



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA EDIFICACIÓN DEL CAMPUS DE LA UNAM.

MEXICO D.F
JULIO DE 2011
PROYECTO FINAL DE CARRERA
FÉLIX MARQUINEZ MAULEÓN

ÍNDICE

RESUMEN.

INTRODUCCIÓN.

1. Antecedentes

- 1.1 Balance Nacional de energía.
- 1.2 Normativa Oficial Mexicana relacionada con la energía eléctrica en edificios.
 - 1.2.1 Situación general de la Normativa Oficial Mexicana en Eficiencia Energética (NOM-ENER).
 - 1.2.1.1 Normas para productos consumidores de energía.
 - 1.2.1.2 Normas sobre iluminación.
 - 1.2.1.3 NOM sobre iluminación en edificios.
 - 1.2.2 La NOM-007-ENER-2004.
 - 1.2.3 Otras NOM relacionadas con el proyecto.
 - 1.2.3.1 Normas sobre seguridad de aparatos eléctricos.
 - 1.2.3.2 Normas sobre alumbrado.
 - 1.2.3.3 Normas aplicables en edificios.

2. Metodología.

- 2.1 Elección del proyecto.
- 2.2 Mediciones de parámetros eléctricos.
 - 2.2.1 Demanda de potencia.
 - 2.2.2 Consumo de energía eléctrica.
 - 2.2.3 Factor de potencia (F.P).
 - 2.2.4 Desbalanceo en corriente.
- 2.3 Análisis del levantamiento de datos realizado
 - 2.3.1 Análisis general de la demanda y el consumo de energía eléctrica.
 - 2.3.2 Análisis particular de los tipos de luminaria existentes.
- 2.4 Verificación de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
 - 2.4.1. Aplicación de la “NOM-007-ENER-2004”, cálculos de las DPEA.
 - 2.4.2 Verificación de la “NOM-025-STPS-2008”, niveles mínimos de iluminación en centros de trabajo.

3. Propuestas para el ahorro de Energía Eléctrica

- 3.1 Medidas tecnológicas.
- 3.2 Medidas generales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS:

- ANEXO 1: NOM-007-ENER
- ANEXO 2: NOM-025-STPS
- ANEXO 3: Gráficas y cálculos de las lámparas y DPEA
- ANEXO 4: Fichas técnicas.
- ANEXO 5: Croquis de toda la edificación.

RESUMEN:

En el Balance Nacional de Energía en México en el año 2009 se comprueba que el 58% del consumo de energía nacional es del consumo final total (4,795.24 PJ), y que dentro de este consumo final total, el residencial, comercial y público es el 19%, con esto se puede ver en que ámbitos se moverá el proyecto y que dimensiones de energía se trabajan.

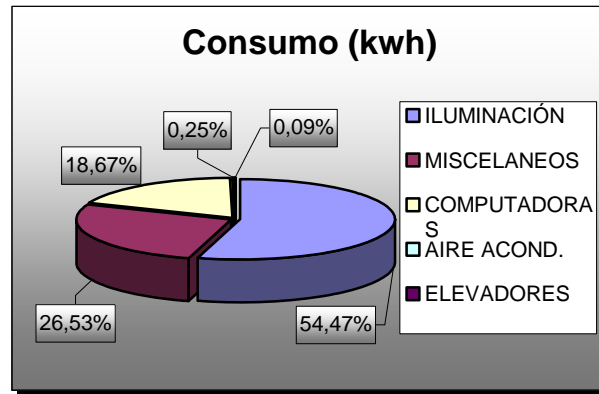
Respecto a la Normativa Oficial Mexicana en materia de eficiencia energética se concluye una vez revisadas todas las existentes, que la NOM-007-ENER 2004 “Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales” es la norma que mas relacionada esta y que más aplica en nuestro caso. Por otro lado la NOM-025-STPS “Condiciones de iluminación en centros de trabajo”, sería otra norma que sin ser de eficiencia energética también aplicaría en edificios no residenciales.

La edificación del anexo de la Facultad de Derecho y SUA (Sistema de Universidad Abierta) de la Universidad Nacional Autónoma de México esta destinada principalmente al uso de aulas y oficinas administrativas, contando también con otros usos incluidos en servicios. El área construida es de 4116.97 metros cuadrados en el anexo de la Facultad de Derecho y de 3011.2 metros cuadrados en el SUA. La operación de la edificación cuenta con diferentes horarios y turnos que van desde las 6:00 de la mañana hasta las 21:00 de la noche.

El suministro de energía eléctrica de la edificación viene dado por un mismo transformador de la subestación 1 de la UNAM. A partir de este transformador se colocaron los equipos de medición de parámetros eléctricos, con el objetivo de analizar y comprobar el comportamiento de la edificación.

De las mediciones se determinaron aspectos como que la demanda máxima es de 90.8kW y que el consumo mensual estimado es de 32858.14 kWh aproximadamente. También se determinó que la hora de más consumo de un día laborable normal es de 19 a 20h de la tarde y que el factor de potencia promedio es de 0.63, que esta bastante por debajo de los 0.9 exigidos por la compañía eléctrica suministradora, lo cual implica que existe un problema que podría ser objeto de estudios posteriores. Por último, también existe una descompensación de la corriente que circula por cada fase, lo que quiere decir que las cargas conectadas en cada fase están descompensadas y habría que ver su posible relación con el negativo factor de potencia.

Los sistemas consumidores en los que se ha dividido todo el consumo son iluminación, misceláneos, sistemas de computo, aire acondicionado y elevadores. La iluminación representa más del 54% del consumo total, después, los misceláneos forman un 26%, los sistemas de cómputo casi un 19% y por último, el aire acondicionado y los elevadores tienen un consumo insignificante frente al total.



El sistema de iluminación es, claramente, el que más potencial de ahorro contiene, por eso se centro el estudio en este apartado hasta llegar a la conclusión de que la propuesta de ahorro de energía eléctrica más eficaz, es la sustitución de las lámparas fluorescentes existentes del tipo T12 por otras del tipo T8 y T5, con tecnología más eficiente y balastos electrónicos.

Esta medida tecnológica supondría un ahorro estimado de más de 20 kW de potencia instalada y de unos 3,500 kWh de consumo al mes, con lo que también se obtendría un ahorro económico de más de 4,500 pesos mexicanos mensuales. Por otro lado, esta propuesta necesitaría de una inversión de unos 120,000 pesos, que se recuperaría en unos dos años y dos meses aproximadamente (26.47 meses).

También se puede ahorrar energía eléctrica de una manera más sencilla con otras medidas generales operativas que su aplicación depende de los usuarios de la energía y del personal de mantenimiento existente en la edificación.

Por otro lado, se verifica el cumplimiento de la Normativa Oficial Mexicana (NOM) en relación a nuestro proyecto, son la NOM-007 en materia de Eficiencia Energética (ENER) “*Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales*”, y la NOM-025-STPS “*Condiciones de iluminación en centros de trabajo*”.

INTRODUCCIÓN:

En este trabajo se muestran los antecedentes que preceden al posterior trabajo de diagnóstico que se realiza. Con esto, se ve la situación actual del consumo de energía en México, y también, una visión del panorama actual en eficiencia energética y la normativa relacionada. Una vez visto esto, se puede definir con garantías el trabajo más concreto que se va a realizar.

En el año 2009 se dio comienzo al proyecto “*Programa Universitario de Medio Ambiente. Informe Anual 2009-2010. Estrategia de Universidad Sustentable* **INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS INMUEBLES DE CIUDAD UNIVERSITARIA. PRIMERA ETAPA: INMUEBLES COMPRENDIDOS EN EL PERÍMETRO DEL CIRCUITO ESCOLAR**”

En relación y colaboración con este proyecto se comienzan a realizar diagnósticos energéticos de los inmuebles en cuestión. Es por este motivo y por la alimentación de un solo transformador que se eligió edificación del anexo de la Facultad de Derecho y SUA para realizar las mediciones y su posterior estudio energético, motivo de este informe.

En el presente estudio se muestra idea general de cómo se consume la energía eléctrica en estos edificios, así como sus indicadores energéticos principales y sus potenciales de ahorro de energía eléctrica tecnológicos y operativos.

1. Antecedentes

El consumo eficiente de energía se ha convertido en la actualidad en uno de los puntos más importantes en los que la sociedad se debe concienciar y trabajar en ello, pues es hoy, más que nunca, cuando más escasean los recursos naturales y los científicos más demuestran la existencia de un cambio climático y un desgaste severo de la capa de ozono, debido al consumo indiscriminado de los combustibles fósiles. Es por eso que en nuestro proyecto intentamos dar nuestra aportación para tener un consumo eficiente de nuestros recursos energéticos, y de esta manera poder frenar entre todos, en la medida de lo posible, el cambio climático y el agujero de la capa de ozono.

A raíz de todo esto, se muestra un pequeño resumen de los antecedentes que se han trabajado sobre la energía eléctrica en edificios, y que nos servirán para poder ubicar mejor el tema. Se citara la situación de la energía eléctrica Balance Nacional de Energía de 2009 y también se hará un análisis de la Normativa Oficial Mexicana relacionada.

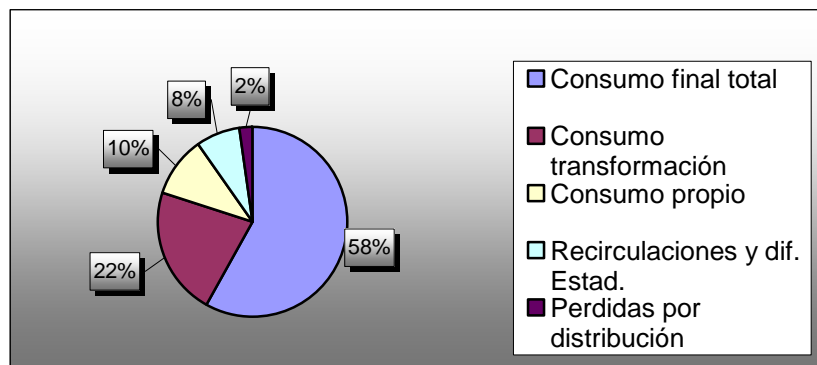
-1.1 Balance Nacional de energía:

El Balance Nacional de Energía es un documento que nos ofrece un panorama con estadísticas detalladas que sirven para realizar una evaluación del desempeño del sector energético que, a su vez, es una herramienta para continuar garantizando un suministro confiable de energía, de calidad y a precios competitivos. Y tiene como principal objetivo proporcionar información básica, comparable a nivel nacional e internacional, para el análisis del desempeño del sector energético, para la elaboración de estudios sectoriales, como las prospectivas, y para los estudios sobre intensidad energética.

Después de revisar el Balance Nacional de Energía de 2009, podemos ver como está la situación de la energía eléctrica y que parte forma en el consumo total del país.

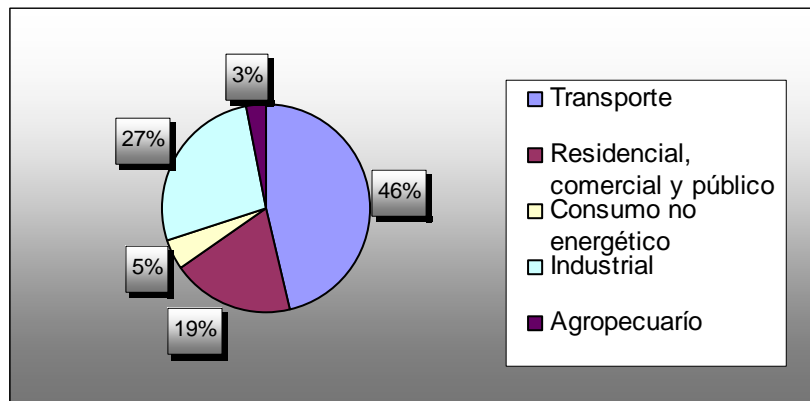
En primer lugar, podemos ver en la Gráfica 1.1 el consumo nacional total (datos dados en peta jules) incluyendo pérdidas (2.2%), transformaciones (21.9%), consumo propio (10.1%), recirculaciones (7.6%) y por último el “consumo final total”, que es en definitiva el consumo final de la energía en nuestras casas, lugares públicos, transporte, etc, y sería un 58.1% del consumo nacional total.

Gráfica 1.1: Consumo Nacional (8,246.26 PJ)



Por otro lado, se realiza un segundo diagrama solo del “consumo final total” (Grafica 1.2). Aquí podemos identificar que el apartado en el cual esta incluida la energía en edificios es el de “Residencial, comercial y público”, con un 19% del consumo final total. Este consumo es prácticamente eléctrico, ya que en México el consumo energético en edificios se basa en lo eléctrico y apenas existen calefacciones de gasoil o gas en edificios, como pueden ser tan importantes, energéticamente hablando, en otros países. Por otro lado, también está el consumo del transporte (46.4%), agropecuario (3.1%), industrial (26.8%) y el consumo no energético (4.7%).

Grafica 1. 2: Consumo final total (4,795.24 PJ)



Entonces, podemos concluir que nos centraremos en que ese 19% del consumo “residencial, comercial y público” sea menor, y este será el ámbito donde nos moveremos.

-1.2 Normativa Oficial Mexicana relacionada con la energía eléctrica en edificios:

La normativa en México sobre la eficiencia energética consta de 21 normas que tratan sobre las diferentes especificaciones en los diferentes campos en los que puede haber un mejor consumo o aprovechamiento de la energía, y sus principales objetivos son los de establecer niveles mínimos de eficiencia energética y niveles máximos de consumo

En este caso se muestra un pequeño desglose sobre los diferentes aspectos o temas en los que se hace hincapié en estas Normas Oficiales Mexicanas (NOM), justificando si tiene aplicación en nuestro caso, y después, con mas detenimiento, un pequeño análisis sobre las normas que son aplicables para el consumo eficiente de energía en los edificios de la Universidad Nacional Autónoma de México (anexo de Facultad de Derecho y SUA), y especialmente en las normas que aplican en nuestro proyecto sobre el “*Desarrollo del análisis y medidas a tomar para un consumo eficiente de la energía eléctrica en edificios universitarios*”, que principalmente será la “*NOM-007-ENER-2004*”.

Por otra parte, también se nombrarán otras normas oficiales mexicanas (NOM) que no son de eficiencia energética, pero si que pueden ser de aplicación en nuestro caso, sobre todo en cuanto niveles de iluminación mínimos a cumplir. También repasaremos otras normas relacionadas que veremos si pueden aplicar o no en nuestro caso.

- 1.2.1 Panorama general de la Normativa Oficial Mexicana en Eficiencia Energética (NOM-ENER):

En primer lugar, la normativa oficial mexicana en materia de eficiencia energética trata, en su mayoría, de poner especificaciones para los productos nuevos, es decir, que se centra en poner límites constructivos y eficientes para los fabricantes.

En general, la mayoría de las NOM-ENER se centran más en que los productos que se consuman en México sean eficientes energéticamente hablando y menos en que las instalaciones o construcciones tengan un consumo eficiente de energía en su utilización en un futuro.

Así pues, ahora se nombran las normas haciendo una especie de clasificación, de que tratan cada una de ellas y sus objetivos:

-1.2.1.1 NORMAS PARA PRODUCTOS CONSUMIDORES DE ENERGIA:

Como bien se ha nombrado la mayoría de las normas son para la fabricación de productos que consumen energía, ya sea eléctrica o térmica, y hablan de las especificaciones y pruebas que tienen que pasar estos productos. Estas son algunas de ellas:

-NOM-001-ENER-2000: Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.

-NOM-003-ENER-2000: Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

-NOM-004-ENER-2008: Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia, en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

-NOM-005-ENER-2010: Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado.

-NOM-006-ENER-1995: Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.- Límites y método de prueba.

-NOM-009-ENER-1995: Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales.

-NOM-010-ENER-2004: Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba.

-NOM-011-ENER-2006: Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

-NOM-014-ENER-2004: Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 a 1,500 Kw. Límites, método de prueba y marcado.

-NOM-015-ENER-2002: Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

-NOM-016-ENER-2010: Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 Kw. Límites, método de prueba y marcado.

-NOM-019-ENER-2009: Eficiencia térmica y eléctrica de máquinas tortilladoras mecanizadas. Límites, método de prueba y marcado.

-NOM-018-ENER-1997: Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

-NOM-021-ENER/SCFI-2008: Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

-NOM-022-ENER/SCFI-2008: Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario para aparatos de refrigeración comercial auto contenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

-NOM-023-ENER-2010: Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.

En todas estas normas se pueden encontrar principalmente los valores de eficiencia energética que deben cumplir los productos, como se obtienen estos valores, las unidades de medida en las que se tienen que dar y los métodos de prueba que se deben seguir. En estas normas también se especifican todos los aspectos técnicos y etiquetas que deben llevar los aparatos.

Se pueden distinguir normas que son sobre aparatos que su consumo es eléctrico para obtener energía mecánica como las NOM 001, 004, 005, 006, 010, 014, 016, que van fijadas por un valor en porcentaje de eficiencia energética, que suele depender mayormente de un motor eléctrico que hace funcionar un sistema de bombeo o algún otro sistema.

Otra distinción que se puede hacer son las normas que tratan de productos que consumen energía eléctrica, pero su fin es conseguir un rendimiento térmico, como

enfriar alimentos o aire, calentar agua y otras utilidades térmicas. Estas normas son las NOM 003, 009, 011, 015, 019, 021, 022, 023, 018. Su valor de eficiencia energética, en su mayoría, viene dado por la Relación de Eficiencia Energética (REE) que son los watts térmicos divididos por los watts eléctricos consumidos, o bien ponen un consumo máximo por litro calentado o enfriado (NOM 0022) y otras establecen un porcentaje de eficiencia a cumplir según temperaturas obtenidas (NOM 003).

Es obvio que todas estas normas nombradas hasta ahora no tienen ninguna aplicación en nuestro proyecto, pues son normas exclusivamente para fabricantes y ninguna específica nada que nos podría incidir en edificios.

-1.2.1.2 NORMAS SOBRE ILUMINACIÓN:

Otro tipo de normas, que se acercan más a nuestro objetivo, pues veremos que la iluminación será nuestro principal tema a tratar, pero que sin embargo, tampoco serán de aplicación en nuestro proyecto, son las siguientes:

-NOM-013-ENER-2004: Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas.

-NOM-017-ENER/SCFI-2008: Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba.

-NOM-028-ENER-2010: Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.

En primer lugar, la NOM 013-ENER-2004 podría ser de nuestra aplicación si en nuestro proyecto analizáramos algún espacio exterior iluminado, aspecto que no se cumple, pues nos limitamos exclusivamente al análisis del interior de los edificios. Hay que mencionar que en nuestra edificación elegida contamos con varios pasillos abiertos por uno de sus lados al exterior, pero tales serán considerados como alumbrado interior del edificio, ya que se encuentran en su interior. Esta norma se basa en el establecimiento de una eficacia mínima de iluminación dada por el nivel de iluminación en luxes (lx), y la DPEA (Densidad de Potencia Eléctrica del Alumbrado) dependiendo del ancho de la calle o el área a iluminar. En general, esta norma tiene mucha similitud con la NOM-007-ENER-2004, que analizaremos más adelante, en la que se dan los mismos aspectos y parámetros que en la presente norma.

Las otras dos normas, la NOM-017 y 028, no nos son de aplicación directa en el proyecto porque siguen siendo exclusivamente para fabricantes de lámparas, pero si que nos pueden ser de utilidad en cuanto a definiciones y aspectos dadas en las mismas. Tratan de dar una eficacia mínima de las lámparas en lúmenes partido watio (lm/w) y también temperaturas máximas aceptables según materiales y componentes de las lámparas.

