

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA (ISO 50001:2018) BAJO UN ENFOQUE DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO EN EL TECN M EN CELAYA

IMPLEMENTATION OF THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (ISO 50001: 2018) UNDER A MANAGEMENT SYSTEM APPROACH INTEGRATED IN THE TECN M IN CELAYA

Arturo Alcaraz Avendaño

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
arturo.aa@celaya.tecnm.mx

Jovan Alexander Salgado Sixtos

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
15030533@itcelaya.edu.mx

Miguel Ángel Melchor Navarro

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
miguel.mn@celaya.tecnm.mx

Nancy Cano Gómez

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
nancy.cg@celaya.tecnm.mx

Recepción: 16/noviembre/2021

Aceptación: 17/diciembre/2021

Resumen

Como parte del Sistema de Gestión Integrado (SGI) del Tecnológico Nacional de México (TNM) en Celaya, se encuentra el Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) bajo la norma ISO 50001:2018, el cual contiene requisitos que la institución debe identificar, desarrollar e implementar para el uso y consumo de la energía de manera eficiente, estableciendo procesos y procedimientos que mejoren su desempeño energético. Dentro de un SGEn se contempla el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (*DPEA*), el cual deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios, mediante la mejora de las diferentes instalaciones de la institución, optimizando los diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos. El

presente artículo mostrará el esquema de implementación del SGE_n llevado a cabo en el TNM en Celaya, así como los resultados obtenidos.

Palabras clave: Sistema de Gestión Integrado, Sistema de Gestión de la Energía, NOM-013-ENER-2013, NOM-007-ENER-2014, NOM-025-STPS- 2008.

Abstract

As part of the Integrated Management System (SGI) of the Tecnológico Nacional de México (TNM) in Celaya, there is the Energy Management System (SGE_n) under the ISO 50001: 2018 standard, which contains requirements that the institution must identify , develop and implement for the efficient use and consumption of energy, establishing processes and procedures that improve energy performance. Within an SGE_n, the calculation of the Electric Power Density for Lighting (DPEA) is contemplated, which the lighting systems of buildings must comply with, by improving the different facilities of the institution, optimizing the designs and use of equipment and technologies that increase energy efficiency without compromising the required illuminance levels. This article will show the implementation scheme of the SGE_n carried out at the TNM in Celaya, as well as the results obtained.

Keywords: *Integrated Management System, Energy Management System, NOM-013-ENER-2013, NOM-007-ENER-2014, NOM-025-STPS- 2008.*

1. Introducción

El trabajar bajo un Sistema de Gestión Integrado (SGI) permite a la institución identificar sus sistemas y procesos para mejorar continuamente el desempeño organizacional, el SGI está integrado por las Normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 e ISO 50001:2018, especificando en este documento los requisitos establecidos en estas Normas para cada sistema. Como se mencionó el SGI contempla el Sistema de Gestión de la Energía (SGE_n) bajo la Norma ISO 50001:2018, la cual contiene los requisitos que la institución debe identificar, desarrollar e implementar para el uso y consumo de la energía de manera eficiente, estableciendo procesos y procedimientos que mejoren su desempeño energético. La implementación exitosa de un SGE_n depende del compromiso de todos los

niveles de la organización, en especial, de la Alta Dirección. En muchos casos, esto implica cambios culturales dentro de ésta [La Secretaría Central de ISO, 2018].

El desarrollo y la implementación de un SGEN incluyen una política energética, objetivos, metas energéticas, y planes de acción relacionados con su eficiencia energética, uso y consumo de energía, cumpliendo simultáneamente con los requisitos legales aplicables y otros requisitos. El SGEN permite a la institución establecer y alcanzar las metas y los objetivos energéticos, tomar acción según lo necesite para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad de su sistema.

Dentro de un SGEN se contempla el cálculo de la 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 las diferentes instalaciones de la institución, optimizando los diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos [Odón Demófilo de Buen Rodríguez, 2014].

2. Método

Una vez establecido el SGEN y para efectos de calcular la *DPEA* de la institución, se siguieron las siguientes etapas:

- **Etapa 1:** en esta etapa se identificaron, se revisaron y comprendieron los siguientes términos que se definen y se aprueban en la Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014 (Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios No Residenciales), Norma utilizada para apoyar el desarrollo y la operación de nuestro sistema.

