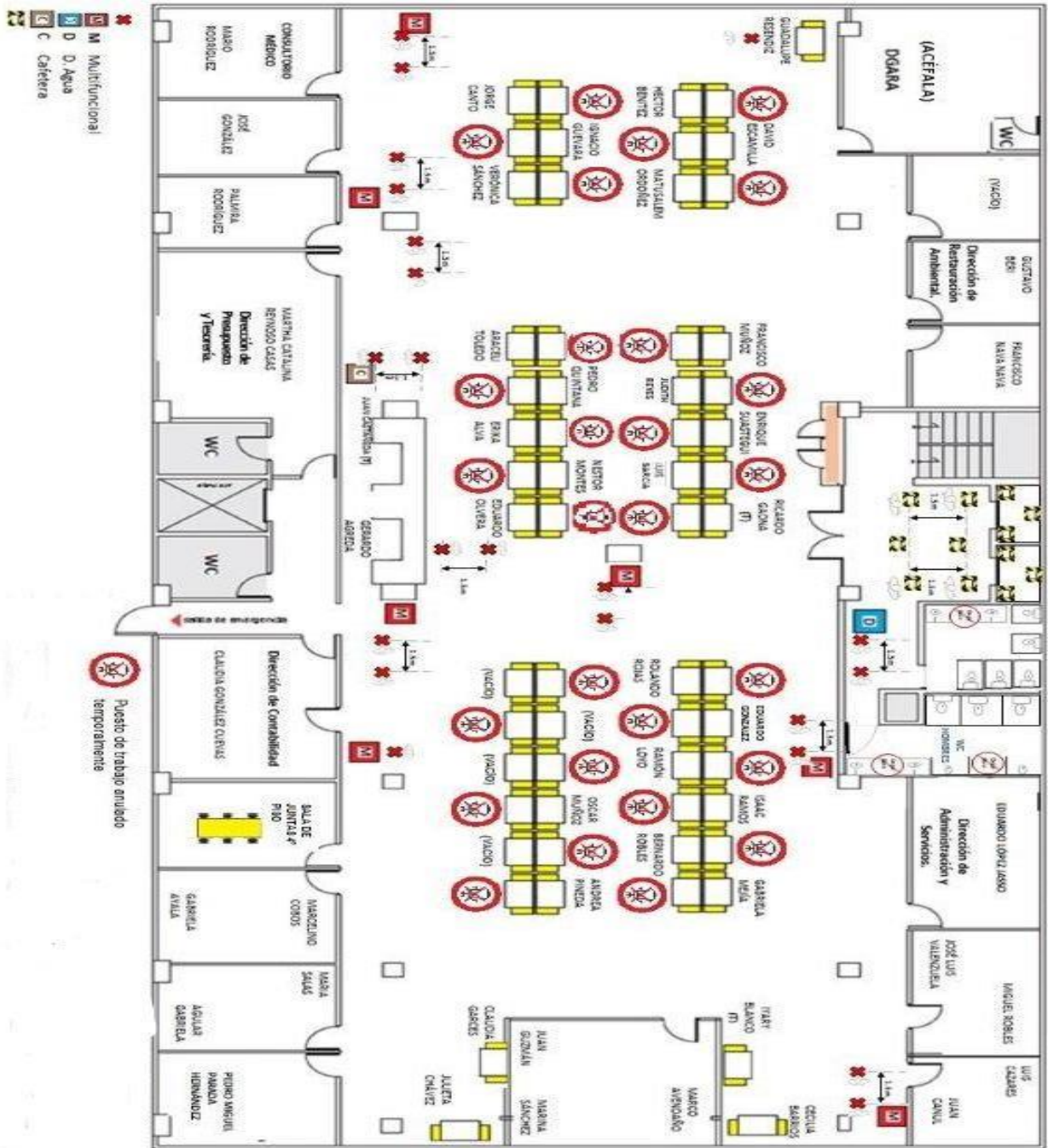
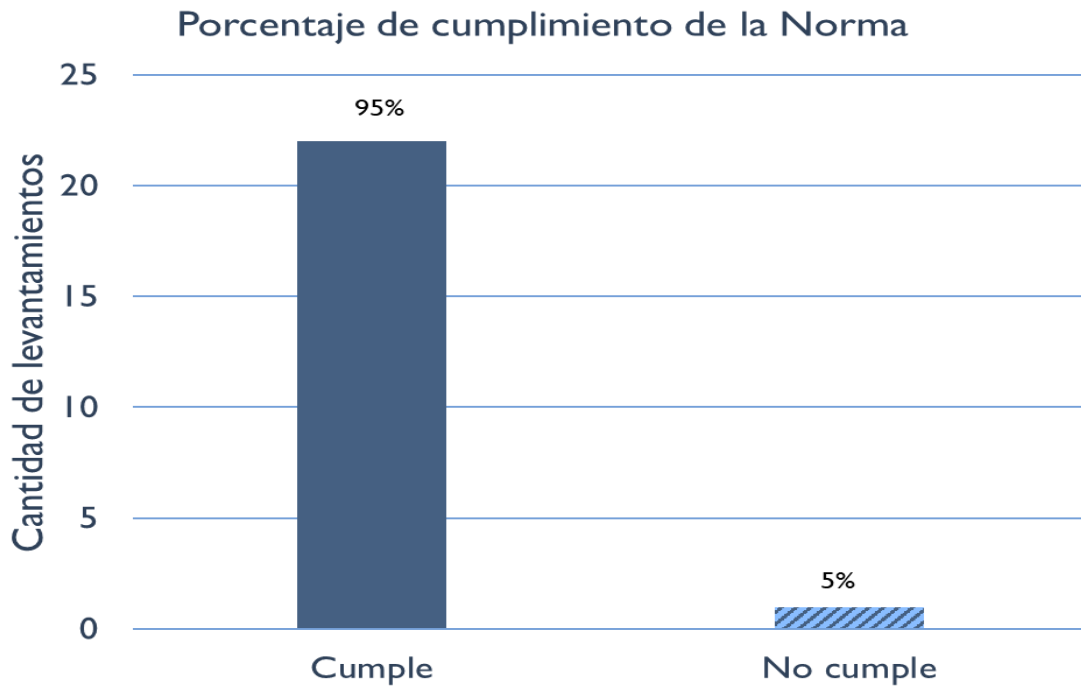
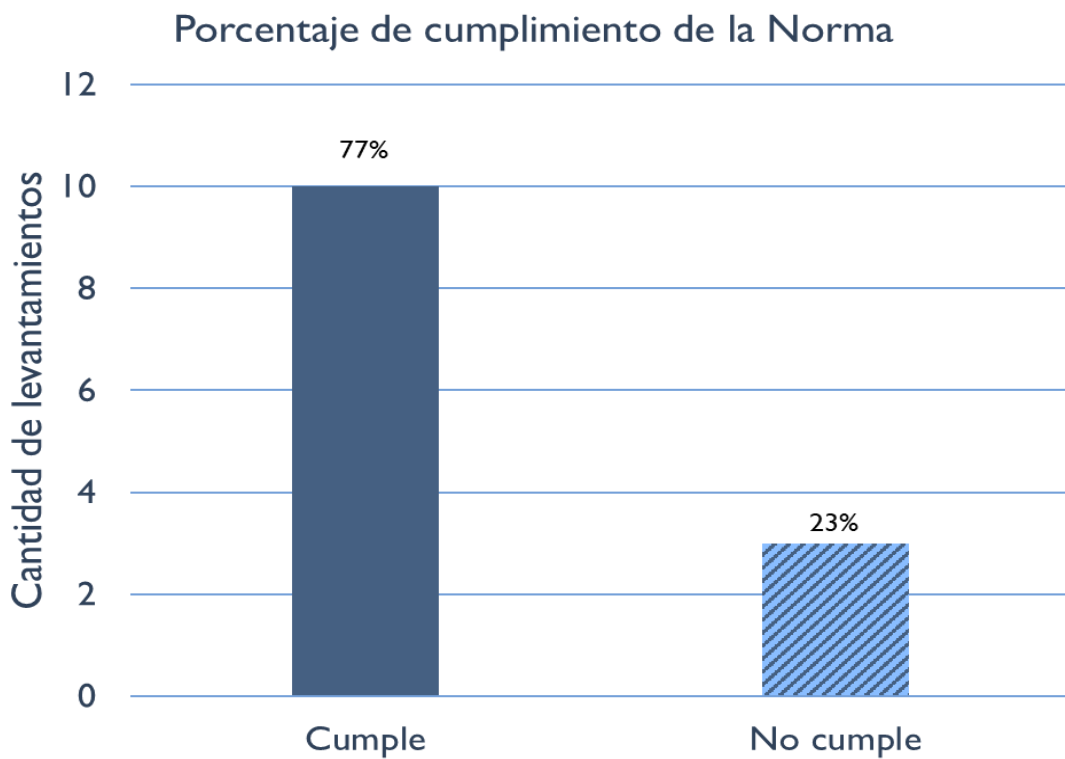


Imagen 4 Plano de cuarto. Piso Ferrocarriles Nacionales de México en Liquidación



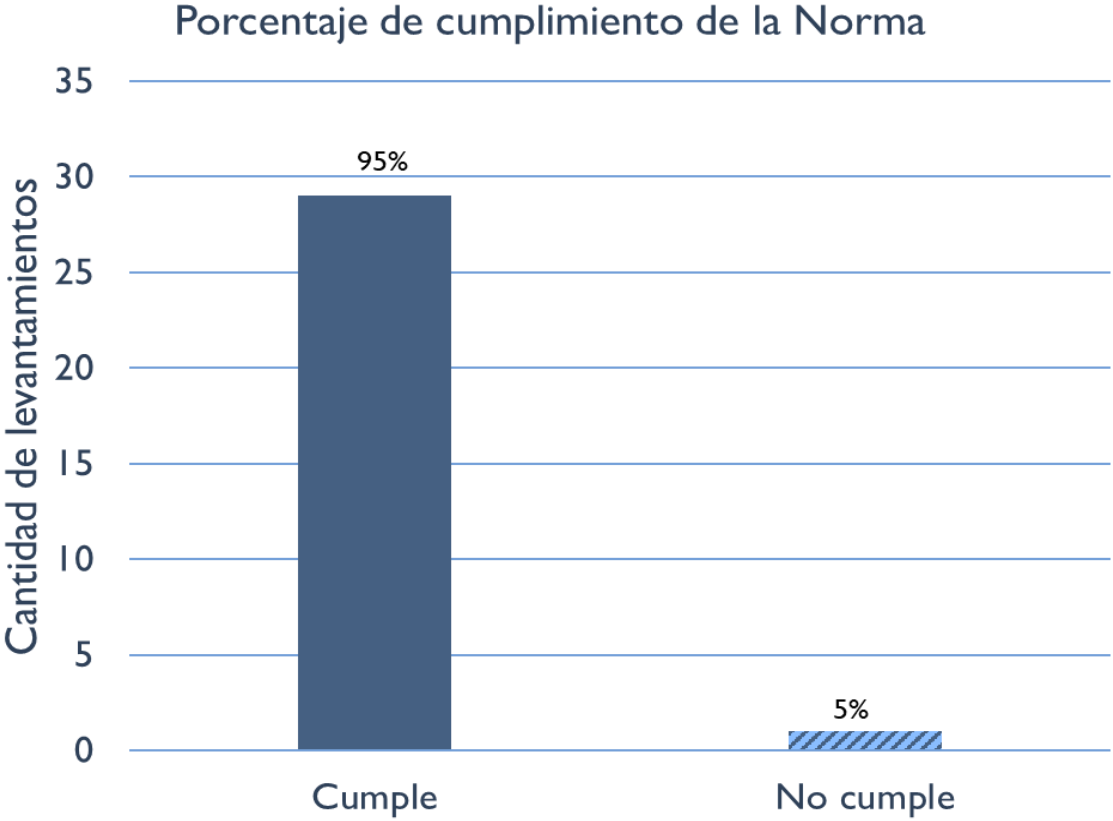
Gráfica 10. Cumplimiento de iluminación del cuarto piso turno matutino Fuente: Elaboración propia



Gráfica 11. Cumplimiento de iluminación del cuarto piso turno nocturno. Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2.6 Quinto piso

En esta sección del recinto se procedió a efectuar tres evaluaciones, esta decisión la tomó el equipo, por el hecho de que durante todo el transcurso del día el lugar presenta variaciones de iluminación por parte de la luz natural del sol. Por lo que la primera evaluación matutina se hizo a las 9:00 horas, realizando 30 levantamientos, con más de 150 mediciones. Identificamos 16 lámparas descompuestas en todo el piso. Referente a los niveles de reflexión, el promedio fue de 99%, lo anterior demuestra que esta sección presenta problemáticas de deslumbramiento. Ya que solo el 31% de los lugares laborales cumplieron con los requerimientos normativos. A continuación, en la Imagen 6 se mostrará la distribución de los puestos de trabajo. Así como en la gráfica 12, se muestra los porcentajes de cumplimiento de iluminación en el turno matutino.



Gráfica 12. Cumplimiento de iluminación del quinto piso turno matutino Fuente: Elaboración propia

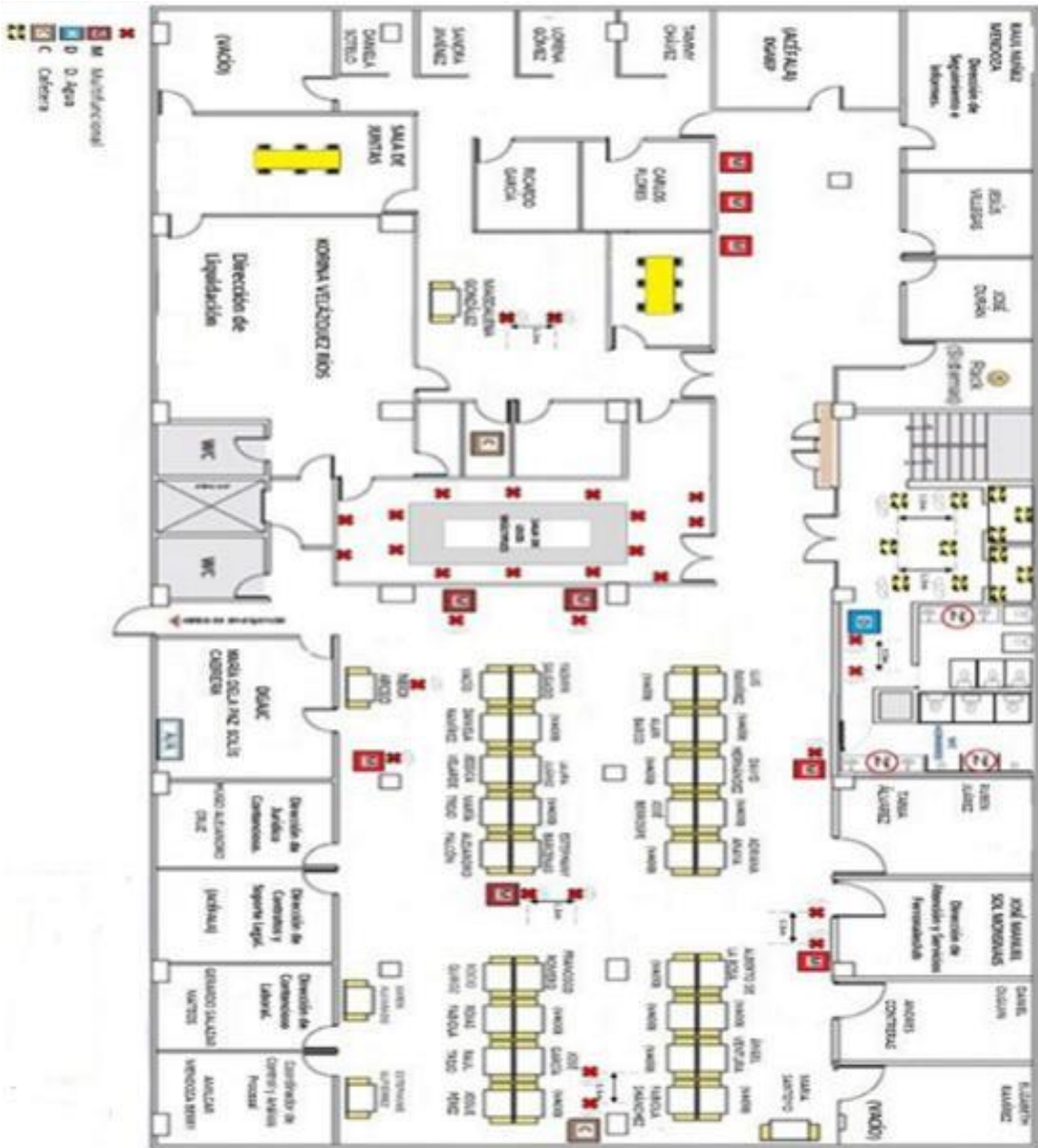
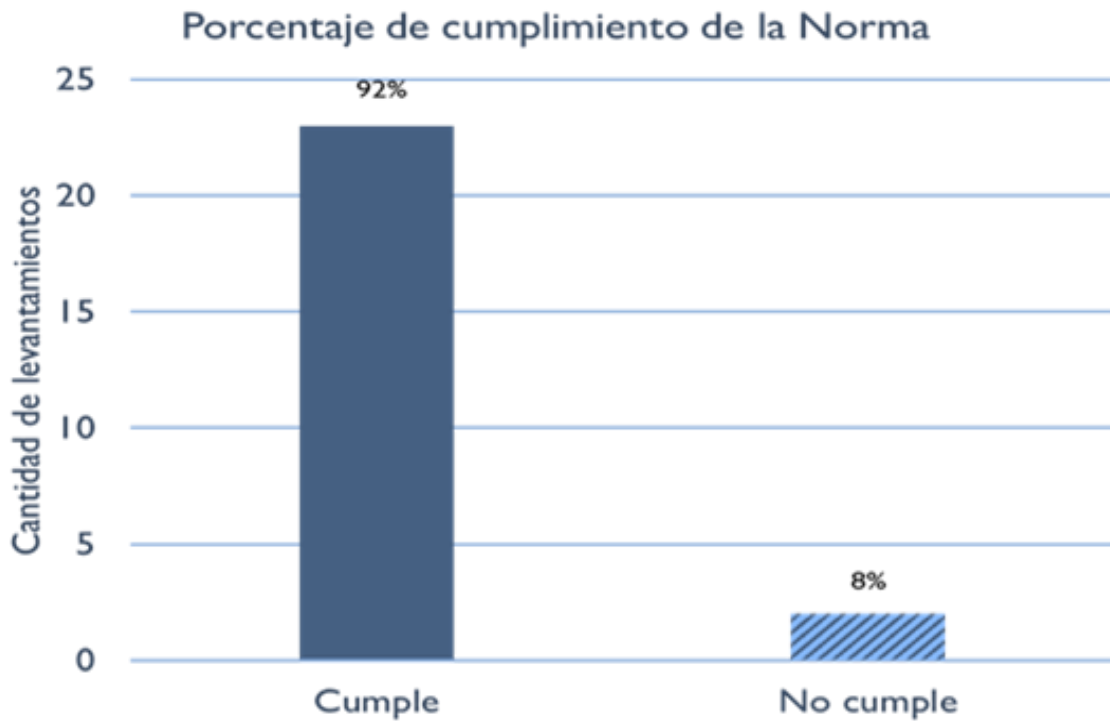