-1.2.1.3 NOM SOBRE ILUMINACIÓN EN EDIFICIOS:

A continuación se nombra la NOM-007-ENER-2004, que es la que más, y casi la única, que nos aplica en nuestro proyecto directamente, pero que en el siguiente punto se verá con más detenimiento, ya que se realiza un pequeño análisis de la norma, extrayendo los aspectos que nos interesan o nos incumbe a nuestro proyecto.

-NOM-007-ENER-2004: Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

-1.2.2 La NOM-007-ENER-2004:

A continuación se nombran los objetivos de la presente norma y se muestra la tabla con los valores que nos influyen en el proyecto: Ver [Anexo 1](#) para ver la norma completa.

Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto:

- a) Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes.
- b) Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) de los sistemas de alumbrado de edificios nuevos no residenciales, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes.

DPEA = Área total iluminada/Carga total conectada para alumbrado

Tabla 1.1. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

<i>Tipo de edificio DPEA</i>	<i>(W/m2)</i>
Oficinas	
Oficinas	14
Escuelas y demás centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	16
Bibliotecas	16

En principio, de toda esta norma lo importante, sobre todo, es el **valor de DPEA** que nos va a marcar las pautas a seguir en el proyecto, es de **16 W/m2**, y corresponde al valor de la tabla 1 en escuelas o instituciones educativas, que es nuestro caso. También en oficinas nos marca 14W/m2 de DPEA máximo.

-1.2.3 Otras NOM relacionadas con el Proyecto:

Ahora nombramos o comentamos otras normas oficiales mexicanas, que aunque no sean de eficiencia energética, si que están relacionadas con aspectos o aparatos que analizaremos en nuestro proyecto, y es interesante comentarlas, o al menos mencionarlas.

-1.2.3.1 NORMAS SOBRE SEGURIDAD DE APARATOS ELÉCTRICOS:

En estas normas no se trata sobre la mejor utilización de los productos, si no en las especificaciones de seguridad que deben cumplir estos productos, métodos de prueba del fabricante y anotaciones que tienen que llevar con ellos. Por lo tanto estas, son normas a seguir por los fabricantes de estos productos, que en ningún caso influyen en instalaciones en edificaciones ni nada similar.

-NOM-016-SCFI-1993: Aparatos electrónicos de uso en oficina y alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica - Requisitos de seguridad y métodos de prueba.

-NOM-053-SCFI-2000: Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga- Especificaciones de seguridad y métodos de prueba para equipos nuevos.

-NOM-064-SCFI-2000: Productos eléctricos-luminarios para uso en interiores y exteriores-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

-1.2.3.2 NORMAS SOBRE ALUMBRADO:

Cabe mencionar en este apartado, la siguiente norma o artículo de la norma sobre alumbrado público, pues, aunque ya se ha comentado que no analizaremos alumbrado exterior en este proyecto, si que se podría analizar en futuros trabajos y es importante mencionar que existe y que podría servir. Esta norma es la siguiente:

-NOM-001-SEDE-2005: Instalaciones Eléctricas (utilización).

-ARTICULO 930-ALUMBRADO PÚBLICO

Aquí se especifican las disposiciones para proporcionar una visión rápida, precisa y confortable durante la noche en viabilidades y zonas públicas, se consigue mediante el establecimiento de los niveles de iluminación mínimos y la ubicación de la luminaria.

-1.2.3.3 NORMAS APLICABLES EN EDIFICIOS:

La siguiente norma es aplicable en los edificios universitarios, y la tendremos que tener en cuenta para realizar el análisis de los mismos en nuestro proyecto. Es una

norma porque trata sobre especificaciones en centros de trabajo, los cuales disponemos en cantidad en los edificios de nuestro proyecto. Es la siguiente:

-NOM-025-STPS-2008: CONDICIONES DE ILUMINACIÓN EN LOS CENTROS DE TRABAJO. Ver [Anexo 2](#) para ver la norma completa.

Esta norma tiene como objetivo establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores, aplica en todos centros de trabajo y además fija una serie de obligaciones de los trabajadores. Pero el aspecto más importante que se da son los niveles de iluminación según la tarea visual que se va a realizar y las áreas de trabajo en las se va realizar (medidas dadas en luxes).

En la Tabla 1.2 se muestran los niveles de iluminación mínimos que se deben de tener dependiendo del tipo de trabajo que se realiza normalmente en cada local.

Tabla 1.2: Niveles de iluminación

<u>Tarea Visual de Puesto de Trabajo</u>	<u>Área de Trabajo</u>	<u>Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)</u>
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 papelería	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	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios	500

moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.		
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 con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2000

2. Metodología.

En este apartado se realiza una explicación de cómo se llegó a la elección de este proyecto, y después, se hace un análisis de las mediciones generales registradas y del levantamiento de datos realizado en la edificación seleccionada, de esta manera obtenemos un diagnóstico energético que nos permite ver cuáles son los puntos de la edificación en los cuales se pueda llevar a cabo el mayor ahorro de energía. En cualquier caso, se intenta ir de lo más general a lo más particular, es decir, se va reduciendo el abanico de posibilidades para centrarnos en los puntos que nos puedan dar la mayor efectividad de ahorro de energía eléctrica, y así, poder proponer las medidas de ahorro energéticas oportunas.

-2.1 Elección del proyecto:

Aquí se da una pequeña explicación de cómo se ha llegado a la elección de este proyecto y de cuáles son los puntos que se van a tratar de hacer en él.

En nuestro caso estudiaremos como poder mejorar el consumo de energía en una edificación universitaria. Dentro de la energía en edificios, nosotros estudiaremos exclusivamente el consumo de energía eléctrica.

Por otro lado, teníamos que decidir sobre que edificio o edificios realizaríamos el estudio, valorando las posibilidades que existen de realizar un estudio de esta magnitud y viendo cuáles de los edificios nos pueden interesar más. Hay que tener en cuenta que para poder realizar este estudio se debe tener acceso a cada uno de los aparatos consumidores de energía eléctrica disponibles en el edificio, además de otros aspectos como medidas de cada local, de la iluminación etc.

Esta elección es la edificación que consta de los edificios del anexo de la Facultad de Derecho y del edificio de Sistema de Universidad Abierta y educación a distancia (SUA) en la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). Esta edificación ha sido elegida por que dispone de un transformador para ella y la utilización de los edificios son los que nos interesa estudiar, ya que dispone de muchas aulas, pero también de oficinas y servicios. Con esto podremos realizar después una comparación dependiendo del uso de los habitáculos. También se tiene acceso medianamente fácil a cada habitación.

Debido a la inexistencia de planos arquitectónicos de dicha edificación, se procedió a la realización de los croquis de cada edificio y cada planta, con el fin de ubicar cada local y obtener un censo de datos más completo. Ver [Anexo 5](#)

Una vez llegado a este punto con la elección de la edificación hecha, hay que destacar que este trabajo se puede realizar gracias a la existencia de un proyecto conjunto, integrado por varios equipos de trabajo, y del cual forma parte este diagnóstico. Este proyecto es el siguiente:

“Programa Universitario de Medio Ambiente.

Informe Anual 2009-2010

Estrategia de Universidad Sustentable

INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS INMUEBLES DE CIUDAD UNIVERSITARIA. PRIMERA ETAPA: INMUEBLES COMPRENDIDOS EN EL PERÍMETRO DEL CIRCUITO ESCOLAR”

Después de visto el proyecto al que pertenecemos, se explica a continuación de manera sencilla de que consta nuestra edificación y el procedimiento a realizar antes de llegar al puro análisis.

El anexo de derecho cuenta con su parte de aulas, cuenta con la zona de secretaría académica, asuntos jurídicos, jefatura personal académico, salas de juicios orales y servicios distribuidos por diferentes zonas del edificio. Mientras que en el SUA se dispone también de zona de aulas, hay zona de tutorías, servicios escolares, oficinas específicas, salas de proyecciones, auditorio y servicios.

Para poder realizar el análisis del estudio, hay que destacar que antes hay que realizar un levantamiento de la edificación, en la cual se realizan las encuestas de cada cuarto en las que se recogen todos los datos y mediciones necesarias. En ellas se anotan las generalidades como las tonalidades, dimensiones del local y ventanas, iluminación natural, artificial, tipos de luminaria existentes, croquis del local con niveles de iluminación medidos y los equipos eléctricos existentes con su potencia.

Aparte de esto, también es necesario realizar las mediciones de la energía eléctrica consumida por la edificación, para ello, se colocan los equipos de medición oportunos con los que obtenemos cuanto se consume y como se consume, con su energía reactiva.

Con todo esto, se realiza una base de datos de excel, en la cual se recogen todos estos datos y se calculan otros que nos serán de interés para poder realizar el análisis del estudio.

-2.2 Mediciones de parámetros eléctricos:

Se realizaron mediciones aguas abajo del transformador que alimenta la edificación del anexo de la Facultad de Derecho y el SUA (Sistema de Universidad Abierta), se tomaron muestras de datos cada 5 minutos durante una semana completa, del 13 de Octubre de 2010 a las 13:20 al 21 de Octubre de 2010 a las 10:10. Todo esto con el objeto de conseguir datos que permitan realizar el diagnóstico energético de la edificación.

Las mediciones se realizaron con un equipo analizador de redes que captura diferentes parámetros simultáneamente como pueden ser las potencias activas, aparentes y reactivas, tensión, corriente, factor de potencia, etc. Todo ello en cada fase y en total.

De todos los parámetros que se midieron, se han realizado unos pequeños análisis de la potencia demanda durante la semana y un solo día, del factor de potencia durante esa semana y de la corriente trifásica.

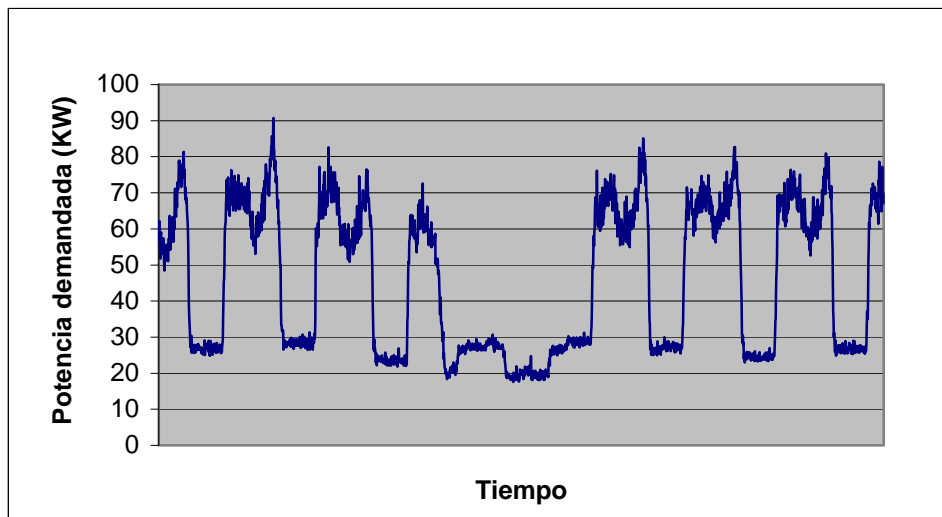
-2.2.1 Demanda de potencia:

En primer lugar mencionar que las gráficas mostradas a continuación, que son de demanda de potencia instantánea, son un reflejo del consumo energético que esta habiendo en cada momento, por lo que se puede referir a la demanda o al consumo.

De todos los registros obtenidos durante esa semana, cabe destacar que el máximo valor de demanda de potencia obtenido es de 90.8 kW, dado el Jueves 14 de Octubre a las 19:10, el mínimo es de 17.58 kW el Domingo 17 de Octubre a las 9:40 y el promedio de carga demandada es de 45.58 kW.

Como se puede observar en la Gráfica 2.1 durante los días laborales de la semana, la demanda de potencia instantánea, y por lo tanto el consumo, viene dado por un perfil prácticamente idéntico un día del otro y que veremos en la Gráfica 2.2. Por lo demás, se puede ver claramente como el fin de semana el descenso de consumo es muy notable, donde se da la demanda de carga mínima en la mañana del domingo, pero también se aprecia que durante el sábado en la mañana se da una notoria actividad, teniendo en cuenta que muchos de los locales son oficinas, y también trabajan durante el sábado por la mañana.

Gráfica 2.1: Perfil de carga semanal.

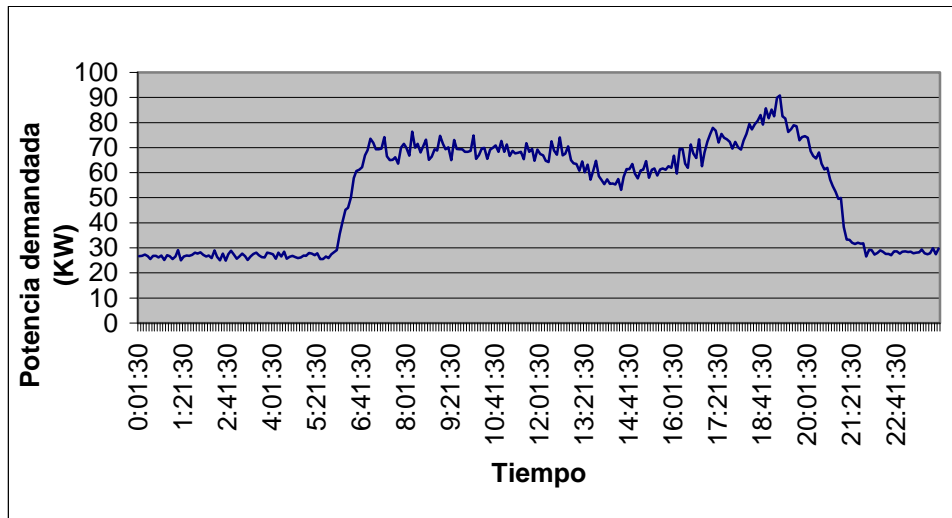


Gráfica del perfil de carga obtenido durante una semana completa.

En la Gráfica 2 vemos detalladamente la evolución del consumo durante un jueves laboral. Durante la noche la demanda se mantiene casi constante sobre 28 kW, a partir de las 6 de la mañana la demanda asciende de manera importante hasta las 7:30, donde se estabiliza sobre los 70 kW. Después se mantiene hasta la hora de comer (13:00 horas) donde desciende un poco, y después se va elevando progresivamente durante la tarde-noche hasta alcanzar el máximo de consumo durante las 19 a 20 horas.

Finalmente, la demanda de potencia va disminuyendo hasta las 22 horas, que es donde deja de haber actividad en la universidad, y se vuelve a estabilizar en los 28 kW.

Grafica 2.2: Perfil de carga diario (jueves laboral)



Gráfica del perfil de carga de un día laborable completo.

-2.2.2 Consumo de energía eléctrica:

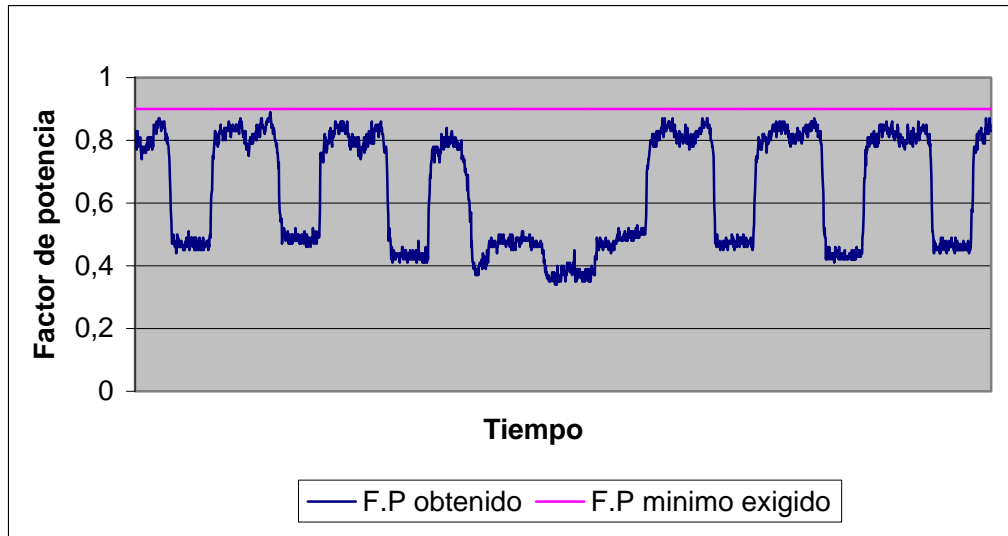
Realizando la estimación para el consumo de energía típico de un mes completo y considerando los valores obtenidos en las mediciones, se tiene que el consumo estimado mensual asciende a 32858.14 KWh.

-2.2.3 Factor de potencia (F.P):

También se ha obtenido la Gráfica 2.3, donde se refleja la evolución del factor de potencia durante la semana en cuestión. El máximo valor que se da es de 0.89, el mínimo de 0.34 y el promedio es de 0.63.

Como primer punto destacable, en ningún momento de la semana el valor de factor de potencia supera los 0.9 mínimos exigidos por las compañías eléctricas para no tener penalización en la factura mensual. En segundo lugar, la evolución del perfil del F.P es similar al del consumo, lo que significa que se da un mal consumo de la energía en este aspecto. Por último, se obtiene un F.P mínimo que es notablemente bajo y preocupante para que se de un consumo óptimo de la energía eléctrica.

Es fácil ver que el factor de potencia obtenido en este edificio es claramente negativo para obtener un buen consumo de energía eléctrica, lo que da lugar a pensar que este tema podría ser objeto de un estudio futuro, para dar con el origen del problema y poder buscar soluciones posibles.

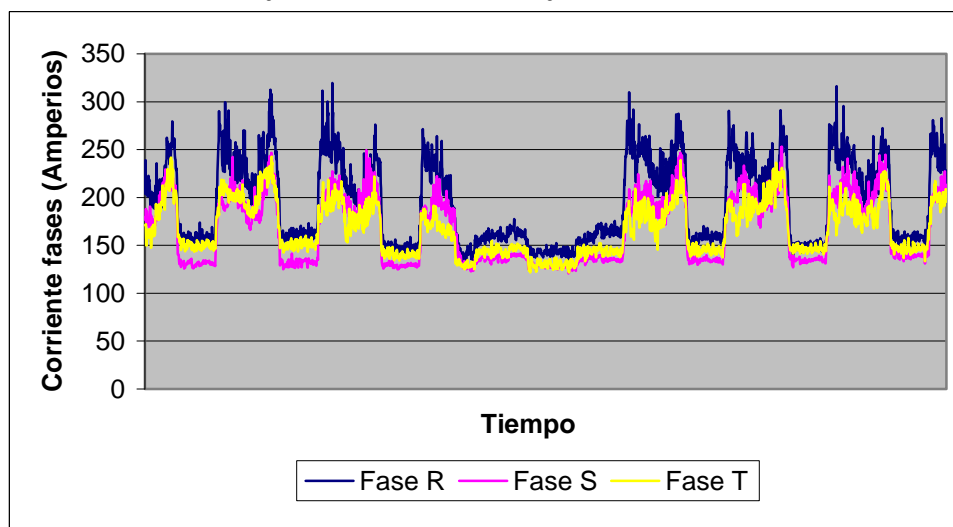
Gráfica 2.3: Perfil del factor de potencia semanal.

Gráfica del perfil semanal del F.P obtenido junto al F.P mínimo exigido.

