

**REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERÍA**



TÍTULO:

**Planificación Energética según la NC- ISO 50001:2011 en
el Hotel Palacio Azul.**

TRABAJO DE DIPLOMA

AUTOR: Jorge A. Estévez Eras

TUTOR: Dr.C. Mario A. Álvarez Guerra Plasencia

Ing. José Madrigal Monzón

Cienfuegos 2015

DECLARACION DE AUTORIDAD
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS



Sistema de Documentación y Proyecto. Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Mecánica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Universidad de Cienfuegos para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

Firma del autor.

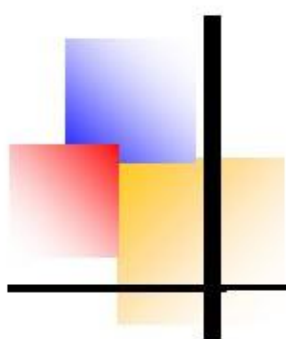
Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico Técnico
Nombre y Apellidos. Firma.

Firma del Vice Decano

Firma del Tutor
Nombre y Apellidos. Firma

Sistema de Documentación y Proyecto.
Nombre y Apellido. Firma.



Pensamiento

Persevera en tu empeño y hallarás lo que buscas; prosigue tu fin sin desviarte y alcanzarás tu empeño; combate con energía y vencerás

Buda

Pensar es el trabajo más difícil que existe. Quizás sea esta la razón por la que pocas personas lo practiquen

Henry Ford



A mis padres por ayudarme y apoyarme siempre

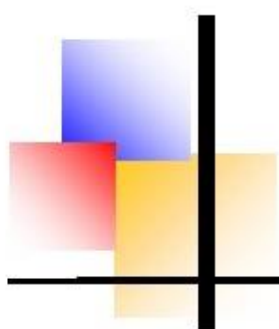
A mis abuelos por ser la luz al final del camino

A toda mi familia, en especial la que ya no está

A mis amistades y amigos

A todos los profesores que estuvieron presentes en mi formación académica

Agradecimientos

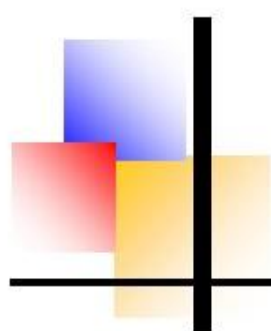


Dedicatoria

Dedico este trabajo de diploma a mi madre; a mi familia; y a todos los que de una forma u otra hicieron lo posible para ayudarme.

De forma especial dedico este trabajo a mi principal tutor:

“El Gallego”



Resumen

Resumen

La presente investigación se desarrolla en el hotel Palacio Azul perteneciente a la cadena hotelera Gran Caribe y ubicado en la ciudad de Cienfuegos. La misma tiene como objetivo general dar cumplimiento a los requisitos de la planificación energética necesarios para implementar un sistema de gestión de la energía según la Norma NC – ISO 50001:2011. Para el cumplimiento de estos requisitos se realiza un censo de cargas en dicha instalación, se analiza su tarifa eléctrica, se compara la correlación existente entre el consumo de energía eléctrica del hotel (kWh) vs. las habitaciones días ocupadas (HDO) y el consumo de energía eléctrica del hotel, (kWh) vs. las habitaciones días grado (HDG). A partir de esta comparación se establece la línea base energética y el índice de desempeño energético a utilizar en el hotel. También se elaboran la línea meta energética, el índice de desempeño energético meta, el objetivo energético así como las metas y planes de acción para lograr su cumplimiento.

Palabras claves:

- ❖ Gestión
- ❖ Energía
- ❖ Planificación



Índice

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Revisión bibliográfica.....	5
1.1 Surgimiento de la norma ISO 50001.	5
1.2 Norma Internacional ISO 50001:2011	7
1.2.1 Caracterización de la Norma Internacional ISO 50001:2011.....	8
1.2.2 Funcionamiento de la Norma Internacional ISO 50001:2011.....	9
1.2.3 Beneficios de la Norma Internacional ISO 50001:2011.....	10
1.2.4 Importancia de la Norma Internacional ISO 50001:2011.....	11
1.3 Antecedentes para la implementación de la Norma Internacional ISO 50001:2011 en Cuba.....	12
1.3.1 Cuba y la eficiencia energética.....	12
1.3.2 Resoluciones energéticas en Cuba.	14
1.3.4 Implementación de la Norma Internacional ISO 50001:2011 en Cuba.....	16
1.4 Sector hotelero internacional, experiencias en la implementación de la Norma Internacional ISO 50001: 2011.....	19
1.5 Sector hotelero cubano.	21
1.6 Antecedentes para la implementación de la Norma NC-ISO 50001: 2011 en el sector hotelero cubano.....	23
1.7 Conclusiones parciales.....	25
Capítulo 2. Planificación Energética. Equipos, materiales y métodos para su ejecución.....	28
2.1 Generalidades.	28
2.2 Requisitos legales y otros requisitos.	28
2.3 Evaluación preliminar.	30
2.4 Revisión energética.	31
2.4.1 Información necesaria para realizar la revisión energética.....	32
2.4.2 Equipos de medición a utilizar en la revisión.....	32
2.5 Balance general de energía.	33
2.6 Censo de cargas.	33

