

05-041

APPLICATION OF ISO 50001 ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS IN THE UNIVERSITY OF GUADALAJARA

Martínez González, Daniel; Quintero Hernández, Luis Héctor; Ruelas
Lepe, Rubén Universidad de Guadalajara

The steady increase in the price of conventional energy such as electricity and fuel, and insufficient energy management, increase energy costs in companies. In June 2011 the international standard ISO 50001 was published, whose purpose is to facilitate systems and processes to improve energy performance and reduce emissions of greenhouse gases and other environmental impacts. However it already has over 3 years of publication, the Standard has had limited use in Mexico, having very few certified companies; before this, and given the opportunity that the Standard provides, at the University of Guadalajara are taking action in three areas: 1) applied it as a tool to reduce their own energy costs, 2) training specialists and 3) integrate it as part of the program in Master in Technology Projects (based in engineering projects) to train students in the Standard. In this paper, we present results of the first phase of the implementation of the Standard at the University of Guadalajara and results of students of the Master in Technology Projects in their own companies.

Keywords: *Energy management; engineering projects; sustainable development*

LA APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 50001 SISTEMAS DE GESTIÓN DE ENERGÍA, EN LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

El constante incremento en los precios de los energéticos convencionales como la electricidad y los combustibles y la insuficiente gestión energética, aumentan los costos energéticos en las empresas. En junio de 2011 se publicó la norma internacional ISO 50001, sobre sistemas de gestión de energía, cuyo propósito es facilitar a las organizaciones sistemas y procesos para mejorar su desempeño energético, así como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales. No obstante que ya tiene más de 3 años de publicada, la Norma ha tenido escasa utilización en México, habiendo muy pocas empresas certificadas; ante ello, y dada la oportunidad que la norma ofrece, en la Universidad de Guadalajara se están tomando acciones en tres vertientes: 1) aplicarla como una herramienta de reducción de sus propios costos energéticos, 2) capacitar especialistas y 3) integrarla como parte de la Maestría en Proyectos Tecnológicos (posgrado basado en la ingeniería de proyectos) para formar estudiantes en dicha norma. En este trabajo se presentan resultados de las primeras fases de la aplicación de la Norma en la Universidad y de los estudiantes de la Maestría en sus propias empresas.

Palabras clave: *Gestión energética; ingeniería de proyectos; desarrollo sustentable*

Correspondencia: Quintero, H. L. hectorquintero@yahoo.com

1. Introducción

El consumo de energía es una de las causas de emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global; además, el uso energético tiene un impacto importante en los ámbitos social y económico.

La norma internacional ISO50001, Sistemas de gestión de la energía –Requisitos con orientación para su uso, fue publicada por la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés) el 11 de junio de 2011 y adoptada en México como la norma equivalente NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011; esta norma orienta a las empresas de todo tipo y tamaño para implantar procedimientos que permitan mejorar su desempeño energético. Esta norma ha generado grandes expectativas en el sector productivo y en otros, porque permite reducir los costos energéticos a partir de un proceso sistemático que da certeza técnica y económica. Ofrece también beneficios adicionales como la consecuente reducción de contaminantes y la mejora de la imagen de la organización; incluso el que empresas ya certificadas exijan a sus proveedores su propia certificación.

No obstante las ventajas de la ISO50001, en México son escasas las empresas certificadas; en este contexto la Universidad de Guadalajara (UdeG) está tomando acciones para aprovechar y fomentar su aplicación en tres aspectos: la reducción de sus propios consumos y costos energéticos, formar especialistas en gestión energética a través de esquemas de educación continua y abierta, e integrarla en la Maestría en Proyectos Tecnológicos como una asignatura en la oferta educativa escolarizada.

Como organización pública, la UdeG atiende actualmente a casi 260.000 alumnos constituyéndose en la segunda universidad más grande de México. Es además sobresaliente por la cobertura geográfica en el Estado de Jalisco (la cuarta entidad federativa con mayor población del país), al abarcar 109 municipios que contienen el 98.7% de la población de dicho Estado (Bravo, 2015). La Universidad está constituida por 8 Centros Universitarios en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), 8 Centros Regionales en el resto del Estado, 60 escuelas de bachillerato en el sistema de educación media superior, además de otros espacios como la biblioteca más grande de México. Una infraestructura tal implica un consecuente consumo de energía para su operación, que en 2014 fue de casi 44GWh en electricidad.