Alumbrado exterior. Sistema de iluminación que tiene como finalidad principal el proporcionar condiciones mínimas de iluminación para el tránsito seguro de peatones y vehículos en vialidades y espacios exteriores.

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.

Alumbrado público. Sistema de iluminación que tiene como finalidad principal el proporcionar condiciones mínimas de iluminación para el tránsito seguro de peatones y vehículos en vialidades y espacios.

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

Área 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).

Área total para iluminar. Es la superficie total que será iluminada por el sistema de alumbrado, sin incluir las áreas destinadas a aceras y camellones.

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.

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.

Coeficiente de utilización. Es la relación entre el flujo luminoso emitido por el luminario que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso que emite(n) la(s) lámpara(s) del luminario.

Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA). Es definida como la potencia por unidad de área, es decir, el índice de la carga conectada para alumbrado por superficie iluminada; se expresa en W/m^2 .

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.

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

Eficacia luminosa. Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una

fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W).

Eficiencia energética (con base en la 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.

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

Lumen (lm). Unidad del SI para medir el flujo luminoso, medida tomada de la potencia luminosa emitida por la fuente. Está definido en su relación con la unidad de intensidad luminosa, la candela (cd) y la unidad de ángulo sólido el estereorradián (sr).

Luminancia (L). La luminancia en un punto de una superficie y en una dirección dada, se define como la intensidad luminosa de un elemento de esa superficie, dividida por el área de la proyección ortogonal de este elemento sobre un plano perpendicular a la dirección considerada. La unidad de medida es la candela por metro cuadrado (cd/m²).

Luminancia de deslumbramiento (L_d). Es la luminancia que se superpone a la imagen que se forma en la retina y que reduce el contraste, este fenómeno se debe al brillo de las fuentes de luz o las áreas iluminadas, lo que provoca una pérdida del desempeño visual.

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.

Luxes (lx). Unidad derivada del SI para la iluminancia o nivel de iluminación y equivale a un lumen/m².

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

Relación de uniformidad. Se define como la distribución de los niveles de iluminación sobre el plano de trabajo y se puede expresar como la relación del nivel de iluminación promedio y el mínimo del área a evaluar.

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

- **Etapa 2:** esta etapa consistió en ubicar y clasificar las diferentes estructuras que conforman la institución en sus campos con base en la misma Norma, los edificios no residenciales identificados son:

Edificios para oficinas, edificios para escuelas y demás centros docentes (aulas y cubículos de profesores), bibliotecas, cafeterías y venta de comida rápida, almacenes y áreas de almacenamiento, centros de convenciones, gimnasio y centros deportivos, museos, teatros y auditorios.

De igual manera se identificaron las excepciones a la NOM-007-ENER-2014, las cuales son sistemas de iluminación instalados en la institución a los cuales no aplica esta Norma, estos sistemas son:

- ✓ Alumbrado de emergencia.
 - ✓ Alumbrado de obstrucción para fines de navegación aérea.
 - ✓ Alumbrado ornamental de temporada.
 - ✓ Alumbrado para ferias (Eventos académicos).
 - ✓ Alumbrado temporal en obras de construcción.
 - ✓ Anuncios luminosos y logos.
 - ✓ Áreas de vigilancia especial.
 - ✓ Áreas que se acondicionan temporalmente donde se adicionan equipos de alumbrado para exhibiciones, exposiciones, convenciones o se montan espectáculos.
 - ✓ Equipos de alumbrado empleados para el calentamiento o preparación de alimentos.
 - ✓ Iluminación destinada al crecimiento de plantas o animales para alimentación o investigación.
- **Etapa 3:** Ya ubicados y clasificados los diferentes tipos de edificios que conforman la institución, se establecieron los valores de la *DPEA* que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior para los edificios no residenciales ubicados en la institución e indicados en la NOM-007-ENER-2014, esta

información se muestra en la tabla 1.