-2.2.4 Desbalanceo en corriente:

En la Gráfica 2.4 se ha obtenido la evolución semanal de los valores de corriente en Amperios de cada fase. Con esto podemos determinar si existe un desbalanceo de fases que pueda afectar a la instalación.

Se aprecia una descompensación de fases severa en la fase R, que consume bastante más amperios que las otras dos fases, aspecto que sería muy recomendable mejorar igualando las cargas que se cuelgan de cada fase.

Gráfica 2.4: Corriente trifásica semanal.

Gráfica de la evolución de la corriente de las tres fases durante la semana.

- 2.3 Análisis del levantamiento de datos realizado:

En este apartado se realiza un análisis de los datos que se han recogido en la base de datos, realizando el censo sobre las generalidades, la iluminación y los misceláneos, además también se midieron los niveles de iluminación de cada uno de los locales en los edificios del SUA (Sistema de Universidad Abierta) y del anexo de la Facultad de Derecho en la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). En este apartado, se realizará un diagnóstico energético del consumo de energía eléctrica en estos edificios, y con ello se realizará un informe en el que se podrán ver aspectos como en que aparatos está centrado el consumo de energía eléctrica, análisis mas profundo de estas partes, cálculos de DPEA (Densidad de Potencia Eléctrica en el Alumbrado), cumplimiento de la Normativa Oficial Mexicana (NOM) aplicable en nuestro proyecto, medidas preventivas y otros muchos aspectos.

Con esto, ya se estaría en condiciones de realizar un informe de medidas de ahorro de energía eléctrica y procedimientos para poder tener un buen consumo de la misma, el cual se podría presentar a los responsables de tales edificios para su posible ejecución.

-2.3.1 Análisis general de la demanda y el consumo de energía eléctrica:

En primer lugar, para poder realizar un análisis más exhaustivo, nos tendremos que centrar en los puntos en los cuales el consumo de energía eléctrica es mayor, es decir, ver a través de que medios se consume la energía, pues sería poco productivo analizar las partes en las que la edificación apenas tiene consumo o muy poco comparado con las demás partes.

Para ello, se realizarán unos cálculos con los ya obtenidos en la base de datos mediante las encuestas realizadas durante el levantamiento. Estos cálculos se fijarán en cuanto al medio de consumo, refiriéndose a si estos consumos son mediante luminarias, cómputo, etc.

La división, en primer lugar la haremos en tres grandes grupos que son iluminación, misceláneos y computadoras, después se añadirán usos finales como el aire acondicionado y elevadores (motores). En la iluminación, esta claro que se tendrán en cuenta todo tipo de alumbrados, lámparas, fluorescentes, incandescentes, de mercurio, en definitiva, todo lo que aporte luz artificial. En los misceláneos es en el apartado en el que mas tipos de aparatos o utensilios cuentan en ellos, aquí entraran desde fotocopiadoras o impresoras hasta cafeteras o expendedores de refrescos, pasando por reproductores de video, hornos eléctricos, sacapuntas y muchos otros aparatos, cual quiera de los mismos que se enchufe a las tomas de corriente disponibles en cada local. En el tercer gran grupo, las computadoras, tienen cabida las CPU y los monitores,

son muchos de ellos los que están funcionando en esta edificación debido al uso de esta, la enseñanza y su administración.

Las gráficas obtenidas, Gráficas 2.5 y 2.6, son las que realmente nos interesan y con las que se sacarán las conclusiones necesarias.

Entonces, a continuación se mostraran las gráficas correspondientes en las que se podrán ver el porcentaje de cada aspecto explicado anteriormente en cuanto a demanda y consumo de energía se refiere, y con esto, nos podremos centrar más adelante en los aspectos mas relevantes, donde mas energía se podrá ahorrar.

Una vez realizados los cálculos correspondientes y obtenidas estas gráficas, podemos sacar conclusiones claras de los apartados en los cuales nos tendremos que centrar y estudiar más a fondo, para poder ver exactamente donde se centra el consumo y donde se puede ahorrar más energía.

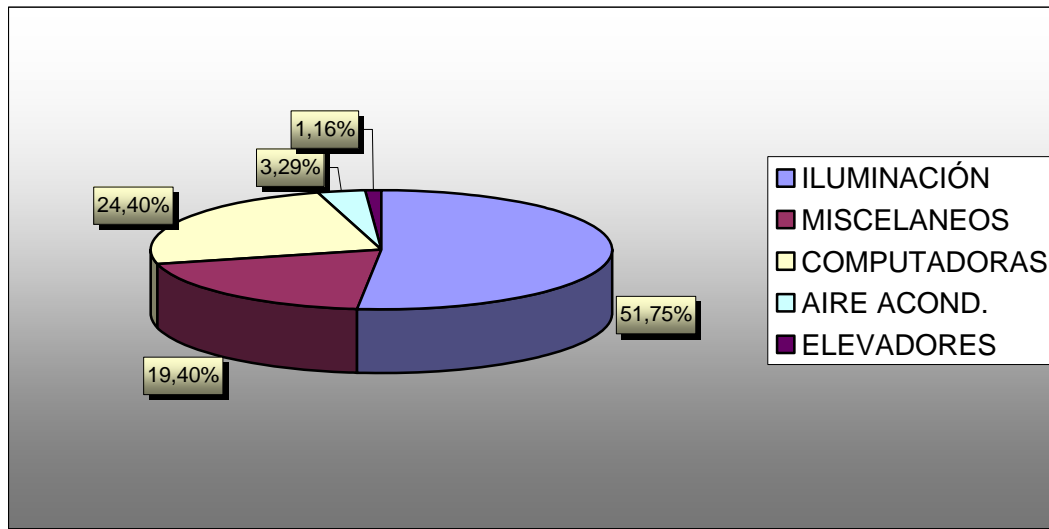
Como podemos observar en las Gráficas 2.5 y 2.6, el punto donde más nos vamos a centrar en el análisis es en la iluminación, puesto que más de la mitad del consumo viene dado por los sistemas de alumbrado (54,47%). Es por esto, que la iluminación es la parte donde más cambios significativos se pueden realizar para un mejor aprovechamiento y mejor consumo de la energía eléctrica en la edificación.

Por otro lado, también podemos ver en la Gráfica 2.5 que elementos como el aire acondicionado o elevadores tienen una demanda de potencia elevada en comparación con su consumo. En la Gráfica 2.6 vemos que el consumo de estos equipos es muy bajo comparado con la demanda que aportan, tan solo 0.25 y 0.09 por ciento en consumo (aire acondicionado y elevadores respectivamente), frente a un 3.29 y 1.16 por ciento del total en la demanda. Esto quiere decir que estos equipos son de mucha potencia y por eso tienen una gran demanda de la misma, pero al contrario tienen muy poco consumo de energía eléctrica al final de mes debido a que las horas de uso en las que se utilizan estos equipos son mucho menores que las horas que pueda estar una luz o un ordenador prendidos. Más concretamente, se estima que el uso de los elevadores y el aire acondicionado se utilizan con un promedio de unas 3 horas diarias, frente a las más de ocho horas de media que están prendidas las luminarias o computadoras.

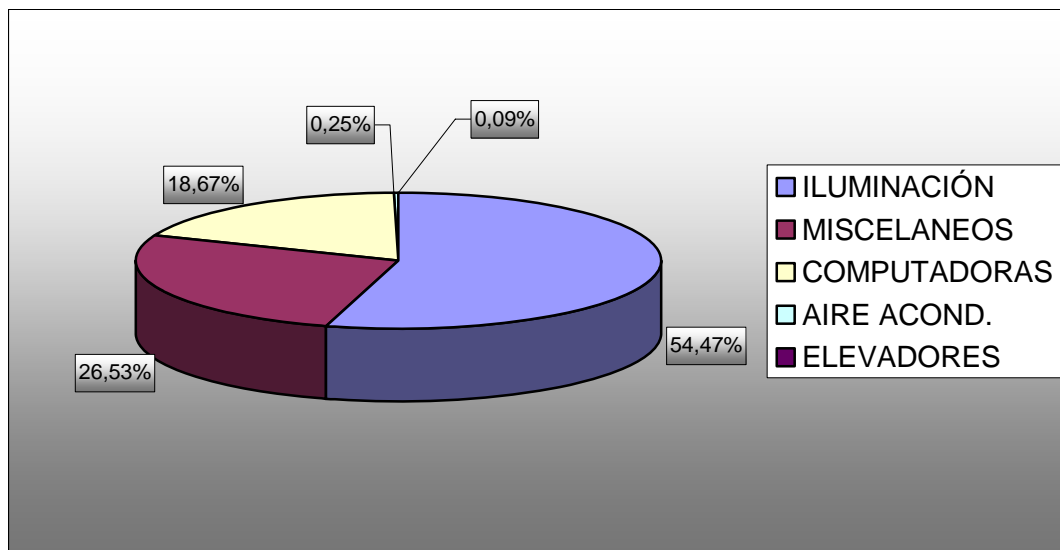
Respecto a estos equipos podemos determinar que no serán objeto principal de nuestro estudio de consumo eficiente, pues el consumo que tienen es insignificante en el total de la edificación, además de que son equipos gran potencia, por lo tanto más complejos de sustituir, y suponemos que bastante caros, lo que quiere decir que tampoco resultaría un plan demasiado económico.

Por último, comentar que los otros dos grandes grupos consumidores de energía eléctrica, computadoras y misceláneos, aunque si que tienen una demanda de potencia y consumo importantes (Gráficas 2.5 y 2.6), son elementos los cuales son de obligada utilización constante y no cabe demasiada posibilidad de realizar cambios significativos que sean económicos para consumir menos energía. Así pues, en estos apartados nos limitaremos a dar consejos de utilización al usuario y recomendaciones para hacer un mejor consumo.

Estas son las gráficas obtenidas: Ver [Anexo 3](#) para ver los cálculos relacionados de estas gráficas.

Gráfica 2.5: Demanda completa (kW)

Gráfica completa de la demanda de energía eléctrica en kw de todo el SUA y anexo de la facultad de derecho en la UNAM.

Gráfica 2.6: Consumo total (kWh)

Gráfica del consumo de energía eléctrica en kwh/mes de todo el SUA y anexo de la facultad de derecho en la UNAM.

-2.3.2 Análisis de los tipos de luminaria existentes:

Una vez que dejamos claro que el principal grupo a tratar es la iluminación, en este apartado analizaremos más en detalle los diferentes tipos de luminaria que están instalados en la edificación, en función de si las luminarias son fluorescentes, tipo HID o alógenos.

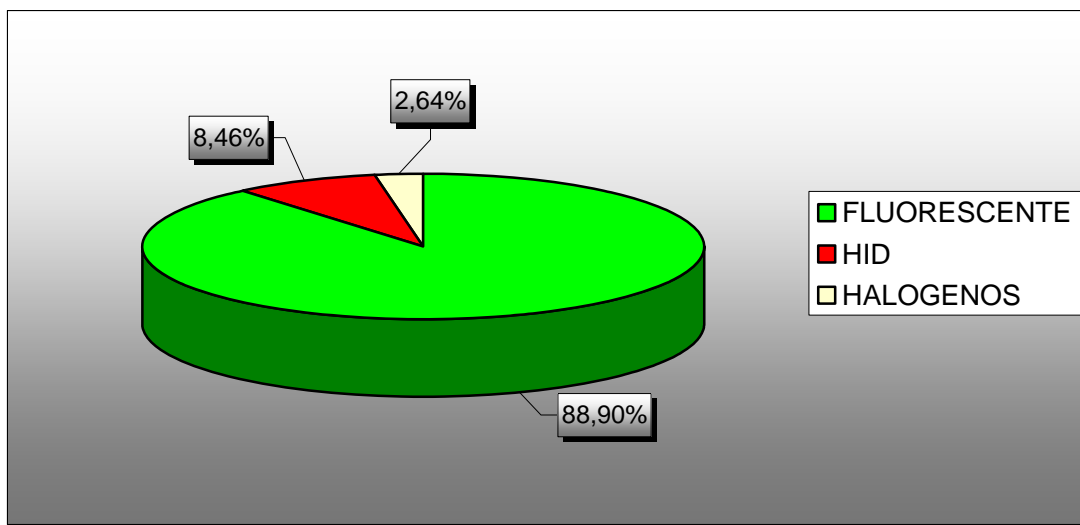
Realizamos los cálculos pertenecientes, como anteriormente, y después obtenemos las gráficas que nos muestren que tipo de luminarias son las más instaladas, y también cuales consumen más energía eléctrica. Así pues, realizaremos gráficas en cuanto a número de luminarias de cada tipo, y en cuanto a consumo que tienen las mismas en porcentaje respecto al total.

Como vemos en la Gráfica 2.7, casi el 90% de las luminarias instaladas en la edificación pertenecen al grupo de luminarias fluorescentes. También, más del 80% del consumo viene dado por las fluorescentes.

Así que, una vez visto esto, queda claro que el diagnóstico energético de la edificación tiene que continuar centrándose más en las luminarias fluorescentes, de esta manera conseguimos estrechar el camino hacia la propuesta más eficiente de ahorro energético.

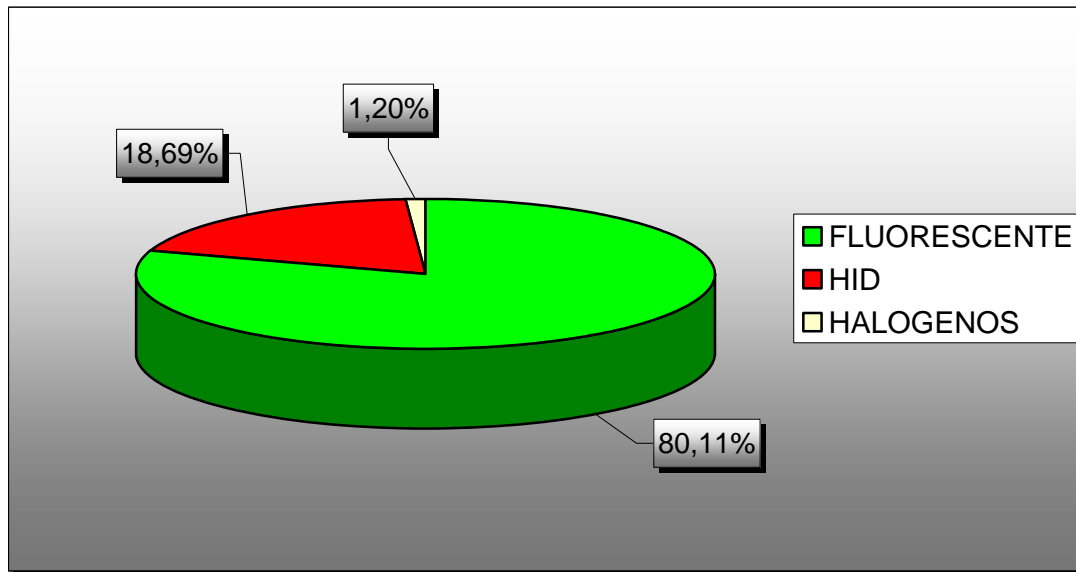
Cabe destacar también en este apartado, la existencia de dos principales grupos dentro de las luminarias fluorescentes, las fluorescentes compactas, que suelen ser con forma de espiral, y las fluorescentes lineales, que son luminarias con forma de barra. Estas últimas, son las más utilizadas en nuestro caso.

Gráfica 2.7: Cantidad de luminarias según el tipo



Gráfica de iluminación de la cantidad de luminarias instaladas según el tipo.

Gráfica 2.8: Consumo según el tipo de luminaria. (kWh)



Gráfica del consumo de la iluminación dependiendo del tipo de luminaria.

Una vez visto que el camino a seguir está en las luminarias fluorescentes, vemos que tipos de ellas existen en la edificación estudiada, y realizamos con ellas otras nuevas gráficas que nos permitan ver exactamente que luminarias específicas son eficientes y cuales no lo son.

Para hacer las siguientes gráficas (Gráficas 2.9 y 2.10), se ha desarrollado una tabla excel en la que se han calculado partiendo de los datos recogidos en los edificios (levantamiento), el número total de luminarias que hay de cada tipo de ellas, es decir, se han diferenciado todos tipos de luminarias fluorescentes y se han contabilizado. También se ha hecho un recuento de los watts que tiene cada tipo y los totales que acumulan todas las que hay. Por último, se ha calculado el consumo de kWh al mes, haciendo una estimación aproximada, contando que las luminarias se usan un promedio de 8 horas al día, durante 5 días a la semana y que el mes tiene 4.33 semanas.

Analizando las Gráficas 2.9 y 2.10, llegamos a la conclusión de que las luminarias que resultan ineficientes son aquellas de 40 y 70 watts, pues el tipo de tecnología utilizada es T12, la cual es bastante ineficiente hoy en día. Además, se aprecia que la proporción del consumo de las T12 es mayor que la proporción de luminarias instaladas, lo que quiere decir que su consumo es mayor que la media.

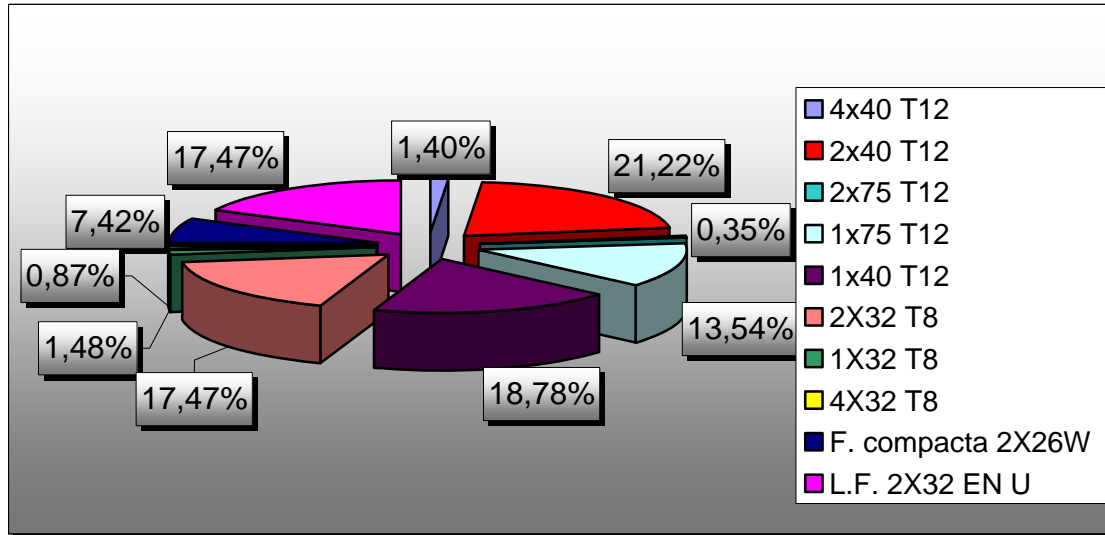
Por lo tanto, hacemos una lista con las luminarias que resultan eficientes e ineficientes:

-Luminarias fluorescentes eficientes: 2x32 T8 - 1x32 T8 - 4x32 T8 - F.compacta 2x26 - L.F 2x32 en U T8.