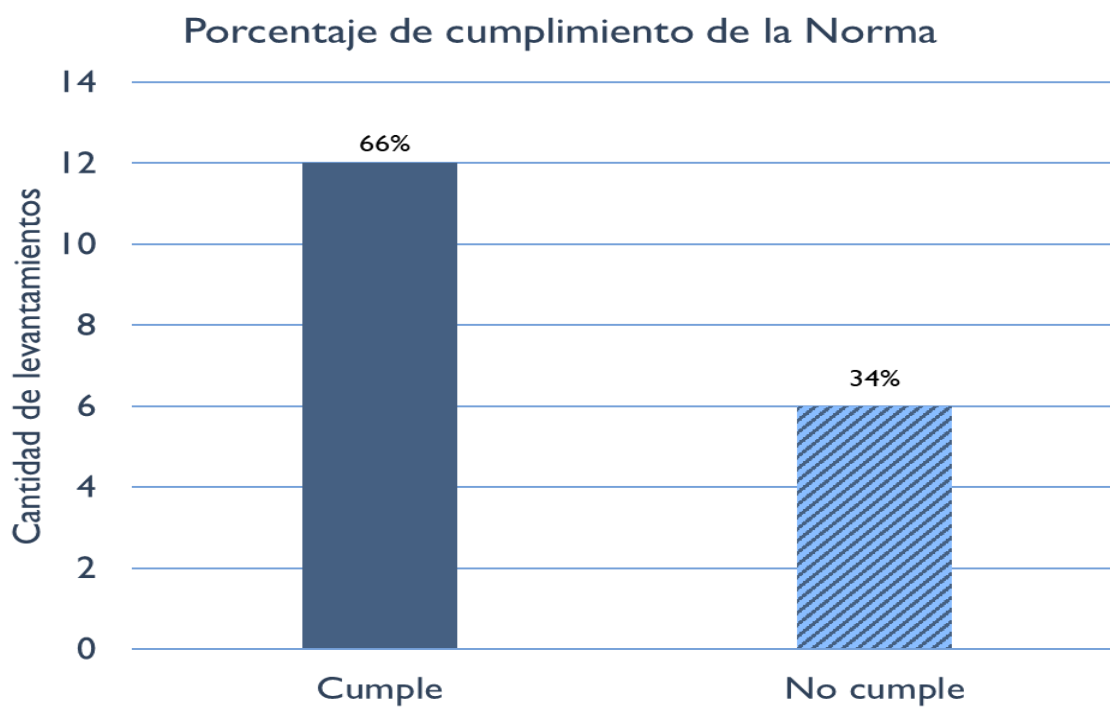
Imagen 5. Plano de quinto. Piso Ferrocarriles Nacionales de México en Liquidación

En cuanto al turno de la tarde, la evaluación se hizo alrededor de las 15:00 horas, con 25 levantamientos y más de 125 evaluaciones. En la gráfica 13, muestra los porcentajes de cumplimiento de iluminación del turno diurno.



Gráfica 13. Cumplimiento de iluminación quinto piso turno diurno. Fuente: Elaboración propia

En tanto a la evaluación nocturna, se realizó a las 19:00 horas. Con aproximadamente 28 levantamientos y más de 140 mediciones, En seguida se muestra los porcentajes de cumplimiento de iluminación del turno nocturno (Gráfica 14).

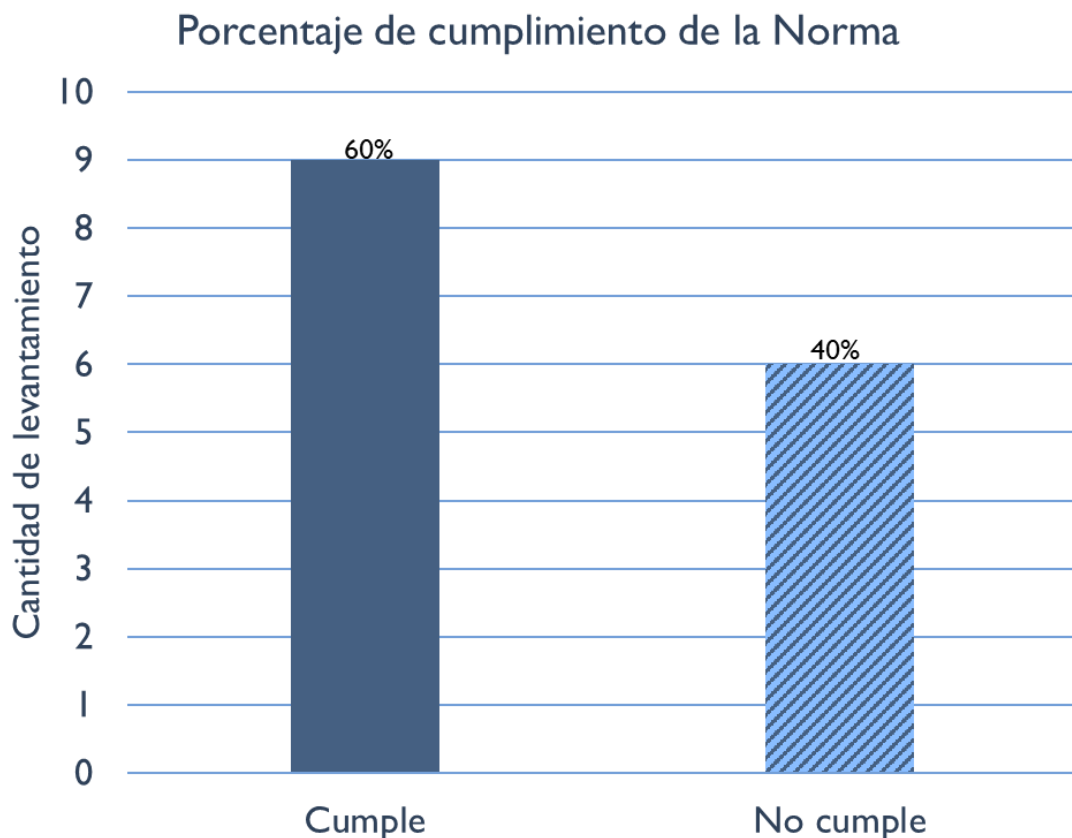


Gráfica 14. Cumplimiento de iluminación del quinto piso turno matutino. Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2.7 Mediciones únicas

En esta parte de la evaluación el quipo soló efectúo un único levantamiento. Esta decisión se tomó por el hecho de que las áreas de trabajo a evaluar no presentan cambios de iluminación durante el transcurso del día. Es decir, en algunos de estos lugares no cuentan con ventanas o están al aire libre. El número de levantamientos realizados fueron 15, con más de 140 mediciones. La evaluación se hizo aproximadamente a las 12:00 horas. En donde se pudo identificar alrededor de 27 lámparas descompuestas, contabilizando en todas las áreas evaluadas. En la gráfica 15, se muestra los porcentajes de cumplimiento de iluminación según la normativa. Las áreas que se consideraron como únicas son las siguientes:

- Escaleras de emergencia
- Planta de emergencia
- Estacionamiento techado
- Comedor del estacionamiento
- Servicio médico
- Estacionamiento 1° piso
- Caseta de Vigilancia
- Sótano
- Área de medidores
- Archivo 4 (sótano)
- Archivo de tramites #2
- Subestación
- Escaleras del sótano
- Bodega de luz y fuerza
- Caja fuerte (planta baja)



Gráfica 15. Cumplimiento de iluminación de las mediciones únicas. Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3 Información del Sistema Eléctrico Nacional

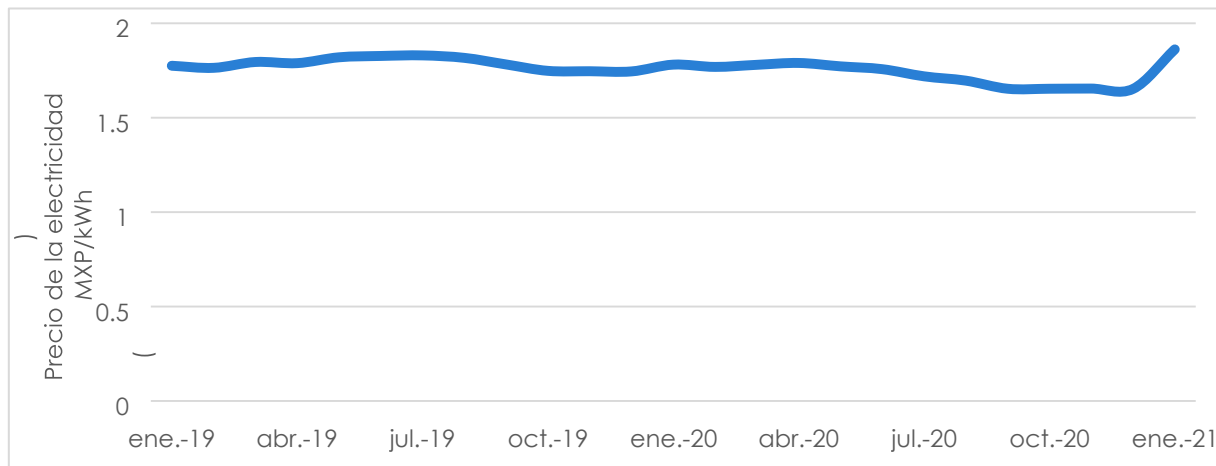
Actualmente el sistema nacional de servicio de electricidad en el país está organizado y dirigido por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en la cual se incluye la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. En consecuencia es la encargada de estipular las categorías tarifarias, los cuales van a depender principalmente por el nivel de consumo y la actividad económica relacionada con el gasto energético.

La categorización de su sistema tarifario de la CFE está formada por las distintas actividades de consumo (hogar, negocio, industria agrícola y de servicios). En el caso del sistema tarifario para hogares contiene dos divisiones: de bajo consumo (1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F) que varían dependiendo la región y la temperatura media en verano del lugar y Demanda de Alto Consumo (DAC), ambos sistemas tarifarios son exclusivos para el uso de la energía con fines domésticos.

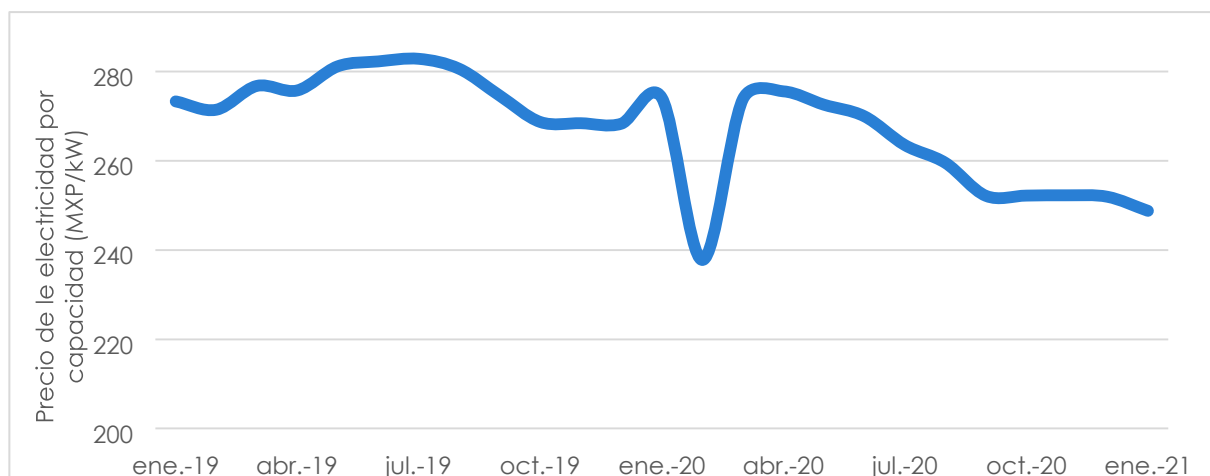
En el caso de la tarifa de negocios se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión y media tensión a cualquier uso, se subdivide en dos sistemas tarifarios: tarifas específicas y tarifas generales. Para las tarifas específicas se incluye el Alumbrado Público de Baja (APBT), Alumbrado Público de Media Tensión (APMT), Riego Agrícola de Baja Tensión (RABT) y Riego Agrícola de Media Tensión (RAMT). Por otra parte, el sistema tarifario general involucra cuatro sub tarifas: Pequeña Demanda (hasta 25 kW-mes) en Baja Tensión (PDBT), Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Baja Tensión (GDBT), Gran Demanda en Media Tensión Horaria (GDMTH) y Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria (GDMTO). De igual forma para el sistema tarifario de la industria se manejan tanto las tarifas específicas y generales, que hacen referencia a los dos tipos de tensiones que tenga el consumidor, ya sea de media tensión o de alta tensión para cualquier tipo de uso. Las tarifas que se manejan en los servicios industriales son las siguientes: GDMTO, GDMTH, Demanda Industrial en Transmisión (DIT), Demanda Industrial en Subtransmisión (DIST), APMT y RABT.

Si bien, el sistema tarifario al cual este suscrito el inmueble dependerá del uso y necesidades que tenga las actividades que realice. Para el caso específico del inmueble evaluado se maneja dos tipos de tarifas de negocios: GDBT y PDBT.

En esta sección se muestran los esquemas tarifarios vigentes de agosto de 2019 a enero 2021 para la tarifa GDBT y PDBT, en el concepto de energía y capacidad. En el caso de GDBT en la gráfica 16 se muestra que el precio por kWh ronda alrededor de los 1.5 y 2 pesos mexicanos. La gráfica 17 muestra el precio por capacidad el cual ronda los 260 a 280 pesos mexicanos. Los cargos para esta tarifa son: Cargo fijo y Cargo por demanda, el cual cambia anualmente y Cargo por energía y un cargo por capacidad que cambian mensualmente.