2.7 Análisis del consumo de energía eléctrica.	34
2.8 Línea de base energética.	35
2.9 Índice de desempeño energético.	36
2.10 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.	37
2.11 Conclusiones Parciales	38
Capítulo 3. Resultados de la planificación energética.	41
3.1 Descripción del caso de estudio.	41
3.2 Evaluación preliminar	42
3.3 Revisión energética.	43
3.3.1 Balance general de energía.	43
3.4 Censo de cargas.	44
3.4.1 Análisis de la potencia total instalada en cada área.	45
3.4.2 Análisis del consumo de energía de las áreas del hotel.	46
3.5 Revisión de los usos significativos de la energía (USEn). Variable significativa y parámetros de control.	49
3.6 Análisis del consumo de energía eléctrica.	52
3.7 Línea de base energética.	54
3.8 Índices de desempeño energético.	58
3.9 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.	59
Recomendaciones.....	70
Bibliografía.....	71
Anexos	77

Introducción

A lo largo de la historia la sociedad ha transformado el uso de la energía. La misma tuvo sus inicios en actividades enfocadas al esfuerzo físico, posteriormente con la llegada de la revolución industrial en sus dos etapas, se inició un proceso de tecnificación para el logro de una energía más estable y que no requiriera de tanto desgaste humano. En este período también surgió la máquina de vapor, la cual abrió el camino hacia el desarrollo de la energía eléctrica actual. Luego, gracias a todo tipo de avances científicos y tecnológicos, comenzaron a usarse los combustibles fósiles en especial los carbonados para la producción de energía, esto da lugar al surgimiento de los automóviles, motores, industrias y demás avances. A partir de la segunda guerra mundial inicia otra etapa energética, y es aquí en donde inicia la conmoción mundial debido al petróleo, que desde ese momento se convertiría en la mayor fuente de energía mundial. En los últimos 10 años el consumo de energía en el mundo ha incrementado, se prevé que este consumo experimente un aumento medio de un 2,5% por año hasta el 2030 (www.energiasrenovables.ciemat.es), este consumo no ha sido ni será idéntico en todas las áreas geográficas ni en todos los países dentro de cada área.

De forma general, algunas naciones han concientizado la necesidad de disminuir el consumo energético, y de maximizar la eficiencia del mismo, es por ello que en el 2011 surge la Norma Internacional ISO 50001, la cual proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores público y privado, en la manufactura y los servicios, también establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar la energía.

En nuestro país las dificultades económicas resultantes de la crisis del período especial influyeron de forma determinante en las reformas emprendidas en el sector energético, es por ello que en el año 2006 queda decretada la Revolución Energética, constituyendo en esencia una transición hacia un nuevo paradigma

energético basado en el ahorro, la eficiencia, la generación descentralizada de la energía eléctrica y la introducción acelerada de las fuentes renovables de energía.

El sector hotelero también ha sido beneficiado con esta revolución energética, auxiliado además con el Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía (SGTEE) y la implementación de la norma NC - ISO 50001:2011. Debido a la importancia que representa la reducción de gastos y el aumento en la eficiencia energética en el sector hotelero cubano, la cadena Gran Caribe mostro interés en el desarrollo de investigaciones en este sentido en sus instalaciones principales de la provincia de Cienfuegos: los complejos Rancho Luna-Faro Luna y La Unión-Palacio Azul.

En el caso de este último complejo durante el 2014 se desarrolló la propuesta de un SGE que incluyó solo la parte correspondiente al hotel La Unión. Como continuación a esas investigaciones es que surge este trabajo, teniendo como meta fundamental contribuir a completar la propuesta del sistema de gestión energética del complejo La Unión-Palacio Azul, incorporando la información pertinente a las instalaciones del recinto hotelero Palacio Azul.

❖ Problema Científico

El hotel Palacio Azul no cuenta con un sistema de gestión de la energía que permita un control efectivo de su desempeño energético y la toma de decisiones científicamente fundamentadas para las inversiones relacionadas con este aspecto. En particular resulta necesario completar los requisitos de la planificación energética como etapa previa para la definición de los elementos fundamentales del SGEN.

❖ Hipótesis

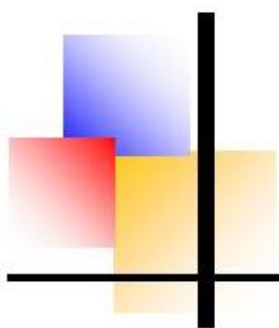
Si se completan los requisitos exigidos para la etapa de planificación energética según la Norma NC-ISO 50001:2011 sería posible lograr un desempeño energético más favorable en el hotel y avanzar en la implementación de un SGEN efectivo para el complejo.

❖ Objetivo General

Dar cumplimiento a los requisitos de la planificación energética necesarios para implementar un sistema de gestión de la energía según la Norma NC-ISO 50001:2011 en el hotel Palacio Azul.