-Luminarias fluorescentes ineficientes : 4x40 T12 - 2x40 T12 - 2x75 T12 - 1x75 T12 - 1x40 T12

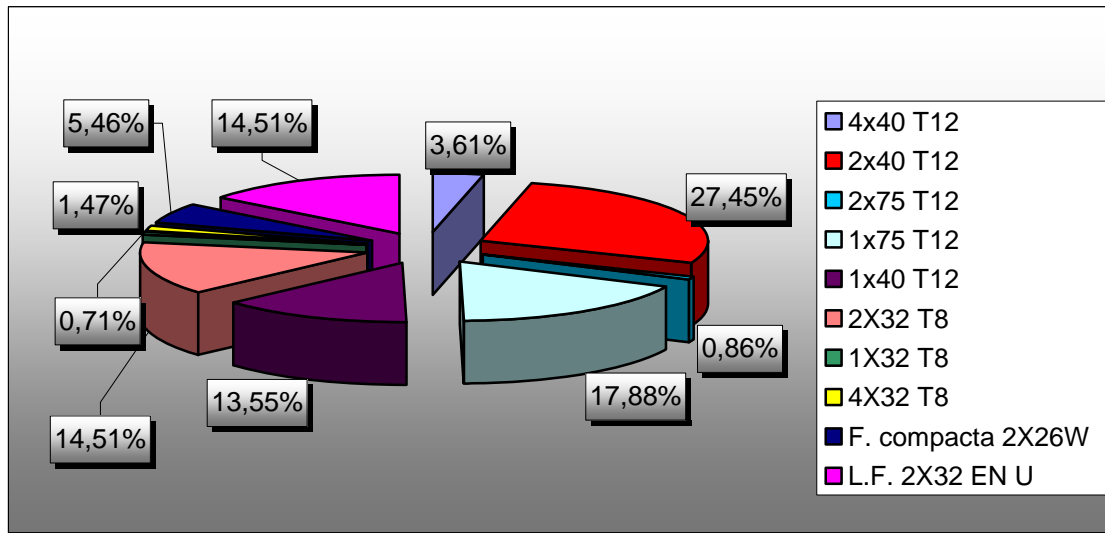
En definitiva, las luminarias en las que nos vamos a centrar e intentar tomar medidas sobre ellas, son las **luminarias fluorescentes lineales de tipo T12**. Ver [Anexo 3](#) para ver cálculos relacionados.

Gráfica 2.9: Cantidad de luminarias fluorescentes según el tipo



Gráfica de la cantidad de luminarias fluorescentes dependiendo del tipo

Gráfica 2.10: Consumo de las luminarias fluorescentes según el tipo



Gráfica del consumo de las luminarias fluorescentes dependiendo del tipo

Por otro lado, cabe mencionar que la existencia de luminarias del tipo T8 demuestra que ya hubo una propuesta de ahorro en su colocación, es decir, que lo tuvieron en cuenta para colocarlas, puesto que las luminarias T8 ya son eficientes de por sí.

-2.4 Verificación de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables:

-2.4.1. Aplicación de la “NOM-007-ENER-2004”, cálculos de las DPEA:

Para aplicar la NOM-007, anteriormente explicada en antecedentes, nos basaremos en el cumplimiento de las DPEA (Densidad de Potencia Eléctrica en el Alumbrado) impuestas para el tipo de uso de cada edificio. Esta DPEA se calcula dividiendo los watts totales del alumbrado, entre los metros cuadrados totales que se alumbran.

Ahora se muestra la tabla en donde hemos calculado las DPEA dependiendo del tipo de uso de los locales, y después el total, que será el que de verdad nos interesa.

Como podemos ver en la Tabla 2.1, en principio no tenemos problema para cumplir la NOM-007, ya que tenemos una DPEA general de 13.75 w/m² mientras nos exigen que sea menor de 16 w/m², que es la medida que corresponde a “escuelas o instituciones educativas” y “bibliotecas”. Así pues, en general cumplimos con la norma en nuestra edificación y no tendremos problema en este aspecto.

Sin embargo, haciendo el cálculo según el tipo de uso del cuarto vemos que en oficinas nos estamos pasando de lo que marca la NOM para locales de “oficinas”. Esto nos sirve para ver que el consumo de energía en alumbrado artificial en este tipo de uso esta siendo demasiado elevado, y habrá que poner remedio a este hecho.

Por otro lado, una vez visto que cumplimos con la Normativa Oficial Mexicana en eficiencia energética, tendremos que verificar también que cumplimos con los niveles de iluminación mínimos, que los rige la NOM-25-STPS, “condiciones de iluminación en centros de trabajo”, y veremos más adelante. Ver [Anexo 1](#) para ver la norma completa y [Anexo 3](#) para cálculos completos

Tabla 2.1: Cálculos de DPEA

	DPEA(w/m ²)	NOM 007 (w/m ²)
AULAS	11,83	16,00
OFICINAS	14,18	14,00
SERVICIOS	15,19	16,00
TOTAL	13,74	16

-2.4.2 Verificación de la “NOM-025-STPS-2008”, niveles mínimos de iluminación en centros de trabajo:

Para poder verificar el cumplimiento o no de la NOM-025, primero se realizan las mediciones in situ con un luxómetro, se hacen varias mediciones por local en los

lugares de trabajo o puntos importantes y se apuntan en las encuestas del levantamiento, después, estas medidas se plasman en la base de datos haciendo un promedio de las mediciones de cada local, y por último se realiza otro promedio de todos los locales según el uso predominante del local (aulas, oficinas o servicios), y con este promedio es con el que comprobaremos si se cumple con la NOM. También, todo esto se realiza tres veces, una con solo luz artificial, otra con luz artificial y natural, y otra con pura luz natural.

En la Tabla 2.2 aparecen los promedios totales según el uso del local y en la columna de NOM-25 aparecen los niveles mínimos de iluminación que según la norma deben existir en los locales dependiendo del uso que se haga. En este caso se ha escogido de la Tabla 2.2 de antecedentes considerando que las oficinas y las aulas entrarían dentro la tarea visual de “visión moderada de detallas, inspección simple, trabajos de oficina”, y de el área de trabajo “aulas y oficinas”. Por otro lado se considera que los locales de servicios pertenecen a la tarea visual “en interiores” y el área de trabajo sería en “áreas de circulación y pasillos, áreas de descanso o de espera, cuartos de calderas...”.

Como podemos ver en dicha Tabla 2.2, en el caso de aulas y oficinas, no se cumple con el nivel mínimo de iluminación cuando se trata de pura luz artificial, es decir, cuando es totalmente de noche, se trata de 165 y 193 luxes en aulas y oficinas respectivamente frente los 300 luxes que exige la norma. Cabe destacar que en este caso este nivel de iluminación solo se tendría unas pocas horas al día, teniendo en cuenta que las horas de mayor actividad en una edificación universitaria serán durante las horas en las que haya luz natural. Por lo demás, vemos que se cumple con la norma oficial sin problemas. Ver [Anexo 2](#).

Tabla 2.2: Promedios iluminación y NOM-025

PROMEDIOS TOTALES (en luxes)				
	<i>luz artificial</i>	<i>luz artificial+natural</i>	<i>natural</i>	<i>NOM-025</i>
Aulas	165	1.051	824	300
Oficinas	193	583	373	300
Servicios	153	930	399	100

3. Propuestas para el ahorro de Energía Eléctrica

En esta sección se presentan las medidas de ahorro de energía eléctrica propuestas en base al presente estudio. Estas medidas están divididas en dos grupos, las medidas tecnológicas, es decir las que implican un cambio de tecnología más eficiente, y las medidas generales u operativas, que son simples recomendaciones de uso sin inversión alguna y de fácil aplicación.

-3.1 Medidas tecnológicas:

La recomendación que presenta un importante potencial de ahorro de energía eléctrica, y que tiene mayor beneficio ambiental es la siguiente:

- Sustitución o reemplazo de equipos de iluminación convencionales (fluorescentes) por otros más eficientes y ahorradores de energía eléctrica.

Las lámparas instaladas que son objeto de nuestra propuesta son del tipo fluorescente T12 en sistemas o arreglos de 4x40 W, 2x40 W, 1x40 W, 2x75 W y 1x 75 W (lo cual es un indicativo de que existe un potencial de ahorro de energía interesante).

Los sistemas fluorescentes que se encuentran instalados cuentan con balastro electromagnético tipo convencional, encendido instantáneo. La potencia que demanda el conjunto lámpara balastro para el sistema de 4x40 W T12 es de 190 W, para el de 2x40 W T12 es de 95 W, para el de 1x40 W T12 son 53 W, para el de 2x75 W T12 es de 180 W y por ultimo, son 97 W para el conjunto de 1x75W T12

Las alternativas de sustitución para nuestro caso son las siguientes:

Para el sistema fluorescente de 4x40 W se sugiere dos propuestas con 3 lámparas fluorescentes de 32 W del tipo T8, o bien de 28 W del tipo T5, ambos con su balastro electrónico correspondiente de 3x32 W T8 y 3x28 W T8.

Para los sistemas de 2x40 W y 1x40 W, también se propone dos alternativas para cada uno con lámparas de 32 W T8 o bien de 28 W T5, así quedaría los conjuntos lámparas-balastro electrónico en 2x32 W T8 o 2x28 W T5 para el sistema de 2x40 W T12 actual y de 1x32 W T8 o 1x28 W T5 para el de 1x40 W T12 actual.

Para el caso del arreglo de 2x75 W se sugiere un sistema fluorescente con balastro electrónico y 2 lámparas T8 de 59 W (2x59 WT8), lo mismo que para el arreglo de 1x75W, que se propone otro sistema con una lámpara de 59 W T8.

Los sistemas a sustituir serían: 16 sistemas fluorescentes de 4x40 W, 243 de 2x40 W, 215 de 1x40 W, 4 de 2x75W y 155 sistemas de 1x75W. Todos ellos distribuidos indistintamente por toda la edificación del anexo de la Facultad de Derecho y SUA.

Los equipos instalados, se ha estimado que operan durante 8 horas al día, 5 días a la semana, 4.33 semanas al mes y 11 meses al año.

Después de realizar los cálculos oportunos, los cuales se pueden ver más detalladamente en el Anexo, obtenemos una tabla resumen (Tabla 3.1) de todas las propuestas tecnológicas de las que podemos sacar las siguientes conclusiones:

Como se puede observar en la Tabla 3.1 obtenemos dos balances totales, uno eligiendo la opción de las lámparas tipo T8, y la otra con lámparas del tipo T5. Nuestra mejor recomendación es la de elegir las lámparas con bulbo T8, ya que tienen los mejores resultados de ahorro de energía, y también económicos. Es por esto que todos los datos finales y conclusiones se han calculado con los datos de las lámparas T8.

Se estiman unos ahorros de energía consumida al mes de 3564 kWh., lo que supondría un 10.85% de la energía total consumida (32,858 kWh.), también se tendrían 20.58 Kw. menos de potencia instalada, con lo consiguiente disminución de demanda que eso supondría. También se estima una inversión de casi \$120,000 cantidad que se recuperaría en algo más de 26 meses. A partir de ahí, se obtendría un ahorro económico de más de 54,000 pesos mexicanos al año. Ver [Anexo 4](#)

TSR = Tiempo Simple de Recuperación

Tabla 3.1: Tabla resumen de las propuestas de ahorro realizadas

nº	Caso base	Propuesta	kWh/mes ahorrados	kW ahorrados
1.1	Conjunto de 4 lámparas de 40W con bulbo T12 y balastro convencional 4x40W con potencia total de 190W.	Equipo de luminario que incluye 3 lámparas fluorescentes de 32W T8, arranque rápido, balastro electrónico 3x32W, potencia total 85W	290,98	1,68
1.2		Equipo de luminario que incluye 3 lámparas fluorescentes de 28W T5, arranque rápido, balastro electrónico 3x28W, potencia total 92W.	271,58	1,57
2.1	Conjunto de 2 lámparas de 40W con bulbo T12 y balastro convencional 2x40W con potencia total de 95W.	Equipo de luminario que incluye 2 lámparas fluorescentes de 32W T8, arranque rápido, balastro electrónico 2x32W, potencia total 58W.	1557,24	8,99
2.2		Equipo de luminario que incluye 2 lámparas fluorescentes de 28W T5, arranque rápido, balastro electrónico 2x28W, potencia total 65W.	1262,63	7,29
3.1	Conjunto de 1 lámpara de 40W con bulbo T12 y balastro convencional 1x40W con potencia total de 53W.	Equipo de luminario que incluye 1 lámparas fluorescentes de 32W T8, arranque rápido, balastro electrónico 1x32W, potencia total 30W.	856,47	4,95
3.2		Equipo de luminario que incluye 1 lámparas fluorescentes de 28W T5, arranque rápido, balastro electrónico 1x28W, potencia total 32W.	782,00	4,52
4,00	Conjunto de 2 lámpara de 75W con bulbo T12 y balastro convencional 2x75W con potencia total de 180W.	Equipo de luminario que incluye 2 lámparas fluorescentes de 59W T8, arranque rápido, balastro electrónico 2x59W, potencia total 102W	54,04	0,31
5,00	Conjunto de 1 lámpara de 40W con bulbo T12 y balastro convencional 1x75W con potencia total de 97W.	Equipo de luminario que incluye 1 lámparas fluorescentes de 59W T8, arranque rápido, balastro electrónico 1x59W, potencia total 67W.	805,38	4,65
	BALANCE TOTAL CON ELECCIÓN T8		3564,11	20,58
	BALANCE TOTAL CON ELECCION T5		3175,62	18,34

Tabla 3.1(continuación): Tabla resumen de las propuestas de ahorro realizadas

nº	Caso base	Propuesta	Inversion (\$)	Ahorro anual (\$)	TSR (meses)
1.1	4X40W T12	3X32W T8	5840,00	4414,57	15,87
1.2		3X28W T5	6720,00	4120,27	19,57
2.1	2X40W T12	2X32W T8	42525,00	23625,84	21,60
2.2		2X28W T5	54918,00	19156,09	34,40
3.1	1X40W T12	1X32W T8	23650,00	12994,08	21,84
3.2		1X28W T5	29455,00	11864,16	29,79
4,00	2X75W T12	2X59W T8	1864,00	819,85	27,28
5,00	1X75W T12	1X59W T8	45415,00	12218,90	44,60
BALANCE TOTAL CON ELECCIÓN T8			119294,00	54073,25	26,47
BALANCE TOTAL CON ELECCION T5			138372,00	48179,27	34,46

-3.2 Medidas generales:

Estas medidas consisten, principalmente en llevar a cabo las propuestas de ahorro de energía eléctrica sin inversión, es decir, se aplican mediante el mismo personal de mantenimiento encargado de la edificación y los propios usuarios. Las medidas implican en la iluminación, equipos de cómputo y misceláneos indistintamente. De esta manera, se enuncian de manera indicativa y no limitativa las siguientes recomendaciones:

- Configuración del modo ahorrador de energía en los monitores de las computadoras
- Apagado de computadoras durante el horario de comida
- Desconexión o disminución del uso de las máquinas enfriadoras de agua
- Evitar el uso innecesario de los ventiladores de las oficinas
- Ajustar la temperatura de operación de equipos de aire acondicionado
- Apagado de equipos de iluminación y aprovechamiento de la luz natural.
- Optimizar el uso de cafeteras; mantenerlas limpias y desconectarlas al terminar su uso
- Las radios deben usarse solo cuando un usuario se este beneficiando directamente y apagarlo al no requerir escucharlo.
- Programar racionalmente tiempos y turnos de operación de las fotocopiadoras y apagarlas cuando no se utilicen de acuerdo a sus especificaciones técnicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Como primera conclusión del trabajo realizado y la más importante, esta el importante ahorro de energía que se estima que se obtendría con la propuesta tecnológica, más de un 10% del consumo total de la edificación, lo que significa que sería rentable ejecutarla y que el diagnóstico energético realizado ha sido positivo. También esto significa que el proyecto del estudio de edificios llevado a cabo sería recomendable realizarlo en el mayor número de edificios posibles, con el objeto de poder ejecutar las propuestas y obtener ahorros de energía mayores.

Por otro lado, destacar que con las medidas operativas se obtendrían también ahorros importantes que no costarían inversión alguna, simplemente la concienciación de los usuarios y personal de mantenimiento.

A parte de consumir la energía justa y necesaria, también hay que consumirla bien, lo que implica que en la edificación estudiada con el factor de potencia tan bajo (0.63 de media) se tiene un mal consumo de energía eléctrica, por lo que sería recomendable realizar un estudio del origen de ese mal consumo y tratar de compensar el factor de potencia con baterías de condensadores o con la técnica precisa.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA:

En este diagnóstico apenas se han utilizado libros, así que este apartado se limita a enumerar las referencias de internet de las cuales se han obtenido datos necesarios para su realización:

- <http://www.cfe.gob.mx/negocio/conocetarifa/Paginas/Tarifas.aspx>
- <http://www.conuee.gob.mx/wb/>
- <http://www.philips.es/store/rpeeub2c/DisplayHomePage/>
- http://www.osram.com/osram_com/
- “balance nacional de energía 2009”

Además de las páginas comentadas, se han consultado otras muchas en busca de información relacionada con el tema.

Por último, hay que resaltar que las referencias más importantes en las que se basa este diagnóstico son el “levantamiento de datos” y “las mediciones” realizadas en la edificación del anexo de la Facultad de Derecho y Sistema de Universidad Abierta (SUA) en la Universidad Nacional Autónoma de México.

SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.- Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGETICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, con fundamento en los artículos 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 43 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 33 fracciones VIII y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3 fracción VI inciso c), 34 fracciones XVI, XIX y XXII y 40 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3 fracción I y 8 fracciones I y VIII del Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía y 1 del Acuerdo por el que se delega en favor del Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, las facultades para presidir el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, así como expedir las normas oficiales mexicanas en el ámbito de su competencia, publicados en el **Diario Oficial de la Federación** el 20 de septiembre y 29 de octubre de 1999, respectivamente, y

CONSIDERANDO

Que la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal define las facultades de la Secretaría de Energía, entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promuevan la eficiencia del sector energético;

Que el Programa Nacional de Normalización de 2004 publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de mayo de ese mismo año, contempla la actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-1995, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales, cuya finalidad es la preservación y uso racional de los recursos energéticos;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-007-ENER-2003, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales; lo que se realizó en el **Diario Oficial de la Federación** el 10 de septiembre de 2004, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo que lo propuso;

Que durante el plazo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho Proyecto de Norma Oficial Mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público en general para su consulta y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el citado Comité Consultivo, realizándose las modificaciones procedentes;

Que con fecha 16 de marzo de 2005, se publicaron en el **Diario Oficial de la Federación** las respuestas a los comentarios recibidos respecto del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-007-ENER-2003, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales;

Que en la sesión XXXI Ordinaria del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), celebrada el 25 de noviembre de 2004, los miembros del Comité aprobaron por consenso la norma referida, y

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGETICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 31 de marzo de 2005.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Carlos Domínguez Ahedo**.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGETICA PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES**PREFACIO**

La presente Norma Oficial Mexicana fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, con la colaboración de las siguientes dependencias, organismos e instituciones:

- Asociación de Ingenieros Universitarios Mecánicos Electricistas (AIUME)
- Asociación de Técnicos y Profesionistas en Ahorro de Energía (ATPAE)
- Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, A.C. (AMERIC)
- Asociación de Normalización y Certificación, A.C. (ANCE)
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC)
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME)
- Careaga y Asociados, S.A. de C.V.
- Carranza y Asociados
- Cien Consultores, S.C.
- Colegio de Arquitectos de la Ciudad de México (CAM)
- Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas (CIME)
- Comisión Federal de Electricidad (CFE)
- Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas (FECIME)
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)
- Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)
- Instituto Politécnico Nacional (IPN/ESIME)
- Luz y Fuerza del Centro (LFC)
- Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE-CFE)
- Programa Universitario de Energía (PUE-UNAM)
- Secretaría de Energía (SENER)
- Sociedad de Ingenieros en Iluminación de Norte América, Sección México (IESNA)
- Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (SMII)

INDICE

- 0. Introducción
- 1. Objetivo
- 2. Campo de aplicación
- 2.1 Excepciones
- 3. Referencias
- 4. Definiciones
- 4.1 Alumbrado general interior
- 4.2 Ampliación
- 4.3 Area cubierta
- 4.4 Area abierta
- 4.5 Carga eléctrica

- 4.6** Carga total conectada para alumbrado
- 4.7** Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA)
- 4.8** Edificio
- 4.9** Edificios no residenciales
- 4.10** Eficacia
- 4.11** Eficiencia energética
- 4.12** Equipo permanentemente instalado
- 4.13** Estacionamiento
- 4.14** Iluminación de acento
- 4.15** Iluminación decorativa
- 4.16** Iluminación general
- 4.17** Iluminación localizada
- 4.18** Iluminancia
- 4.19** Luminario
- 4.20** Luminario de acento
- 4.21** Modificación
- 4.22** Sistema de alumbrado
- 4.23** Sistema de alumbrado de emergencia independiente
- 5.** Clasificación
 - 5.1** Edificios para oficinas (Oficinas)
 - 5.2** Edificios para escuelas y demás centros docentes (Escuelas)
 - 5.3** Edificios para establecimientos comerciales (Comercios)
 - 5.4** Edificios para hospitales y clínicas (Hospitales)
 - 5.5** Edificios para hoteles y moteles (Hoteles)
 - 5.6** Edificios para restaurantes (Restaurantes)
 - 5.7** Bodegas
 - 5.8** Recreación y cultura
 - 5.9** Talleres de servicio
 - 5.10** Edificio de centrales de transporte de pasajeros
- 6.** Especificaciones
- 7.** Método de cálculo
 - 7.1** Consideraciones generales
 - 7.2** Metodología
 - 7.3** Determinación de la DPEA del sistema de alumbrado
 - 7.4** Consideraciones especiales
- 8.** Vigilancia
- 9.** Evaluación de la conformidad
- 10.** Bibliografía
- 11.** Concordancia con normas internacionales
- 12.** Transitorios

Apéndice informativo.- A.1 Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios.