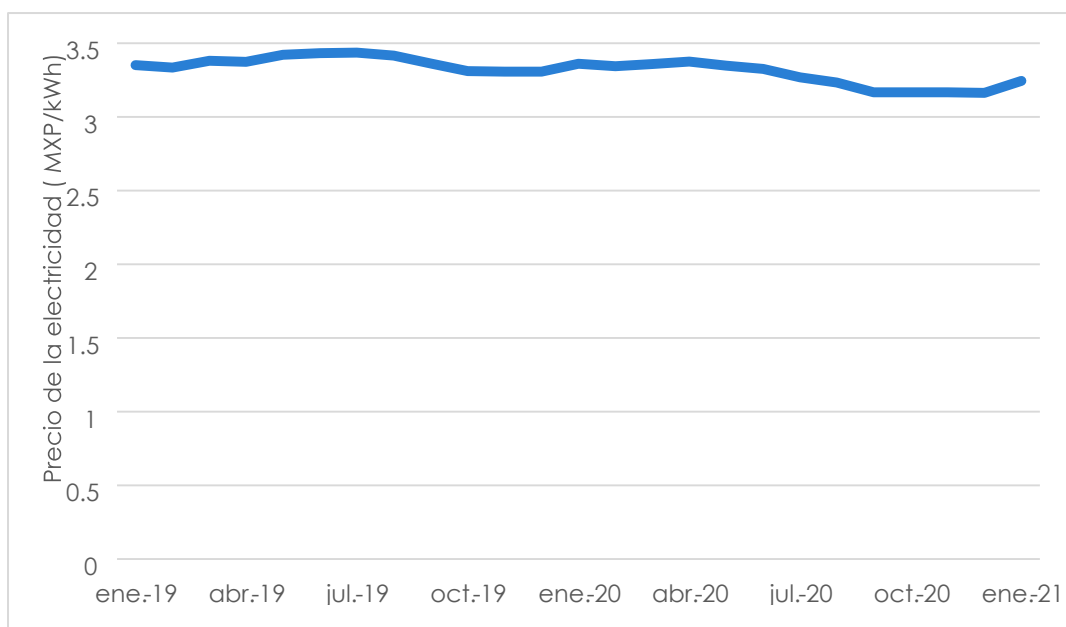


Gráfica 16. Comportamiento de la tarifa GDBT (MXP/kWh). Fuente: Elaboración propia con información de CFE



Gráfica 17. Comportamiento de la tarifa GDBT por capacidad (MXP/kW) Fuente: Elaboración propia con información de CFE

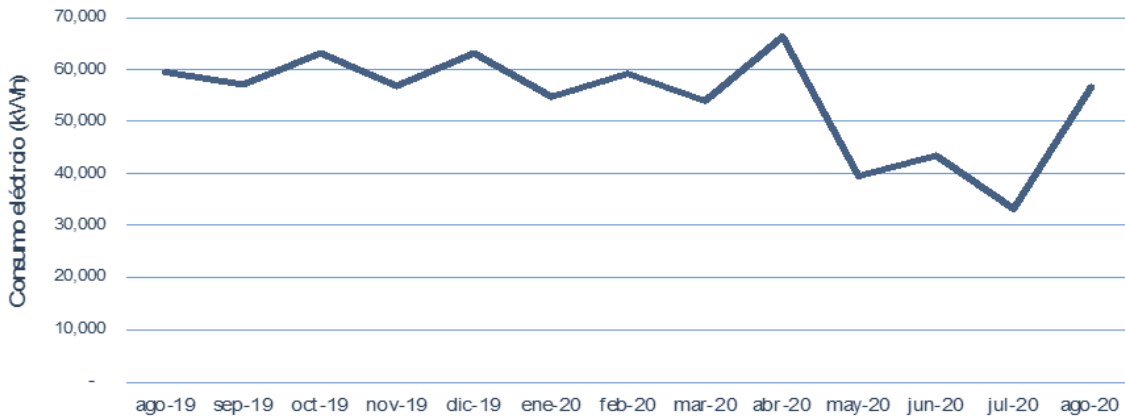
Para el caso de la PDBT en la gráfica 18 se muestra el comportamiento de la tarifa, los cargos aplicados son: cargo fijo (cambia anualmente), y el cargo por energía (mensualmente).



Gráfica 18. Comportamiento de la tarifa PDBT (MXP/kWh) Fuente: Elaboración propia

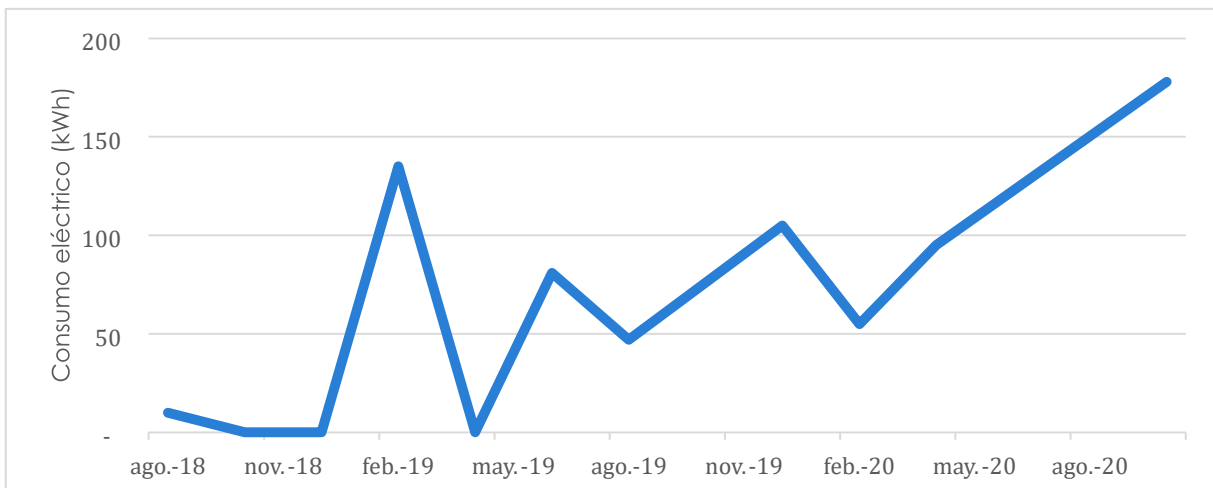
En la gráfica 19 se muestra el historial de consumo eléctrico para el medidor con tarifa GDBT, donde se resalta el nivel bajo de consumo debido al cese de actividades a raíz del confinamiento causado por la pandemia (COVID-19). El consumo ronda en promedio los 60,000 kWh en operación normal.

Para el medidor con tarifa PDBT gráfica 20, no se pudo generar un promedio de consumo ya que la información referida no es suficiente.

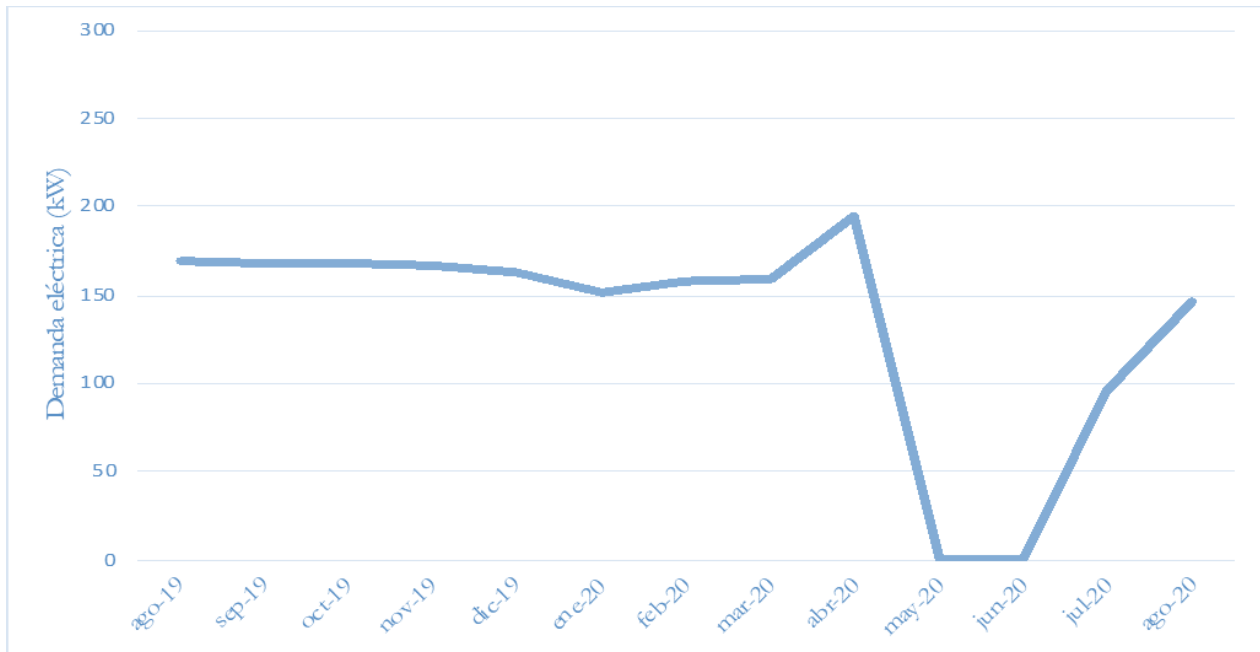


Gráfica 19. Comportamiento del consumo eléctrico en el edificio SHCP, medidor GDBT. Fuente: Elaboración propia con información de CFE

En cuestión de la demanda en la gráfica 20, el promedio es aproximadamente 160 kW.



Gráfica 20. Comportamiento del consumo eléctrico en el edificio SHCP, medidor PDBT. Fuente: Elaboración propia con información de CFE



Gráfica 21. Comportamiento de la demanda eléctrica en el edificio SHCP, medidor GDBT. Fuente: Elaboración propia con información de CFE

Los cargos de las tarifas finales del suministro básico descritos en este apartado corresponden a la integración de los cargos por Transmisión, Distribución, Operación del Centro Nacional de Control de la Energía (CENACE), Operación del Suministrador Básico, Servicios Conexos No Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), Energía y Capacidad.

## Capítulo 3. Propuesta de resultados en ahorro de energía

### Introducción

Una vez que finalizó el análisis de las condiciones de iluminación y de la instalación eléctrica, el equipo identifica y recomienda las siguientes Medidas de Conservación de la Energía (ECM, por sus siglas en inglés).

Dentro de estas medidas también se recomiendan acciones de seguridad. Esta decisión la tomó el equipo, con el fin de reducir los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores, identificados en el edificio de Secretaria de Hacienda y Crédito Público. La implementación de estas acciones ayudaría a facilitar la instauración de las medidas de conservación y ahorro de energía.

Tabla 2. Medidas de conservación de la Energía

Número de ECM	Nombre de la ECM
ECM 1	Planos y diagramas
ECM 1.1	Plano Arquitectónico
ECM 1.2	Diagrama Unifilar
ECM 2	Iluminación
ECM 2.1	Modernización del sistema de iluminación
ECM 2.2	Reflexión
ECM 2.2.1	Persianas
ECM 2.2.2	Película polarizada
ECM 2.3	Iluminación de Emergencia
ECM 3	Instalación Eléctrica
ECM 3.1	Mantenimiento a Transformador
ECM 3.2	Mejora en las Condiciones de la Subestación
ECM 3.3	Mejora en las Condiciones de las Plantas de emergencia
ECM 3.4	Sistemas de Puesta de Tierras
ECM 4	Tarifa Eléctrica
ECM 4.1	Cambio de Tarifa Eléctrica
ECM 4.2	Upgrade de los Medidores Eléctricos
ECM 5	Espacios de Trabajo
ECM 5.1	Rediseño de los espacios de trabajo

## **3.1 ECM 1 Planos y Diagramas.**

### **3.1.1 ECM 1.1 Planos arquitectónicos**

#### **Objetivo**

Poder identificar los espacios, con dimensiones, áreas y características de estos. Esto ayuda a identificar las áreas de trabajo y sus distribuciones.

#### **Condiciones existentes**

Se identificó que el edificio no cuenta con planos arquitectónicos del complejo. Únicamente se cuenta con planos de la distribución de los puestos de trabajo para el tercer, cuarto y quinto piso. Por este motivo no se cuenta con la información exacta de las dimensiones de: planta baja, primer piso, segundo piso, sótano, estacionamientos y edificio anexo.

#### **Propuesta**

Se sugiere la realización de los planos arquitectónicos del edificio para facilitar la implementación de algún proyecto de modificación o expansión en el complejo.

Se propone para la creación del plano arquitectónico la contratación de alguna empresa especializada en la elaboración de planos de edificios ya existentes o algún convenio con alguna institución educativa pública o privada relacionada con la ingeniería y/o arquitectura, la UACM cuenta con personal y alumnos en la mejor disposición de continuar este proyecto.

#### **Alcance**

Crear planos arquitectónicos del sitio, a fin de cumplir la Normatividad en materia de Protección Civil.

### **3.1.2 ECM 1.2 Diagrama unifilar**

#### **Objetivo**

Tener conocimiento sobre la distribución y cargas del sistema eléctrico del sitio, para poder realizar mantenimientos adecuados, identificación de riesgos, proyectos de modificación y/o ampliación, entre otros.

#### **Condiciones existentes**

Actualmente no se cuenta con el diagrama unifilar del complejo. Por esta razón, se dificultará la implementación de un cambio tecnológico de iluminación, en todo el edificio. Además, de también complicarse, cualquier tipo de inspección o mantenimiento al sistema eléctrico, subestaciones y plantas de emergencias.

#### **Propuesta**

Llevar a cabo la creación del diagrama unifilar por cada una de las secciones del edificio. Para la creación del diagrama unifilar se propone la contratación de alguna empresa especializada en la elaboración de diagramas eléctricos o algún convenio con alguna institución educativa pública o privada relacionada con la electricidad, la UACM cuenta con personal y alumnos en la mejor disposición de continuar este proyecto.

#### **Alcance**

Dicha realización de este esquema facilitará la implementación de medidas de conservación de la energía como: el reemplazo de la tecnología de iluminación, el mantenimiento de la subestación y plantas de emergencias. Al igual que el rediseño de los espacios de trabajo. Además de cumplir con los requerimientos normativos por parte de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social en materia de seguridad en instalaciones eléctricas. Y así poder evitar cualquier tipo de percance que afecte la seguridad y salud de los trabajadores.

## **3.2 ECM 2 Iluminación**

### **3.2.1 ECM 2.1 Modernización del sistema de iluminación**

#### **Objetivo**

Reducir el consumo y la demanda de energía eléctrica, además de garantizar las condiciones óptimas de iluminación para la realización de las distintas actividades laborales que se desempeñen en el lugar de trabajo mediante la actualización de la iluminación existente. Con el fin de salvaguardar la seguridad e integridad física y ergonómica de los empleados.

#### **Condiciones existentes**

Las condiciones existentes del sistema de iluminación del edificio no cumplen con los parámetros mínimos requeridos por la norma oficial mexicana, NOM-025-STPS-2008. Esto se debe al tipo de tecnología empleada en el sistema de iluminación del edificio, que corresponde a: lámparas fluorescentes de tipo T8 y T12 en su mayoría de la marca Philips, las cuales usan balastos de 127 V de alta eficiencia de la marca Lumicon.

Actualmente este sistema de iluminación es obsoleto y al ser desechadas las lámparas causarán daño al medio ambiente, por el hecho de que las mismas contienen en promedio entre 0.9 y 18 mg de mercurio. Cuando se produce la rotura de una lámpara, el vapor de mercurio se libera rápidamente, el restante es absorbido en el polvo fluorescente el cual se libera lenta y progresivamente. La exposición prolongada al mercurio puede causar daños al sistema nervioso central, riñones e hígado, se ha descubierto que a bajas concentraciones produce efectos adversos en el sistema inmunológico y cardiovascular. Además, la rotura de un solo tubo podría llegar a contaminar 30,000 litros de agua lo que presenta un peligro para el medio ambiente.