❖ Objetivos Específicos

1. Realizar una búsqueda bibliográfica acerca de la Norma Internacional ISO 50001:2011 y de su implementación en el sector hotelero.
2. Establecer los métodos y herramientas necesarias para lograr la planificación del sistema de gestión de la energía según la NC-ISO 50001:2011.
3. Ejecutar los requisitos de la planificación energética y analizar los resultados obtenidos.



Capítulo 1

Capítulo 1. Revisión bibliográfica

1.1 Surgimiento de la norma ISO 50001.

La Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) solicitó a la Organización Internacional de Normalización (ISO) desarrollar una norma internacional de gestión de la energía, tras reconocer que la industria necesita montar una respuesta efectiva al cambio climático y la proliferación de normas de gestión de la energía. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

ISO, por su parte, ha identificado la gestión de la energía como uno de los cinco campos para el desarrollo de Normas Internacionales y, en 2008, creó un proyecto de comité, ISO/PC 242, *Gestión de la Energía*, para llevar a cabo el trabajo. ISO/PC 242 estuvo encabezada por los miembros de ISO de los Estados Unidos (*American National Standards Institute - ANSI*) y Brasil (*Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT*).

Los expertos de los organismos nacionales de 44 países miembros de ISO participaron en el desarrollo de la norma ISO 50001 en ISO/PC 242, junto con otros 14 países en calidad de observadores. La norma también se beneficia de la participación de organizaciones de desarrollo, entre ellas ONUDI y el Consejo Mundial de Energía (CME). (Organización Internacional de Normalización, 2011)

ISO 50001:2011 ha sido capaz de basarse en numerosas normas de gestión de la energía nacionales o regionales, especificaciones y regulaciones, incluyendo las desarrolladas en China, Dinamarca, Irlanda, Japón, República de Corea, Países Bajos, Suecia, Tailandia, EE.UU. y la Unión Europea.

En un contexto de incremento de los precios mundiales de la energía, la publicación por parte de la ISO de su Norma Internacional ISO 50001:2011 para la gestión de la energía es particularmente oportuna. ISO 50001:2011 ayuda a las organizaciones a mejorar y aumentar su eficiencia energética, y reduce los

impactos del cambio climático. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

ISO 50001:2011, establece un marco para gestionar la energía a las plantas industriales, locales comerciales y todo tipo de organizaciones. Tiene una orientación de amplia aplicabilidad en los sectores económicos nacionales; se estima que la norma puede influir hasta un 60 % del consumo de energía del mundo. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

Según la Organización Internacional de Normalización, ISO 50001 es desarrollada por el proyecto de comité ISO/PC242, Gestión de la energía, cuyo Presidente, Edwin Piero, comenta:

“Todos los días, las organizaciones en todo el mundo se enfrentan con cuestiones tales como, la disponibilidad de suministro de energía, confiabilidad del mismo, cambio climático y el agotamiento de los recursos. Un elemento crítico en el tratamiento de estas cuestiones es el grado de eficacia de como una organización gestiona el uso de su energía”.

ISO 50001 proporciona un modelo probado que ayuda a las organizaciones de forma sistemática a planificar y administrar su uso de energía. Con un fuerte enfoque en el rendimiento y la mejora continua. ISO 50001 contribuye a una mayor eficiencia energética y el uso prudente de la energía. Un muy alto nivel de consenso lleva a un rápido progreso de nuestra comisión hacia una publicación para mediados de 2011: Prueba de que el mundo necesita y quiere esta norma. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

Roland Risser, Presidente del Grupo Técnico Asesor de los EE.UU. para ISO/PC 242, y Administrador del Programa de Tecnologías de la Construcción en el Departamento de Energía de EE.UU., subraya que:

“Esta nueva Norma Internacional proporciona el marco estructural para las empresas comerciales e industriales para mejorar continuamente su intensidad energética - ahorrar dinero, mejorar la competitividad y reducir la contaminación. Cuando las empresas pueden vincular la eficiencia a la rentabilidad, es un logro de ganar-ganar”.

1.2 Norma Internacional ISO 50001:2011.

El documento se basa en los elementos comunes que se encuentran en todas las normas ISO de sistemas de gestión, asegurando un alto nivel de compatibilidad. (Administrator, 2010)

Este proyecto de norma toma apartes de los siguientes referentes normativos:

- ISO 9001: 2000
- ISO 14001:2004
- Proyecto de norma ANSI MSE 2000: 2008

En la Tabla 1.1 se muestran los elementos comunes entre la ISO 50001 y las normas antes mencionadas.

Tabla1.1: Aspectos que tomó la ISO 50001:2011 de las ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 y ANSI.14001:2004 y ANSI. (Fuente: Elaboración propia)

ISO 9001: 2000	ISO 14001:2004	Proyecto de norma ANSI MSE 2000: 2008
Requisitos de la documentación	❖ Implementación y operación (Comunicación-Competencia, formación y toma de conciencia)	❖ Compromisos, funciones, responsabilidades y autoridad
Responsabilidad de la Alta Dirección	❖ No conformidad, acción correctiva y acción preventiva	❖ Implementación de proyectos ❖ Control de los equipos y procesos

Política (dentro del capítulo de planeamiento)		❖ Medición y monitoreo
--	--	------------------------

1.2.1 Caracterización de la Norma Internacional ISO 50001:2011.

ISO 50001:2011 proporciona a las organizaciones del sector público y privado estrategias de gestión para aumentar la eficiencia energética, reducir costos y mejorar la eficiencia energética.