0. Introducción

Esta Norma Oficial Mexicana tiene como finalidad establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes; con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica y contribuir a la preservación de recursos energéticos y la ecología de la Nación.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto:

a) Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.

b) Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) de los sistemas de alumbrado de edificios nuevos no residenciales, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes con el fin de verificar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

2. Campo de aplicación

El campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana comprende los sistemas de alumbrado interior y exterior de los edificios no residenciales nuevos con carga total conectada para alumbrado mayor o igual a 3 kW; así como a las ampliaciones y modificaciones de los sistemas de alumbrado interior y exterior con carga conectada de alumbrado mayor o igual a 3 kW de los edificios existentes.

En particular, los edificios cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana son aquellos cuyos usos autorizados en función de las principales actividades y tareas específicas que en ellos se desarrollen, queden comprendidos dentro de los siguientes tipos:

- a) Oficinas
- b) Escuelas y demás centros docentes
- c) Establecimientos comerciales
- d) Hospitales
- e) Hoteles
- f) Restaurantes
- g) Bodegas
- h) Recreación y cultura
- i) Talleres de servicio
- j) Centrales de pasajeros

Para ampliaciones o modificaciones de edificios no residenciales ya existentes, la aplicación de esta Norma queda restringida exclusivamente a los sistemas de alumbrado de dicha ampliación o modificación y no a las áreas construidas con anterioridad.

2.1 Excepciones

No se consideran dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana a los sistemas de alumbrado que se instalen en los siguientes lugares:

- ◆ Centros de baile, discotecas y centros de recreación con efectos especiales de alumbrado.
- ◆ Interiores de cámaras frigoríficas.
- ◆ Estudios de grabación cinematográficos y similares.

- ♦ Areas que se acondicionan temporalmente donde se adicionan equipos de alumbrado para exhibiciones, exposiciones, convenciones o se montan espectáculos.
- ♦ Tiendas y áreas de tiendas destinadas a la venta de equipos de alumbrado.
- ♦ Instalaciones destinadas a la demostración de principios luminotécnicos.
- ♦ Areas de atención especializada en hospitales y clínicas.
- ♦ Edificaciones nuevas, ampliaciones y modificaciones que se localicen en zonas de patrimonio artístico y cultural, de acuerdo a la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas o edificios catalogados y clasificados como patrimonio histórico según el INAH y el INBA.
- ♦ Sistemas de alumbrado de emergencia independientes.
- ♦ Equipos de alumbrado para señales de emergencia y evacuación.
- ♦ Equipos de alumbrado que formen parte integral de otros equipos, los cuales estén conectados a circuitos de fuerza o contactos.
- ♦ Equipos de alumbrado empleados para el calentamiento o preparación de alimentos.
- ♦ Anuncios luminosos y logos.
- ♦ Alumbrado de obstrucción para fines de navegación aérea.
- ♦ No se consideran en el alcance de esta Norma Oficial Mexicana otros tipos de edificios de uso diferente a los mencionados en el campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, tales como: salas de espera de centrales de pasajeros, edificios destinados a seguridad pública y nacional, naves industriales (área de proceso).
- ♦ Iluminación teatral (área de escenario).
- ♦ Iluminación destinada al crecimiento de plantas o animales para alimentación o investigación.
- ♦ Iluminación específicamente dedicada al servicio de personas con debilidad visual.

3. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma se deben consultar las siguientes normas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización).

NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida.

4. Definiciones

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana los siguientes términos se definen como se establece en este capítulo. Los términos no definidos tienen su acepción ordinariamente aceptada dentro del contexto en el que son usados, o bien, definidos en otras normas y publicaciones de carácter oficial.

4.1. Alumbrado general interior. La iluminación que se localiza en los espacios interiores de un edificio, destinada a iluminar uniformemente las diferentes áreas dentro del mismo.

4.2 Ampliación. Cualquier cambio en el edificio que incrementa la superficie construida y/o el área alumbrada.

4.3 Area cubierta. Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que tiene envolvente estructural al menos en su cara superior (techo) y no forzosamente debe tener envolvente estructural en las caras laterales (paredes).

4.4 Area abierta. Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que carece de envolvente estructural alguna.

4.5 Carga eléctrica. Potencia que demanda, en un momento dado, un aparato o máquina o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico. La carga eléctrica puede variar en el tiempo dependiendo del tipo de servicio.

4.6 Carga total conectada para alumbrado. Es la suma de la potencia en watts, de todos los luminarios y sistemas de iluminación permanentemente instalados dentro de un edificio, para iluminación general, de acento, localizada, decorativa, etc., incluyendo la potencia del balastro.

4.7 Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA). Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m^2 .

4.8 Edificio. Cualquier estructura que limita un espacio por medio de techos, paredes, piso y superficies inferiores, que requiere de un permiso o licencia de la autoridad municipal o delegacional para su construcción.

4.9 Edificios no residenciales. Aquel edificio destinado para uso no habitacional.

4.10 Eficacia. Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W).

4.11 Eficiencia energética (para fines de esta Norma Oficial Mexicana). Es la que persigue obtener el máximo rendimiento de la energía consumida, a través del establecimiento de valores límite de la DPEA sin menoscabo del confort psicofisiológico de sus ocupantes.

4.12 Equipo permanentemente instalado. Equipo que está fijo en un lugar y que no es portátil o móvil.

4.13 Estacionamiento. Espacio de servicio, que forma parte de un edificio contemplado dentro del campo de aplicación de esta Norma, abierto, cerrado o techado cuya finalidad principal es el resguardo seguro de vehículos automotores.

4.14 Iluminación de acento. Iluminación dirigible para enfatizar un objeto particular o alguna característica de una superficie o para llamar la atención hacia alguna porción del campo visual.

4.15 Iluminación decorativa. La que proporciona un nivel y/o color diferente al de la iluminación general, con propósitos de embellecimiento de algún local o superficie.

4.16 Iluminación general. Ver alumbrado general interior.

4.17 Iluminación localizada. Iluminación dirigida hacia un área o superficie específica, que proporciona iluminación suficiente para la ejecución de una actividad.

4.18 Iluminancia. Es la luminosidad en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que incide sobre un elemento de la superficie dividido por el área de ese elemento. La iluminancia esta expresada en lux (lx).

4.19 Luminario. Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

4.20 Luminario de acento. El que se emplea para iluminación de acento.

4.21 Modificación. Cualquier cambio en el edificio en el que se incremente la carga total de alumbrado.

4.22 Sistema de alumbrado. Conjunto de equipos, aparatos y accesorios que ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a suministrar iluminación a una superficie o un espacio.

4.23 Sistema de alumbrado de emergencia independiente. Es aquel conjunto de equipos y aparatos para alumbrado diseñado para entrar en funcionamiento si falla el sistema de suministro de energía eléctrica. El término independiente se refiere a la autonomía de este sistema de alumbrado con respecto al sistema de alumbrado de operación normal y continua.

5. Clasificación

Para fines de esta Norma Oficial Mexicana los edificios no residenciales se clasifican por su tipo de ocupación en:

5.1 Edificios para oficinas (Oficinas)

5.1.1 Oficinas

5.2 Edificios para escuelas y demás centros docentes (Escuelas)

5.2.1 Escuelas o instituciones educativas

5.2.2 Bibliotecas

5.3 Edificios para establecimientos comerciales (Comercios)

5.3.1 Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades

5.4 Edificios para Hospitales y Clínicas**5.4.1 Hospitales, Sanatorios y Clínicas****5.5 Edificios para Hoteles****5.5.1 Hoteles****5.5.2 Moteles****5.6 Edificios para restaurantes****5.6.1 Restaurantes****5.6.2 Cafeterías y venta de comida rápida****5.6.3 Bares****5.7 Bodegas****5.7.1 Bodegas y áreas de almacenamiento****5.8 Edificio para recreación y cultura****5.8.1 Salas de cine****5.8.2 Teatros****5.8.3 Centros de convenciones****5.8.4 Gimnasio y centros deportivos****5.8.5 Museos****5.8.6 Templos****5.9 Talleres de servicio****5.9.1 Talleres de servicio para automóviles****5.9.2 Talleres****5.10 Edificio para carga y pasaje****5.10.1 Centrales y terminales de transporte de carga****5.10.2 Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres****6. Especificaciones**

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los edificios indicados en el campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, no deben exceder los valores indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Tipo de edificio	DPEA (W/m ²)
Oficinas	
Oficinas	14
Escuelas y demás centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	16
Bibliotecas	16
Establecimientos comerciales	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	20
Hospitales	
Hospitales, sanatorios y clínicas	17
Hoteles	
Hoteles	18

Moteles	22
Restaurantes	
Bares	16
Cafeterías y venta de comida rápida	19
Restaurantes	20
Bodegas	
Bodegas o áreas de almacenamiento	13
Recreación y Cultura	
Salas de cine	17
Teatros	16
Centros de convenciones	15
Gimnasios y centros deportivos	16
Museos	17
Templos	24
Talleres de servicios	
Talleres de servicio para automóviles	16
Talleres	27
Carga y pasaje	
Centrales y terminales de transporte de carga	13
Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres	16

6.1 En el caso de fachadas de edificios la eficacia de la fuente de iluminación que se utilice para su iluminación no debe ser menor a 22 lm/W.

6.2 La DPEA para las áreas exteriores restantes, que formen parte de los edificios contemplados dentro del campo de aplicación de la presente Norma no debe ser mayor de 1,8 W/m².

6.3 Los estacionamientos cubiertos, cerrados o techados, que formen parte de los edificios contemplados dentro del campo de aplicación de esta Norma, la DPEA a cumplir no debe ser mayor de 3 W/m² y, para los estacionamientos abiertos no debe exceder lo establecido en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) para estacionamientos abiertos

Area a iluminar m ²	Densidad de potencia W/m ²
< 300	1,80
de 300 a < 500	0,90
de 500 a < 1 000	0,70
de 1 000 a < 1 500	0,58
de 1 500 a < 2 000	0,54
> 2 000	0,52

7. Método de cálculo

7.1 Consideraciones generales

La determinación de las DPEA del sistema de alumbrado de un edificio no residencial nuevo, ampliación o modificación de alguno ya existente, de los tipos cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana, deben ser calculados a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo a la metodología indicada a continuación.

La expresión genérica para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) es:

$$DPEA = \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}}$$

donde la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) está expresada en W/m^2 , la carga total conectada para alumbrado está expresada en watts y el área total iluminada está expresada en metro cuadrado.

Se considerará que la instalación cumple con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana si la eficacia de la fuente de iluminación es igual o mayor a lo indicado en 6.1 y las DPEA calculadas son iguales o menores que los valores límites establecidos para cada uso del edificio analizado de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 6. Especificaciones, de la presente Norma.

7.2 Metodología.

Las DPEA totales para los sistemas de alumbrado interior y exterior se determinan en forma independiente una de otra. Estas densidades no pueden ser combinadas en ningún momento, por lo que se deben determinar y reportar los valores de cada una de ellas en forma separada.

7.2.1 Cuando un edificio sea diseñado y construido para un uso único, se permite que para algunas áreas o espacios del edificio, en función de las actividades y tareas específicas que en su interior se desarrollen, se obtengan valores de DPEA mayores a los límites establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana pero que tienen que ser compensadas por otras áreas con valores de DPEA menores y así lograr que los valores de DPEA totales del edificio cumplan con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana.

7.2.2 En el caso de edificios de uso mixto se deben determinar y reportar en forma separada las DPEA para alumbrado interior de cada uno de los usos del edificio.

7.3 Determinación de la DPEA del sistema de alumbrado.

A partir de la información contenida en los planos del proyecto de la instalación eléctrica y de los valores de potencia real nominal obtenidos de los fabricantes de los diferentes equipos de alumbrado considerados en dicha instalación, se cuantifica la carga total conectada de alumbrado, así como el área total iluminada a considerarse en el cálculo para la determinación de la DPEA del sistema de alumbrado, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

a) Alumbrado interior

- a.1) Identificar el tipo de edificio proyectado con base en la clasificación de la Tabla 1 de la presente Norma Oficial Mexicana.
- a.2) Identificar el número total de niveles o pisos que integran el edificio y, en su caso, los diferentes usos del mismo.
- a.3) Obtener las áreas de los espacios o particiones a ser iluminadas de cada uno de los pisos o niveles, para cada uno de los usos que integran el edificio, la información deberá ser expresada en m^2 .
- a.4) Determinar la carga total conectada para alumbrado. En el caso de los equipos de alumbrado que requieran el uso de balastos u otros dispositivos para su operación, se debe considerar el valor de la potencia nominal del conjunto lámpara-balastro. La información anterior debe ser expresada en watts.
- a.5) Integrar los valores parciales obtenidos para cada piso o nivel.
- a.6) Se excluyen aquellas áreas, sistemas y cargas específicas conceptualizadas como excepciones indicadas en el Capítulo 2. Campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana.
- a.7) Determinar la DPEA total a partir de la carga total conectada para alumbrado y el área total de cada uso y comparar contra los valores de los DPEA de la Tabla 1.

b) Alumbrado exterior

- b.1) Identificar las áreas abiertas del edificio, como son: jardines, andadores, zonas de carga y descarga, zonas de circulación peatonal y vehicular.
- b.2) Determinar el área en m^2 y cuantificar la carga total conectada para alumbrado expresada en watts.

- b.3)** Determinar la carga total conectada para alumbrado. En el caso de los equipos de alumbrado que requieran el uso de balastos u otros dispositivos para su operación, se debe considerar el valor de la potencia nominal del conjunto lámpara-balastro-dispositivo. La información anterior debe ser expresada en watts.
- b.4)** Determinar la DPEA total a partir de la carga total conectada para alumbrado y el área total de cada uso y comparar contra el valor de DPEA establecido en 6.2.

7.4 Consideraciones especiales

7.4.1 Luminarios para señalización de salidas. Los luminarios para señalización ubicados en el interior o exterior del edificio que consuman más de 5 watts, deberán tener lámparas cuya eficacia mínima sea de 35 lm/W.

7.4.2 Iluminación localizada. Se puede tener un incremento de densidad de potencia eléctrica por concepto de alumbrado en algunas áreas, siempre y cuando se verifique que los luminarios proyectados sean realmente instalados. Esta DPEA deberá emplearse únicamente para los luminarios especificados y no para aplicaciones distintas o en otras áreas. Dichas áreas son:

- a) Áreas en las que se instala iluminación adicional a la general, con propósitos decorativos (candiles, arbotantes) o para destacar obras artísticas. El incremento en la DPEA permitida para estos luminarios suplementarios, no debe ser mayor de $10,8 \text{ W/m}^2$ dentro del local específico.
- b) Áreas destinadas a trabajo con computadoras, en los que se instalan luminarios especiales para evitar reflejos o deslumbramientos. Se acepta un incremento máximo en la DPEA de $3,8 \text{ W/m}^2$ dentro del local específico.
- c) Áreas de tiendas departamentales o para ventas al menudeo, en las que se emplean luminarios de acento para hacer resaltar algunas mercancías. Se permite un incremento máximo en la DPEA de 17 W/m^2 en mercancías en general o 42 W/m^2 para acentuación de mercancías finas, tales como: joyería, platería, cerámica, trajes y vestidos y en galerías de arte o locales similares, en donde es necesaria la observación a detalle de las mercancías.

8. Vigilancia

La Secretaría de Energía, conforme a sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, es la autoridad que está a cargo de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana:

- a) Durante el proceso de aprobación de proyectos de instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, y
- b) Al término de la construcción de las mismas.

El cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana no releva ninguna responsabilidad en cuanto a la observancia de lo dispuesto en otras normas oficiales mexicanas y reglamentos existentes aplicables a instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, su Reglamento y demás disposiciones legales aplicables.

9. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad de los sistemas de alumbrado en edificios no residenciales con las especificaciones de esta Norma Oficial Mexicana, se realiza por personas acreditadas y aprobadas en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

10. Bibliografía

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 1 de julio de 1992 y sus reformas.

- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de enero de 1999.
- NMX-Z-013/1-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 31 de octubre de 1977.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el día 22 de diciembre de 1975 y sus posteriores reformas.
- Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el día 31 de mayo de 1993.
- Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de enero de 2004 y sus Normas Técnicas Complementarias publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 6 de octubre de 2004.
- IES Energy Management Committee. Recommended Procedure for Determining Interior and Exterior Lighting Power Allowances. IESNA LEM-1-1999.
- IES Energy Management Committee. IES Recommended Procedure for Lighting Power Limit Determination for Buildings. IES LEM-2-1984.
- IES Energy Management Committee. IES Design Considerations for Effective Building Lighting Energy Utilization. IES LEM-3-1987.
- IES Energy Management Committee. IES Recommended Procedure for Energy Analysis Lighting Designs and Installation. IES LEM-4-1984.
- IES Subcommittee on Visual Display Terminals of the IES Committee on Office Lighting. IES Recommended Practice for Lighting Offices Containing Computer Visual Display Terminals.
- Illuminating Engineering Society of North America. IES Lighting Handbook Reference Volume 1984.
- Illuminating Engineering Society of North America. IES Lighting Handbook Application Volume 1987.
- Atkinson, Barbara A., et. al. Analysis of Federal Policy Options for Improving US Lighting Efficiency: Commercial and Residential Buildings-1992. Lawrence Berkeley Laboratory.
- Eley Associates. Advanced Lighting Guidelines: 1993. Electric Power Research Institute.
- California Energy Commission. Energy Efficiency Standards for Residential and non Residential Buildings.
- ASHRAE/IES 90.1-1989. Energy Efficient Design of New Buildings except New Low-Raise Residential.