Por su parte, Jalisco es la cuarta entidad federativa que más contribuye al producto interno bruto (PIB) nacional dado su desempeño económico en los sectores Primario donde fue el de mayor PIB aportado, Secundario como el sexto y Terciario siendo el cuarto de mayor contribución. A diferencia de las tres primeras entidades federativas de acuerdo al PIB, Jalisco se distingue por empresas pequeñas y medianas que disemina el consumo de energía, lo que exige ofrecer servicios para la implantación de la ISO50001 con un enfoque más particular. Lo anterior brinda a la UdeG la oportunidad de impartir cursos especializados para abordar las diferentes fases que implica la norma, en un mercado que se espera cada vez más demandante.

Dada la importancia que tienen los aspectos ambientales relacionados con el uso de la energía, diversas instituciones educativas mexicanas ofrecen programas en los niveles de pregrado y posgrado; el Centro Universitario de Tonalá de la UdeG tiene en su oferta las carreras de Ingeniero en Energía, Master y Doctor en Agua y Energía, pero sin integrar lo referente a la ISO50001. Tomando en cuenta la estructura de la norma y su compatibilidad con otras normas ISO, se hacen evidente un acercamiento multidisciplinario para implantarla; la Maestría en Proyectos Tecnológicos, basada en la disciplina de la ingeniería de proyectos, comenzó a ofrecer una asignatura para la formación de auditores internos en

ISO50001 a partir de 2015, en que los alumnos además de cubrir sus créditos podrán obtener su certificación.

En este trabajo se describe el estado general del consumo de electricidad en la UdeG, haciendo un análisis del que se desprenden algunos indicadores para evaluar el desempeño energético a partir de un Sistema de Gestión de Energía (SGEn) basado en la ISO50001, con el complemento de un caso de estudio para mostrar la metodología seguida. Asimismo, se presenta la primera oferta para la formación de auditores internos en ISO50001 abierta a las empresas de la región occidente del país y que tomarán también alumnos de la Maestría en Proyectos Tecnológicos.

2. Objetivos

La UdeG ha estado llevando a cabo un programa de sustentabilidad de índole ambiental y calidad de vida para la comunidad universitaria, de donde surge la necesidad de un sistema de gestión energética. El trabajo que aquí se presenta tiene los siguientes objetivos:

- Mostrar el proceso de diseño de un sistema de gestión energética basado en la norma ISO50001, a partir de una primera etapa consistente en la revisión del consumo general de electricidad en la Universidad y de un caso de estudio en el Departamento de Ingeniería de Proyectos en que se pretende obtener la certificación.
- Presentar el primer curso especializado para formar auditores internos en ISO50001, que la Universidad ofrece tanto a estudiantes de la Maestría en Proyectos Tecnológicos, como a personal de empresas de la región.

3. Metodología

La ISO50001 se basa en el ciclo de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar; la UdeG se encuentra apenas en la etapa de planificación que consiste en lograr el compromiso de la alta dirección con el SGEn, la evaluación del desempeño energético, el establecer objetivos y metas, y crear planes de acción (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [CONUEE], 2014). Este trabajo describe los avances respecto al compromiso con el SGEn y la evaluación del desempeño energético.

3.1 Compromiso con el SGEn

Es fundamental el interés y la participación de la Alta Dirección para el éxito del SGEn, lo que debe sustentarse en 4 pasos (CONUEE, 2014):

1. Designar un representante de la dirección.
2. Establecer un equipo de gestión de la energía.
3. Definir y escribir una política energética.
4. Definir el alcance y límites del SGEn.

3.2 Evaluación del desempeño energético

En esta etapa se debe definir el uso que se da a la energía, la cantidad que se consume según el tipo de energético, la intensidad energética y las acciones para mejorar la situación. Evaluar el desempeño energético implica que la organización analice sus consumos energéticos e identificar variables significativas que influyan en el uso y consumo; de este modo se podrán establecer Líneas de Base para posteriormente evaluar las acciones tomadas.