La norma tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión. (International Organization for Standardization, 2010)

Según la ISO las organizaciones multinacionales tienen acceso a una norma única y armonizada para su aplicación en toda la organización con una metodología lógica y coherente para la identificación e implementación de mejoras.

La norma tiene por objeto cumplir lo siguiente:

- ❖ Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía.
- ❖ Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos.
- ❖ Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía.
- ❖ Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- ❖ Proporcionar un marco para promover la eficiencia energética a lo largo de la cadena de suministro.
- ❖ Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- ❖ Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como: el ambiental, el de salud y el de seguridad.

1.2.2 Funcionamiento de la Norma Internacional ISO 50001:2011.

ISO 50001:2011 se basa en el modelo ISO de sistema de gestión familiar para más de un millón de organizaciones en todo el mundo que aplican normas como la ISO 9001 (gestión de calidad), ISO 14001 (gestión ambiental), ISO 2200 (seguridad alimentaria), ISO/IEC 27001 (información de seguridad).

En particular, la norma ISO 50001, está enfocada en el ciclo de mejora continua PHVA, e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización tal como se ilustra en la Figura 1.1. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

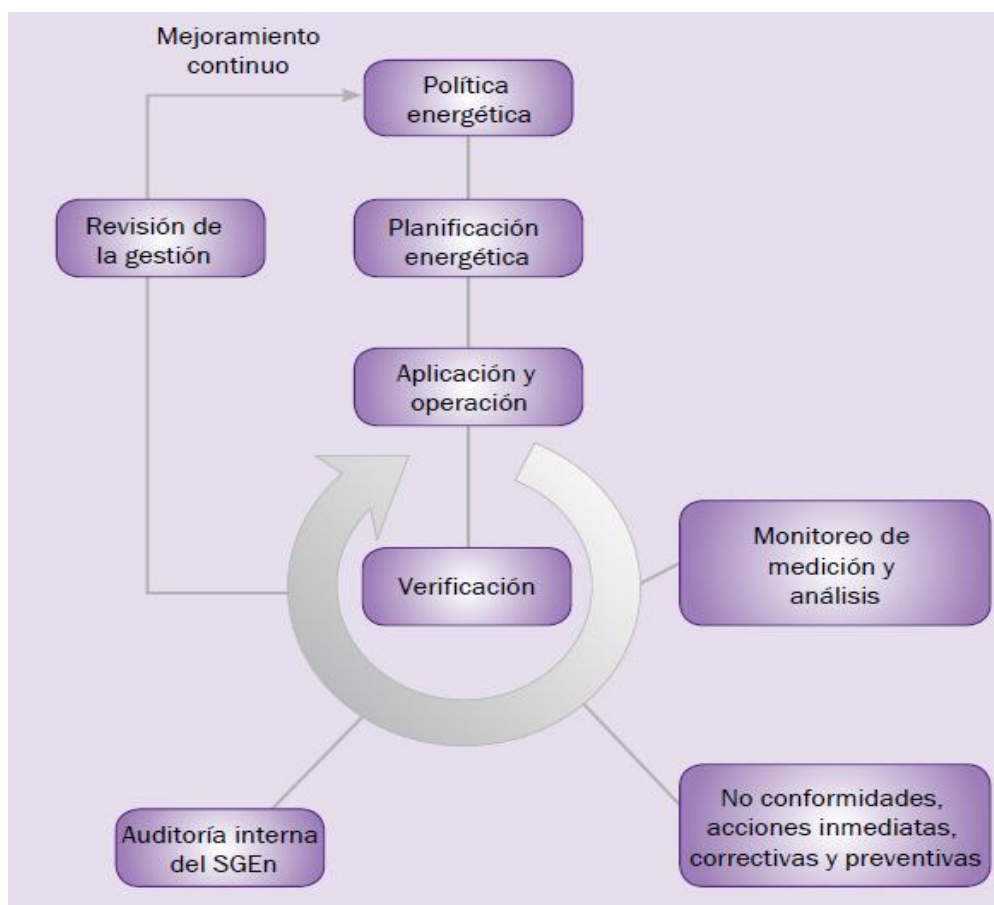


Figura 1.1: Modelo del sistema de gestión de la energía para la Norma. (Fuente: Organización Internacional de Normalización, 2011)

En el contexto de la gestión de la energía, el enfoque PHVA puede resumirse de la manera siguiente:

- ❖ Planificar: llevar a cabo la revisión energética y establecer la línea de base, los índices de desempeño energético (IDEn¹), los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para lograr los resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización;
- ❖ Hacer: implementar los planes de acción de gestión de la energía;
- ❖ Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y de las características clave de las operaciones que determinan el desempeño energético en relación a las políticas y objetivos energéticos e informar sobre los resultados;
- ❖ Actuar: tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el SGen².