11. Concordancia

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

12. Transitorios

1. La presente Norma Oficial Mexicana, una vez publicada en el **Diario Oficial de la Federación**, cancelará y sustituirá a la NOM-007-ENER-1995, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales, que fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 1 de septiembre de 1995.

2. La presente Norma Oficial Mexicana, una vez publicada en el **Diario Oficial de la Federación**, entrará en vigor 120 días naturales después de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación** y a partir de esta fecha todos los sistemas de alumbrado comprendidos dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, serán verificados con base a la misma.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 31 de marzo de 2005.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Carlos Domínguez Ahedo**.- Rúbrica.

Apéndice Informativo.- Los valores de DPEA que se incluyen en este apéndice, tienen como único fin el de orientar sobre los desgloses de los espacios que en diferentes tipos de edificios, de acuerdo con su uso, se están analizando para ser considerados a futuro en las normas.

A.1 Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios

Tipo de edificio	Espacios comunes y DPEA W/m ²																	Potencia adicional permitida *		
	oficina cerrada	oficina abierta	sala de juntas/usuarios multiples	salon de clase/lectura/entrenamiento	auditorio	vestibulo	patio interior primeros 3 pisos	patio interior pisos adicionales	area recreativa	restaurante	preparacion de alimentos	baños	corredores	escaleras	almacen activo	almacen inactivo	cuarto de maquinas o electricos		Areas específicas y DPEA W/m ²	
EDIFICIO DEPORTIVO																				
Gimnasio	16.1	14.0	16.1		5.4	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de juego	20.4	*
																		Vestidores	8.6	
																		Area de ejercicios	11.8	
Centro de ejercicios	16.1	14.0	16.1		5.4	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de ejercicios	11.8	
																		Vestidores	8.6	
EDIFICIOS INSTITUCIONALES																				
Tribunales/juzgados	16.1	14.0	16.1	17.2	17.2	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	tribunal	22.6	*
																		celdas de reclusión	11.8	
Delegación de Policia	16.1	14.0	16.1	17.2	17.2	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Laboratorio	19.4	
Estación de Bomberos	16.1	14.0	16.1	17.2		19.4			15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de estacionamiento	9.7	
																		Dormitorios	11.8	
Oficina de correos	16.1	14.0	16.1	17.2		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de clasificación	18.1	*
Edificio del Ayuntamiento	16.1	14.0	16.1	17.2	17.2	19.4				15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*
CENTRO DE CONVENCIONES																				
	16.1	14.0	16.1	17.2	5.3	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de exhibición	35.1	
ESCUELAS																				
Escuelas/Universidades	16.1	14.0	16.1	17.2		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*
Bibliotecas	16.1	14.0	16.1	17.2		19.4	14.0	2.1		15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	llenado de tarjetas	15.1	*
																		Almacenamiento	20.4	*
																		Area de lectura	19.4	*
RESTAURANTES																				
Restaurant-Bar																				*
Area recreativa	16.1	14.0	16.1			19.4	14.0	2.1	15.0	12.9	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*
Restaurant familiar	16.1	14.0	16.1			19.4	14.0	2.1	15.0	23.7	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*
Restaurant-Cafeteria	16.1	14.0	16.1			19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*

A.1 Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios (continuación)

Tipo de edificio	Espacios comunes y DPEA W/m ²															Areas específicas y DPEA W/m ²	Potencia adicional permitida *		
	oficina cerrada	oficina abierta	sala de juntas/ usos múltiples	salon de clase/lectura/entrenamiento	auditorio	vestíbulo	patio interior primeros 3 pisos	patio interior pisos adicionales	area recreativa	restaurante	preparación de alimentos	baños	corredores	escaleras	almacen activo			almacen inactivo	cuarto de maquinas o electricos
HOSPITALES Y SANATORIOS																			
Hospitales y Sanatorios	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	17.2	9.7	31.2	3.2	14.0	Sala de emergencia	30.1	*
																	Sala de recuperación	28.0	
																	Estación de enfermeras	19.4	
																	Examen/Tratamiento	17.2	
																	Farmacia	24.7	
																	Cuarto de paciente	13.0	
																	Quirofono	81.8	
																	Enfermeria	10.8	
																	Almacen de medicinas	32.3	
																	Terapia fisica	20.4	
																	Radiología	4.3	
																	Lavanderia	7.5	
EDIFICIOS INDUSTRIALES																			
Taller	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Taller	26.9	
Taller serv. Automotriz	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Servicio automotriz	15.1	
Naves industriales	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	5.4	9.7	11.8	3.2	14.0	Nave alta	22.6	
																	Nave baja	32.3	
																	Detallado	66.7	
																	Cuarto de equipos	8.6	
																	Cuarto de control	5.4	
EDIFICIOS DE HOSPEDAJE																			
Hotel	16.1	14.0	16.1	17.2	18.3	14.0	2.1	15.0	10.8	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Cuarto de huepedes	26.9	*
Motel	16.1	14.0	16.1	17.2	19.4	14.0	2.1	15.0	12.9	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Cuarto de huepedes	26.9	*
Multifamiliares	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Estancia familiar		*
Dormitorios	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	habitaciones	20.4	*

A.1 Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios (continuación)

Tipo de edificio	Espacios comunes y DPEA W/m ²															Potencia adicional permitida *				
	oficina cerrada	oficina abierta	sala de juntas/ usos multiples	salon de clase/lectura/entrenamiento	auditorio	vestibulo	patio interior, primeros 3 pisos	patio interior, pisos adicionales	area recreativa	restaurante	preparacion de alimentos	baños	corredores	escaleras	almacen activo		almacen inactivo	cuarto de maquinas o electricos	Areas especificas y DPEA W/m ²	
MUSEOS																				
Museos	16.1	14.0	16.1	17.2		19.4	14.0	2.1			10.8	7.5	9.7	15.0	15.0	14.0	Exhibición	17.2		
																	Restauración	26.9		
EDIFICIO DE OFICINAS																				
Oficinas	16.1	14.0	16.1	17.2		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Actividades bancarias	25.8	*
																		Laboratorio	19.4	*
RECLUSORIOS																				
Reclusorios	16.1	14.0		15.0	20.4	19.4			15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Celdas	11.8	
EDIFICIOS RELIGIOSOS																				
Edificios religiosos	16.1	14.0	16.1	17.2	34.4	19.4	14.0	2.1	15.0		23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Pulpito, coro	55.8	*
																		Area de feligreses	24.7	
EDIFICIOS VENTAS AL MENUDEO																				
Ventas al menudeo	16.1	14.0	16.1			19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area general de ventas	22.6	*
																		Galeria principal	19.3	*
EDIFICIOS DEPORTIVOS																				
Area de deportes	16.1	14.0	16.1		5.3	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Cuadrilátero	40.8	
																		Cancha deportiva	46.2	
																		Cancha interior	28.4	
EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO																				
Almacen	16.1	14.0	16.1			19.4	14.0	2.1			10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Almacenje material fino	17.2		
																		Alm. Material med. o granel	11.8	
Estacionamiento	16.1					19.4					10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area est. autoservicio	2.1		
																		Area est. Con acomodador	1.0	
TEATROS																				
Actuación	16.1				19.4	12.9	14.0	2.1	15.0		10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0				*
Cine					14.0	8.6			15.0		10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0				*
EDIFICIO DE TRANSPORTES																				
Transportación	16.1	14.0	16.1		10.8	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Aeropuertos-galeria principal	7.5	*
																		Area de equipaje	14.0	
																		taquilla	19.4	*

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

JAVIER LOZANO ALARCON, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3o., fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción VII, 46, 47 fracción IV, 51 cuarto párrafo y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4o., del 95 al 98 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; 3, 5 y 19 del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 27 de septiembre de 2005, en cumplimiento de lo previsto por el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, el Anteproyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana y que el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara como Proyecto en el Diario Oficial de la Federación;

Que con objeto de cumplir con lo dispuesto en los artículos 69-E y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, el Anteproyecto correspondiente fue sometido a la consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, la que dictaminó favorablemente en relación al mismo;

Que con fecha 5 de junio de 2008, en cumplimiento del Acuerdo por el que se establecen la organización y Reglas de Operación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, y de lo previsto por el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, para quedar como PROY-NOM-025-STPS-2005, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, a efecto de que, dentro de los siguientes 60 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité;

Que habiendo recibido comentarios de diez promoventes, el Comité referido procedió a su estudio y resolvió oportunamente sobre los mismos, publicando esta dependencia las respuestas respectivas en el Diario Oficial de la Federación el 12 de diciembre de 2008, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que derivado de la incorporación de los comentarios presentados al Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, para quedar como PROY-NOM-025-STPS-2005, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, así como de la revisión final del propio proyecto, se realizaron diversas modificaciones con el propósito de dar claridad, congruencia y certeza jurídica en cuanto a las disposiciones que aplican en los centros de trabajo, y

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS-2008, CONDICIONES DE ILUMINACION EN LOS CENTROS DE TRABAJO

INDICE

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Obligaciones del patrón
6. Obligaciones de los trabajadores
7. Niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo
8. Reconocimiento de las condiciones de iluminación
9. Evaluación de los niveles de iluminación

10. Control
11. Mantenimiento
12. Reporte del estudio
13. Unidades de Verificación y Laboratorios de Prueba
14. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
 - Apéndice A, Evaluación de los niveles de iluminación
 - Apéndice B, Evaluación del factor de reflexión
15. Vigilancia
16. Bibliografía
17. Concordancia con normas internacionales
 - Guía de referencia "I", Métodos para evaluar los niveles de iluminación

1. Objetivo

Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

2. Campo de aplicación

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

3. Referencias

Para la correcta interpretación de esta Norma, debe consultarse la siguiente norma oficial mexicana vigente o la que la sustituya:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida.

4. Definiciones

Para efectos de esta Norma, se establecen las definiciones siguientes:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.15. Puntos focales de las luminarias: es la proyección vertical de la lámpara al plano o área de trabajo con inclinación de 0°, que contiene la dirección del haz de luz.

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

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

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

5. Obligaciones del patrón

5.1. Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer.

5.2. Contar con los niveles de iluminación en las áreas de trabajo o en las tareas visuales de acuerdo con la Tabla 1 del Capítulo 7.

5.3. Efectuar el reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas y puestos de trabajo, según lo establecido en el Capítulo 8.

5.4. Contar con el informe de resultados de la evaluación de los niveles de iluminación de las áreas, actividades o puestos de trabajo que cumpla con en los apartados 5.2 y 10.4 de la presente Norma, y conservarlo mientras se mantengan las condiciones que dieron origen a ese resultado.

5.5. Realizar la evaluación de los niveles de iluminación de acuerdo con lo establecido en los capítulos 8 y 9.

5.6. Llevar a cabo el control de los niveles de iluminación, según lo establecido en el Capítulo 10.

5.7. Contar con un reporte del estudio elaborado para las condiciones de iluminación del centro de trabajo, según lo establecido en el Capítulo 12.

5.8. Informar a todos los trabajadores, sobre los riesgos que puede provocar un deslumbramiento o un nivel deficiente de iluminación en sus áreas o puestos de trabajo.

5.9. Practicar exámenes con periodicidad anual de agudeza visual, campimetría y de percepción de colores a los trabajadores que desarrollen sus actividades en áreas del centro de trabajo que cuenten con iluminación especial.

5.10. Elaborar y ejecutar un programa de mantenimiento para las luminarias del centro de trabajo, incluyendo los sistemas de iluminación de emergencia, según lo establecido en el Capítulo 11.

5.11. Instalar sistemas de iluminación eléctrica de emergencia, en aquellas áreas del centro de trabajo donde la interrupción de la fuente de luz artificial represente un riesgo en la tarea visual del puesto de trabajo, o en las áreas consideradas como ruta de evacuación que lo requieran.

6. Obligaciones de los trabajadores

6.1. Informar al patrón sobre las condiciones inseguras, derivadas de las condiciones de iluminación en su área o puesto de trabajo.

6.2. Utilizar los sistemas de iluminación de acuerdo a las instrucciones del patrón.

6.3. Colaborar en las evaluaciones de los niveles de las áreas o puestos de trabajo y observar las medidas de control implementadas por el patrón.

6.4. Someterse a los exámenes de la vista que indique el patrón.

7. Niveles de Iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo

Los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la Tabla 1.

Tabla 1
Niveles de Iluminación

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
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 con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

8. Reconocimiento de las condiciones de iluminación

8.1. El propósito del reconocimiento es identificar aquellas áreas del centro de trabajo y las tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo, asimismo, identificar aquellas donde exista una iluminación deficiente o exceso de iluminación que provoque deslumbramiento.

Para lo anterior, se debe realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo donde los trabajadores realizan sus tareas visuales, y considerar, en su caso, los reportes de los trabajadores, así como recabar la información técnica.

8.2. Para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento y, posteriormente, conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo, con los datos siguientes:

- a) Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo;
- b) Potencia de las lámparas;
- c) Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio;
- d) Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo, de acuerdo con la Tabla 1 del Capítulo 7;
- e) Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada, y
- f) La información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón.

9. Evaluación de los niveles de iluminación

9.1. A partir de los registros del reconocimiento, se debe realizar la evaluación de los niveles de iluminación en las áreas o puestos de trabajo de acuerdo con lo establecido en el Apéndice A.

9.1.1. Determinar el factor de reflexión en el plano de trabajo y paredes que por su cercanía al trabajador afecten las condiciones de iluminación, según lo establecido en el Apéndice B, y compararlo contra los niveles máximos permisibles del factor de reflexión de la Tabla 2.

Tabla 2
Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, K_f
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%

Nota: Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de la reflexión (K_f) supere los valores establecidos en la Tabla 2.

9.1.2. La evaluación de los niveles de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación, se puede hacer por áreas de trabajo, puestos de trabajo o una combinación de los mismos.

10. Control

10.1. Si en el resultado de la evaluación de los niveles de iluminación se detectaron áreas o puestos de trabajo que deslumbren al trabajador, se deben aplicar medidas de control para evitar que el deslumbramiento lo afecte.

10.2. Si en el resultado de la medición se observa que los niveles de iluminación en las áreas de trabajo o las tareas visuales están por debajo de los niveles indicados en la Tabla 1 del Capítulo 7 o que los factores de reflexión estén por encima de lo establecido en la Tabla 2 del Capítulo 9, se deben adoptar las medidas de control necesarias, entre otras, dar mantenimiento a las luminarias, modificar el sistema de iluminación o su distribución y/o instalar iluminación complementaria o localizada. Para esta última medida de control, en donde se requiera una mayor iluminación, se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador;
- b) Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores;
- c) Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad, y
- d) Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

10.3. Se debe elaborar y cumplir un programa de medidas de control a desarrollar, considerando al menos las previstas en 10.2.

10.4. Una vez que se han realizado las medidas de control, se tiene que realizar una evaluación para verificar que las nuevas condiciones de iluminación cumplen con lo establecido en la presente Norma.

11. Mantenimiento

En el mantenimiento de las luminarias se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- a) La limpieza de las luminarias;
- b) La ventilación de las luminarias;
- c) El reemplazo de las luminarias cuando dejen de funcionar, o después de transcurrido el número predeterminado de horas de funcionamiento establecido por el fabricante;
- d) Los elementos que eviten el deslumbramiento directo y por reflexión, así como el efecto estroboscópico, y
- e) Los elementos de preencendido o de calentamiento.

12. Reporte del estudio

12.1. Se debe elaborar y mantener un reporte que contenga la información recabada en el reconocimiento, los documentos que lo complementen y los datos obtenidos durante la evaluación, con al menos la información siguiente:

- a) El informe descriptivo de las condiciones normales de operación, en las cuales se realizó la evaluación de los niveles de iluminación, incluyendo las descripciones del proceso, instalaciones, puestos de trabajo y el número de trabajadores expuestos por área y puesto de trabajo;
- b) La distribución del área evaluada, en el que se indique la ubicación de los puntos de medición;
- c) Los resultados de la evaluación de los niveles de iluminación indicando su incertidumbre;
- d) La comparación e interpretación de los resultados obtenidos, contra lo establecido en las Tablas 1 y 2 de los Capítulos 7 y 9, respectivamente;
- e) La hora en que se efectuaron las mediciones;
- f) El programa de mantenimiento;
- g) La copia del documento que avale la calibración del luxómetro expedida por un laboratorio acreditado y aprobado conforme a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y que cumpla con las disposiciones estipuladas en esta Norma;
- h) La conclusión técnica del estudio;
- i) Las medidas de control a desarrollar y el programa de implantación;
- j) Nombre y firma del responsable del estudio, y
- k) Los resultados de las evaluaciones hasta cumplir con lo establecido en las Tablas 1 y 2 de los Capítulos 7 y 9, respectivamente.

13. Unidades de Verificación y Laboratorios de Prueba

13.1. El patrón tendrá la opción de contratar una unidad de verificación o un laboratorio de pruebas, acreditados y aprobados, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, para verificar el grado de cumplimiento con la presente Norma.

13.2. Unidades de verificación y laboratorios de pruebas contratados a petición de parte deben verificar el grado de cumplimiento de acuerdo con lo establecido en el procedimiento para la evaluación de la conformidad.

13.3. La vigencia del dictamen de verificación cuando éste sea favorable, será de dos años, y el informe de resultados será válido y se conservará siempre y cuando, se mantengan las condiciones que dieron origen al resultado de la evaluación.

13.4. Los laboratorios de pruebas sólo podrán evaluar lo establecido en los Capítulos 8 y 9 de la presente Norma.

13.5. Las unidades de verificación deben entregar al patrón el dictamen de verificación favorable cuando se hayan cubierto los requerimientos de la presente Norma Oficial Mexicana.

14. Procedimiento para la evaluación de la conformidad**14.1. Generalidades.**

14.2. Este procedimiento para la evaluación de la conformidad aplica en las visitas de inspección desarrolladas por la autoridad laboral, y en las visitas de verificación que realicen las unidades de verificación.

14.3. Para obtener el directorio vigente de las unidades de verificación que están aprobadas ante la dependencia y pueden extender el dictamen de conformidad con esta Norma Oficial Mexicana, podrán ingresar a la página de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, vía Internet en la dirección: www.stps.gob.mx.

14.1.1. El interesado que obtuvo la evaluación de la conformidad con la presente Norma a través de una unidad de verificación, debe conservar el dictamen de verificación y tenerlo a la disposición de la autoridad del trabajo cuando ésta lo solicite de acuerdo a lo establecido en el apartado 13.5.