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

Tipo de edificio	<i>DPEA</i> (W/m ²)
Oficinas	
Oficinas	12
Escuelas y demás centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas	15
Restaurantes	
Cafeterías y venta de comida rápida	15
Bodegas	
Bodegas o áreas de almacenamiento	10
Recreación y Cultura	
Teatros	15
Centros de convenciones	15
Gimnasios y centros deportivos	14
Talleres de servicios	
Talleres	15

Fuente: Propia

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 60 lm/W.

Conocer la iluminancia de las áreas del campus complementa el proceso de aprovechamiento de las fuentes de luz que se designan para cada espacio, brindando la posibilidad de tener las áreas de interés con una buena iluminación mediante estos dos análisis. Además, permite implementar y aprovechar fuentes naturales, como la luz solar, cuando ésta esté presente. Los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 (Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo), son los establecidos en la tabla 2. La determinación de la *DPEA* del sistema de alumbrado de un edificio no residencial nuevo, ampliación o modificación de alguno ya existente, de los tipos cubiertos por esta Norma Oficial Mexicana mostrados en la tabla 1, deben ser calculados a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo con la metodología que se siguió.

Tabla 2 Niveles de Iluminación para áreas de trabajo.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área 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.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; 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.	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

Fuente: Propia

La expresión energética para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado ($DPEA$) se expresa en la ecuación 1.

$$DPEA = \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}} \quad (1)$$

Donde La Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado ($DPEA$) está expresada en W/m^2 , la *carga total conectada para alumbrado*, que incluye la potencia total del sistema de alumbrado, está expresada en watts (W) y el *área total iluminada* está expresada en metro cuadrado (m^2).

La $DPEA$ total para los sistemas de alumbrado interior y exterior se determinan en forma independiente uno de otro. 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. 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 Norma Oficial Mexicana pero que tienen que ser compensadas por otras áreas con valores de *DPEA* menores y así lograr que los valores de la *DPEA* total del edificio cumplan con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana.

En el caso de edificios de uso mixto se deben determinar y reportar en forma separada la *DPEA* para alumbrado interior de cada uno de los usos del edificio. 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 descrito a continuación:

- **Primer paso.** Para el alumbrado interior, se debe identificar el tipo de edificio acorde con la clasificación de la tabla 1, obteniendo el número total de niveles o pisos que integran el edificio y, en su caso, los diferentes usos de este.
- **Segundo paso.** 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 m².
- **Tercer paso.** 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 e integrar los valores parciales obtenidos para cada piso o nivel. Se excluyen aquellas áreas, sistemas y cargas específicas conceptualizadas como excepciones identificadas y se determina la *DPEA* a partir de la carga total conectada para alumbrado y el área total de cada uso y comparar contra los valores de la *DPEA* de la tabla 1.

- **Cuarto paso.** Para el alumbrado, Identificar las áreas abiertas del edificio, como son: jardines, andadores, zonas de carga y descarga, zonas de circulación peatonal y vehicular.
- **Quinto paso.** Determinar el área en m^2 y cuantificar la carga total conectada para alumbrado, expresada en watts. Calcular 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 y determinar la *DPEA* totales 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 la tabla 1.
- **Sexto paso.** Se deben tomar en cuenta las consideraciones especiales, como luminarias para señalización de salidas. Las luminarias para señalización ubicados en el interior o exterior del edificio que consuman más de 5 watts deberán tener lámparas cuya eficacia mínima sea de 60 lm/W. Se puede tener un incremento de densidad de potencia eléctrica por concepto de alumbrado en algunas áreas, siempre y cuando se verifique que las luminarias proyectadas sean realmente instaladas. Este *DPEA* deberá emplearse únicamente para los luminarios especificados y no para aplicaciones distintas o en otras áreas. Dichas áreas son: 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 W/m^2 dentro del local específico. Áreas destinadas a trabajo con computadoras, en los que se instalan luminarias especiales para evitar reflejos o deslumbramientos, se acepta un incremento máximo en la *DPEA* de 3 W/m^2 .
- **Séptimo paso.** Partiendo con lo ya establecido en los apartados anteriores se procedió a recopilar los datos necesarios para llevar a cabo el análisis y cálculo de los niveles de *DPEA* en la institución. Para esto se optó por generar una lista de chequeo, la cual sirvió para registrar la actividad dentro del

campus y recopilar los datos necesarios para el análisis, además, se realizó una inspección tanto de las áreas de interés como del estado de las luminarias de dichos espacios que, dicho sea de paso, es un factor a tomar en cuenta para un correcto aprovechamiento y cumplimiento del SGEEn. La tabla 3 muestra el formato utilizado mediante el software Excel, para la captura, registrando la cantidad de luminarias y la potencia total de cada edificio.