1.2.3 Beneficios de la Norma Internacional ISO 50001:2011.

Como todas las normas de sistemas de gestión, ISO 50001:2011 ha sido diseñada para ser aplicada por cualquier organización, sea cual sea su tamaño o actividad, ya sea en el sector público o privado, independientemente de su ubicación geográfica.

ISO 50001:2011 no fija objetivos para mejorar la eficiencia energética. Esto depende de la organización usuaria, o de las autoridades reguladoras. Esto significa que cualquier organización, independientemente de su dominio actual de

¹**IDEn. Índice de desempeño energético.** Valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo defina la organización

²**SGEn. Sistema de gestión de la energía.** Conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

gestión de la energía, puede aplicar la Norma ISO 50001:2011 para establecer una línea de base y luego mejorarla a un ritmo adecuado a su contexto y capacidades, entre sus principales beneficios se encuentran los siguientes: (International Organization for Standardization, 2010)

Energéticos y Ambientales

- ❖ Optimización del uso de la energía (consumo eficiente de la energía).
- ❖ Fomento de la eficiencia energética de las organizaciones.
- ❖ Disminución de emisiones de gases CO₂ a la atmósfera.
- ❖ Reducción de los impactos ambientales.
- ❖ Adecuada utilización de los recursos naturales.
- ❖ Impulso de energías alternativas y renovables.

De liderazgo e imagen empresarial

- ❖ Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.
- ❖ Refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio climático.
- ❖ Cumplimiento de los requisitos legales.

Socio-Económicos

- ❖ Disminución del impacto sobre el cambio climático.
- ❖ Ahorro en la factura energética.
- ❖ Reducción de la dependencia energética exterior.
- ❖ Reducción de los riesgos derivados de la oscilación de los precios de los recursos energéticos.

1.2.4 Importancia de la Norma Internacional ISO 50001:2011.

La energía es fundamental para las operaciones de una organización y puede representar un costo importante para estas, independientemente de su actividad. Se puede tener una idea al considerar el uso de energía a través de la cadena de

suministro de una empresa, desde las materias primas hasta el reciclaje. (Administrator, 2010)

Según el autor mencionado además de los costos económicos de la energía para una organización, la energía puede imponer costos ambientales y sociales por el agotamiento de los recursos y contribuir a problemas tales como el cambio climático. El desarrollo y despliegue de tecnologías de fuentes de energía nuevas y renovables puede tomar tiempo.

Las organizaciones individuales no pueden controlar los precios de la energía, las políticas del gobierno o la economía global, pero pueden mejorar la forma como gestionan la energía en el aquí y ahora. Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios rápidos a una organización, maximizando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con la energía, lo que reduce tanto el costo de la energía como el consumo. La organización también contribuye positivamente en la reducción del agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos del uso de energía en todo el mundo, tal como: el calentamiento global. (Administrator, 2010)

ISO 50001:2011 se basa en el modelo de sistema de gestión que ya está entendido y aplicado por organizaciones en todo el mundo. Puede marcar una diferencia positiva para las organizaciones de todo tipo en un futuro muy cercano, al mismo tiempo que apoya los esfuerzos a largo plazo para mejorar las tecnologías de energía.

1.3 Antecedentes para la implementación de la Norma Internacional ISO 50001:2011 en Cuba.

1.3.1 Cuba y la eficiencia energética.

La eficiencia energética como parte integrante del nuevo modelo de desarrollo de carácter sustentable es fundamental para la preservación, uso y consumo racional de los recursos energéticos en beneficio de la sociedad y por tanto expresión de

una concepción ética en la justa distribución de los recursos energéticos del planeta en resguardo de las generaciones presentes y futuras. (Lapido, M, 2014)

La experiencia de Cuba en la implementación de políticas orientadas a la eficiencia energética, pasa en primer lugar por comprender que es un país con escasos recursos energéticos (petróleo, gas, carbón mineral o recursos hídricos). Por otro lado, el incremento de los costos de la energía son manifestaciones de la grave crisis política y económica en que está sumido el mundo de hoy y que repercute negativamente en el desarrollo industrial cubano. Por estas razones, es de suma importancia el uso racional y eficiente de la energía, sobre todo a partir de una mejor gestión. (Lapido, M, 2014)

La revolución de la energía en Cuba generó un cambio sustancial en la forma de como el país transforma y usa la energía. El objetivo fundamental de este proceso enfocaba a la transformación radical de los procesos de generación, distribución y consumo final de la electricidad, apuntando a la eficiencia energética como su principal herramienta. (Carpio, C y Coviello, F, 2013)

Esta tarea se inició aceleradamente en el año 2005. Teniendo en cuenta la dimensión del propósito, la Asamblea Nacional del Poder Popular acordó nombrar el año 2006: *"Año de la Revolución Energética en Cuba"*.