Por el tamaño de la organización, la cobertura por niveles educativos (bachillerato, pregrado y posgrado) y su distribución geográfica que se compone de hasta 263 dependencias universitarias consumidoras de energía dispersas en Jalisco, se está siguiendo un proceso muy particular consistente en hacer una evaluación a nivel general y realizar un proyecto piloto (caso de estudio) para usar y probar métodos que puedan luego aplicarse al resto de la Red Universitaria.

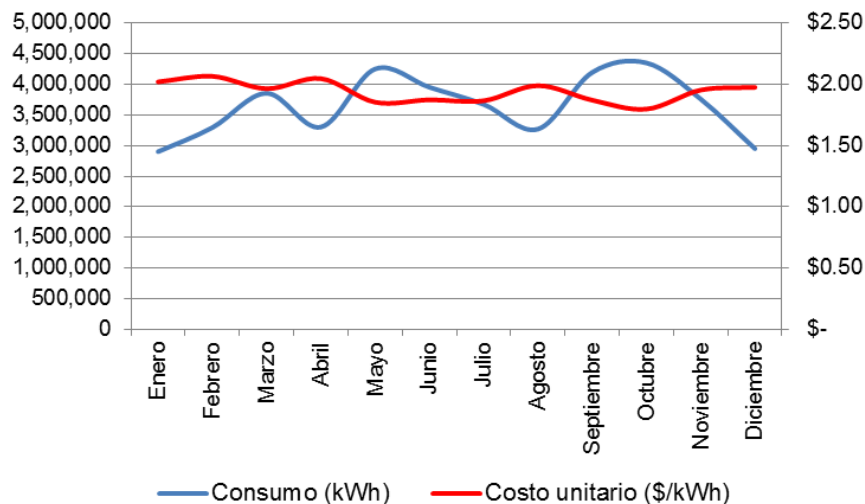
La matriz energética de la UdeG se compone de electricidad, gasolina para sus vehículos y combustibles para laboratorios, cocinas, etc. La disponibilidad actual de información permite de momento hacer la revisión sólo del consumo de electricidad; en efecto, al ser la Comisión Federal de Electricidad el único suministrador y que el pago total se hace desde la Dirección de Finanzas central, se dispone de la información de cada dependencia. No es el caso de los otros energéticos, cuyo pago se hace de manera individual y todavía no se han recabado los datos por la dispersión de la red universitaria.

La revisión del consumo de electricidad implica conocer:

- La tarifa eléctrica.
- El consumo de electricidad total y, en su caso, en los diferentes periodos en tarifa horaria.
- Costo de la electricidad.

Durante el 2014, la UdeG consumió un total de 43,8GWh con un promedio mensual de 3,6GWh, y un costo total de casi 85 millones de pesos mexicanos (unos 5,7 millones de dólares). La figura 1 muestra dicho comportamiento, incluyendo el costo unitario de la electricidad que se ubicó alrededor de \$2/kWh (0,13 dólares/kWh).

Figura 1: Consumo y costo de la electricidad en la Universidad de Guadalajara (2014)



Nota: el costo se expresa en pesos mexicanos.

La UdeG recibe electricidad en 4 tarifas con hasta 263 usuarios; la Tabla 1 muestra la clasificación tarifaria de los usuarios universitarios, además de su representatividad en el consumo y costo totales; las tarifas 02 y 03 se suministran en baja tensión y son para uso comercial, mientras las OM y HM son comerciales pero en media tensión para servicios ordinario y horario respectivamente.

Dado el gran número de usuarios se ha considerado hacer un análisis de Pareto para identificar las dependencias universitarias que más energía consumen, lo que se ilustra en la Figura 2. Los acrónimos aquí usados quieren decir Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI), Centro Universitario de Ciencias Económico y Administrativas (CUCEA), Centro Universitario de la Costa (CUCOSTA), Centro Universitario del Sur (CUSUR) y Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS); el Edificio Administrativo es la sede de la Rectoría y Administración general.