#### **Propuesta**

Modernizar las luminarias tipo T12 y T8, por lámparas de ahorro de energía y alta eficiencia LED T8, las cuales no necesitan el uso de balastro, por lo que representa un ahorro en el consumo de energía. La propuesta de cambio tecnológico que se presentan es la siguiente:

Tabla 3. Propuestas de cambio de iluminación. Fuente: Elaboración propia

Nombre	Datos técnicos	Características y
<b>T8 HIGH EFFICIENCY</b>	Modelo: T84-HE Potencia nominal: 12W Flujo luminoso: 2,100 lúmenes Voltaje de entrada: 90-277V Frecuencia de entrada: 50/60 Hz Temperatura de color: 3000K/4000K/5000K Temperatura de operación: -20°C- 48°C Factor de potencia: 0.95	<b>beneficios</b> Puede conectarse directamente a la corriente alterna, lo que elimina la necesidad de un balasto electrónico. Garantía de 5 años limitada
<b>T8 Philips</b>	Modelo: 13T8/MAS/48-850/IF21/P/DIM 10/1 Potencia nominal: 13W Flujo luminoso: 2,100 lúmenes Voltaje de entrada: 277V Frecuencia de entrada: 50/60 Hz Temperatura de color: 3000K/4000K/5000K Temperatura de operación: -20°C- 48°C Factor de potencia: 0.9	Minimiza los costos totales de iluminación. Ofrece una actualización más económica y sencilla a la tecnología de iluminación LED. Vida útil de más de 70,000 horas y garantía limitada de hasta 7 años
<b>Lámpara Slim T8 tubular</b>	Modelo: Epistar SMD 3014 Potencia nominal: 22W Flujo luminoso: 2,200 lúmenes Voltaje de entrada: 90-277V Frecuencia de entrada: 50/60 Hz Temperatura de color: 3000K/4000K/5000K Temperatura de operación: -20°C- 60°C Factor de potencia: 0.95	Ofrecen una vida más larga, una mejor eficiencia energética, un diseño más amigable ambientalmente, baja demanda de mantenimiento e igual o mejor calidad de luz. Garantía de 1 año

## Alcance

Con la modernización del sistema lumínico, se logrará una reducción en el consumo eléctrico del edificio. Así mismo, se podrá cumplir los requerimientos normativos estipulados en la NOM-025-STPS-2008. Además, de salvaguardar la salud de los trabajadores y crear condiciones confortables de trabajo.

En breve se muestran las fichas técnicas de los equipos propuestos (imagen 7,8,9):

**TUBE LIGHT**  
**T8 HIGH EFFICIENCY SERIES**  
T8-HE SERIES

Tubo de alta eficiencia con conexión directa a la corriente alterna (90 - 277 V~), sin la necesidad de un balasto electrónico, para uso en naves industriales, supermercados, centros educativos, centros de salud, almacenes, entre otras aplicaciones.

Su construcción en aluminio y óptica de policarbonato opaco asemeja un tubo tradicional sin contener gases ni material que dañe el medio ambiente, su consumo de tan sólo 12W ofrece 2,100 lúmenes su consumo, ofrece un ángulo de apertura de 140° y tres temperaturas de color. Su uso principal es sustituir la iluminación tradicional ahorrando el 60% de energía vs. tubos T8 fluorescentes. Base G13 (Medium Bi-Pin).




Modelo: T84-HE

**Datos técnicos**

Modelo	<b>T84-HE</b>
Potencia nominal	12 W
Eficacia luminosa	175 lm/W
Flujo luminoso	2,100 lúmenes
Voltaje de entrada	90 - 277 V~
Frecuencia de entrada	50 / 60 Hz
Temperatura de color	3000K / 4000K / 5000K
Índice de Reproducción Cromática	>80
Temperatura de operación	-20°C – 48°C
Distorsión armónica	<10%
Factor de potencia	0.95
Ángulo de apertura	140°
Base	G13 (Medium Bi-Pin)
Clasificación	IP40
Mantenimiento lumínico @100,000 horas	0.86 <small>Proyectado L70(12k) ≥ 72,000 horas según IES TM-21</small>

**Materiales y acabado**

Material de cuerpo	Aluminio
Material de óptica	Policarbonato opaco
Color	Blanco

**Características y beneficios clave**

- Puede conectarse directamente a la corriente alterna, lo que elimina la necesidad de un balasto electrónico.
- Ideal para reemplazar cualquier luminaria con tubos T8 tradicionales y ahorrar hasta un 60%.
- Apta para ambientes industriales, supermercados, estacionamientos, centros de salud, centros educativos, entre otras.

Imagen 6. Propuesta 1: T8 high efficiency

# T8

## 13T8/MAS/48-850/IF21/P/DIM 10/1

Nuestros TLED están disponibles en versiones InstantFit /tipo A y C) o MainsFit (derivación de balasto o tipo B). Las lámparas InstantFit funcionan en una amplia variedad de balastos y drivers LED. Solo el InstantFit tiene más de 15 000 combinaciones de balasto y lámpara, brindando una salida de luz uniforme, ahorros energéticos y una vida útil larga. Nuestros productos MainsFit cuentan con un diseño con terminal doble, simplificando la instalación y minimizando el riesgo de choque mediante un circuito de seguridad del propietario. Los tamaños de la lámpara van de 2 pies a 8 pies con una variedad de salidas de flujo luminoso.

### Datos del producto

Funcionamiento de emergencia		Potencia (promedio) (nominal)	
Tapa y base	G13   Medium Bi-Pin Fluorescent		13 W
Cumple con el reglamento RoHS de la UE	SI	Corriente de la lámpara (máx.)	400 mA
Vida útil nominal (nominal)	70000 h	Corriente de la lámpara (mín.)	130 mA
Ciclo de alternado	50000X	Tiempo de inicio (nominal)	0.5 s
		Tiempo de calentamiento para 60 % de luz (nominal)	0.5 s
Rendimiento inicial (conforme con IEC)		Tipo UL	
Código de color	850   CCT de 5.000 K	Tipo A: funciona en balasto Tipo C: funciona con driver LED específico	
Angulo de haz (nominal)	180 °	Tipo A+C: funciona con balastos y driver LED	
Flujo luminoso (nominal)	2100 lm	Factor de potencia (nominal)	0.9
Designación de color	Luz de día	Voltaje (nominal)	277 V
Temperatura de color correlacionada (nominal)	5000 K	Temperatura	
Eficacia luminica (promedio) (nominal)	161.00 lm/W	T° ambiente (máx.)	45 °C
Consistencia de color	<5	T° ambiente (mín.)	-20 °C
Índice de reproducción de color (Nom)	82	T° almacenamiento (máx.)	65 °C
LLMF al final de la vida útil nominal (nominal)	70 %	T° almacenamiento (mín.)	-40 °C
Mecánicos y de carcasa			
Frecuencia de entrada	20000-120000 Hz		

Imagen 7. Propuesta 2: T8 Philips 13T8/MAS/48-850/IF21/P/DIM

Lámpara LED tubular Slim T8 | T12

**Certificaciones**

Los Tubos LED Slim cumplen con los estándares de seguridad y calidad. Cuentan con la certificación europea, la aprobación RoHS que restringe el uso de materiales peligrosos en la fabricación de equipos eléctricos y electrónicos, y con la certificación Mexicana NOM-003-SCFI-2000.

\*Gráfico basado en la comparación del tubo de 130cm.

**Especificaciones**

	0.60 m	1.20 m	1.50 m	2.44 m
Tipo de LED	Epistar SMD 3014	Epistar SMD 3014	Epistar SMD 3014	Epistar SMD 3014
Cantidad de Leds	84	168	210	336
Consumo	9w	18w	22w	36w
Lúmenes*	900 Lm	1800 Lm	2200 Lm	3600 Lm
Eficiencia del LED	100 ± Lm/w	100 ± Lm/w	100 ± Lm/w	100 ± Lm/w
Factor de potencia	≥0.95	≥0.95	≥0.95	≥0.95
Eficiencia del driver	89%	89%	89%	89%
Horas de vida	50.000	50.000	50.000	50.000
Grados de proyección*	130°   180°	130°   180°	130°   180°	130°   180°
Compatibilidad	G13/T8	G13/T8	G13/T8	T12
Protección IP	IP50	IP50	IP50	IP50
Voltaje de operación	90-277 VAC 50/60 Hz	90-277 VAC 50/60 Hz	90-277 VAC 50/60 Hz	90-277 VAC 50/60 Hz
Temp. de operación	-20° ± 60°	-20° ± 60°	-20° ± 60°	-20° ± 60°
Operación en humedad	10%-90% RH	10%-90% RH	10%-90% RH	10%-90% RH
Materiales	Aluminio y plástico	Aluminio y plástico	Aluminio y plástico	Aluminio y plástico
Peso	175 gr	350 gr	437 gr	712 gr
Empaque	Cartón tubular	Cartón tubular	Cartón tubular	Cartón tubular
Garantía	1 Año	1 Año	1 Año	1 Año
Marca	UltraLeds	UltraLeds	UltraLeds	UltraLeds

Imagen 8. Propuesta 3: Lámpara LED tubular Slim T8

En general, cada una de las fichas presentadas anteriormente muestra las especificaciones técnicas de la tecnología propuesta, con el fin de poder crear una comparativa que ayude a tomar una mejor decisión respecto a las necesidades del inmueble y el presupuesto que se llegará a destinar. Puesto que realizar un cambio tecnológico en las luminarias ayudaría a mitigar muchas problemáticas del edificio y por ende contribuir al mejoramiento de las condiciones laborales del personal.

## 3.2.2 ECM 2.2 Reflexión

### 3.2.2.1 ECM 2.2.1 Persianas

#### Objetivo

Instalar persianas en las áreas donde la reflexión represente un problema, esto para controlar la cantidad de luz natural que incide en los espacios trabajo, además de garantizar las condiciones óptimas de reflexión para la realización de las distintas actividades laborales. Con el fin de salvaguardar la seguridad e integridad física y ergonómica de los empleados.

#### Condiciones existentes

Se identificó que la cantidad de reflexión en los planos de trabajo de algunas oficinas (aquellas con orientación sureste, en especial el quinto y cuarto piso) es mayor a lo estipulado por la NOM-025-STPS-2008, lo cual puede conllevar a afectaciones en la salud visual de los trabajadores.

#### Propuesta

Se propone la utilización de persianas para disminuir la cantidad de luz directa que entra en las oficinas. Las persianas pueden regular la cantidad de luz entrante, además sirven como aislante térmico, lo que produce un ahorro energético en calefacción y en refrigeración. Se proponen tres tipos de persianas:

Tabla 4. Propuestas para la instalación de persianas Fuente: Elaboración propia

Nombre	Datos técnicos	Características y beneficios
Persianas supergradhermetic Superclassic	Espesor perfil: 14mm Altura total perfil: 56mm Espesor del material: 0.55mm Peso persianas: 6.8 kg/m <sup>2</sup>	Persiana enrollable de perfiles tubulares orientables, fabricada en aleación de aluminio de altas características, embellecida y protegida con pinturas de la máxima calidad, aplicadas y termo endurecidas en un proceso continuo.
Persiana Sheer Elegance	Factor de apertura de telas: 50% trasluz, 50% opaca Ancho de telas: 2.40 a 2.80 m Vida útil: 8 años	Todas las telas están construidas a partir de un diseño intercalado de franjas opacas y transparentes.

En breve se presentan las fichas técnicas de las propuestas (imagen 10 y 11)



Ficha técnica  
Persianas > Supergradhermetic >  
**SUPERCLASSIC**

#### Detalles componentes

Lamas tubulares de aluminio aleación T3005 H18, de 56 mm de alto y 14 mm de espesor, lacadas con pinturas de poliéster-poliamida y termoendurecidas al horno por sistema "Coil-Coating", acabado en color de la gama Gradcolores de Gradhermetic.

Componentes de basculación formado por apoyos de lamas instalados en sus extremos, fabricados en poliamida 6/6 (nylon) inyectado, unidos entre sí por medio de sistemas de cadenas, mallas y pasadores de acero inoxidable austenítico 18/8 que permiten el movimiento y giro de lamas.

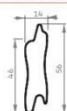
Perfil terminal de aluminio extruido con burlete de asentamiento sintético para reducción de ruido.

Guías de aluminio extruido para instalar en superficie o empotrada. Acabado con un tratamiento químico de imprimación antioxidante cromo y posterior lacado de pintura al polvo mediante deposición electrostática y polimerización al horno en color de gama Gradcolores de Gradhermetic. Sistema de basculación, junquillos en PVC de oscurecimiento, reducción de ruidos y cierre hermético.

Sistemas de eje de enrollamiento con apoyos de transmisión y conjunto soportes con rodamientos, según tipo de aplicación (obra, compacto, renovación, túnel)

Accionamiento: A cinta, Torno cable, Varilla oscilante, Motor.

#### Datos técnicos



Espesor perfil

14 mm

Altura total perfil

56 mm

Espesor del material

0,55 mm

Peso persiana

6,8 Kg/m<sup>2</sup>

#### Descripción

Persiana enrollable de perfiles tubulares orientables, fabricada en aleación de aluminio de altas características, embellecida y protegida con pinturas de máxima calidad instalada en cajón de persiana con Sistema Tradicional en formación de capialzado de obra del cerramiento de fachada.

La orientación de sus lamas permite una perfecta regulación de la luz, de la entrada de aire y protección de la intimidad.

El encaje perfecto de sus lamas logra un total oscurecimiento en el interior haciendo su cierre hermético. De la misma forma, la persiana puede subirse totalmente, dejando completamente libre la ventana.

Gracias a la orientación de sus lamas, puede conseguirse el paso del aire sin ser visto desde el exterior.

El perfil de doble pared garantiza un importante ahorro de energético; en invierno la persiana Supergradhermetic produce un ahorro energético en calefacción de entre un 5 y 10% y en verano el ahorro en refrigeración puede llegar hasta un 40%. El coeficiente de transmitancia térmica U de una ventana, disminuye con la colocación de esta persiana

## FICHA TÉCNICA

Imagen 9. Propuesta 1: Persiana Gradhermetic Superclassic

- Descripción del producto:** Un producto funcionalmente innovador que permite diversas posiciones y entradas de luz gracias al diseño de los tejidos (más de 15 colecciones y 150 referencias). Todas las telas están construidas a partir de un diseño intercalado de franjas opacas y transparentes. Cuando las franjas transparentes de la tela de adelante coinciden con las franjas transparentes de la tela de atrás se obtiene una gran entrada de luz y una visibilidad media. Cuando las franjas opacas de la tela de adelante se superponen a las transparentes de la tela de atrás se obtiene privacidad casi total, al mismo tiempo que entra una luz difusa. Se puede fabricar en 4 sistemas: Standard, Advantage, Trishade y Vertiroll.

#### Generalidades

	<b>Presentación Sin Cabezal:</b> No incluye cenefa - El tubo queda visible y el traspase de las telas no es completo		<b>Presentación Standard:</b> Cabezal Standard de 7.2cm de profundidad		<b>Presentación Advantage:</b> Cabezal Advantage de 10cm de profundidad/ especial para persianas altas y motorización a 110v		<b>Presentación Trishade:</b> Cabezal Trishade de doble tubo de 9cm de profundidad
	<b>Presentación Trishade con Blackout:</b> Cabezal Trishade con tela Sheer delante y blackout detrás		<b>Presentación Vertiroll:</b> Cabezal Trishade con tela en sentido invertido		<b>Composición de la tela:</b> Todas las referencias son 100% Poliéster menos la referencia Serenade Screen que es 70% PVC y 30% poliéster		<b>Factor de apertura de las telas:</b> 50% trasluz - 50% opaca Night: 90% blackout
	<b>Perfil Inferior:</b> Perfil de lujo en aluminio en color coordinado con la tela		<b>Mecanismos:</b> Mecanismo VTX para Standard y Advantage / Mecanismo Trishade	<b>COOR</b>	<b>Color de mecanismos y cadena:</b> Coordinado con color de la tela		<b>Cenefa adicional:</b> Se sugiere para presentación sin cabezal
<b>AT</b>	<b>Ancho de telas:</b> Serenade Noblette - 2.40m Serenade Screen - 2.50m Serenade Night - 2.60m	<b>AT</b>	<b>Ancho de telas:</b> Serenade Natural - 2.80m Serenade Elegance - 2.80m Serenade Manchester - 2.80m	<b>AT</b>	<b>Ancho de telas:</b> Serenade Troyes - 2.60m Serenade Romantic - 2.80m Serenade Alamo - 2.80m Serenade Crystal - 2.80m	<b>AT</b>	<b>Ancho de telas:</b> Serenade Trapeze - 2.80m Serenade Bora Bora - 2.80m Serenade Fiji - 2.80m Serenade Spectra - 2.80m
<b>A</b>	<b>Sistemas de accionamiento:</b> Manual (cadena plástica) Motorizado		<b>Instalación:</b> Techo o Pared		<b>Proporción ancho y alto:</b> El alto no debe nunca superar más de 3 veces el ancho		<b>Vida útil:</b> 8 años
	<b>Retardancia al fuego:</b> Sólo Screen		<b>Protección UV:</b> Media		<b>Absorción de sonido:</b> Baja		<b>Repelencia al polvo:</b> Poliéster - Media Screen - Alta

Garantía del producto: 3 años por defectos de fabricación

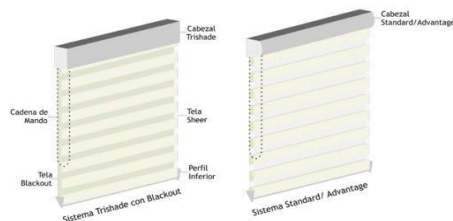


Imagen 10 Propuesta 2: Persiana Sheer Elegance

### 3.2.2.2 ECM 2.2.2 Película polarizada

#### Objetivo

Reducir la cantidad de luz natural y rechazar el calor que ingresa a las oficinas y puestos de trabajo, que se encuentran situados en el piso tercero, cuarto y quinto. Con el fin de mejorar las condiciones de reflexión en estos lugares de trabajo.