El Estado cubano en aras de reducir los impactos ambientales, económicos y lograr una mejor calidad de vida y confort se ha trazado tres direcciones principales para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible:

- ❖ Elevación de la eficiencia energética, eliminando esquemas de consumo irracionales, usando equipos de alta eficiencia, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.

- ❖ Sustitución de fuentes de energía, por otras de menor impacto ambiental, en particular por fuentes renovables, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.
- ❖ Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, o tecnologías limpias, como son los sistemas depuradores de gases de la combustión o las tecnologías de la gasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

1.3.2 Resoluciones energéticas en Cuba.

Resolución 328/07 del Ministerio de la Industria Básica.

Esta Resolución estableció la existencia de un Plan Anual de Consumo de los Portadores Energéticos para todos los Organismos de la Administración Central del Estado y los Consejos de Administración Provinciales, aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación en base a los Índices de Consumo Técnicamente fundamentados y los niveles de actividad previstos. Adicionalmente, dispuso la creación de las Direcciones de Supervisión y Control de los Portadores Energéticos, así como estableció sus obligaciones y facultades legales.

Resolución 136 del Ministerio de la Industria Básica. Reglamento Técnico de Eficiencia Energética.

El Reglamento Técnico tuvo como objetivo establecer y controlar los requisitos técnicos de eficiencia energética, seguridad eléctrica y tropicalización a los equipos de Uso Final de la Energía Eléctrica importados, fabricados o ensamblados en el país por personas jurídicas nacionales o extranjeras, para fomentar el Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica, protegiendo al consumidor mediante la utilización de equipos de alta eficiencia energética y calidad. Este reglamento estableció el proceso de Aceptación Técnica,

Autorización Técnica, Inspección y Control, Violaciones, Penalidades y Etiquetado de Eficiencia energética.

Norma Cubana. NC 220 Edificaciones. Requisitos de diseño para la eficiencia energética.

Se estableció en Cuba con carácter obligatorio mediante la Resolución 316 del 2008 del Ministro del Ministerio de la Construcción para todas las nuevas edificaciones una norma que garantiza la eficiencia en el diseño de las mismas. Esta Norma abarca los siguientes tópicos:

- ❖ Parte 1. Envoltente del edificio.
- ❖ Parte 2. Potencia eléctrica y alumbrado.
- ❖ Parte 3. Ventilación y Aire acondicionado. Sistemas y Equipamiento.
- ❖ Parte 4. Suministro de agua caliente.
- ❖ Parte 5. Administración de energía.

Está establecido que todas las inversiones o remodelaciones de determinada magnitud tengan que cumplir las disposiciones de esta norma para poder ser aprobadas. En el año 2008 se capacitó y certificó a todas las empresas de proyecto del país. (Carpio, C y Coviello, F, 2013)

Lineamientos para la promoción y desarrollo de las fuentes renovables de energía y la eficiencia energética.

En la actualidad, después de varios años de aplicación de la Revolución Energética en el país se ha propuesto para la aprobación del Consejo de Estado, la Regulación denominada “Lineamientos para la promoción y desarrollo de las fuentes renovables de energía y la eficiencia energética”. Este documento tiene como objetivo establecer las pautas generales para promover y desarrollar las fuentes renovables de energía y el uso eficiente de la energía a nivel nacional en

proyectos o aplicaciones que aprovechen las fuentes renovables de energía o que propicien un uso más eficiente de la energía. Fundamentada, entre otros aspectos, en que se necesita elaborar un marco regulatorio, crear la infraestructura y las capacidades tecnológicas requeridas para el desarrollo de las producciones y servicios nacionales relacionados con la eficiencia energética, así como facilitar la participación de la inversión extranjera en proyectos relacionados con estos temas. (Carpio, C y Coviello, F, 2013)

1.3.3 Programa de eficiencia energética en Cuba hasta el 2020.

A partir de estimar el potencial de ahorro de energía eléctrica en Cuba en un 23 % del consumo actual, en el uso final de la energía, distribuido en un 20 % en el sector estatal y un 3 % en el sector residencial bajo las premisas de que se puedan ejecutar inversiones sin grandes cambios tecnológicos y que se recuperen en un período inferior a 2 años, se decidió elaborar un programa hasta el 2020 aplicando inversiones hasta revertir esta situación. Los estudios dieron por resultado que se debía trabajar sobre los siguientes sistemas, priorizando según la estructura del potencial de ahorro (Carpio, C y Coviello, F, 2013):

- ❖ Motores eléctricos 40%
- ❖ Sistemas de Refrigeración 20%
- ❖ Sistemas de Climatización 20%
- ❖ Sistemas de Iluminación 10%

1.3.4 Implementación de la Norma Internacional ISO 50001:2011 en Cuba.

Esta norma requiere fundamentos técnicos para su implementación, donde se destaca la etapa de planificación energética que requiere índices de desempeño obtenidos a partir de mediciones y herramientas para su determinación, lo que significa personal con formación técnica e instrumentación certificadas para estas actividades.

Las organizaciones pueden decidir integrar la Norma Internacional ISO 50001 con las de otros sistemas de gestión, tales como las de gestión de calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional, responsabilidad social u otras.