14.1.2. Los aspectos a verificar durante la evaluación de la conformidad que son aplicables mediante la constatación física o documental, o a través de entrevista, son:

Disposición	Comprobación	Criterios de aceptación	Observaciones
5.2.	Física	El patrón cumple cuando derivado de un recorrido por el centro de trabajo, se comprueba que para las tareas por puesto o área de trabajo, los niveles de iluminación corresponden a los de la Tabla 1 del Capítulo 7.	La evidencia es la evaluación de la iluminación de las tareas visuales del puesto de trabajo o áreas de trabajo comparadas con la Tabla 1 del Capítulo 7.
5.3.	Documental	El patrón cumple cuando: <ul style="list-style-type: none"> • Presenta el registro de la información recopilada en el reconocimiento de las áreas y puestos de trabajo. • El registro contiene al menos la siguiente información técnica y administrativa que haya servido al patrón para seleccionar las áreas y puestos de trabajo evaluadas: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), así como de la maquinaria y equipo; ✓ Potencia de las lámparas; ✓ Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio; ✓ Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo de acuerdo con la Tabla 1 del Capítulo 7, y ✓ Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada. 	El reconocimiento aplica para aquellas áreas o tareas visuales que de acuerdo a la Tabla 1 del Capítulo 7. El requerimiento podrá ser realizado por un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado.
5.4. y 5.5.	Documental	El patrón cumple cuando: <ul style="list-style-type: none"> • Presenta las evidencias de la evaluación de los niveles de iluminación de las áreas y puestos de trabajo, y • La evaluación se realizó de acuerdo a los Capítulos 8 y 9, así como con el apartado 10.4 	La evaluación aplica para aquellas áreas o tareas visuales que de acuerdo a la Tabla 1 del Capítulo 7. El documento que se puede presentar es el mismo que se genera al cumplir el Capítulo 12 (reporte del estudio).
5.6.	Documental	El patrón cumple cuando: <ul style="list-style-type: none"> • Si derivado de la evaluación no se identificaron deficiencias o excesos de iluminación en las áreas o puestos de trabajo, por lo que no se aplicaron medidas de control. • Si derivado de la evaluación se identificaron deficiencias o excesos de iluminación en las áreas o puestos de trabajo, se aplicaron las siguientes medidas de control: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Proporcionó mantenimiento a las luminarias; ✓ Modificó el sistema de iluminación o su distribución; ✓ En su caso, instaló la iluminación complementaria o localizada, y ✓ Derivado del criterio anterior presenta evidencias de una nueva evaluación donde se constata que las nuevas condiciones de iluminación cumplen con lo establecido en la presente Norma. 	Los aspectos a considerar para las medidas de control, pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador; ✓ Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores; ✓ Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad, y ✓ Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación. ✓ Los dos últimos criterios de aceptación sólo aplicarán cuando el patrón determine que requiere de iluminación complementaria o localizadas

5.7.	Documental	<p>El patrón cumple cuando presenta el reporte del estudio, con al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El informe descriptivo de las condiciones normales de operación, en las cuales se realizó la evaluación de los niveles de iluminación, incluyendo las descripciones del proceso, instalaciones, puestos de trabajo y el número de trabajadores expuestos por área y puesto de trabajo; • La distribución del área evaluada, en el que se indique la ubicación de los puntos de medición; • Los resultados de la evaluación de los niveles de iluminación indicando su incertidumbre; • La comparación e interpretación de los resultados obtenidos, contra lo establecido en las Tablas 1 y 2 de los Capítulos 7 y 9 respectivamente; • La hora en que se efectuaron las mediciones; • El programa de mantenimiento; • La copia del documento que avale la calibración del luxómetro expedida por un laboratorio acreditado y aprobado conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y que cumpla con las disposiciones estipuladas en esta Norma; • La conclusión técnica del estudio; • Las medidas de control a desarrollar y el programa de implantación; • El nombre y firma del responsable del estudio; • Los resultados de las evaluaciones hasta cumplir con lo establecido en las Tablas 1 y 2 de los Capítulos 7 y 9, respectivamente. 	El estudio podrá ser realizado por un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado.
5.8.	Documental o Entrevista	<p>El patrón cumple cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exhibe las evidencias con los elementos y/o mecanismos de difusión para dar a conocer los riesgos a los trabajadores de las áreas o puestos de trabajo con iluminación deficiente, excesiva o que provoque deslumbramiento, o • Al realizar la(s) entrevista(s) al personal del centro de trabajo involucrado en las áreas o puestos de trabajo, se constata que identifican los riesgos relacionados con iluminación deficiente, excesiva o que provoque deslumbramiento. 	La iluminación permite un desarrollo eficiente y confortable en las tareas visuales es un auxilio para el trabajo seguro y apoya en las acciones de emergencia (evacuación).
5.9.	Documental	El patrón cumple cuando presenta los exámenes médicos visuales realizados a los trabajadores para agudeza visual, campimetría y de percepción de colores, con una periodicidad anual.	<p>Esta disposición aplica para los casos en que los trabajadores desarrollen sus actividades en zonas identificadas como de alto riesgo, cuyas actividades tengan una exigencia visual elevada.</p> <p>El médico puede ser interno o externo como lo establece la NOM-030-STPS-2006.</p>

5.10.	Documental	<p>El patrón cumple cuando presenta un programa de mantenimiento que contenga al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La limpieza de las luminarias; ✓ La ventilación de las luminarias; ✓ El reemplazo de las luminarias cuando dejen de funcionar, o después de transcurrido el número predeterminado de horas de funcionamiento establecido por el fabricante; ✓ Los elementos que eviten el deslumbramiento directo y por reflexión, así como el efecto estroboscópico, y ✓ Los elementos de preencendido o de calentamiento. 	
5.11.	Física	<p>El patrón cumple cuando, derivado de un recorrido por las instalaciones del centro de trabajo, identifica que existen los sistemas de iluminación de emergencia y éstos están funcionando.</p>	<p>Las lámparas de emergencia pueden estar colocadas en donde la interrupción de la fuente de luz artificial represente un riesgo en la tarea visual del puesto de trabajo o en las áreas consideradas como ruta de evacuación.</p>

Nota: Las evidencias documentales se pueden presentar por escrito o, en medios magnéticos o electrónicos.

14.1.3. Las unidades de verificación no deben realizar las siguientes actividades para la empresa evaluada:

- a) Diagnóstico, análisis de riesgos, programas o procedimientos, y
- b) Proporcionar capacitación a los trabajadores.

APENDICE A

EVALUACION DE LOS NIVELES DE ILUMINACION

A.1. Objetivo

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

A.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.

A.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.

A.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.

A.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 1 del Capítulo 7, 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.

A.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 A1, 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 A1

Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición

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

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

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

Donde:

IC = índice del área.

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

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

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.

A.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).

A.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.

A.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:

A.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.

A.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.

A.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.

A.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.

APENDICE B

EVALUACION DEL FACTOR DE REFLEXION

B.1 Objetivo

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

B.2 Metodología

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

B.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:

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

15. Vigilancia

La vigilancia en el cumplimiento de la presente Norma, corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

16. Bibliografía

16.1. Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992, México.

16.2. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 21 de enero de 1997, México.

16.3. Conocimientos Básicos de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Ruiz Iturregui, José Ma., Editorial Deusto, 1978, Madrid, España.

16.4. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, International Labour Office, Geneva. Third Edition 1983, Fourth Impresion, 1991.

16.5. Física General, Zemanski, Mark W., Sears, Francis W. Editorial Aguilar, 1966, México.

16.6. Guide on Interior Lighting, 2o. Edition, International Commission on Illumination. CIE 29.2 86, 1998, Vienna, Austria.

16.7. I.E.S. Lighting Handbook. 1995, Illuminating Engineering, Society, USA.

16.8. Iluminación Interna, Vittorio Re. Editorial Marcombo, S.A., 1979, Barcelona, España.

16.9. Luminotecnia, Enciclopedia CEAC de Electricidad. Dr. Ramírez V., José, Editorial CEAC, S.A., 1972, México.

16.10. Manual de Ingeniería, Perry, J.H.; Perry, R.H. Editorial Labor, S.A., 1966, Madrid, España.

16.11. Manual del Alumbrado, Westinghouse. Editorial Dossat, S.A., 1985, Madrid, España.

16.12. Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación en México. Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, Asociación Civil. Revista Ingeniería de Iluminación, mayo-junio 1967, México.

16.13. The Industrial Environment. Its Evaluation & Control. U.S. Department of Health, Education, and Welfare Public Health Service; Center for Disease Control; National Institute for Occupational Safety and Health, 1973, USA.

16.14. Iluminación interna, el instalador cualificado, Vottirio Re, Editorial Marcombo, Boixareu Editores 1979, Barcelona, España.

16.15. Técnicas de iluminación en fotografía y cinematografía, Bernal Francisco, Omega, 2003 Barcelona.

17. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

TRANSITORIOS

Primero. La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los dos meses posteriores a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo. Durante el lapso señalado en el artículo anterior, los patrones cumplirán con la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, y en su caso, realizarán las adaptaciones para observar las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana y, en este último caso, las autoridades del trabajo proporcionarán a petición de los patrones interesados, asesoría y orientación para instrumentar su cumplimiento, sin que los patrones se hagan acreedores a sanciones por el incumplimiento de la Norma vigente.

Tercero. Con la entrada en vigor de la presente Norma se cancela la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1999.

Dado en la Ciudad de México, a los veintinueve días del mes de diciembre de dos mil ocho.- El Secretario del Trabajo y Previsión Social, **Javier Lozano Alarcón**.- Rúbrica.

GUIA DE REFERENCIA "I"**METODOS PARA EVALUAR LOS NIVELES DE ILUMINACION**

El contenido de esta guía es un complemento para la mejor comprensión de la Norma y no es de cumplimiento obligatorio.

METODO IES

Se utiliza para evaluar el nivel de iluminación promedio en el área de trabajo, con base en la geometría del área y la disposición de las luminarias, cuando:

- El área sea regular y las luminarias se hallen simétricamente espaciadas en dos o más filas.
- El área sea regular con una luminaria colocada simétricamente.
- El área sea regular con una fila de luminarias.
- El área sea regular con una o más lámparas continuas.
- El área es regular con una fila de luminarias continuas.
- El área es regular con techo luminoso.

Con este método, las mediciones se toman en unos pocos puntos del lugar de trabajo considerado representativo de las mediciones que podrían llevarse a cabo en otros puntos de igual condición, con base en la regularidad del área del lugar y la simetría en la distribución de las luminarias.

METODO DE LA CONSTANTE DEL SALON

Se utiliza para evaluar el nivel de iluminación promedio en el lugar de trabajo a partir de cierto número de mediciones y puntos de medición en función de la constante del salón, K, que viene dada por donde L es el largo del salón, A el ancho y h la altura de las luminarias sobre el plano útil.

$$K = (A * L) / [h (A + L)]$$

Constante del Salón	No. Mínimo de Puntos de Medición
< 1	4
1 y < 2	9
2 y < 3	16
≥ 3	25

DETERMINACION DE LA ILUMINACION PROMEDIO (E_p):

Cuando se realizan mediciones con el propósito de verificar los valores correspondientes a una instalación nueva, se deben tomar las precauciones necesarias para que las evaluaciones se lleven a cabo en condiciones apropiadas (tensión nominal de alimentación, temperatura ambiente, elección de lámparas, etc.) o para que las lecturas del medidor de iluminancia se corrijan teniendo en cuenta estas condiciones.

El cálculo del nivel promedio de iluminación para el método de la constante del salón, se realiza con la siguiente expresión:

$$E_p = 1/N (\sum E_i)$$

Donde:

E_p = Nivel promedio en lux.

E_i = Nivel de iluminación Medido en lux en cada punto.

N = Número de medidas realizadas.

Método de evaluación en plano de trabajo: aplicable a tareas específicas, en especial aquellas que requieren niveles mayores de iluminación por la dificultad del tamaño, contraste y tiempo de la tarea.

ANEXO 3: Gráficas y cálculos de las lámparas y DPEA

Tabla Anexo 3.1: Cálculos luminarias

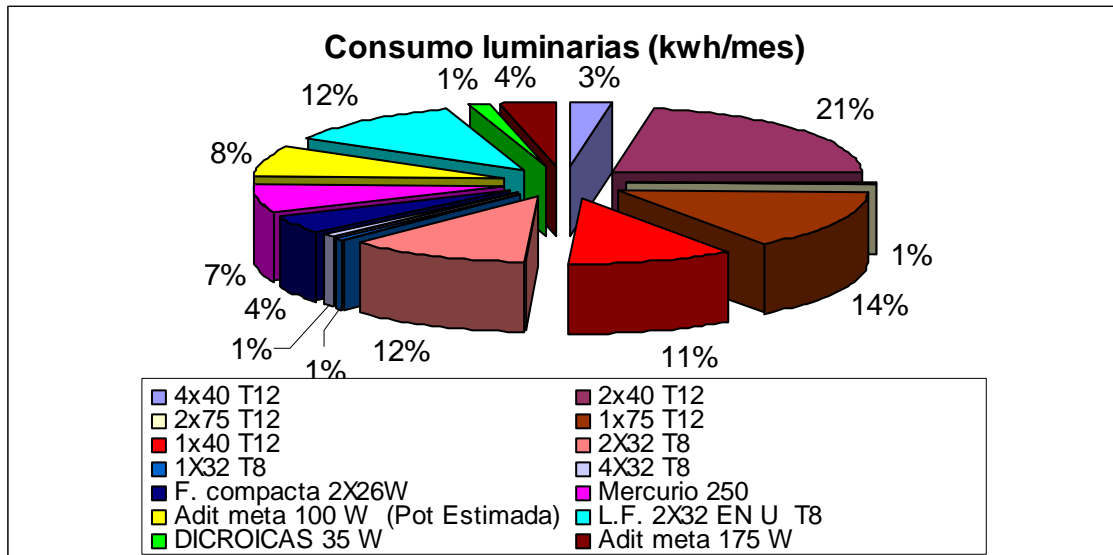
LUMINARIA	cantidad (nº)	wats c/u	kwats instalados	kwh/mes(aprox)	Tipo luminaria
4x40 T12	16	190	3,04	526,528	FLUOR
2x40 T12	243	95	23,085	3998,322	FLUOR
2x75 T12	4	180	0,72	124,704	FLUOR
1x75 T12	155	97	15,035	2604,062	FLUOR
1x40 T12	215	53	11,395	1973,614	FLUOR
2X32 T8	200	61	12,2	2113,04	FLUOR
1X32 T8	17	35	0,595	103,054	FLUOR
4X32 T8	10	124	1,24	214,768	FLUOR
F. compacta 2X26W	85	54	4,59	794,988	FLUOR
Mercurio 250	26	285	7,41	1283,412	HID
Adit meta 100 W (Pot Estimada)	64	130	8,32	1441,024	HID
L.F. 2X32 EN U T8	200	61	12,2	2113,04	FLUOR
DICROICAS 35 W	34	37	1,258	217,8856	HALOGENO
Adit meta 175 W	19	205	3,895	674,614	HID
TOTAL	1288		104,983	18183,0556	

Tabla Anexo 3.2: Tipo de luminarias

POR TIPO DE LUMINARIAS		
	Cantidad(nº)	Consumo (kwh/mes)
FLUORESCENTE	1145	14566,12
HID	109	3399,05
HALOGENOS	34	217,8856
INCANDESCENTE	0	0

Las siguientes gráficas son obtenidas de la tabla Anexo 3.1, y incluye todo tipo de luminarias existentes en la edificación, no solo las fluorescentes.

Gráfica Anexo 3.1: Consumo luminarias.



Gráfica Anexo 3.2: Luminarias instaladas (nº)

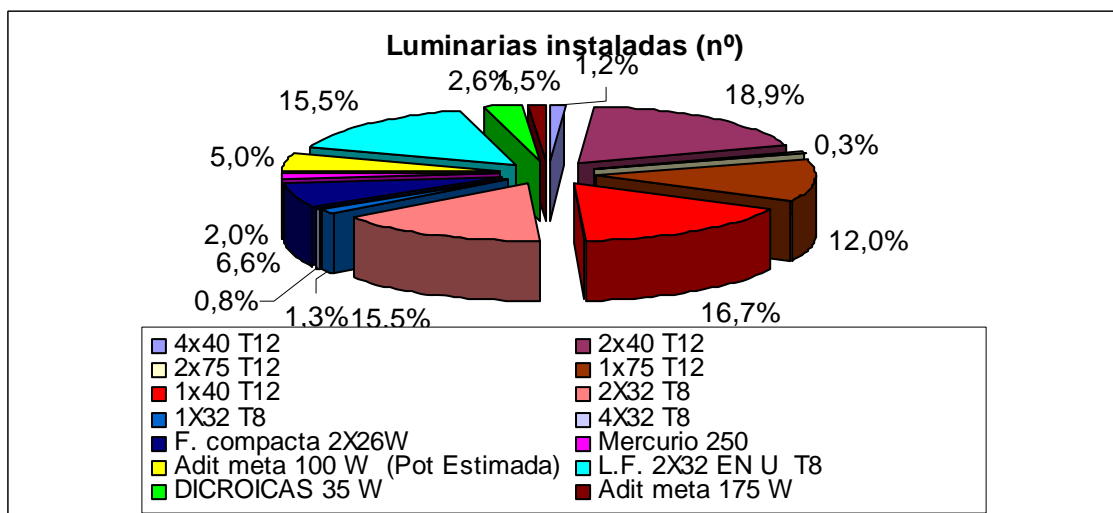


Tabla Anexo 3.3: Cálculos DPEA

CALCULOS DPEA						
					DPEA(w/m2)	NOM 007 (w/m2)
AULAS	kW instalados	kW Demandados	kWh/mes	Area [m2]		
	31,10	17,93	5.450,49	2.626,77	11,8396439	16,00
OFICINAS	kW instalados	kW Demandados	kWh/mes	Area [m2]		
	19,12	8,70	2.559,65	1.347,60	14,188138	14,00
SERVICIOS	kW instalados	kW Demandados	kWh/mes	Area [m2]		
	46,20	19,74	6.081,18	3.040,02	15,1976094	16,00
TOTAL	96,421	46,373591	14091,317	7014,3904	13,7461696	16

ANEXO 4: Fichas técnicas.

Se muestran las fichas técnicas realizadas para cada propuesta de cambio de lámpara y balastro.