Por su parte, la Figura 3 ilustra el comportamiento anual de las 7 dependencias mencionadas, observándose el perfil de consumo aunque con valles y picos más marcados en algunos casos; el CUCOSTA (con sede en Puerto Vallarta, México) por ejemplo, tiene un consumo similar a CUSUR y CUCS en meses de invierno (enero y diciembre), pero el resto de año presenta un incremento importante ocupando en octubre el segundo lugar en consumo; lo anterior puede estar asociado al uso de equipos de aire acondicionado dada su ubicación geográfica pero requiere un diagnóstico energético para determinar las causas.

Con la información disponible y procesada hasta el momento, es posible comenzar a elaborar indicadores adicionales de desempeño energético (además del costo unitario mostrado en la Figura 1 y en la Tabla 1), siendo éstos el índice de consumo eléctrico por alumno (kWh/alumno) y el índice de costo de electricidad por alumno (\$/alumno). La Figura 4 contiene tales indicadores elaborada sólo con las dependencias que atienden directamente estudiantes, así como la propia Universidad para establecer una referencia comparativa.

Un análisis de Pareto permite priorizar acciones encaminadas a mejorar la situación energética de la organización, al distinguirse dónde se consume más energía.

La evaluación del desempeño energético requiere un diagnóstico energético en las dependencias universitarias, para conocer la situación energética de los diferentes equipos y sistemas, averiguar cómo se compra y utiliza la energía, dónde se usa y con qué rendimiento; además, el diagnóstico permite establecer el costo de las diferentes formas de energía empleadas y los puntos donde se utiliza de forma deficiente. La información que proporciona el diagnóstico es esencial para establecer proyectos sobre conservación de energía; la manera en que dicha información se recopila depende del tamaño de la instalación y de la complejidad de las operaciones y procesos que en ella se realizan.

El caso de estudio que se presenta enseguida se basa en un diagnóstico energético en el Departamento de Ingeniería de Proyectos entendiendo que si bien el diagnóstico es una herramienta necesaria, no aseguran el éxito por no tenerse todavía en la organización una estructura administrativa que consolide las medidas de ahorro aplicadas.

Tabla 1: Consumo y costo eléctrico según las tarifas en la Universidad de Guadalajara (2014)

Tarifa	Usuarios	Consumo		Costo		Indicador
		kWh	%	\$ (mex)	%	\$/kWh
02	63-110	2 672.964	6,1	8 099.714	9,6	3,03
03	9	314.076	0,7	1 044.145	1,2	3,32
OM	90-95	7 988.334	18,2	17 138.337	20,3	2,15
HM	46-49	32 796.127	74,9	58 290.814	68,9	1,78
Total	208-263	43 771.501	100,00	84 573.009	100,00	1,93

Figura 2: Diagrama de Pareto parcial con las dependencias de mayor consumo de electricidad en la Universidad de Guadalajara (2014)