Tabla 3 Levantamiento de equipo eléctrico.

LUMINARIAS														
Edificio	T5-28 W	T8- 30W	T8-32 W	T12- 30W	T12- 39W	T12- 75W	T8- 17W	Led (36W*)	Espiral		Refle		No.	Total
Ej.	28	30	32	30	39	75	17	11	20	65	50	85	W	KW
A1	354		8							1			10,233	10.233
A2	4	165	60						4	4			7,322	7.322
D	4	4	40	23		9					10	29	5,842	5.842
B			50			2		53	8		24	8	5,698	5.698
U	117	88		36				95		3			10,611	10.611
E: E1	30	12	132			16		29	27	27			9,993	9.993
H	75		23			66		4	6	1			8,115	8.115
W	276						18	20		2			8,884	8.884

Fuente: Propia

Los edificios de los cuales se obtuvo la primera información fueron:

- ✓ A1: Edificio Administrativo.
- ✓ A2: Dirección, subdirección y oficinas de recursos humanos.
- ✓ D: Gimnasio Auditorio Miguel Linares López.
- ✓ B: Centro de cultural y de convenciones.
- ✓ U: Centro de información.
- ✓ E y E1: Salones 20's, sindicato y radio.
- ✓ H: Departamento de electrónica.
- ✓ W: Laboratorio electrónica.

La tabla 4 muestra la información referente a los datos recopilados de los siguientes edificios:

- ✓ V: Centro de Cómputo.
- ✓ X1: Departamento de estudios profesionales (DEPI).
- ✓ I: Departamento de bioquímica.
- ✓ M y M1: Laboratorio de bioquímica, solo se tomaron muestras de 2 secciones.
- ✓ Ñ: Departamento de mecánica.
- ✓ K: Taller de máquinas y herramientas.
- ✓ R y R1: Departamento de química, solo del edificio R se recaudó información.
- ✓ G: Laboratorios de química, mecánica y Alimentos.

Tabla 4 Levantamiento de equipo eléctrico.

LUMINARIAS														
Edificio	T5-28 W	T8-30W	T8-32 W	T12-30W	T12-39W	T12-75W	T8-17W	Led	Espiral	Refle	No.	Total		
Ej.	28	30	32	30	39	75	17	36	20	65	50	85	W	KW
V	53	72								10			4,294	4.294
										(1*)				
X1			223							5		3	7,716	7.716
I	111		2		8					4		2	3,914	3.914
	(LED)													
M: M1		1	22		13		86		1	13			3,568	3.568
		(LED)												
Ñ	90	1	20						8				3,350	3.350
		(LED)												
K	134						7	75	16	3			7,086	7.086
R: R1*	46		14		10			35	6	18		1	4,761	4.761
G	100		146	2	10	42	4						11,140	11.140

Fuente: Propia

Las últimas áreas del TecNM en Celaya – Campus I de las cuales se obtuvieron los datos necesarios fueron las aulas/salones de la institución y el edificio correspondiente a la unidad interdisciplinaria, la información

recopilada de las siguientes áreas se indica en la tabla 5.

- ✓ X: es el edificio de la unidad interdisciplinaria.
- ✓ F: salones 10's, Ciencias básicas.
- ✓ L: salones 30's, carrera de electrónica.
- ✓ O: salones 40's, carrera de mecatrónica.
- ✓ P: salones 50's, carrera de química.
- ✓ S: salones 60's, carrera de mecánica.
- ✓ T: salones 70's, carrera de bioquímica.

Tabla 5 Levantamiento de equipo eléctrico.