-FICHA TÉCNICA 1:

Caso base 1: 4X40W T12	
Watts:	190
Cantidad luminarias:	16
Tiempo de uso:	8h/día
<hr/>	
Demanda actual (kW):	3,04
Horas operación anuales:	2078,40
Consumo anual (kWh):	6318,34

Precio KW demandado/mes (\$):	163,28
Precio KWh consumido (\$):	1,26
IVA:	0,00
<hr/>	
Precios Lamparas-balastro con IVA:	
Propuesta 1:	365,00
Propuesta 2:	420,00

Propuesta 1: 3X32W T8	
Fluorescente:	T8 de 32W
Lumenes:	2950
IRC:	85
Vida util (horas):	36000
Balastro electrónico:	3X32W T8
Potencia de linea (W):	85
Vida util (horas):	50000
<hr/>	
Demanda propuesta (kW):	1,36
Consumo propuesto anual (kWh)	2826,62
Ahorro demanda (kW):	1,68
Ahorro consumo anual (kWh):	3491,71
Ahorro economico consumo(\$):	4414,57
Ahorro total anual (\$):	4414,57
Inversion total (\$):	5840
TSR (en meses)	15,87

Propuesta 2: 3X28W T5	
Fluorescente:	T5 de 28W
Lumenes:	2900
IRC:	85
Vida util (horas):	35000
Balastro electrónico:	3X28W T8
Potencia de linea (W):	92
Vida util (horas):	50000
<hr/>	
Demanda propuesta (kW):	1,47
Consumo propuesto (kWh)	3059,40
Ahorro demanda (kW):	1,57
Ahorro consumo anual (kWh):	3258,93
Ahorro economico consumo(\$):	4120,27
Ahorro total anual (\$):	4120,27
Inversion total (\$):	6720
TSR (en meses)	19,57

-FICHA TÉCNICA 2:

Caso base 2: 2X40W T12	
Watts:	95
Cantidad luminarias:	243
Tiempo de uso:	8h/dia
<hr/>	
Demanda actual (kW):	23,09
Horas operación anuales:	2078,40
Consumo anual (kWh):	47979,86

Precio KW demandado (\$):	163,28
Precio kWh consumido (\$):	1,26
IVA:	0,00
<hr/>	
Precios Lamparas-balastro con IVA:	
Propuesta 1:	175,00
Propuesta 2:	226

Propuesta 1: 2X32W T8	
	T8 de
Fluorescente:	32W
Lumenes:	2950
IRC:	85
Vida util (horas):	36000
	2X32W
Balastro electrónico:	T8
Potencia de linea (W):	58
Vida util (horas):	50000
<hr/>	
Demanda propuesta (kW):	14,09
Consumo propuesto (kWh)	29292,97
Ahorro demanda (kW):	8,99
Ahorro consumo anual (kWh):	18686,89
Ahorro economico consumo(\$):	23625,84
Ahorro total anual (\$):	23625,84
Inversion total (\$):	42525
TSR (en meses)	21,60

Propuesta 2: 2X28W T5	
	T5 de
Fluorescente:	28W
Lumenes:	2900
IRC:	85
Vida util (horas):	35000
	2X28W
Balastro electrónico:	T8
Potencia de linea (W):	65
Vida util (horas):	50000
<hr/>	
Demanda propuesta (kW):	15,80
Consumo propuesto (kWh)	32828,33
Ahorro demanda (kW):	7,29
Ahorro consumo anual (kWh):	15151,54
Ahorro economico consumo(\$):	19156,09
Ahorro total anual (\$):	19156,09
Inversion total (\$):	54918
TSR (en meses)	34,40

FICHA TÉCNICA 3:

Caso base 3: 1X40W T12	
Watts:	53
Cantidad luminarias:	215
Tiempo de uso:	8h/dia
<hr/>	
Demanda actual (kW):	11,40
Horas operación anuales:	2078,40
Consumo anual (kWh):	23683,37

Precio KWh consumido (\$):	1,26
IVA:	0,00
<hr/>	
Precios Lamparas-balastro con IVA:	
Propuesta 1:	110,00
Propuesta 2:	137,00

Propuesta 1: 1X32W T8	
	T8 de
Fluorescente:	32W
Lumenes:	2950
IRC:	85
Vida util (horas):	36000
	1X32W
Balastro electrónico:	T8
Potencia de linea (W):	30
Vida util (horas):	50000
<hr/>	
Demanda propuesta (kW):	6,45
Consumo propuesto (kWh)	13405,68
Ahorro demanda (kW):	4,95
Ahorro consumo anual (kWh):	10277,69
Ahorro economico consumo(\$):	12994,08
Ahorro total anual(\$):	12994,08
Inversion total (\$):	23650
TSR (en meses)	21,84

Propuesta 2: 1X28W T5	
	T5 de
Fluorescente:	28W
Lumenes:	2900
IRC:	85
Vida util (horas):	35000
	1X28W
Balastro electrónico:	T8
Potencia de linea (W):	32
Vida util (horas):	50000
<hr/>	
Demanda propuesta (kW):	6,88
Consumo propuesto (kWh)	14299,39
Ahorro demanda (kW):	4,52
Ahorro consumo anual (kWh):	9383,98
Ahorro economico consumo(\$):	11864,16
Ahorro total anual(\$):	11864,16
Inversion total (\$):	29455
TSR (en meses)	29,79

FICHA TÉCNICA 4:

Caso base 4: 2X75W T12	
Watts:	180
Cantidad luminarias:	4
Tiempo de uso:	8h/dia
<hr/>	
Demanda actual (kW):	0,72
Horas operación anuales:	2078,40
Consumo anual (kWh):	1496,45

Precio KWh consumido (\$):	1,26
IVA:	0,00
<hr/>	
Precios Lamparas-balastro con IVA:	466

Propuesta: 2X59W T8	
	T8 de
Fluorescente:	59W
Lumenes:	5900
IRC:	86
Vida util (horas):	30000
	2X59W
Balastro electrónico:	T8
Potencia de linea (W):	102
Vida util (horas):	50000
Demanda propuesta (kW):	0,41
Consumo propuesto (kWh)	847,99
Ahorro demanda (kW):	0,31
Ahorro consumo anual (kWh):	648,46
Ahorro economico consumo(\$):	819,85
Ahorro total anual(\$):	819,85
Inversion total (\$):	1864
TSR (en meses)	27,28

FICHA TÉCNICA 5:

Caso base 5: 1X75W T12	
Watts:	97
Cantidad luminarias:	155
Tiempo de uso:	8h/dia
<hr/>	
Demanda actual (kW):	15,04
Horas operación anuales:	2078,40
Consumo anual (kWh):	31248,74

Precio KWh consumido (\$):	1,26
IVA:	0,00
<hr/>	
Precios Lamparas-balastro con IVA:	293,00

Propuesta: 1X59W T8	
Fluorescente:	T8 de 59W
Lumenes:	5900
IRC:	86
Vida util (horas):	30000
Balastro electrónico:	1X59W T8
Potencia de linea (W):	67
Vida util (horas):	50000
<hr/>	
Demanda propuesta (kW):	10,39
Consumo propuesto (kWh)	21584,18
Ahorro demanda (kW):	4,65
Ahorro consumo anual (kWh):	9664,56
Ahorro economico consumo(\$):	12218,90
Ahorro total anual(\$):	12218,90
Inversion total (\$):	45415
TSR (en meses)	44,60

**Tabla Anexo 4.1:
Precios lámparas y balastos**

Concepto:	Precio (\$)
tubo 28w T5:	45,00
Bases T5 :	15,00
Bal. 1x28:	77,00
Bal. 2x28:	106,00
bal. 3x28:	240,00
tubo 32w T8:	25,00
Bases T8 :	15,00
Bal. 1x32:	70,00
Bal. 2x32:	95,00
bal. 3x32:	245,00
tubo 59w T8:	88,00
Bases T8 :	15,00
Bal. 1x59:	190,00
Bal. 2x59:	260,00

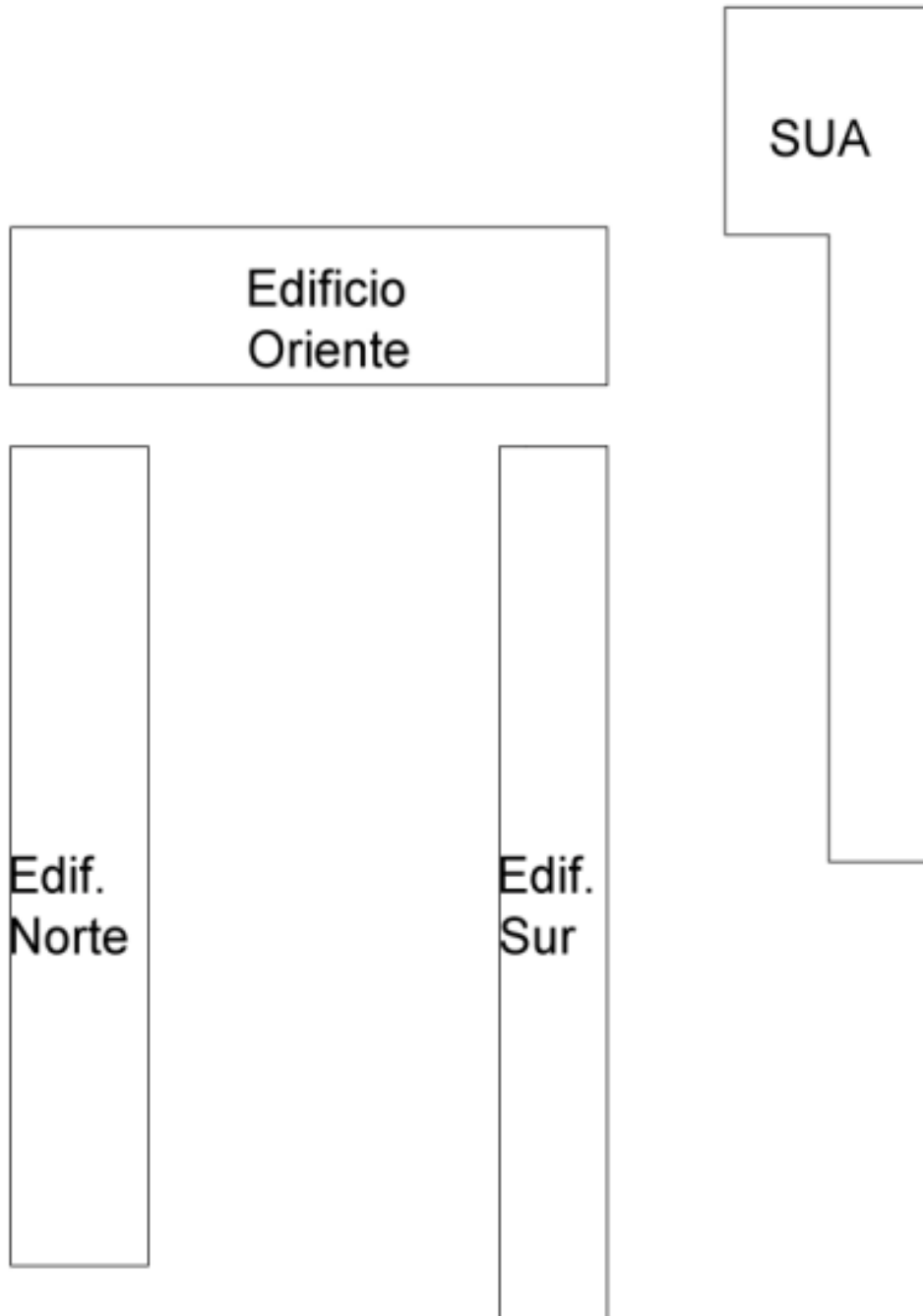
Tabla Anexo 4.2: Precios kw demandado y kwh según la cfe

TARIFA H-M (ZONA CENTRAL)						
Demanda Facturable (\$/kW)	163,28	163,2	164,19	165,88	167,34	168,38
Energía Punta (\$/kWh)	1,7422	1,8119	1,8396	1,8760	1,8631	1,9479
Energía Intermedia (\$/kWh)	0,9493	1,0322	1,0595	1,0923	1,0647	1,1622
Energía Base (\$/kWh)	0,7935	0,8628	0,8856	0,9131	0,8900	0,9715
Precio medio tarifa HM	1,2643					

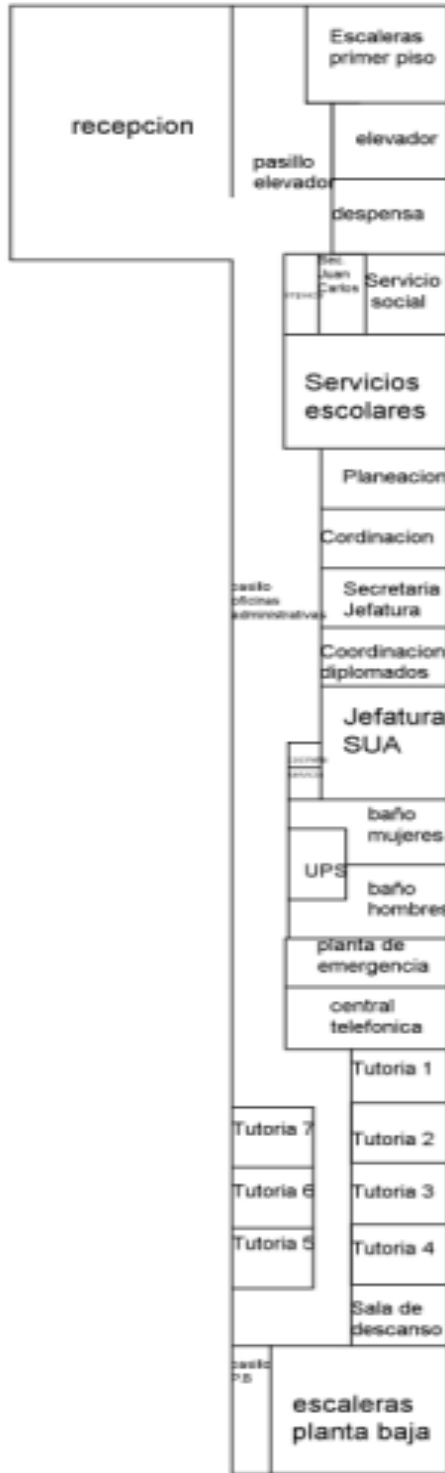
ANEXO 5: Croquis de toda la edificación.

Se muestran los croquis realizados de los edificios del anexo de la Facultad de Derecho y del Sistema de Universidad Abierta (SUA)

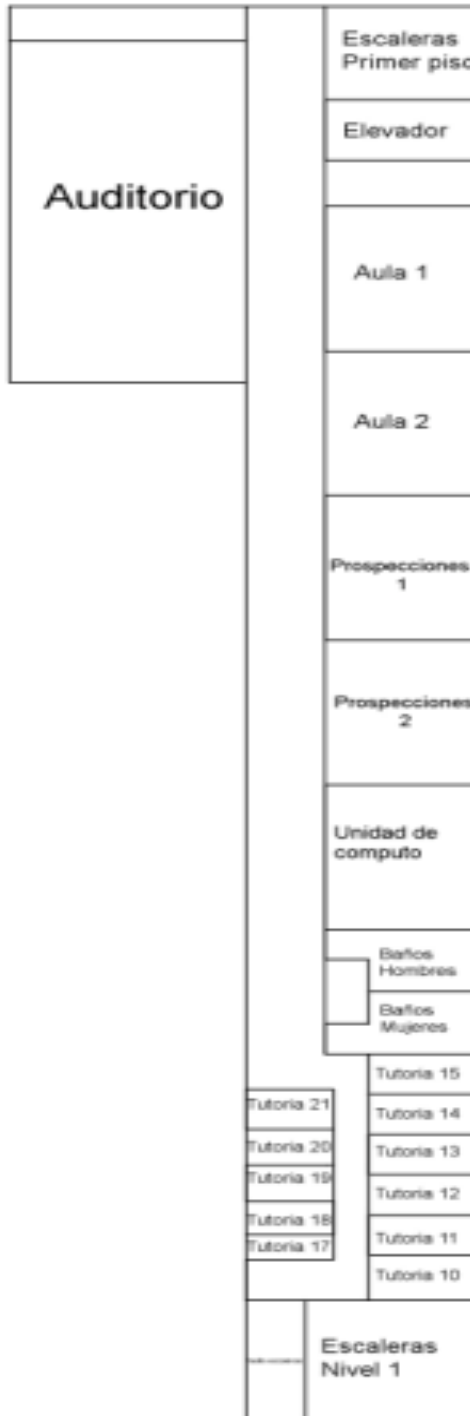
Croquis 1: Ubicación general de los edificios



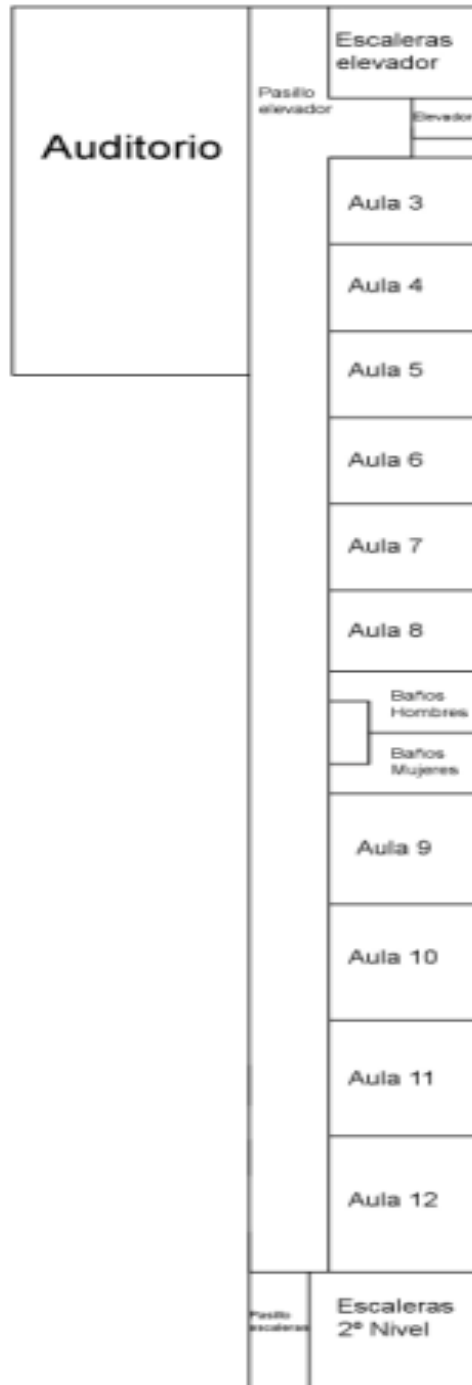
Croquis 2: SUA, planta baja.



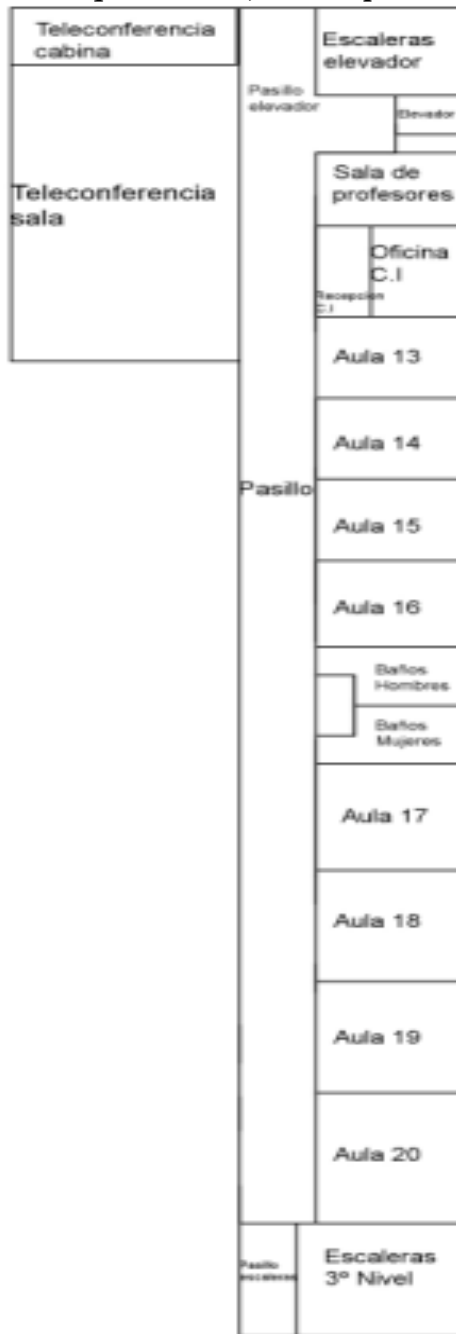
Croquis 3: SUA, primera planta.



Croquis 4: SUA, segunda planta.



Croquis 5: SUA, tercera planta.



Croquis 6: Edificio sur, planta primera y planta baja

Aula C.101
Aula C.102
Aula C.103
Aula C.104
Aula C.105
Aula C.106
Aula C.107
Aula C.108
escaleras
Pasillo
Aula C.109
Aula C.110
Aula C.111

Aula C.001
Aula C.002
Aula C.003
Aula C.004
Aula C.005
Aula C.006
Aula C.007
B. Mujeres
B. Hombres
Escaleras
Aula C.008
Aula C.009
Aula C.010

pasillo

Croquis 7: Edificio norte, planta baja, primera y segunda planta

B.001	B.002	B.003	almacen	baño hombres	escaleras	portadores	Cub.1	Cub.2	Cub.3	Cub.4
Pasillo							librería SUA	Pasillo		Cub.5
							recep.	S. social	S. social	

B.101	B.102	B.103	B.104	Baño mujeres	escaleras	B.105	B.106	
Pasillo								

B.201	B.202	B.203	B.204	B.205	escaleras	B.206	B.207	
Pasillo								