

# Implementación de Auditoría Energética en “Mini Hotel y Cafetín Central” de la ciudad de Bluefields

## Autores

1. Castalia Yunieth Olivas Lira, UNAN-Managua, FAREM-Esteli, [castaliaolivas96@gmail.com](mailto:castaliaolivas96@gmail.com)
2. Oscarlo Manuel Santamaria Aguilar, UNAN-Managua, FAREM-Esteli, [oscarlosantamaria@gmail.com](mailto:oscarlosantamaria@gmail.com)
3. Wiston José Dimas Ruiz, UNAN-Managua, FAREM-Esteli, [wisruiz@gmail.com](mailto:wisruiz@gmail.com)

## Resumen

El artículo presenta una auditoría energética realizada en el “Mini Hotel y Cafetín Central” de la ciudad de Bluefields, que se llevó a cabo con el propósito de identificar la manera en que se podría contribuir a la disminución del costo de la factura eléctrica. Se contemplan las etapas llevadas a cabo, así como los resultados obtenidos y las recomendaciones que se proponen, también se realizó una descripción de la percepción de los trabajadores del hotel, con el fin de determinar los hábitos energéticos que ellos poseen.

Se abordaron las principales alternativas de ahorro energético, en los aspectos de iluminación, climatización y la utilización de energía renovable para abastecer una parte de este consumo, creando con ello una huella de carbono y un ahorro en la factura eléctrica.

## Abstract

The article presents an energy audit conducted at the "Mini Hotel and Cafetín Central" in the city of Bluefields, which was carried out with the purpose of identify the way in which it could contribute to the reduction of the cost of the electricity bill. The stages carried out are contemplated, as well as the results obtained and the recommendations that are proposed. A description of the perception of the hotel workers was also made in order to determine the energetic habits that they possess.

The main energy saving alternatives were discussed, in the aspects of lighting, air conditioning and the use of renewable energy to supply part of this consumption, thereby creating a carbon footprint and savings in the electricity bill.

## Palabras claves

Auditoría energética, consumo energético, ahorro energético, sostenibilidad

## Introducción

El exceso de consumo de energía, es uno de los grandes problemas actuales en todo el mundo. Encabezan esta situación el derroche y las pérdidas de la energía eléctrica, lo que se llega a obtener como resultado el alto costo de la factura eléctrica. El mundo actual depende mucho del petróleo para la producción de electricidad, pero lamentablemente esta es una fuente agotable, es decir, que cada vez el mundo se va quedando poco a poco sin él.

Por otro lado, y muy importante de mencionar, la producción de energía eléctrica con este recurso, resulta ser muy contaminante que destruye nuestro medio ambiente por medio de la producción de gases de efecto invernadero que tiende a afectar a todo ser vivo, además de ser cada vez más costosa con el pasar del tiempo.

Una de las expresiones más tangibles de la aplicación práctica del concepto de sostenibilidad es que en los últimos años ha surgido normativa en diferentes países que exige implantar

medidas de ahorro de energía en edificios de nueva planta o reformados. El propósito de la investigación consiste en la implementación de una auditoría energética en un hotel para disminuir el costo de la factura eléctrica.

Mediante una auditoría energética se puede conocer y comprender los flujos energéticos de una infraestructura o instalación, permitiendo que un edificio no sólo cumpla con criterios de sostenibilidad, sino que además, ahorre parte de la energía que consume en la actualidad.

En la actividad turística, la hotelería es uno de los elementos clave, por ello a la hora de pensar en crear un destino más sostenible, los hoteles son un aspecto fundamental. Al realizar una auditoría energética en “El Mini Hotel y Cafetín Central”, se proponen mejoras y hábitos para reducir la facturación de la energía eléctrica, y tener posibilidad de ahorro, que por ende, influirá en los egresos monetarios del hotel, creando satisfacción a los propietarios del negocio, sin afectar su productividad.