#### Condiciones existentes

Se identificó que los puestos de trabajo con ventanas ubicados en los pisos tercero, cuarto y quinto, presentan problemáticas de reflexión en el horario matutino y vespertino. Estas anomalías pueden causar deslumbramiento, dificultades para la realización de las tareas visuales y podrían causar algunas afectaciones a la visión de los trabajadores.

#### Propuesta

Se propone la colocación de películas polarizadas o reflejantes, como método de reducción de la luz natural incidente en el edificio. Además de reducir la cantidad de calor, la radiación ultravioleta y un ahorro en el consumo eléctrico. Se propone dos tipos de polarizados, las cuales se muestran en las siguientes fichas técnicas.

Nombre	Datos técnicos	Características y beneficios
Película de control solar reflectiv- ir 50 gris azulado/ transparente 52% de protección	Espesor: 0.042mm Ancho 1.52 m Largo: 30 m Durabilidad de 10 a 12 años	52% de Protección, devuelve un 50% de calor reduciendo la radiación UV 99%
Película metalizada Solex	Total, de energía rechazada: 75% -78% Reflexión al interior: 38- 60% Eficiencia lumínica: 0.2-0.6 Espesor: 2-4mm	Bloque de rayo UV 99% Reflexión solar: 30-60%

Tabla 5. Propuestas para la instalación de películas de control solar Fuente: Elaboración propia

En breve se muestran las fichas técnicas de las películas polarizadas (imagen 12 y 13).

## DESCRIPCIÓN

La película de control solar Reflectiv Gris Azulado/Transparente 52% de Protección, devuelve un 50% del calor reduciendo la radiación ultravioleta en más de 99% hasta 380 nm. Esta lámina no altera la transparencia del vidrio y conserva la luminosidad de todos los espacios. Por lo que mejora de forma considerable la comodidad, permitiendo reducir el consumo de energía relacionado con el uso de la climatización.

- **Acabado:** transparente cara interior y gris azulado cara exterior.
- **Espesor:** 1.81 milésimas de pulgada (0.042 milímetros).
- **Liner:** poliéster siliconado de 0.91 milésimas de pulgada.
- **Adhesivo:** polímero acrílico 19 gr/m<sup>2</sup>.
- **Ancho:** 1.52 metros.
- **Largo:** 30 metros.
- **Durabilidad:** 10 a 12 años sin presentar amarillamiento ni decoloración.



## PROPIEDADES

Características.	Descripción.
<b>Composición.</b>	La película de protección solar esta compuestas de 2 capas de poliéster metalizado al vacío, un adhesivo y una lámina de protección que debe retirarse en el momento de la colocación.
<b>Aplicación.</b>	Interna.
<b>Reflexión de la energía solar.</b>	41%.
<b>Absorción de la energía solar.</b>	15.8%.
<b>Transmisión de energía solar.</b>	42%.
<b>Transmisión de la luz visible.</b>	77%.
<b>Energía solar rechazada.</b>	52.1%.
<b>Transmisión de rayos UV.</b>	1%.
<b>Resistencia a la temperatura.</b>	-20°C a 80°C.
<b>Temperatura mínima de aplicación.</b>	5°C.
<b>Vida de anaquel.</b>	2 años.
<b>Clasificación de flamabilidad.</b>	M1 (no inflamable).

Imagen 11 Propuesta 1: Película de control solar Reflectiv

Película	S05 PLATA/PLATA	S15 PLATA/PLATA	SX15 PLATA EXTERIOR
Total de Energía Rechazada (TSER)	78%	75%	77%
Luz Visible (VLT)	7%	16%	16%
Bloqueo Rayos Ultravioleta (UV)	99%	99%	99%
% Reflexión al Exterior	39%	63%	55%
% Reflexión al Interior	39%	59%	60%

Tonalidad



Película	S05	S15	SS15 PREMIUM	SBL15 PREMIUM	SX15 EXTERIOR
% Transmisión Energía Solar	10%	12%	10%	13%	12%
% Absorción Energía Solar	57%	33%	27%	38%	41%
% Reflexión Energía Solar	33%	54%	63%	49%	47%
Luz Visible (VLT)	7%	16%	14%	13%	16%
% Reflexión al Exterior	39%	63 %	65%	26%	55%
% Reflexión al Interior	39%	59%	60%	39%	60%
Coefficiente de Sombreado (SC)	0.29	0.26	0.25	0.25	0.27
Coefficiente de Ganancia de Calor (SHGC)	0.25	0.20	0.19	0.21	0.23
Bloqueo rayos Ultravioletas (UV)	99%	99%	99%	95%	99%
Bloqueo rayos Infrarrojos (IR)	89%	91%	91%	82%	93%
Eficiencia Lumínica	0.214	0.615	0.55	0.520	0.585
Espesor Milésimas	2	1.5	2	1.5	4

Imagen 12 Propuesta 1: Película de control solar

## Alcance

La incorporación de esta propuesta nos ayudará a reducir las problemáticas de reflexión que se presentan en el edificio, así mismo a controlar las condiciones térmicas de los espacios de trabajo, además de cumplir con los requerimientos normativos en cuestiones de iluminación.

### 3.2.3 ECM 2.3 Iluminación de emergencia

#### Objetivo

Instalar un sistema de iluminación en escaleras de emergencia o lugares de evacuación, con el fin de proteger y cumplir con los requerimientos normativos en materia de protección civil, por cualquier tipo de anomalía o siniestro, que llegará presentarse en el edificio.

#### Condiciones existentes

En la realización de la evaluación de las condiciones de iluminación, detectamos que las escaleras de emergencia que dan hacia el estacionamiento no cumplen con los requerimientos normativos mínimos, lo cual pone en riesgo la seguridad e integridad física de los trabajadores y el personal del edificio.

#### Propuesta

El equipo sugiere la integración de lámparas led como alternativa de iluminación para las zonas de emergencia como: salidas de emergencia, pasillos, escaleras de tránsito y escaleras de emergencia. A continuación, se anexan las fichas técnicas de las propuestas a implementar (imagen 14 y 15).

Tabla 6 Propuestas para la instalación de luminarias de emergencia Fuente: Elaboración propia

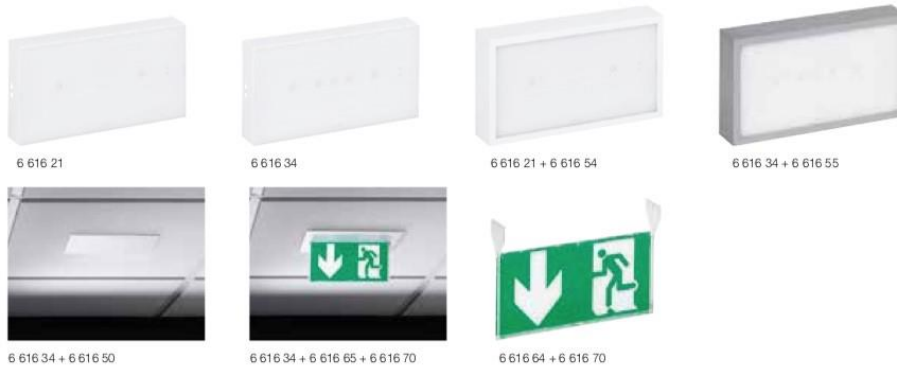
Nombre	Datos técnicos	Características y beneficios
<b>URA ONE Luminarias de emergencia estándar</b>	Lúmenes: 100 a 350 lúmenes Duración: 1 hora a 2 horas Lámparas: 2 a 4 LED Batería: Ni- Cd	Luminarias estándar requieren conmutación manual fuera de su funcionamiento normal con el fin de probar la iluminación de emergencia.
<b>Luz de emergencia Aries 9 y Aries 18</b>	Módulo de 9 o 18 L D's de 1W c/u Duración: 4 horas (Aries 9) y 2 horas (Aries 18) Batería: 12 V libre de mantenimiento Consumo 1.8 A (30 mA en espera)	Tamaño reducido Libre de mantenimiento Sin emisión de calor 1 año de garantía Sistema de carga inteligente con fuente conmutada de alta eficiencia, disparo en 1/10 de segundo

#### Alcance

La integración de esta propuesta al edificio, ayudará a cumplir con los requerimientos normativos en materia de protección civil, además de garantizar la integridad de los trabajadores por cualquier tipo de siniestro que se llegará a presentar.

## Luminarias de emergencia LED

### URA ONE



Emb.	Ref.	<b>URA ONE Luminarias de emergencia estándar</b>			
		Luminarias estándar requieren conmutación manual fuera de su funcionamiento normal con el fin de probar la iluminación de emergencia.			
		<b>No permanente (NP)</b>			
		Lúmenes	Duración	Lámpara	Batería
1	6 616 21	100	1 h	2 LED	Ni-Cd
1	6 616 22	160	1 h	4 LED	Ni-Cd
		<b>Permanente / No Permanente (N/NP)</b>			
		En función al cableado realizado las luminarias funcionarán en modo permanente o no permanente.			
		Lúmenes	Duración	Lámpara	Batería
1	6 616 33	200	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 616 34	350	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 616 42	200	2 h	4 LED	Ni-MH

Emb.	Ref.	<b>URA ONE Luminarias de emergencia Autotest-LVS2</b>			
		<b>Permanente / No Permanente (N/NP)</b>			
		Luminarias auto-test/centralizadas. Cada luminaria detecta y comunica su estado mediante leds de señalización. El modo centralizado se activa dándole una dirección a cada luminaria (por medio de un configurador móvil infrarrojo) y cableándola al BUS.			
		En función al cableado realizado las luminarias funcionarán en modo permanente o no permanente.			
		Lúmenes	Duración	Lámpara	Batería
1	6 626 31	100	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 626 33	200	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 626 42	200	2 h	4 LED	Ni-MH

Emb.	Ref.	<b>Accesorios</b>
1	6 616 50	Marco para empotrar color blanco para instalación en techo o pared.
1	6 616 54	Marco decorativo color blanco para instalación en superficie.
1	6 616 55	Marco decorativo color aluminio para instalación en superficie.
1	6 616 58	Accesorio banderola color blanco. (1)
1	6 616 59	Accesorio banderola color aluminio. (1)
1	6 616 62	Accesorio de suspensión color blanco. (2)
1	6 616 63	Accesorio de suspensión color aluminio. (2)
1	6 616 64	Placa pictograma vertical para instalación en superficie.
1	6 616 65	Placa pictograma vertical con marco para empotrar color blanco.

(1) Compatible con placa pictograma. El índice de protección de la luminaria instalada en suspensión se reduce a IP40.

(2) Compatible con placa pictograma, suministrado con tubo metálico de Ø 16 mm de 40 cm de longitud. Compatible con tubos estándar de Ø 16 y 20 mm para longitudes superiores. El índice de protección de la luminaria instalada en suspensión es IP40.

Imagen 13. Propuesta 1: Luminarias de seguridad LED URA ONE



# CoRaLeSa

## Es Luz de Emergencia

Para más información visita [coralesa.com](http://coralesa.com)



### SERIE ARIES LED'S DE ALTA INTENSIDAD

TAMAÑO REDUCIDO • LIBRE DE MANTENIMIENTO • SIN EMISIÓN DE CALOR NI RAYOS ULTRAVIOLETA • 1 AÑO DE GARANTIA  
SISTEMA DE CARGA INTELIGENTE CON FUENTE CONMUTADA DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA • DISPARO EN 1/10 DE SEGUNDO

## Aries 9 y Aries 18

LUZ DE EMERGENCIA  
CHASIS RECTANGULAR

Aries 9



Aries 18

Ideales para sobreponer en techo o pared



Interruptor General



Interruptor de Prueba

**CAPACIDAD:** Módulo de 9 ó 18 LED's de 1 W c/u (dependiendo del modelo)

Potencia total: 9 y 18 W respectivamente

**GABINETE:** Lámina de acero esmaltado con difusor acrílico tipo panel

**DURACIÓN:** 4 horas (Aries 9)

2 horas (Aries 18)

**BATERÍA:** 12V Libre de mantenimiento

Plomo/ácido gelatinizado, sellada

**CONSUMO:** 1.8A (30 mA en espera)

**ALIMENTACIÓN:** 127 VCA~12 VCD

**DIMENSIONES:**

63 x 12 x 12 cm (Aries 9)

123 x 12 x 12 cm (Aries 18)

**PESO:** 4.5 kg (Aries 9)

5.7 kg (Aries 18)

¿Cómo llegar?

Uxmal #608 Col. Narvarte BJ, CD MX email: [ventas@coralesa.com](mailto:ventas@coralesa.com)

Tels. (55): 5605 7060 • 5605 8710 • 5601 2214 • 5601 2446

\* Las descripciones y detalles de nuestros productos están sujetos a cambio sin previo aviso.



Imagen 14 Propuesta 2: Luminarias de seguridad Aries 9 y Aries 18

### **3.3 ECM 3 Instalación Eléctrica**

#### **3.3.1 ECM 3.1 Mantenimiento al transformador**

##### **Objetivo**

Realizar un mantenimiento general del transformador que se encuentra en el sótano, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad, además de garantizar que se encuentre en óptimo funcionamiento.

##### **Condiciones existentes**

Al momento de realizar la inspección visual del transformador, nos percatamos que no cuenta con equipo de seguridad y no existe una bitácora de mantenimiento, al corroborar la información con el personal encargado, no saben si ha existido un mantenimiento preventivo o correctivo al transformador, por ende, no hay una claridad en las condiciones de funcionamiento del transformador. Por otro parte, no se tiene información certera de a donde se distribuya la energía, ya que se visualizó que existen salidas tanto a la calle como al complejo. Además de que no se tiene certeza si el sistema de puesta a tierra funciona correctamente, este hecho pone en riesgo la integridad física de cualquier persona que ingrese a esta área.

Otro hecho relevante, es que no se sabe quién cuenta con la llave de acceso al transformador, que en el caso de algún siniestro dificultará la implementación de una acción de emergencia. Referente a las condiciones de iluminación, no cumple con los parámetros mínimos normativos para una correcta inspección.

##### **Propuesta**

Se sugiere la realización de un plan de mantenimiento por parte de la Comisión Federal de Electricidad, o en su caso por algún orden privado, que considere una completa inspección visual, que permita verificar el estado general del transformador, ausencia de filtraciones de aceite, limpieza de los aisladores de alta y baja tensión, y el funcionamiento de los equipos auxiliares del transformador tales como indicadores de temperatura, de nivel de aceite, ventiladores, equipos de monitoreo en línea.

##### **Alcance**

La realización del plan de mantenimiento garantizará el correcto funcionamiento del transformador, lo que evitará algún tipo de siniestro. Además de brindarnos información, si es que el equipo satisface la demanda eléctrica del edificio o en su defecto está sobredimensionado.

### **3.3.2 ECM 3.2 Mejora en las condiciones de la Subestación**

#### **Objetivo**

Dar un mantenimiento preventivo a toda la subestación, además de implementar equipo de seguridad, con el fin de dar cumplimiento al marco normativo oficial en materia de electricidad.