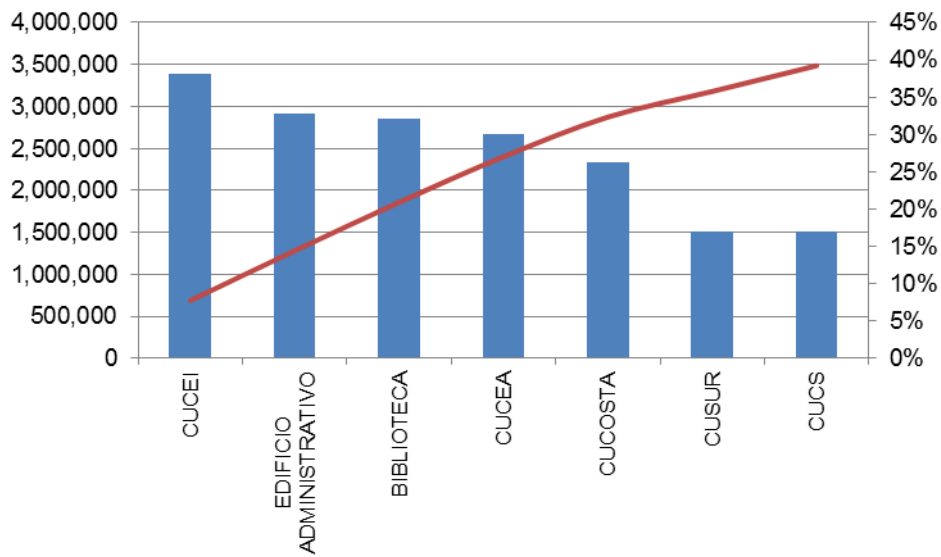


Figura 3: Consumo de electricidad de la 7 dependencias universitarias con mayor consumo en la Universidad de Guadalajara (2014)

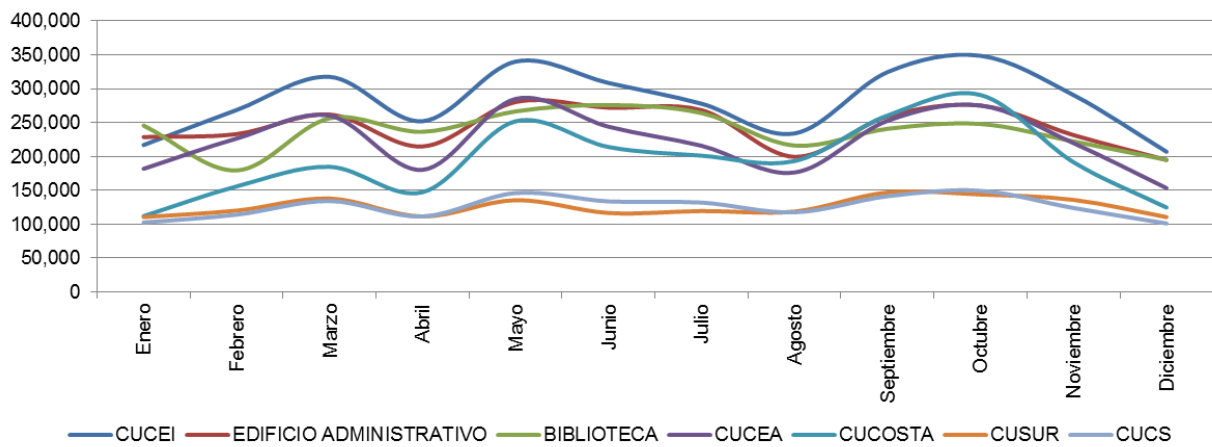
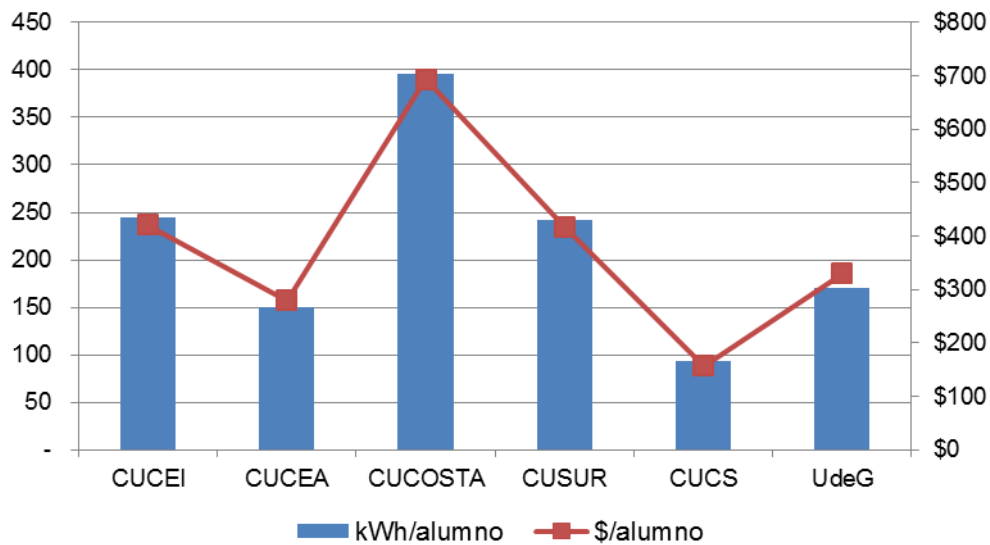


Figura 4: Indicadores de consumo y costo de electricidad por alumno en los centros universitarios con mayor consumo en la Universidad de Guadalajara (2014)



4. Caso de estudio

El proyecto piloto se desarrolla en el Departamento de Ingeniería de Proyectos (DIP), que alberga además al personal académico a cargo del SGEN de la Universidad.