La investigación se sustenta con los antecedentes siguientes:

Experiencia energética en el sector hotelero en Costa Rica, a fin de promover los mercados de eficiencia energética a lo largo de la Costa Pacífica donde se realizaron auditorías energéticas. Las auditorías realizadas en seis hoteles de playa han mostrado que la factura energética se puede reducir en casi un 25%, lo que podría mejorar el margen de ganancias de los hoteles en un 1,5%. (Fundación Red de Energía, BUN-CA, 2006)

Implementación de métodos y técnicas de auditoría energética en el Hospital San Juan de Dios del departamento de Estelí, con el objetivo de caracterizar el consumo energético diario, mensual y anual de los diferentes equipos eléctricos, térmicos mecánicos y de iluminación, con los resultados obtenidos identifican que se puede lograr un ahorro aproximado de 16% del consumo energético total, lo cual servirán para el beneficio técnico y económico del hospital, y para la mejora de la calidad del ambiental del país. (Murillo Jarquín & Lanuza Saavedra, 2009)

### **Materiales y métodos**

Como parte del diseño metodológico, es necesario determinar y plantear los métodos y las técnicas de recolección de datos, así como el tipo de instrumento que se utilizados. (Pineda, De Alvarado, & De Canales, 1994)

Cuantitativo:

La recolección se basa en instrumentos estandarizados. Es uniforme para todos los casos. Los datos se obtienen por observación, medición y documentación. Se utilizan instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos o se generan nuevos basados en la revisión de la literatura y se prueban y ajustan. Las preguntas, ítems o indicadores utilizados son específicos con posibilidades de respuesta o categorías predeterminadas. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Bautista Lucio, 2014)

Para el estudio, la parte cuantitativa será recolectada mediante métodos de:

Observación: Es el registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificando y consignando los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se estudia. Es un método que permite obtener datos tanto cuantitativos como cualitativos.

El presente estudio basa su recolección en la observación **no participante**: ocurre cuando el investigador no tiene ningún tipo de relaciones con los sujetos que serán observados ni forma parte la situación en que se dan los fenómenos en estudio. La observación será estructurada, porque se dispone de un instrumento estandarizado o estructurado para medir las variables de estudio de una manera uniforme. (Pineda, De Alvarado, & De Canales, 1994)

Cualitativo:

La recolección de los datos está orientada a proveer de un mayor entendimiento de los significados y experiencias de las personas. El investigador es el instrumento de recolección de los datos, se auxilia de diversas técnicas que se desarrollan durante el estudio. Es decir, no se inicia la recolección de los datos con instrumentos preestablecidos, sino que el investigador comienza a aprender por observación y descripciones de los participantes y concibe formas para registrar los datos que se van refinando conforme avanza la investigación. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Bautista Lucio, 2014)

Cuestionario: Es el método que utiliza un instrumento o formulario impreso, destinado a obtener respuestas sobre el problema en estudio y que el investigado o consultado llena por sí mismo. El cuestionario puede aplicarse a grupos o individuos estando presente el investigador o el responsable de recolectar la información, o puede enviarse por correo a los destinatarios seleccionados en la muestra. (Pineda, De Alvarado, & De Canales, 1994)

## **Resultados y discusión**

Consumo eléctrico general del hotel:

El consumo de energía mensual del hotel, es de aproximadamente 5714.16 kWh, según censo de carga levantado, este conformado por el uso de las diferentes áreas. Al realizar los cálculos se encuentran tres áreas que consumen la mayor cantidad de energía eléctrica, estas son: la cafetería con 1592.03 kWh/mes, que cuenta con refrigeradores, exhibidores y abanicos que son los que elevan el consumo de energía, los cuales pasan la mayor parte de los días activos; las habitaciones con 2212.09 kWh/mes, que cuentan con aires acondicionados, abanicos y televisores, además que existen 23 habitaciones, por lo que se encuentra la mayor potencia instalada y mayor consumo; y la cocina con 992.32 kWh/mes, en este sitio se cuenta con refrigeradoras, horno, cafetera, extractor de calor. El área de menor consumo son los baños, siendo este de 18.25 kWh/mes.