LUMINARIAS														
Edificio	T5-28 W	T8- 30W	T8-32 W	T12- 30W	T12- 39W	T12- 75W	T8- 17W	Led	Espiral	Refle		No.	Total	
Ej.	28	30	32	30	39	75	17	36	20	65	50	85	W	KW
X			104									8	4,008	4.008
F:10's	4	120	24						35				5,180	5.180
L:30's	160								14			1	4,845	4.845
O:40's	124								14			1	3,837	3.837
P:50's	164								14				4,872	4.872
S:60's			160						16				5,440	5.440
T:70's	160								16			1	4,885	4.885

Fuente: Propia

Con los datos obtenidos se procedió a calcular el área de cada edificio y su correspondiente valor de *DPEA* como se muestra en la tabla 6.

La ecuación 2 se utilizó para conocer el *Área* de los edificios; se inició de la operación matemática para la obtención del área en rectángulos, ya que los edificios del campus presentan dicha similitud.

$$\text{Área} = \text{largo} * \text{ancho} \quad (2)$$

Tomando en cuenta los edificios que tienen más de una planta y los edificios con mismo tamaño, como los edificios E y E1, se realiza la operación mostrada en la

ecuación 3 para la obtención del *Área* en cada edificio del campus.

$$\text{Área} = \text{largo} * \text{ancho} * \text{plantas} * \text{cantidad} \quad (3)$$

Tabla 6 Obtención del valor de *DPEA* en cada edificio.

Cantidad	Edificio	Plantas	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m2)	Potencia (W)	<i>DPEA</i> (W/m2)
1	A1	2	20	30	1200	10233	9
1	A2	2	20	30	1200	7322	6
1	B	1	23	28	644	5698	9
1	D	1	32	45	1440	5842	4
2	E: E1	2	12	75	3600	9993	3
1	F	2	12	58	1392	5180	4
1	G	1	24	73	1752	11140	6
1	H	1	25	59	1475	8115	6
1	I	1	11	31	341	3914	11
1	K	1	22	38	836	7086	8
1	L	2	13	49	1274	4845	4
1	M	1	12	30	360	3568	10
1	N	1	13	24	312	3350	11
1	O	2	13	45	1170	3837	3
1	P	2	12	41	984	4872	5
1	R	2	13	26	676	4761	7
1	S	2	12	48	1152	5440	5
1	T	2	13	46	1196	4885	4
1	U	2	32	40	2560	10611	4
1	V	2	27	28	1512	4294	3
1	W	2	26	26	1352	8884	7
1	X	1	24	42	1008	4008	4
1	X1	2	21	30	1260	7716	6

Fuente: Propia

Para el cálculo del *DPEA* para cada edificio se aplicó la ecuación 1.

La Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (*DPEA*) está expresada en W/m^2 . La *carga total conectada para alumbrado*, que incluye la potencia total del sistema de alumbrado en cada edificio, está expresada en watts (W). El *área total iluminada* está expresada en metro cuadrado (m^2).

Una vez obtenidos los valores de la *DPEA* de cada edificio, se verificó si los valores de la *DPEA* están considerados como óptimos dentro de las instalaciones de la institución. El análisis comparativo mostrado en la tabla 7 se realizó con la ayuda de la información ilustrada en la tabla 1, que muestra las densidades de potencia eléctrica para alumbrado (*DPEA*) para los espacios señalados, estos no deben exceder el valor indicado en la misma. Con esta consideración se obtienen los

valores para las Aulas, Bibliotecas (Centro de información), Oficinas y cubículos, zonas recreativas (Auditorio y centro cultural) y los talleres, laboratorios y centros tecnológicos, como el centro de cómputo.

Tabla 7 Comparación del valor de *DPEA* en cada edificio vs lo establecido por la Norma.