Considerando las fortalezas que tiene el país para implementar dicha norma, se creó un comité que tiene como tarea inicial preparar un programa de capacitación, con la finalidad de detectar previamente las necesidades de formación en eficiencia energética en el sector empresarial. Basado en las experiencias acumuladas en el tema de gestión energética por más de 10 años, el proceso se inició con las empresas mayores consumidoras del país. En diciembre del 2011 Cuba realiza la adopción de la ISO 50001 como norma nacional con la referencia NC ISO 50001: 2011. (Lapido, M, 2014)

La correspondencia de los diferentes componentes de la Norma NC-ISO 50001:2011 con las etapas de los ciclos PHVA se muestran en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2: Contenidos de la NC ISO 50001 en el ciclo Planificar-Hacer- Verificar- Actuar. (PHVA). (Fuente: J. Monteagudo, 2013)

Componentes del ciclo PHVA	Contenidos de la NC ISO 50001.
Requisitos generales	<u>Requisitos generales</u> Responsabilidad de la dirección Alta dirección Representante de la dirección Política Energética
Planificar	<u>Planificación energética</u> Generalidades Requisitos legales y otros requisitos Revisión energética Línea base energética Índices de desempeño energético Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía
Hacer	<u>Implementación y operación</u> Generalidades Competencia, formación y toma de consciencia Comunicación Documentación Control operacional Diseño Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.

Verificar	<u>Verificación</u> Seguimiento, medición y análisis Evaluación de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos Auditoría interna del SGEn No-conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva Control de registros
Actuar	<u>Revisión por la dirección</u> Generalidades Información de entrada para la revisión por la dirección Resultado de la revisión por la dirección

Diferentes empresas nacionales y extranjeras han trabajado de forma independiente en comenzar la implementación de la Norma Internacional ISO 50001, avanzando en diferentes etapas de función de las características de la empresa donde se ha aplicado. (Lapido, M, 2014)

Un ejemplo de ellas son:

- ❖ La fábrica de Cementos S. A, donde se trabajó con el objetivo de integrar el sistema de gestión energética al sistema de gestión de la empresa, empleando para ello el proyecto de Norma ISO / FDIS 50001: 2011 y la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. (Lapido, M, 2014)
- ❖ En procesos de producción de vapor, a partir del caso de estudio de la lavandería Unicornio en Cienfuegos, donde se ha comenzado a trabajar en las herramientas para la planificación y revisión energética según la Norma ISO 50001. (Lapido, M, 2014)
- ❖ En los centros universitarios también se han realizado acciones para comenzar con la implementación de esta norma. Podemos tomar como referencia un trabajo de diploma realizado en la Universidad de Cienfuegos en el año 2012, el cual tuvo como finalidad lograr una propuesta de Norma para la implementación de la NC ISO 50001: 2011 a partir de su integración con el SGTEE³.

³ SGTEE. Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía.

1.4 Sector hotelero internacional, experiencias en la implementación de la Norma Internacional ISO 50001: 2011.

La ISO 50001 es una de las normas técnicas que más expectativas ha generado alrededor del mundo, incluso más que la muy extendida norma para la gestión de la calidad ISO 9001 o la de gestión ambiental ISO 14001. Sin embargo, el sector hotelero ha estado rezagado en su adopción, dado que hasta el año 2014 sólo unos pocos hoteles y cadenas hoteleras alrededor del mundo ostentan la certificación de la norma ISO 50001. Entre ellos podemos mencionar los siguientes:

1. **NH Hoteles**⁴ es la primera cadena hotelera a nivel mundial que ha conseguido la certificación ISO 50001, tras una auditoría llevada a cabo por la entidad certificadora **TÜV Rheinland**⁵. Esta certificación reconoce el compromiso con el medio ambiente y la sostenibilidad de NH Hoteles, que se ha consolidado como la empresa responsable de referencia en el sector turístico. (www.nh-hotels.com)

La norma ISO que ostenta NH Hoteles establece un marco para desarrollar, implementar y mejorar un sistema de gestión de eficiencia energética, e implica que la Compañía que la obtiene dispone de una excelente gestión ambiental y energética. (www.nh-hotels.com)

En palabras de Luis Ortega, Director de Medio Ambiente e Ingeniería de NH Hoteles, esta certificación *“reconoce un proyecto que comenzó en el año 2003 y que, gracias al esfuerzo que se ha realizado en nuestros hoteles durante este tiempo, nos ha permitido generar una cultura de eficiencia y respeto al medio ambiente. Este esfuerzo ha dado como resultado una mejora continua, como*

⁴ **NH Hoteles.** Cadena hotelera española, ocupante del tercer lugar en el ranking europeo de hoteles de negocios.