#### **Condiciones existentes**

Se detectó que la subestación no cuenta con una bitácora de mantenimiento, ni un equipo de seguridad para realizar una inspección, por otro lado, no existe un adecuado sistema de puesta a tierra, solo se cuenta con una puesta a tierra improvisada, que consta de unos botes de plástico. esta situación puede tornarse insegura en cualquier caso de siniestros.

#### **Propuesta**

Se sugiere que se la coloque equipo de seguridad necesario para cualquier tipo de mantenimiento o revisión que se realice a la subestación. Además, se propone que se contacte a la Comisión Federal de Electricidad o a personal capacitado, ya sea interno, privado o perteneciente a alguna institución educativa, para la realización de una inspección y un mantenimiento preventivo.

#### **Alcance**

Con la implementación del equipo de seguridad y del mantenimiento preventivo, se garantizará un correcto funcionamiento de la subestación, además de salvaguardar la integridad física del personal de mantenimiento o cualquier otra persona que se encuentre en contacto directo con el equipo eléctrico.

### **3.3.3 ECM 3.3 Mejora en las condiciones de las Plantas de Emergencia**

#### **Objetivo**

Dar mantenimiento preventivo a la planta de emergencia, con el fin de garantizar su óptimo desempeño en cualquier tipo de emergencia.

#### **Condiciones existentes**

Referente a la inspección visual, se identifica que la planta de emergencia que se encuentra en el estacionamiento no cumple con las condiciones de seguridad en materia de electricidad, se detectó que el sistema de puesta a tierra no se encuentra correctamente señalado, el banco de baterías no se encuentra protegido ni en las condiciones de seguridad mínimas. Además, nos percatamos, que la bitácora de mantenimiento no está actualizada. Por otro lado, la planta de emergencia no cumple con las condiciones mínimas de iluminación. Nos percatamos que en una planta de emergencia no existe un medio de contención en el caso de derrame del aceite de la planta de emergencia.

## **Propuesta**

Se sugiere que el personal de mantenimiento, o en su defecto alguna compañía privada, o institución educativa, realice la inspección y mantenimiento preventivo y correctivo que garantice las condiciones normativas en materia de seguridad de equipos eléctricos.

## **Alcance**

El poder tener una subestación en condiciones de seguridad adecuada y en buen funcionamiento, asegura que no exista alguna anomalía en el equipo, o que en su defecto pueda verse traducido en algún tipo de pérdida económica o en caso contrario en la afectación de las actividades laborales.

### **3.3.4 ECM 3.4. Sistema de puesta a tierra**

## **Objetivo**

Realizar una prueba del sistema de puesta a tierra y así conocer el estado del sistema, y al ser necesario realizar la modificación o reemplazo pertinente para el óptimo funcionamiento del edificio.

## **Condiciones existentes**

El sistema existente de puesta a tierra, el cual no se tiene certeza de su correcto funcionamiento. También se observó que dentro de la instalación había dispositivos que no estaban aterrizados.

## **Propuesta**

Hacer un estudio de tierras para saber el estado del sistema.

Al conocer el dictamen, se pueden realizar las correcciones pertinentes para poder cumplir con la norma mexicana NOM-001-SEDE-2012, NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. Para la realización de esta labor se sugiere la contratación de una empresa especializada o en su defecto algún convenio con una institución pública o privada, la UACM cuenta con personal y alumnos en la mejor disposición de continuar este proyecto.

## **Alcance**

Garantizar el cumplimiento normativo en materia de protección civil y a los equipos eléctricos. Además de prevenir algún tipo de siniestro debido a una mala instalación eléctrica.

### **3.4 ECM 4 Tarifa Eléctrica**

#### **3.4.1 ECM 4.1 Cambio de tarifa eléctrica**

##### **Objetivo**

Cambiar el sistema tarifario que se tiene contratado actualmente, que corresponde a la tarifa eléctrica Gran Demanda Baja tensión (GDBT) por una tarifa eléctrica de Gran Demanda Media Tensión Ordinaria (GDMTO).

El objetivo de esta transición, es obtener una reducción en los costos de pago del servicio eléctrico.

##### **Condiciones existentes**

Debido a las condiciones en las que se encuentra el sistema de medidores, solo se obtuvo la información de dos de ellos; uno de estos, está bajo una tarifa de Pequeña Demanda Baja Tensión (PDBT), el otro pertenece a la tarifa Gran Demanda Baja tensión. Este medidor que está en este esquema GDBT, representa el recibo con mayor consumo energético, lo que también significa el de mayor pago económico.

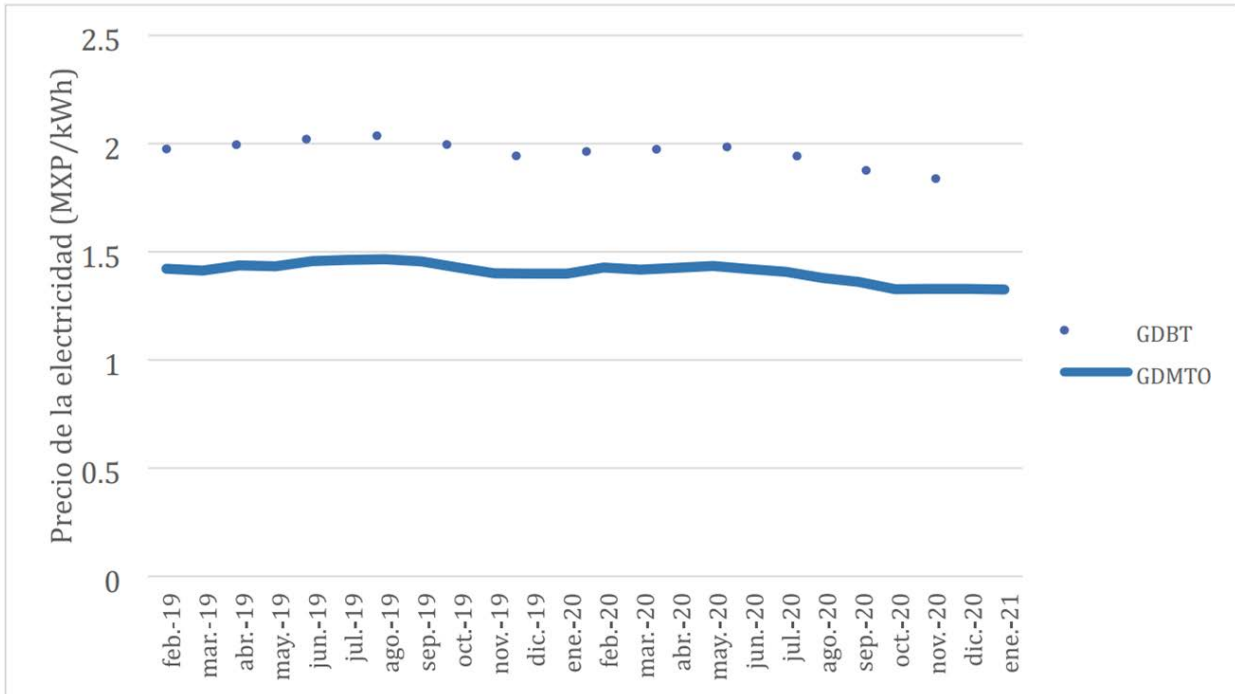
Un hecho relevante, fue que solo se nos proporcionó información del consumo eléctrico, de agosto del 2019 a agosto del 2020. Con esta información se obtuvo un promedio mensual de 54,347 kWh. Cabe destacar que debido al cese de actividades que se tuvo en toda la ciudad, por la contingencia pandémica que se vive. Este promedio de consumo puede ser mayor en condiciones normales de actividades del edificio.

##### **Propuesta**

Se le propone cambiar el sistema tarifario del medidor de mayor consumo energético, que pertenece a GDBT por la tarifa de GBMTO. Esta decisión se sugiere, con base en la comparación de los costos de consumo y de capacidad que cobran cada una de estas dos tarifas eléctricas (Véase imagen 17).

Respecto al precio que cobran por kWh para la tarifa GDMTO, ronda en 1.40 pesos mexicanos, por otra parte, el costo para la tarifa GDBT

se encuentre en 1.95 pesos mexicanos. Si estos precios se multiplican por el consumo eléctrico mensual, que por fines prácticos ronda en los 60,000 kWh. Se obtiene una comparativa de costos de 33,000 pesos mexicanos en promedio mensual de ahorros con el cambio tarifario.



Gráfica 22 Comparativa en las tarifas eléctricas GDBT vs GDMTO Fuente: Elaboración propia con información de CFE

## Alcance

El principal logro de la propuesta, es poder ahorrar dinero en el pago de los costos de energía que se tienen en el edificio. Estos ahorros en promedio pueden oscilar entre los 396,000 pesos mexicanos al año.

### **3.4.2 ECM 4.2 Upgrade a medidores**

#### **Objetivo**

Realizar el cambio de los medidores mecánicos a medidores digitales, con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas descritas por CFE.

#### **Condiciones existentes**

Se observó que existen 7 medidores en el edificio, de los cuales solo 4 están en funcionamiento, además de que los medidores son mecánicos por lo que no están actualizados, lo que puede conllevar a no tener precisión en el consumo de energía eléctrica. Debido a las condiciones existentes en la instalación, no se pudo cerciorarse si los medidores estaban aterrizados, este hecho implica un riesgo latente para el personal laboral.

#### **Propuesta**

Se propone realizar el cambio de los medidores mecánicos a medidores digitales. Esta labor de cambio la debe de ejecutar la CFE, ya que es la institución facultada para esta actividad.

#### **Alcance**

El cambio de medidores implica la actualización del sistema eléctrico para cumplir con las especificaciones técnicas de la CFE.

Se debe tener en cuenta que el cambio de medidores puede llegar a afectar el consumo eléctrico registrado ya que estos medidores pueden registrar conceptos como demanda, lo cual impactaría en un aumento en el recibo eléctrico.

## **3.5 ECM 5 Espacios de trabajo**

### **3.5.1 ECM 5.1 Rediseño de los espacios de trabajo**

#### **Objetivo**

Modificar de manera idónea la ubicación de mamparas y puestos de trabajo, con el fin de colocarlos en lugares donde existan las condiciones de iluminación óptimas. Para así garantizar el cumplimiento normativo en materia de iluminación.

#### **Condiciones existentes**

Se identificó que, dentro del edificio, existe un hacinamiento de los puestos de trabajo, es decir se colocaron inadecuadamente algunas mamparas y oficinas. lo que impactó en las condiciones de iluminación, ya que muchos de estos puestos fueron colocados en lugares donde no existen las condiciones mínimas de iluminación. Esto hace que se dificulte la realización de las actividades laborales, o que pueda provocar afectaciones a la salud visual de los trabajadores.

#### **Propuesta**

Se sugiere la reubicación o en su defecto la modificación de algunos puestos de trabajo, a razón que cada puesto de trabajo esté debajo de una luminaria, o que no existan algún componente que obstruya la iluminación.

#### **Alcance**

La implementación de esta medida garantizará el cumplimiento de la normativa de iluminación, además de salvaguardar la integridad física y de salud de los trabajadores.

## Capítulo 4. Información de soporte para la evaluación preliminar

### 4.1 Protocolo de Medida y Verificación (M&V)

La *Efficiency Valuation Organization* (EVO) es una organización mundial dedicada a proporcionar las bases y procedimientos para poder medir y verificar, los ahorros y resultados obtenidos de proyectos y programas de eficiencia energética, de manera estandarizada. Para la realización de estos objetivos, ha publicado el *Protocolo Internacional de Medida y Verificación del ahorro energético* (IPMVP por sus siglas en inglés). El propósito de esta guía, es describir las prácticas más comunes relacionadas con la medida, el cálculo y la elaboración de los informes demostrativos de la implementación de las Medidas de Ahorro Energético (MAEs, por sus siglas en inglés) derivados de los diferentes proyectos de eficiencia energética.

La utilización de este tipo de procedimientos de Medida y Verificación (M&V), nos permiten determinar de forma fiable el ahorro real generado en una instalación, dentro de un programa de gestión de la energía. Ya que, los ahorros no se pueden medir directamente al ser una ausencia de energía. Por este motivo, para poder determinar el ahorro de energía, debe de compararse el consumo de energía antes y después de la implementación de un proyecto de eficiencia energética. Además, estos procedimientos nos sirven como garantía, por cualquier tipo conflictos derivados de la implementación de las medidas o justificación de los ahorros.

Entre otros de los propósitos de la medida y verificación están: incrementar el ahorro de energía, sirve como referencia para la realización de pagos, mejorar la financiación del proyecto de eficiencia, mejorar el diseño, explotación y mantenimiento de las instalaciones, gestión de los presupuestos de gasto energético, mejorar el valor de los créditos de la reducción de emisiones y hacer comprender a la sociedad que la gestión de la energía es una herramienta pública prioritaria.

En general, para poder implementar el Plan de Medida y Verificación es necesario, seleccionar una de las opciones de verificación más adecuadas para nuestro proyecto. Por el hecho de que IPMVP no es una norma, se debe de contextualizar con claridad los alcances y limitaciones que se tienen en la implementación de los MA 's, al momento de seleccionar las opciones de verificación.

En el caso particular de este proyecto, que tiene un carácter específicamente académico. La implementación del Plan de Medida y Verificación queda como sugerencia. En el caso de que la institución decidiera llevar a cabo alguna de las recomendaciones sugeridas.

Entre uno de los requerimientos principales para la aplicación del IPMVP, es la selección de un método de verificación, que permita obtener los ahorros reales conseguidos por la MAE seleccionada.

Existen cuatro opciones para determinar el ahorro, para elegir la de mayor conveniencia dependerá de la MAE a instalar, de las necesidades del cliente, del presupuesto disponible para medida y verificación, de las condiciones iniciales, entre otras.

Dada las condiciones del proyecto, la opción que se eligió como posible procedimiento de verificación es la opción A.

La cual consiste en:

- **Opción A. Verificación aislada de la MAE: medición del parámetro clave:** En esta opción el ahorro se determina midiendo en la instalación un determinado parámetro clave, con el fin

de medir exclusivamente el efecto de la mejora dentro del límite de medida. La medición puede ser continua o puntual. Será necesaria la estimación de otro parámetro que permita obtener el ahorro. Este parámetro deberá justificarse mediante datos históricos, especificaciones del fabricante, entre otros.

Dentro de nuestro caso se determina midiendo en la instalación el parámetro clave que decreta el consumo de energía del sistema, en el caso del edificio de SHCP, el parámetro clave fueron las condiciones de iluminación, donde pudimos obtener la cantidad y tipo de lámparas para cada área. El tipo de medición para este caso en particular, es puntual. Ya que, la variación del parámetro a medir era muy baja. Respecto a la selección del parámetro que nos permitirá determinar el ahorro de tomó el consumo eléctrico. Realizamos una estimación del consumo del edificio en kWh con base en los datos históricos proporcionados por el recibo de electricidad.

Con lo cual se podrá obtener, en un periodo de tiempo determinado, la cantidad de energía eléctrica que se dejó de consumir, debido a la implementación del sistema de iluminación. Por otra parte, otro criterio de selección de esta opción fue que no se cuenta de información bien referencia del periodo a demostrar.

## **4.2 México y el cambio climático**

Estudios internacionales como el Quinto informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (más conocido por sus siglas en inglés, IPCC), demuestran la vulnerabilidad de México, ante las problemáticas provenientes por el cambio climático.

En este sentido, la nación se ha comprometido implementar metas y objetivos, que ayuden a combatir las problemáticas ambientales. Estas gestiones provienen de los acuerdos internacionales y metas globales a favor del cambio climático y la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que México ha firmado y que se ha comprometido cumplir, tales como el protocolo de Kioto o acuerdos como la agenda 2030.

Una de las formas que México implementó para contrarrestar las problemáticas ambientales, fue la creación de un marco regulatorio legal. El cual se vio reflejado en la publicación en el diario oficial de la federación de la Ley General de Cambio climático (LGCC). Entre uno de sus muchos objetivos de esta ley, se busca adquirir una sistematización de la información, respecto a los niveles de emisiones de GEI, que se producen por las distintas actividades humanas. Por ello se estipula que los establecimientos tengan un control sobre los niveles de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), equivalentes que se generen por sus actividades.

Estas acciones se toman, por el hecho de que el cambio climático es causado principalmente por las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) derivadas primordialmente por la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) para la obtención de energía y, en menor grado, por procesos de deforestación que liberan este mismo gas en la atmósfera.