El DIP desarrolla actividades de investigación y docencia, ofreciendo también servicios al sector productivo. Se basa en tres líneas de generación y aplicación del conocimiento que son Ingeniería Ambiental, Ingeniería de Manufactura y Ciencia de Materiales; ofrece los posgrados en Ciencia de Materiales (maestría y doctorado) y Proyectos Tecnológicos (maestría), y alberga la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de la UdeG.

Además, la Maestría en Proyectos Tecnológicos con sede en el DIP, es el único posgrado de la UdeG (y quizá en México) que ofrecerá a sus alumnos la opción de certificarse en ISO50001. También, en los servicios de educación continua y abierta, el DIP estará ofreciendo un programa de formación de auditores internos en ISO50001.

LO que se presenta en este caso de estudio es el avance en el establecimiento de un SGEN conforme ISO50001, pero en las primeras etapas que son el compromiso de la dirección y la evaluación del desempeño energético, pero este último con un diagnóstico realizado.

4.1 Compromiso de la Dirección

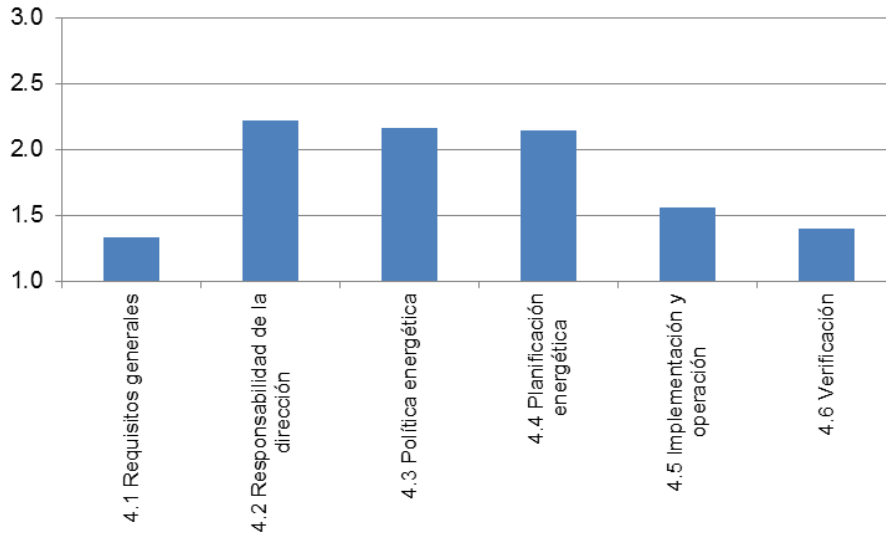
En el DIP ya se ha formalizado la designación de un responsable y su equipo de gestión energética conformado por personal interno y externo, incluso estableció una política energética que está llevándose a cabo; además se cuenta con instrumentación e infraestructura suficiente para atender los requisitos de la ISO50001. El alcance del SGEN abarca el consumo de electricidad y, en este caso, gasolina que conforman prácticamente la totalidad de su matriz energética.

4.2 Evaluación energética

Se realizó un análisis de brecha para evaluar el estado actual de organización respecto al cumplimiento de los requisitos de la ISO50001, cuyo proceso consistió en una serie de

cuestionamientos hacia los responsables e involucrados en el SGen (Campos, 2013). La Figura 5 muestra el resultado de dicho análisis.