Una vez realizadas las visitas al edificio e inspecciones visuales pertinentes se notó que una de las causas del alto consumo de energía en el edificio es debido a que su construcción inicial se realizó hace aproximadamente 33 años, y debido a esto los conductores han perdido de una u otra manera su vida útil, que por lo tanto, por medio de este existen pérdidas por calor.

Sistema de iluminación:

Actualmente en iluminación, existe un consumo de 666.57 kWh/mes. El uso de iluminación presenta un alto consumo de energía eléctrica, según inventario y sus horas de uso, este sistema no se ha cambiado desde su construcción, solo se le ha brindado mantenimiento.

Al estudiar el diseño del alumbrado del hotel, observamos la existencia de distintas tareas en diferentes áreas, que requieren una cantidad de lux para cada sitio, ya que no es igual la iluminación de una habitación, que de la lavandería, o la cafetería, cada espacio y las tareas que en él se desarrollan tienen requisitos de iluminación específicos. El sistema de iluminación cuenta con luminarias fluorescentes, no existe un plan de cambio periódico de

luminarias cuando estas alcanzan su vida útil, se cambian solamente cuando una de ellas se daña o deja de funcionar. A continuación una tabla que muestra los parámetros de lux recomendables con los ya existentes en el "Mini Hotel y Cafetín Central" de la Ciudad de Bluefields.

#### Sistema eléctrico:

El hotel no cuenta con certificación de seguridad eléctrica por parte de la dirección general de bomberos. El sistema eléctrico que posee actualmente, es el mismo sistema eléctrico diseñado desde su construcción, cabe mencionar que se le han ido anexando conexiones conforme este ha ido creciendo, se le ha brindado mantenimiento y reparaciones menores.

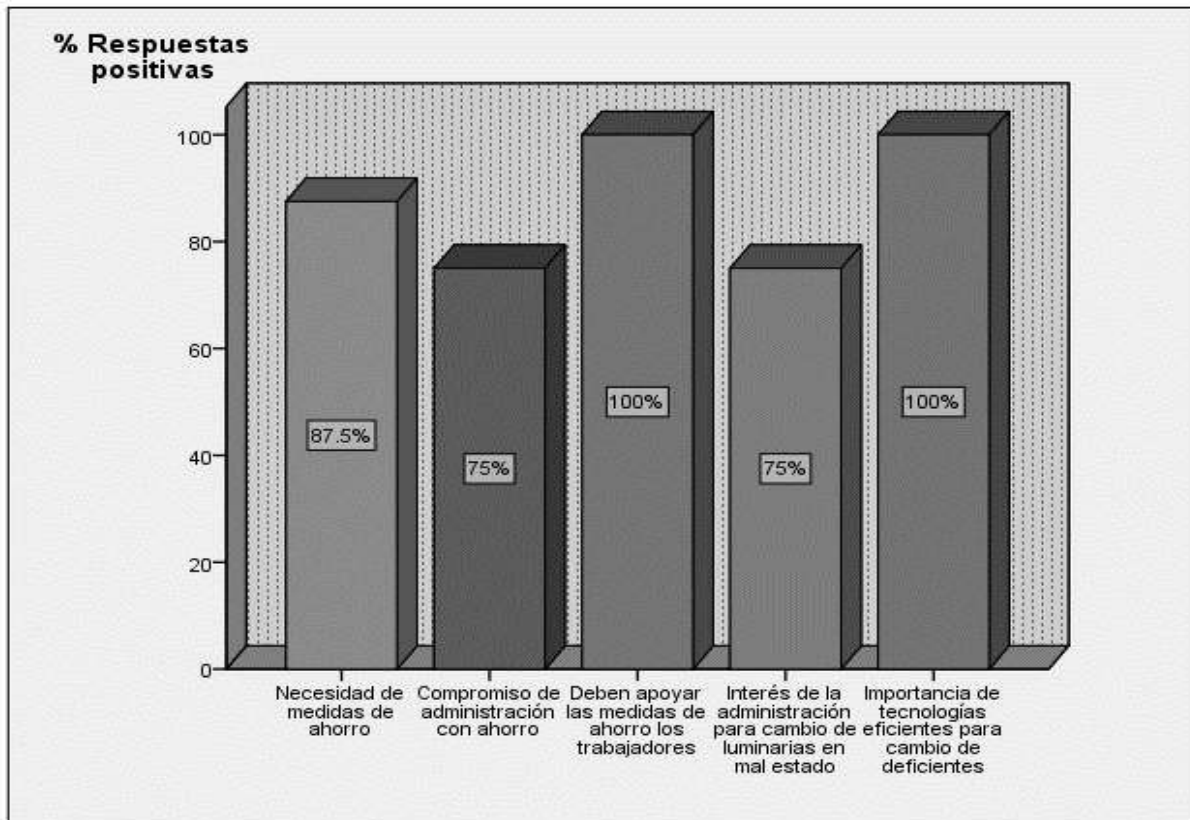
Los tomacorrientes de este sistema no cuentan con conexión a tierra, siendo esto un peligro en caso de alguna descarga eléctrica. Se utilizan conductores no aptos para las conexiones, como son los dúplex, o protoduro de dos conductores. Con respecto a los colores de conductores eléctricos, el local no aplica la normativa correcta, dado que las instalaciones se han realizado de manera aleatoria. Se realizó un diagnostico general mediante una guía de evaluación.