### 4.3 Gases de efecto invernadero (GEI)

En cumplimiento con el marco regulatorio en materia de cambio climático, debemos calcular las emisiones de gases de efecto invernadero, en especial las emisiones de CO<sub>2</sub>, que se generen por efectuación de las actividades desempeñadas. En este caso, el equipo calculará las cantidades de emisiones que se están generando, por los niveles de consumo energético que se necesitan para satisfacer la demanda eléctrica del edificio. Además, de hacer el análisis para el ahorro en emisiones que se tendrían si es que hay un cambio de tecnología en las condiciones de iluminación, que su vez reflejará un ahorro energético y económico.

Para poder llevar a cabo la determinación de los niveles de contaminación que se generan por el consumo de energía eléctrica, se optó por determinar la huella de carbono; la cual se obtiene mediante multiplicación del consumo (actividad) por su correspondiente factor de emisión en función del tipo de combustible o gas empleado, para este caso el factor de emisión corresponderá al estipulado por la Secretaría de Reguladora de Energía (CRE), en materia del consumo de energía eléctrica. Tal como se muestra en la imagen 16. Este valor según la CRE para el periodo 2019 es de 0.505 tCO<sub>2</sub>e/MWh. Por otro parte, el consumo es referido a la cantidad de electricidad que se requiere para el funcionamiento de las luminarias y del consumo eléctrico.

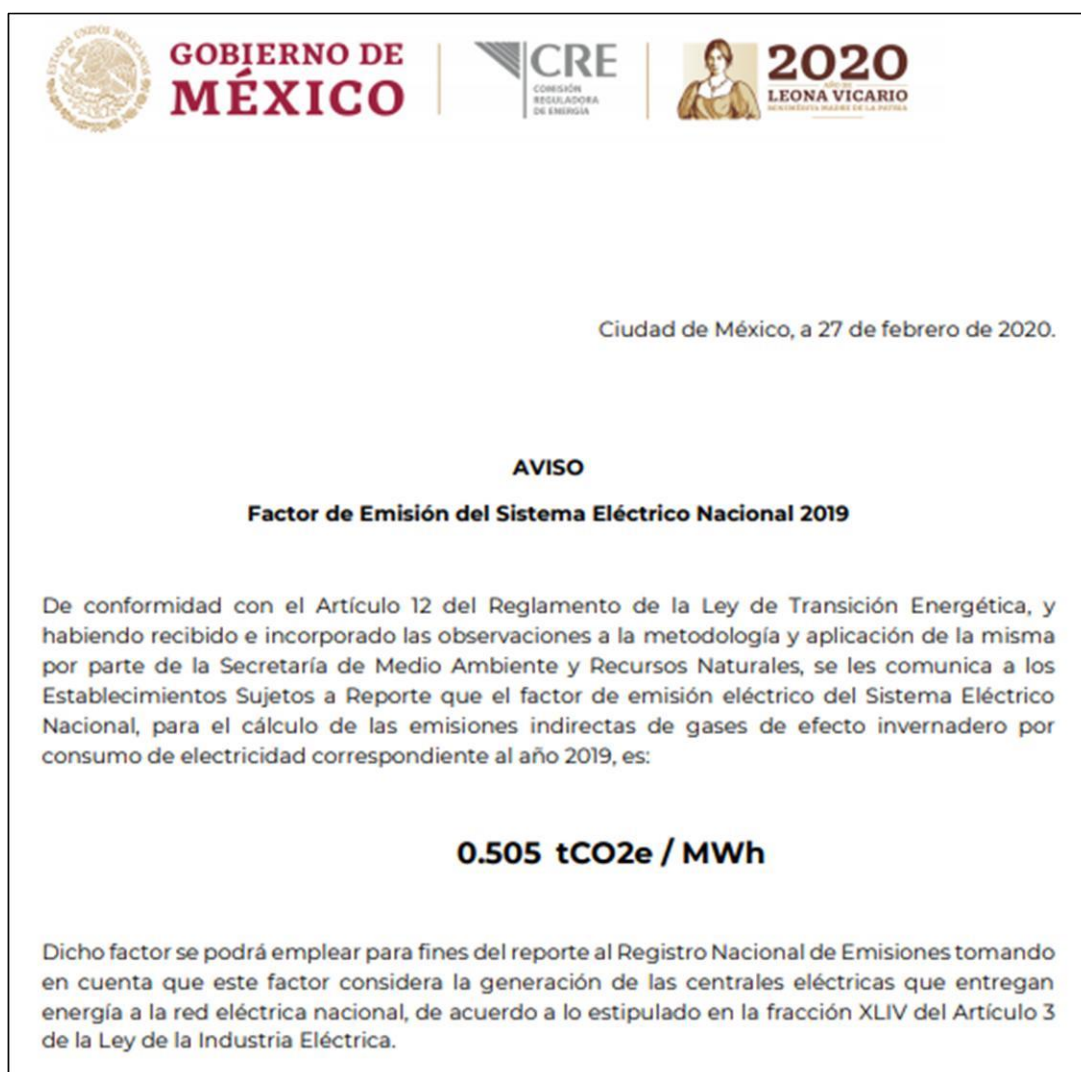


Imagen 15 Aviso del Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional 2019. Fuente: CRE

Para la determinación del consumo, se tomó como referencia un cierto lapso de tiempo, que corresponde al promedio de horas de consumo eléctrico, para este caso se considera un periodo de actividades de 12 horas al día. Y a su vez, se consideran 20 días laborales al mes. También se considera como dato la energía total requerida por parte de las lámparas y balastos, además del número total de estos dos componentes. Que para este caso se considera una potencia por lámpara de 32 W y la potencia del balastro de 64 W, y un aproximado total de 1700 lámparas.

A continuación, se describe las operaciones que se realizaron para calcular la huella de carbono de la tecnología existente y la propuesta.

*Ecuación 1. Huella de carbono por actividad y factor de emisión*

$$\text{Huella de carbono} = \text{Actividad} * \text{factor de emisión}$$

Donde:

*Ecuación 2 Actividad por periodo y potencia total*

$$\text{Actividad} = \text{Periodo} * \text{potencia total}$$

En el caso de la tecnología existente:

$$\text{Periodo} = (20 \text{ dias/mes})(12 \text{ horas/dia}) = 240 \text{ horas/mes}$$

$$\text{Potencia de lámpara} = 32 \text{ W} * 1,7000 \text{ lámparas} = 54.4 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia del balastro} = 64 \text{ W} * 850 \text{ balastos} = 54.4 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia total} = \text{potencia de lámpara} + \text{potencia del balastro}$$

$$\text{Potencia total} = 108.8 \text{ kW}$$

$$\text{Actividad} = \left(240 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}\right) (108.8 \text{ kW}) = 26,112 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} = 26.112 \frac{\text{MWh}}{\text{mes}}$$

Por lo tanto:

$$\text{Huella de carbono} = \left(26.112 \frac{\text{MWh}}{\text{mes}}\right) * \left(0.505 \frac{\text{tCO}_2\text{e}}{\text{MWh}}\right)$$

$$\text{Huella de carbono} = 13.187 \frac{\text{tCO}_2\text{e}}{\text{mes}}$$

Para el cálculo de la huella de carbono de las demás tecnologías se toma en cuenta el mismo número de lámparas y el periodo para calcular la actividad. También se debe de mencionar que, para las propuestas tecnológicas, solo se tomara tu potencia de las lámparas, puesto que no necesitan balastos para su funcionamiento. Para fines prácticos, en la tabla 7, se muestran los resultados de manera resumida para un mejor análisis de comparación.

Para la propuesta 1 de cambio de tecnología, sabemos que la potencia de la lámpara es de 13W. También la propuesta 2 de cambio de tecnología sabemos que la potencia de la lámpara es de 12W. Y en el caso de la propuesta 3 de cambio de tecnología sabemos que la potencia de la lámpara es de 22W.

Tabla 7. Comparación de la huella de carbono por tipo de tecnología. Fuente: elaboración propia

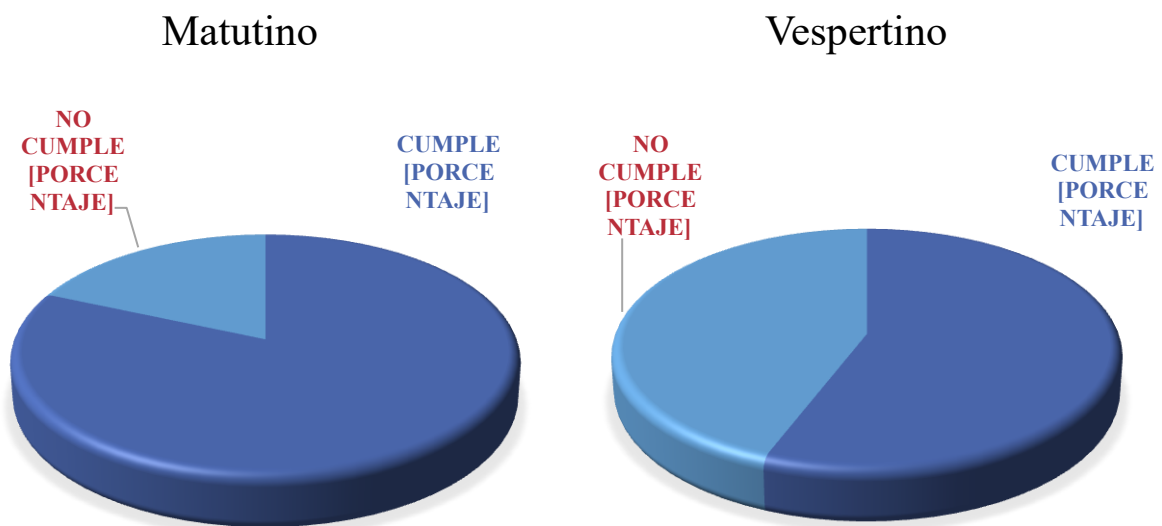
Sistema de iluminación	Actividad		Factor de Emisión $(\frac{tCO_2e}{MWh})$	Huella de Carbono $(\frac{tCO_2e}{mes})$
	Periodo (horas/mes)	Potencial total (kW)		
Tecnología actual	240	108.8	0.505	13.187
Propuesta 1	240	22.1	0.505	2.67
Propuesta 2	240	20.4	0.505	2.47
Propuesta 3	240	37.4	0.505	4.53

Por lo que tomando comparando la cantidad de emisiones por tecnología la propuesta 2 es la de menor huella de carbono.

Comparando con la huella de carbono actual tenemos aproximadamente 5 veces menos contaminación, lo que sería una gran disminución en el impacto ambiental indirecto generado por los consumos de electricidad.

## Conclusiones

Una vez realizado el diagnóstico conforme a las especificaciones establecidas por la NOM025-STPS-2008, obtuvimos como resultado el incumplimiento del inmueble a los parámetros establecidos por la normatividad, teniendo que: en total se realizaron alrededor de 313 levantamientos, dando un aproximado de 1,252 mediciones del todo el edificio. En la siguiente gráfica (Gráfica 23) se presenta un resumen del cumplimiento de la normatividad por horario (matutino y vespertino). Donde se puede observar que el porcentaje de incumplimiento aumenta significativamente en el horario vespertino, debido a que el edificio cuenta con grandes ventanas, que permiten la entrada de la radiación solar. Sin embargo, aunque la luz del sol ayude a la iluminación del edificio, esta misma entra de manera excesiva en algunos lugares del inmueble, lo que provoca un deslumbramiento pudiendo causar daños en la visión del personal. Ya que, en algunos casos se llegó a tener niveles de lúmenes, muy por arriba de los permitidos conforme a la normatividad.



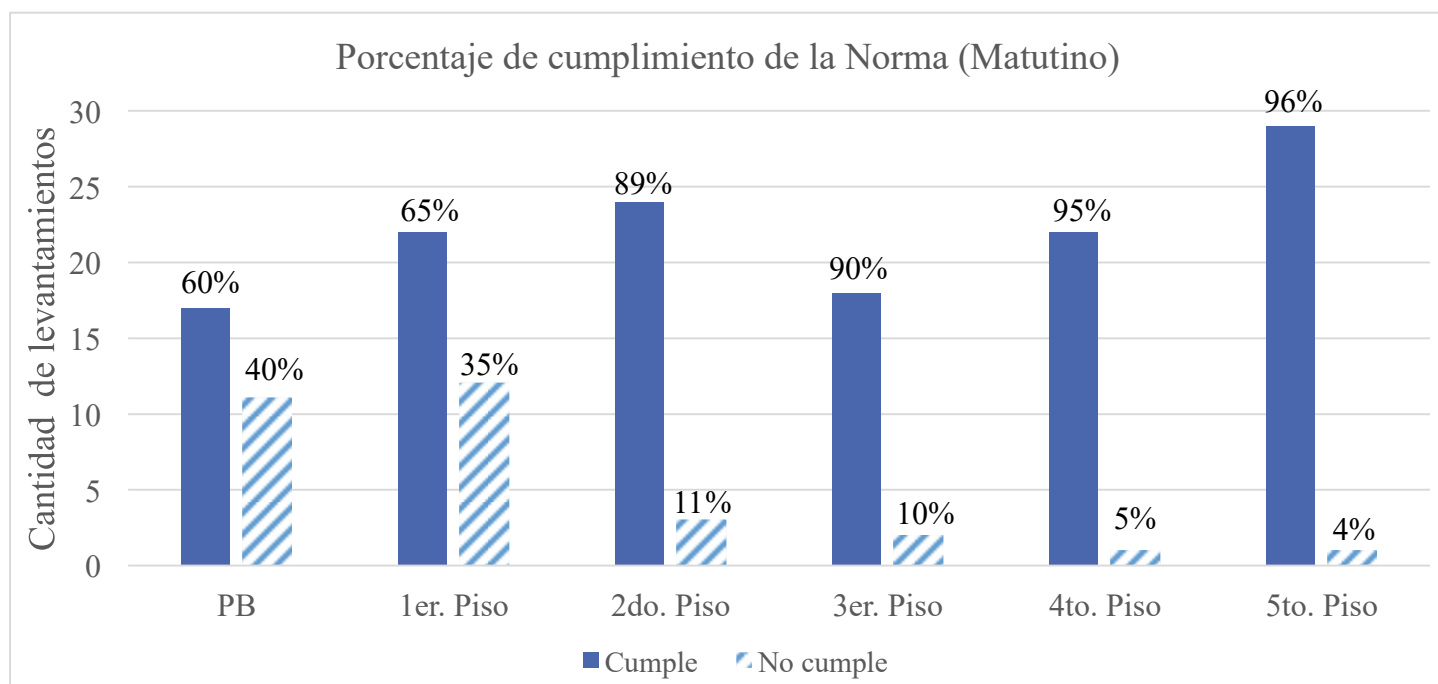
Gráfica 23 Porcentaje de cumplimiento de la normativa matutino y vespertino. Fuente: Elaboración propia

Dentro de las instalaciones concluimos que las condiciones de iluminación diagnosticadas de mayor criticidad pertenecen a la planta baja y primer piso. Debido a la falta de iluminación natural y a la mala distribución de las áreas y puestos de trabajo, ya que se asignaron secciones de trabajo en lugares no aptos para ello, ocasionando un hacinamiento del personal, además de contar con poca ventilación natural.

En la siguiente gráfica (Gráfica 24) se presenta el porcentaje de cumplimiento de la norma respecto al horario matutino. En el cual, se podemos observar que en su mayoría los puestos de trabajo cumplen con los requerimientos normativos. Por otra parte, los niveles del edificio con mayor número de incumplimiento son los primeros niveles del inmueble causado por las razones antes mencionadas.