Edificio	Nombre del edificio	DPEA del edificio (W/m ²)	Tipo de edificio					¿Nivel óptimo? V/F
			Aulas	Bibliotecas	Oficinas	Recreación	Taller/Lab.	
			14	15	12	14	15	
A1	Edificio Administrativo	9			•			Verdadero
A2	Dirección y subdirección	6			•			Verdadero
B	Centro Cultural	9				•		Verdadero
D	Gimnasio Auditorio Miguel Linares López	4				•		Verdadero
E: E1	Salones 20's, Sindicato, Radio	3	•					Verdadero
F	Salones 10's	4	•					Verdadero
G	Laboratorio de química, mecánica y alimentos	6					•	Verdadero
H	Depto. de electrónica	6			•			Verdadero
I	Depto. Bioquímica	11			•			Verdadero
K	Taller máquinas y herramientas	8					•	Verdadero
L	Salones 30's	4	•					Verdadero
M	Laboratorio Bioquímica	10					•	Verdadero
Ñ	Depto. Mecánica	11			•			Verdadero
O	Salones 40's	3	•					Verdadero
P	Salones 50's	5			•			Verdadero
R	Depto. Química	7			•			Verdadero
S	Salones 60's	5	•					Verdadero
T	Salones 70's	4	•					Verdadero
U	Centro de Información	4					•	Verdadero
V	Centro de Computo	3					•	Verdadero
W	Laboratorio de electrónica	7					•	Verdadero
X	Unidad Interdisciplinaria	4					•	Verdadero
X1	DEPI	6			•			Verdadero

Fuente: Propia

3. Resultados

Durante la realización de este proyecto se analizó y valoró el estado de las luminarias en la institución, las cuales con base a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-007-ENER-2014 (Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales) y NOM-013-ENER-2013 (Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Vialidades) y aplicando el enfoque de un SGen mediante el estándar de la ISO 50001:2018 se corroboró que los espacios presentan una

DPEA adecuada, sin embargo, al realizarse el recorrido por las aulas, centros recreativos, cubículos, oficinas, laboratorios, pasillos internos de edificios, salas de conferencia y talleres, se observó que aún existen luminarias que presentan tecnologías fluorescente y halógena, las cuales tienen una eficiencia menor comparadas con la tecnología LED, la cual presenta una alta eficiencia y es la más recomendable por factores como el ahorro energético, respeto con el medio ambiente ya que no cuentan con sustancias como mercurio, tienen mayor vida útil, variedad cromática, variación de intensidad luminosa, prevención de riesgos de accidentes por ruptura y menor desechos residuales.

4. Discusión

En la actualidad los cambios climáticos provocados por el descuido al Medio Ambiente han provocado un desorden total en la naturaleza, es imperativo que las instituciones de educación superior contribuyan formando egresados con una mentalidad diferente, ya que si bien es cierto, el avance tecnológico ha crecido de forma exponencial, se han olvidado de cuidar el medio ambiente, por lo que se requiere que las nuevas generaciones de profesionistas busquen la forma de revertir este daño al medio ambiente.

Al implementar el SGE en la Institución se ve involucrada en un proceso de mejora continúa buscando eficientar el desempeño energético de ésta, por este motivo, al aplicar la Norma ISO 50001:2018 permite dar cumplimiento a la legislación energética, los compromisos ambientales y mejorar la relación costo-beneficio en la utilización de la energía.

5. Conclusiones

Con los resultados obtenidos en la implementación del SGE en el TNM en Celaya concluimos que es posible eficientar el desempeño energético, además de establecer otras acciones de mejora como lo es, la ampliación del análisis y la adición de la información obtenida mediante la medición de la luminancia en las áreas de la institución, con esto se puede comprobar el correcto aprovechamiento de la intensidad luminosa y la *DPEA* para cada espacio en la institución, existiendo

la posibilidad y las bases para extender el análisis como parte del proceso de mejora continua para el desempeño energético establecido por el SGE.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] La Secretaría Central de ISO. (2018). *Norma Internacional ISO 50001*. Ginebra, Suiza: El Translation Management Group.
- [2] Javier Lozano Alarcon. (30 de Diciembre de 2008). Secretaría del Trabajo y Previsión Social: <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/nom-025.pdf>.
- [3] Odón Demófilo de Buen Rodríguez. (14 de 06 de 2013). Secretaría de Gobernación. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5302568&fecha=14/06/2013.
- [4] Odón Demófilo de Buen Rodríguez. (07 de 08 de 2014). Secretaría de Gobernación. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355593&fecha=07/08/2014.