### Sistema de refrigeración y climatización:

Encontramos dos tipos de sistemas de refrigeración; aires acondicionados, funcionando con 220 V, con un total de 9 nueve unidades, 8 de ellos de 5,000 BTU y uno de 12,000 BTU. Estos se encuentran ubicados en nueve de las habitaciones. Refrigeradoras, ubicadas en el área de la cocina para la conservación de los alimentos que necesitan estar frescos y a baja temperatura y en la cafetería, para refrigeración de bebidas envasadas. Exhibidor, utilizado para mantener frutas frescas con las que preparan batidos naturales.

### Percepción de los trabajadores del hotel:

En este análisis multivariado en la cual se agruparon cinco variables dicotómicas en relación al porcentaje de respuestas positivas de los encuestados. Las variables “apoyo a medidas de ahorro” e “importancia de tecnologías eficientes” obtuvieron el 100% de respuestas positivas. Las restantes tres variables obtuvieron una mayoría positiva ya que solo del 25% a menos, fueron respuestas negativas.



*Fuente: elaboración propia*

Propuestas de alternativas de ahorro energético:

Iluminación:

Mediante cálculos, un cambio de luminarias de manera grupal, contribuirá al ahorro de energía eléctrica y de costos.

Costo total de reemplazo de todas las luminarias

$\$ 205.66 + \$ 403.41 = \$ 609.07$

Ahorro anual total (\$)

$168.411 + 2754.171 = \$ 2922.582$

Ahorro de energía (kWh/año)

2200.956 kWh/año

Huella de carbono

1 kWh emite 0.385 kg de CO<sub>2</sub>

Por lo tanto, existe un ahorro de 2200.956 kWh/año, equivalentes a 847.638 kg de CO<sub>2</sub> al año.

Climatización:

Las habitaciones que cuentan con aires acondicionados, según cálculos realizados, no presentan confort en el área, ya que para brindar bienestar ambiental se necesitan aires acondicionados de 8000 BTU, de igual manera, una de la habitaciones presenta un exceso de enfriamiento (12000 BTU).