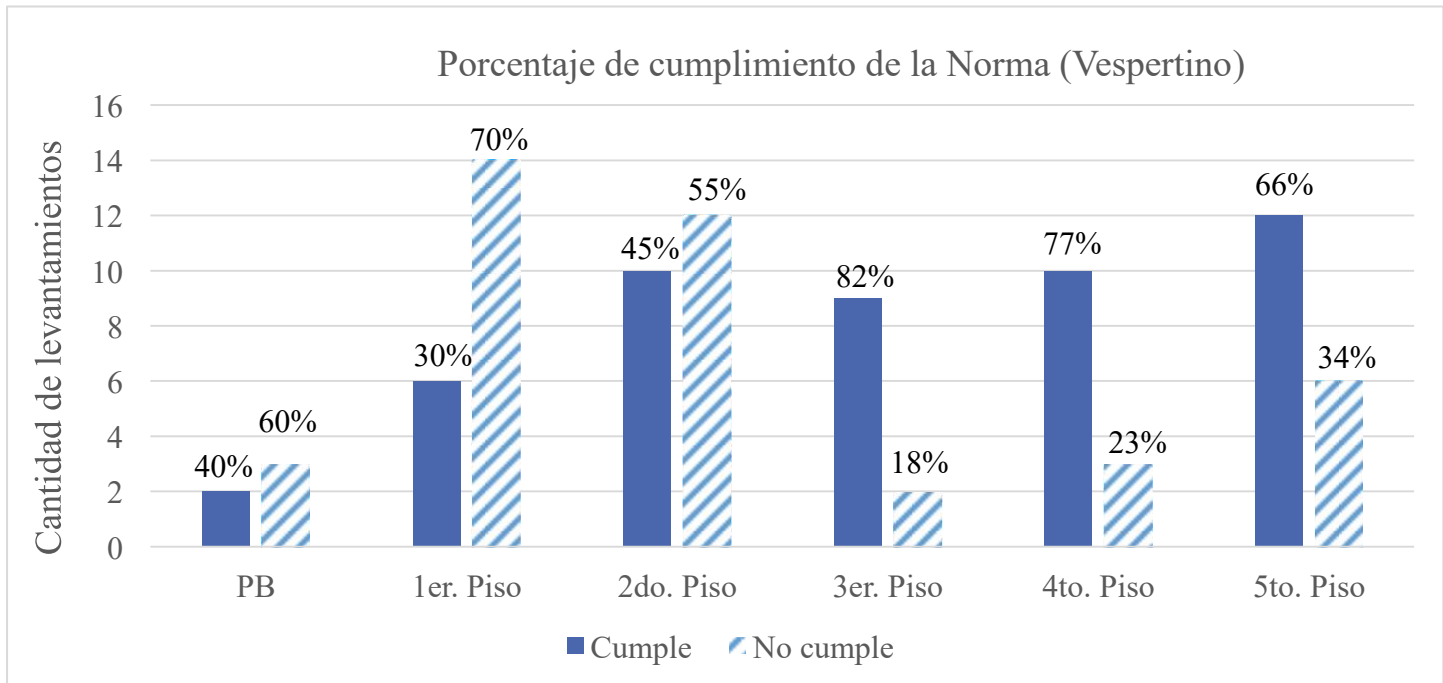
Para la planta baja y primer piso alrededor del 40% de las áreas de trabajo presentan una mala calidad de iluminación y no cumple con el tipo de luz adecuado para iluminar ambientes de oficina. Al igual, los espacios físicos analizados no presentan las especificaciones técnicas de lúmenes, ni un diseño adecuado para establecer una iluminación correcta en número y distribución en cada área de trabajo, lo que provoca lugares con una iluminación deficiente y otras con iluminación excesiva. Además, pudimos notar que no se dispone de un plan ni

cronograma de mantenimiento en las luminarias para asegurar niveles adecuados de iluminación en cada puesto y área de trabajo. Algunas luminarias se encontraban sucias y fundidas, lo que afecta a la cantidad y calidad de la iluminación en los puestos de trabajo.



Gráfica 24 Consolidación de cumplimiento de la norma turno matutino Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la evaluación de la iluminación en áreas y puestos de trabajo del turno vespertino el porcentaje de cumplimiento descendió considerablemente, dando como resultado que existiese pisos donde el incumplimiento establecido por norma fuese mayor. Esto se puede observar en la siguiente gráfica (Gráfica 25), donde nos podemos percatar que la planta baja, primer y segundo piso son los más afectados por las condiciones deficientes de iluminación. En los siguientes pisos podemos notar una disminución en el cumplimiento de las condiciones de iluminación. En total, el 44% de los puestos de trabajo no cumplen con la iluminancia sugerida para desarrollar las actividades de manera segura; por tanto, esta deficiente iluminación es un factor de peligro para la salud visual de los empleados e incrementa la probabilidad de sufrir accidentes.



Gráfica 25 Consolidado de cumplimiento de la norma turno vespertino Fuente: Elaboración propia

En conclusión, referente a niveles de aprobación de las condiciones de iluminación, se detecta que tanto en planta baja como en el 1° y 2° piso; hay grandes problemas de incumplimiento, resaltando en especial en el turno nocturno. Y en general, las demás secciones del complejo tienen problemas de incumplimiento en los turnos nocturnos y en donde no hay iluminación natural en ningún horario del día. Estos problemas en gran medida se deben a la mala distribución tanto de las luminarias como de los puestos de trabajo. Además, de la falta de mantenimiento de las luminarias, ya que se detectaron grandes cantidades de lámparas descompuestas y en malas condiciones.

Por otra parte, las secciones de los pisos en donde tienen iluminación natural, presentan grandes niveles de iluminación en los horarios matutino, hasta antes de atardecer. Esto representa problemáticas de deslumbramiento en las tareas visuales desempeñadas en los puestos de trabajo.

También se observa el hecho que en lugares como: las escaleras de tránsito, las escaleras de emergencia y el estacionamiento. Hay una gran deficiencia en la iluminación debido a la falta de mantenimiento y en algunos casos a la falta de luminarias.

De manera general, se llega a la conclusión que muchas de las problemáticas de la edificación se deben a la mala distribución de las áreas de trabajo, la falta de mantenimiento del equipo de iluminación, el reemplazo tecnológico del mismo, la antigüedad del edificio y las discrepancias en la adaptación del inmueble para las distintas oficinas y actividades que se realizan en el sitio. Por otra parte, se sugiere una intervención mediática en las recomendaciones sugeridas según el diagnóstico, puesto que ayudarían a reducir las deficiencias que se poseen y también garantizar mejoramientos en las condiciones laborales para trabajadores. Y, por supuesto, ayudar a reducir los impactos ambientales que se generan por la falta de eficiencia en la electricidad en las edificaciones.

## Referencias

- CEPAL, C. E. (2010). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CEPAL, C. E. (2015). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Linares, P. (2008). Eficiencia Energética y Medio Ambiente. *Economía y Medio Ambiente*, 75-92.
- AEDENAT, A. E. (1998). *Ante el cambio climático, menos CO2*. Madrid, España: Instituto Juan de Herrera.
- Anaya V., A. (2006). Diagnóstico de seguridad e higiene del trabajo listados de verificación basados en la normatividad mexicana. *e-Gnosis*, 2.
- Andalucía, F. d. (2010). *Revista Digital para Profesionales de la Enseñanza*, No 7.
- Balance de Energía 2019. (2021). *Gobierno de México*. Obtenido de Secretaría de energía: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218\\_BNE.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218_BNE.pdf) Diaz
- Cordero, G. (2012). EL CAMBIO CLIMATICO. *Ciencia y Sociedad*, 227-240.
- Dirección General de Inspección Federal del Trabajo. (s.f.). *Vigilancia del cumplimiento de la normatividad en seguridad y salud en el trabajo*. México.
- Doignon, Y. (13 de julio de 2020). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview#1>
- Espíndola, C. a. (2018). *Huella de Carbono Cambio Climático, Gestión Sustentable y Eficiencia Energética*. La Serena-Chile : Universidad de la Serena .
- Galvéz, J., Révolo, J., & Carrasco, W. (2020). *Uso eficiente de la energía Guía Metodológica para docentes de secundaria*. San Borja : Ministerio de Energía y Minas .
- Gonzalez, R., Perez, L., Bravo, G., Gonzalez , E., & Tsoi, E. (2006). Daylighting of buildings: Theoretical methodological proposal for the characterization and evaluation of spaces . *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*.
- IPCC, G. I. (2011). *Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, I. P. (2011). *United Nations Environment Programme (UNEP) and the World Meteorological Organization (WMO)*. Obtenido de IPCC: <http://www.ipcc.ch> (2011)
- Jusmet, J. R. (2019). *Cambio climático: acuerdos internacionales y evolución de las emisiones de CO2*. Barcelona : Universidad de Barcelona .
- Kiessling, C. K. (2021). Principio de las Responsabilidades Comunes pero Diferenciadas: un análisis de la internalización de la norma por parte del sector privado en Brasil (20052015). *SCIELO*, 63-88.
- Matesanz, Á. (septiembre de 2008). *HABITAD*. Obtenido de <http://habitat.aq.upm.es/temas/aeeficiencia-energetica.html>
- OLADE. (2020). *Situación del consumo energético a nivel mundial y para América Latina y el Caribe (ALC) y sus perspectivas*. Quito: olade.
- Palafox, O. (2019). Sustentabilidad global: Principios y acuerdos internacionales . *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 74-85.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Compendio 2020*. Obtenido de SEMARNAT: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio\\_2020/dgeiawf.semarnat.gob.mx\\_8080/approot/dgeia\\_mce/html/RECUADROS\\_INT\\_GLOS/D2\\_ENERGIA/D2\\_ENERGIA06/D2\\_R\\_ENERGIA06\\_02.htm](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2020/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/approot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D2_ENERGIA/D2_ENERGIA06/D2_R_ENERGIA06_02.htm)
- Tapia, L. N. (2015). *Cambio Climático Principios, Política y Gestión*. Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador.

- Tejera, J. L. (2013). La contribución de las normas internacionales de la serie ISO 50000 a la Eficiencia Energética. *Anales de Mecánica y Electricidad*, 18-22.
- Wiedmann, T. y. (2007). *Definition of 'Carbon Footprint*. Reino Unido : Research & Consulting.
- World Resources Institute, W. (MARzo de 2004). *The Greenhouse Gas Protocol*. Obtenido de The Greenhouse Gas Protocol:  
<http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/ghgprotocol-revised.pdf>
- WWF, W. W. (2018). *Informe Planeta Vivo - 2018: Apuntando más alto*. Gland, Suiza: Grooten, M. y Almond, R.E.A.

## Anexo 1

### Evaluación de los niveles de iluminación

#### 1. Objetivo

Evaluar los niveles de iluminación en las áreas y puestos de trabajo seleccionados.

#### 2. Metodología

De acuerdo con la información obtenida durante el reconocimiento, se establecerá la ubicación de los puntos de medición de las áreas de trabajo seleccionadas, donde se evaluarán los niveles de iluminación.

**2.1.** Cuando se utilice iluminación artificial, antes de realizar las mediciones, se debe de cumplir con lo siguiente:

- a) Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice; si se utilizan lámparas de descarga, incluyendo lámparas fluorescentes, se debe esperar un periodo de 20 minutos antes de iniciar las lecturas. Cuando las lámparas fluorescentes se encuentren montadas en luminarias cerradas, el periodo de estabilización puede ser mayor;
- b) En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un periodo de 100 horas de operación antes de realizar la medición, y
- c) Los sistemas de ventilación deben operar normalmente, debido a que la iluminación de las lámparas de descarga y fluorescentes presentan fluctuaciones por los cambios de temperatura.

**2.2.** Cuando se utilice exclusivamente iluminación natural, se debe realizar al menos las mediciones en cada área o puesto de trabajo de acuerdo con lo siguiente:

- a) Cuando no influye la luz natural en la instalación ni el régimen de trabajo de la instalación, se deberá efectuar una medición en horario indistinto en cada puesto o zona determinada, independientemente de los horarios de trabajo en el sitio;
- b) Cuando sí influye la luz natural en la instalación, el turno en horario diurno (sin periodo de oscuridad en el turno o turnos) y turnos en horario diurno y nocturnos (con periodo de oscuridad en el turno o turnos), deberán efectuarse 3 mediciones en cada punto o zona determinada distribuidas en un turno de trabajo que pueda presentar las condiciones críticas de iluminación de acuerdo a lo siguiente: o Una lectura tomada aproximadamente en la primera hora del turno; o Una lectura tomada aproximadamente a la mitad del turno, y o Una lectura tomada aproximadamente en la última hora del turno.
- c) Cuando sí influye la luz natural en la instalación y se presentan condiciones críticas, efectuar una medición en cada punto o zona determinada en el horario que presente tales condiciones críticas de iluminación.

**2.3.** Ubicación de los puntos de medición.

Los puntos de medición deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando: el proceso de producción, la clasificación de las áreas y puestos de trabajo, el nivel de iluminación requerido en base a la Tabla siguiente (Tabla 1), la ubicación de las luminarias respecto a los planos de trabajo, el cálculo del índice de áreas correspondiente a cada una de las áreas, la posición de la maquinaria y equipo, así como los riesgos informados a los trabajadores.

*Tabla 7 Niveles de iluminación de las áreas de trabajo Fuente: NOM-025-STPS-2008, DOF.*

<b>Área Visual del Puesto de Trabajo</b>	<b>Área de Trabajo</b>	<b>Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)</b>
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
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
Distinción 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
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
con pulidos finos.		

Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados;</li> <li><input type="checkbox"/> exactas y muy prolongadas, y</li> <li><input type="checkbox"/> muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.</li> </ul>	2,000
---	--	-------

**2.3.1.** Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar) de la Tabla 2, y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas; en caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B (número mínimo de zonas a considerar por la limitación) de la Tabla A1. En caso de coincidir nuevamente el centro geométrico de cada zona de evaluación con la ubicación del punto focal de la luminaria, se debe mantener el número de zonas previamente definido

Tabla 8 Índice de área establecido por la norma Fuente: NOM-025-STPS-2008, DOF.

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

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

Ecuación 3 Índice de área para indicar el número de zonas a evaluar Fuente: NOM-025-STPS-2008, DOF.

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x + y)}$$

Donde:

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

h = altura

En donde  $x$  es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeado 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.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a  $75 \text{ cm} \pm 10 \text{ cm}$ , sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas.

**2.4.** En el puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo, 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 luxómetro.

### **A.3. Instrumentación**

**A.3.1.** Se debe usar un luxómetro que cuente con:

- a) Detector para medir iluminación;
- b) Corrección cosenoidal;
- c) Corrección de color, detector con una desviación máxima de  $\pm 5\%$  respecto a la respuesta espectral fotópica, y
- d) Exactitud de  $\pm 5\%$  (considerando la incertidumbre por calibración).

**3.2.** Se debe verificar el luxómetro antes y después de iniciar una evaluación conforme lo establezca el fabricante y evitar bloquear la iluminación durante la realización de la evaluación.

**3.3.** El luxómetro deberá contar con el certificado de calibración de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Las lecturas serán válidas mientras los resultados obtenidos en el luxómetro no cambien de acuerdo con los requisitos establecidos en los párrafos siguientes:

**3.3.1.** Debe asegurarse que se cumpla con el inciso d) de la sección A.3.1., ya que la calibración no implica el ajuste del instrumento y por tanto, por sí sola, no garantiza que se realicen las mediciones con la exactitud requerida. Debido a lo anterior se deberá verificar y registrar en el informe el error que comete el instrumento y aplicar el factor de corrección si es necesario, además de corregir los resultados de la medición.

**3.3.2** Cuando el luxómetro tenga variaciones en la coincidencia de sus lecturas se debe someter para su certificación al laboratorio.

La forma de respaldar la veracidad del luxómetro será a través del registro de mediciones realizadas midiendo los niveles de iluminación que produce una lámpara incandescente, que únicamente será utilizada para este fin, a distancias conocidas. Las lecturas obtenidas durante la verificación deberán coincidir con las lecturas de referencia que deberán haber sido obtenidas al momento de que se recibió el luxómetro después de su certificación, una vez que se haya aplicado el factor de corrección reportado en el certificado.

**3.3.3.** El reporte de verificación debe contener la fecha de su realización, la intensidad de corriente a la que se operó la lámpara incandescente, las condiciones ambientales al momento de la verificación, las distancias a las cuales se midieron los niveles de iluminación y los valores de iluminancia indicados por el instrumento para cada distancia.

**3.3.4.** En caso de que el luxómetro haya sufrido una caída, se le dio uso rudo o estuvo expuesto a condiciones extremas de temperatura y humedad, se debe someter a una nueva verificación y elaborar el reporte de verificación.

## Anexo 2

### Evaluación del Factor de Reflexión

#### 1 Objetivo

Evaluar el factor de reflexión de las superficies en áreas y puestos de trabajo seleccionados.

#### 2 Metodología

Los puntos de medición deben ser los mismos que se establecen en el Apéndice A.

##### 2.1 Cálculo del factor de reflexión de las superficies:

- a) Se efectúa una primera medición ( $E_1$ ), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de  $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ , hasta que la lectura permanezca constante;
- b) La segunda medición ( $E_2$ ), 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 ( $K_f$ ) se determina con la ecuación siguiente:

*Ecuación 4 Cálculo del factor de reflexión. Fuente: NOM-025-STPS-2008, DOF*

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100)$$