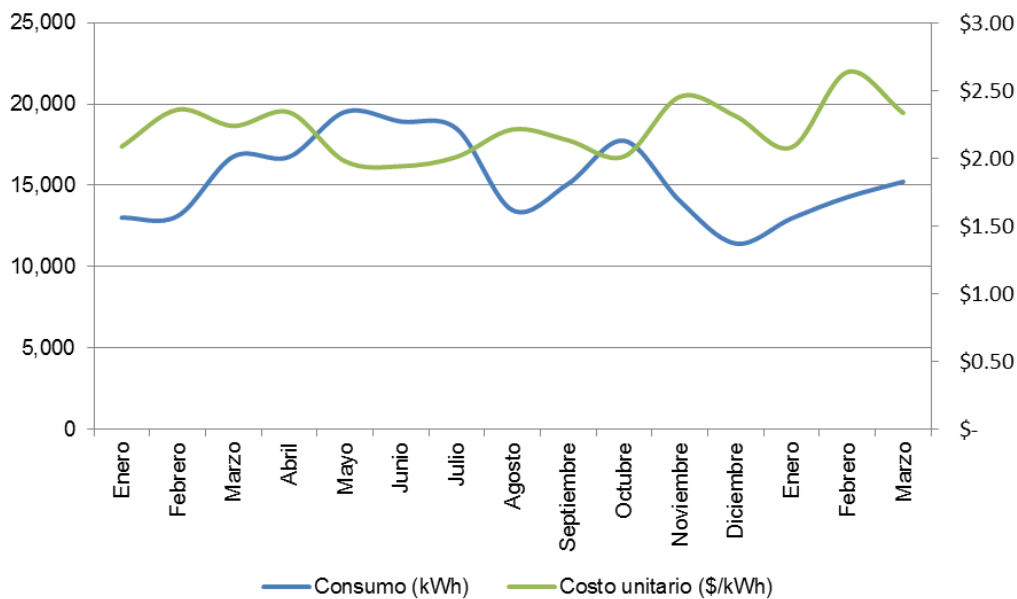
Figura 5: Brecha para el cumplimiento de los requisitos de la ISO50001 en el Departamento de Ingeniería de Proyectos



Nota: la escala numérica se asigna como 1 (no cumple), 2 (en proceso) y 3 (cumple).

Respecto al consumo histórico de electricidad, en este caso se ha podido recabar y procesar información de 2014 y hasta marzo de 2015; con ello se elaboró la Figura 6 que ilustra el consumo y costo de la energía.

Figura 6: Consumo y costo de la electricidad en el Departamento de Ingeniería de Proyectos



Nota: el costo se expresa en pesos mexicanos.

Es interesante observar que el costo unitario tiene una tendencia a incrementarse desde finales de 2014 y los primeros meses de 2015, lo que se ha asociado a la puesta en marcha de una planta recicladora de plásticos en la Incubadora de Empresas, pero que además ha tenido operación en periodo punta (el DIP se encuentra en tarifa HM).

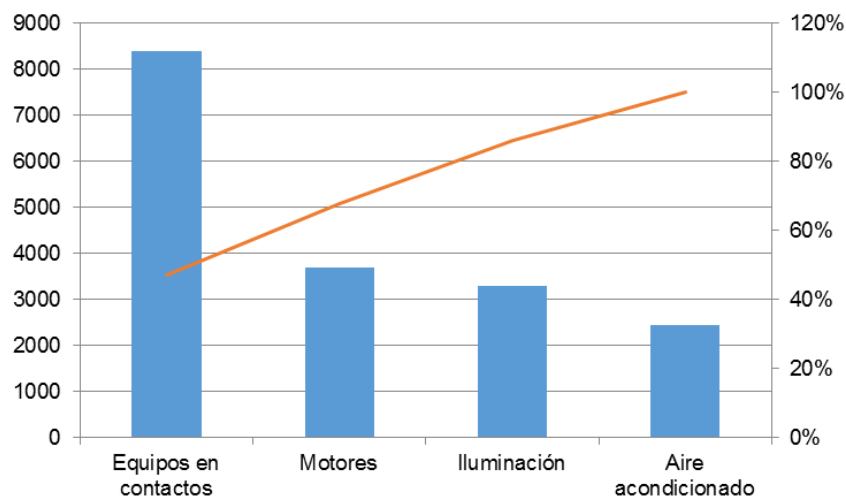
El DIP no es un edificio muy grande, con menos de 6000m² de superficie construída; no obstante se procuró una zonificación congruente con las principales áreas, como son la administrativa, aulas, cubículos de investigadores, laboratorios, empresas incubadas, comunes, etc.