Energía renovable:

Mediante la visita al lugar, se realizó una inspección visual con el objetivo de determinar el uso de la energía renovable adecuada para el mismo, determinando la energía solar como principal propuesta de fuente generadora alterna de energía eléctrica. Las áreas de recepción y pasillo son operables las 24 horas del día, por lo tanto, centraremos el sistema solar fotovoltaico para abastecer estas áreas.

A como se encuentra actualmente el hotel, existe un consumo total de estas áreas de aproximadamente 560.77 kWh/mes (18.45 kWh/día). La irradiación mínima promedio en Bluefields es de 4.2 kWh/m<sup>2</sup>, por lo que se diseñó un arreglo de 15 paneles fotovoltaicos de 330 W, con especificaciones de 37.95 V - 9.3 A en I<sub>sc</sub>, con un banco de baterías de 12 unidades a 2 V – 1200 Ah y conexión en serie. Este es capaz de abastecer la energía diaria, con 1 día de autonomía.

Con la salida de arreglo de los módulos fotovoltaicos, y la entrada de voltaje del banco de baterías que obtuvimos, se necesita un controlador de carga de al menos 50-60 amperios admisibles. Se seleccionó un inversor capaz de suplir la potencia instalada, que en este caso, es alrededor de 1kW.

Con esto, se contribuirá a una huella ecológica, reduciendo 560 kWh/mes, equivalentes a 215.6 kg de CO<sub>2</sub>.

## **Conclusiones**

El estado general del sistema eléctrico (conductores, disyuntores, conexiones, paneles) con el que cuenta el hotel, no está en condiciones dentro de las normativas de funcionamiento y seguridad. Por lo que las mejoras en este aspecto debe de ser de relevancia e incluida en el presupuesto de inversión por parte de la administración del hotel. Por otro lado, el buen confort visual es uno de los aspectos primordiales para que el ambiente en un sitio, sea de lo más agradable, que de igual manera, se recomienda cambio de luminarias por unas de mayor eficiencia y menos consumo. Estas aportan una vida útil más extensa.

Los análisis estadísticos realizados a las encuestas aplicadas a los trabajadores del hotel, nos muestra que la mayoría de los trabajadores aprueban de manera positiva la necesidad de la realización de una auditoria energética y la importancia de tomar medidas de ahorro energético, por lo tanto, se valora que tienen un buen grado de cultura energética.

El diseño del sistema fotovoltaico, contribuirá a la reducción de la factura eléctrica, que por ende reduce la huella ecológica del hotel, evitando más emisiones de CO<sub>2</sub>, y además, este sistema servirá como un respaldo de energía cuando esta sea suspendida en la ciudad por parte de la empresa electrificadora.

Con respecto a los equipos y electrodomésticos que cuentan como cargas activas en el hotel, su estado general es bueno, y la mayoría de estos aun no cumplen su vida útil, lo que hace que este aspecto está en buen funcionamiento. De igual manera, concluimos con recomendar la elaboración de stickers o pancartas que recuerden al usuario apagar y desconectar el equipo cuando no lo esté utilizando.

La comparación de facturación del consumo energético del hotel con respecto al censo de carga realizado, se obtuvo que hay una diferencia entre la facturación y censo que se realizó debido a la información brindada por los trabajadores de cada área del hotel. La diferencia está reflejada por las horas de uso, dado el hecho de ser un hotel, no se puede contar con exactitud las horas que los huéspedes utilizan las luminarias, aires acondicionados y abanicos.

Se concluye de manera general, que si se aplican las propuestas y recomendaciones de mejoras, estas ayudaran a la reducción en la factura de 743.4 kWh al mes, lo que representaría una reducción de los costos, aproximadamente de \$1,497.26 anuales. Además de que contribuirá a las líneas verdes que se promueve en este sector, siendo de más atracción para los turistas y personal en general. El ahorro total anual en costos monetarios, tomando en cuenta todas las mejoras es aproximadamente de \$4053.592.

## **Recomendaciones**

- Crear un plan de capacitación sobre las formas de ahorro energético hacia el personal que labora, con el objetivo de minimizar el consumo de energía, al crear mayor concientización sobre el buen uso de la energía.
- Reemplazo de luminarias por unas con mayor eficiencia. Se recomienda el uso de tecnología LED, porque estas proporcionan una vida útil más extensa y con los mismos índices de iluminación que se necesitan.
- Realizar un plan de cambio de luminarias en modo grupal, ya que esta proporcionan un mayor ahorro económico con respecto al cambio individual. Esto evita los paros inmediatos de las actividades operacionales.
- Crear un ambiente con mayor iluminación en las habitaciones, y en el área de cocina, para que las personas tengan un confort visual recomendado.

- Elaborar un plano eléctrico para la fácil identificación y ubicación de las cargas eléctricas que están en todo el hotel, en caso de tener que dar mantenimiento o aumentar las líneas para posibles extensiones arquitectónicas.
- Diseñar un nuevo sistema eléctrico, que cumpla con las normas establecidas. En esta se recomienda el aterrizaje de los tomacorrientes y todas las cajas y balastos metálicos que estén energizados. Además de sustituir los conductores por los adecuados con sus respectivos colores representativos.
- Elaborar un balance de carga para evitar las sobre cargas en los interruptores termomagnéticos, así evitar recalentamiento de los mismos y de los conductores, que por ende, conllevan a pérdidas de corriente por calor.

### **Agradecimientos**

Las pruebas de la vida te hacen fuerte, las penas te hacen más humano, los fracasos te hacen más humilde y Dios es el que te mantiene en pie. Agradecemos a Dios en primer lugar por brindarme la Gracia de la vida y la sabiduría para avanzar con éxito nuestros estudios.

A personas que de diferentes maneras nos brindaron su apoyo en diversas ocasiones y que hicieron posible la culminación de este trabajo.

#### ➤ Familia

Mis padres, Julián Olivas y Marlene Lira, por haber creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo; mis hermanos, Adriana Carolina y Julián José, por ser un ejemplo a seguir, demostrando su esfuerzo y dedicación ante los desafíos de la vida. Su apoyo fue mi mayor motivación.

*Castalia Yunieth Olivas Lira*

Mis padres, Lesly Wiston Dimas Mayorga y Luz Danelia Ruíz Castillo, mi hermana Sharyn Dimas quienes me han apoyado a lo largo de mi carrera universitaria, me han motivado y me han instruido a seguir adelante superándome y siendo una mejor persona.

*Wiston José Dimas Ruiz*

Mis madres, Verónica Aguilar y Mireya Álvarez, que siempre me han mostrado su apoyo incondicional, motivándome a ser una mejor persona e incentivando mis deseos de superación; mi hermano, Osver Santamaría quien ha sido un ejemplo y ha estado a mi lado en cada etapa de este proceso, mostrándome que las metas que nos proponemos se pueden lograr.

*Oscarlo Manuel Santamaria Aguilar*

#### ➤ Profesores:

José Antonio Castillo, por haber sido nuestro tutor, guiándonos en cada proceso de la realización de esta tesis.

Edwin Reyes y Silvia Arróliga, por brindarnos su asesoría y motivación para mejorar.



## Referencias Bibliográficas

Fundación Red de Energía, BUN-CA. (2006). *Eficiencia energética en el sector hotelero*. Costa Rica.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Bautista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. Punta Santa Fé: Interamericana Editores SA.

Murillo Jarquín, O. d., & Lanuza Saavedra, E. M. (2009). *Implementación de métodos y técnicas de auditoría energética en el Hospita San Juan de Dios del departamento de Estelí*. Estelí, Nicaragua.

Pineda, E. B., De Alvarado, E. L., & De Canales, F. (1994). *Metodología de Investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud*. Washington DC.

## Fotos



Foto 1: vista frontal del hotel



*Foto 2: cafetería del hotel*

*Foto 3: pasillo principal del hotel*