Posteriormente se hizo un censo de cargas distinguiendo las siguientes:

- Iluminación.
- Equipos conectados a contactos.
- Equipos de aire acondicionado.
- Equipos de fuerza motriz.

La Figura 7 presenta el diagrama de Pareto de los sistemas consumidores de electricidad.

Figura 7: Diagrama de Pareto del consumo de electricidad en el Departamento de Ingeniería de Proyectos de la Universidad de Guadalajara



El hecho de que en un edificio universitario, la iluminación no sea tan significativa puede obedecer, por un lado, a que se han tomado acciones para remplazar los sistemas obsoletos incorporando equipos más eficientes pero, por otro, a los niveles de iluminación; en efecto, se ha detectado que sólo dos aulas y la biblioteca tienen niveles adecuados de iluminación, por lo que en el proceso de ajuste se incrementará el consumo de electricidad.

La importancia que tienen los equipos conectados a contactos eléctricos, se explica en que existen muchas computadoras, refrigeradores, equipos en laboratorios, etc.

5. Resultados

De acuerdo a la metodología descrita con anterioridad, los resultados alcanzados hasta el momento se concentran en el compromiso hacia el SGE y la evaluación del desempeño energético.

La UdeG ha constituido el Programa de Universidad Sustentable, dependiente directo de la Rectoría General y que manifestó su interés en establecer un SGEN, dando certeza y respaldo. Se solicitó un estudio de viabilidad de dicho sistema, aportando recursos económicos y materiales para ello para iniciar en mayo de 2015 diagnósticos energéticos en las dependencias universitarias más representativas.

El Departamento de Ingeniería de Proyectos por su parte ha también dado el apoyo al sistema, con los primeros pasos concretos para la certificación ISO50001. Además se ofrecerá un programa de Formación de Auditores Internos respaldado por la empresa ICONTEC Internacional para certificar a estudiantes de la Maestría en Proyectos Tecnológicos y asistentes de empresas de la región.

El análisis del consumo energético en la UdeG ha permitido conocer la tendencia y los costos energéticos asociados, pudiendo identificar en este primero momento las principales dependencias consumidoras lo que dio ya respaldo para iniciar una evaluación más detallada mediante diagnósticos energéticos.

La metodología utilizada permite también identificar áreas de oportunidad específicas para reducir los costos energéticos y que no se habían observado porque no había ni una persona siquiera que revisara la facturación eléctrica, limitándose sólo a pagar.

5. Conclusiones

Este trabajo permite obtener las siguientes conclusiones:

- La norma internacional ISO50001 se constituye como una herramienta eficaz para mejorar el desempeño energético de cualquier organización; en el caso de la Universidad de Guadalajara que se considera una gran “empresa” por su tamaño, el inicio de un sistema de gestión energética constituye un reto importante dada la cantidad y dispersión de “empresas universitarias” grandes, medianas y pequeñas.
- Lograr el compromiso de las autoridades universitarias, tanto a nivel general como en el caso de estudio, fortalece el proceso para implantar un SGEN en la Universidad de Guadalajara.
- El análisis de brecha respecto a la ISO50001 es también una manera muy útil para saber qué tan lejos se está del cumplimiento de los requisitos y enfocar mejor los esfuerzos.
- La metodología que se está siguiendo en el Departamento de Ingeniería de Proyectos podrá ajustarse fácilmente para replicarla en la Universidad de Guadalajara.

5. Referencias

- Bravo, T. I., (2015). Informe de actividades 2014-2015. *Universidad de Guadalajara*.
- Campos, J. C., Prias, O., (2013). *Implementación de un sistema de gestión de la energía*. Colombia: Programa Estratégico Nacional.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (2014). Manual para la implementación de un sistema de gestión de la energía. México, D.F.: Secretaría de Energía.