⁵ **TÜV Rheinland.** Organización internacional independiente de origen alemán con más de 125 años de experiencia en la evaluación de compañías de cualquier sector de actividad.

demuestra nuestra reducción de consumos energéticos año tras año. Sin duda, ser la primera hotelera del mundo en conseguir la certificación en eficiencia energética ISO 50001, nos anima, aún más si cabe, a seguir trabajando como hasta ahora a favor del medio ambiente”.(www.nh-hotels.com)

NH Palacio de Tapa y el NH Ribera de Manzanares pertenecientes a la cadena hotelera NH Hoteles, poseen la certificación de la Norma Internacional ISO 50001, la cual está enmarcada en el programa “Green Hotel”, que cuenta en este momento con 38 hoteles certificados bajo la normativa medioambiental ISO en Italia, Alemania y España, y espera conseguir 112 más de aquí a finales de 2016. (www.hosbec.com)

Entre las medidas que han llevado a cabo dichos hoteles para conseguir este reconocimiento, se incluyen la incorporación de iluminación LED en las zonas comunes y la instalación de un software que monitoriza el funcionamiento eficiente de las instalaciones de climatización, ventilación y agua caliente sanitaria. (www.hosbec.com)

Además, un novedoso sistema de telemetría analiza en tiempo real el consumo eléctrico del hotel, lo que hace posible el reajuste de los distintos mecanismos de ahorro para su optimización. Ambos hoteles consumen energía verde, ya que su electricidad ha sido certificada ante la Comisión Nacional de la Energía como procedente de fuentes renovables. Este certificado reduce en un 100% la huella de carbono de la electricidad, disminuyendo la emisión de más de 800 toneladas de CO2 en el 2012. (www.hosbec.com)

Conjuntamente con las medidas de reducción de consumo de electricidad, el hotel NH Ribera de Manzanares cuenta con 45 m² de paneles solares en su cubierta, con una energía generada superior a 60.000 kW al año. (www.hosbec.com)

2. El **JW Marriott Washington DC** es el primer hotel en Estados Unidos en ostentar la certificación de la Norma Internacional ISO 50001 tras la creación de un proyecto piloteado por el Departamento Americano de Energía. El proyecto estuvo dirigido por el director de la entidad hotelera "Rajaram Srinivasan", el cual señala: *" fue un proceso largo y exigente para poder alcanzar todos los requisitos de la norma, pero que lo tomé como un reto personal, tenía la responsabilidad de llevar a cabo el proyecto y asegurar que funcionara eficazmente "* .(www.innovate.gatech.com)

3. **Cabo San Lucas: Cabo Villas Beach Resort & Spa**, una mediana empresa mexicana que hoy se convierte en la compañía hotelera líder en la gestión de eficiencia energética, esta organización es la primera en México y Latinoamérica en demostrar la conformidad con la norma ISO 50001 y obtener el certificado correspondiente. Tanto la auditoría como la certificación fueron proporcionadas por **AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)**, cuyo director internacional, Javier Toral, explicó que la norma ISO 50001 comparte con las ISO 9001 e ISO 14001 el principio de la mejora continua, lo que permite llevar el concepto de la eficiencia energética al conjunto de la gestión de la organización. (www.ictleader.ictsecurity.com.mx)

1.5 Sector hotelero cubano.

El turismo, visto como un sector de amplia relevancia en la economía cubana, con infinitas posibilidades de desarrollo, debería constituirse en un tema de especial interés público para la nación. Las facilidades de desarrollo no solo han de estar dirigidas a la obtención de nuevos ingresos sino a la obtención de una eficiencia económica que contribuya al ahorro de recursos.

Sin duda alguna el turismo se ha convertido en una de las industrias más importantes en la actualidad, y sus cualidades son crecientemente valoradas debido a que es una de las actividades económicas con mayor capacidad para

promover un desarrollo equilibrado y sostenible en cualquier región del mundo.(Nodarse, M, 2007)

Uno de los mayores problemas en el sector hotelero nacional e internacional es brindar servicios con la calidad requerida con el mínimo de gastos energéticos posibles, pues estas utilidades pueden ser utilizadas en mejorar los servicios y por ende se estaría elevando desde el punto de vista de competitividad de la instalación. (Nodarse, M, 2007)

El costo de la prestación de servicios de un hotel puede definirse como la expresión monetaria de los recursos de todo tipo empleados en el proceso de atención a los huéspedes y usuarios de la institución. Un componente alto en el costo de prestación de servicios es el costo energético.

Elevar la eficiencia energética del sector hotelero es una vía indispensable para disminuir el costo energético y lograr la sostenibilidad financiera y ambiental del sector.

En Cuba, en las cadenas Cubanacán, Gran Caribe, Isla Azul y Horizontes, este indicador oscila entre 8 y 16 % y puede llegar hasta 20 % en hoteles que tienen una infraestructura muy atrasada y bajos niveles de comercialización. (Álvarez, O, 2010)

La utilización racional de la energía en el sector hotelero se puede implementar en varios procesos y equipamientos donde el consumo es significativo, por ejemplo: en los sistemas de alumbrado, climatización, bombeo de agua y sistemas de producción de agua caliente entre otros. La gestión energética como herramienta trata de gestionar de forma específica y eficiente cada uno de los portadores energéticos que se utilizan para la producción de calor, frío, en un determinado edificio o industria, de forma que se reduzca su consumo al mínimo y con ello los costos en \$/mes, manteniendo y mejorando las prestaciones que se requieren,

pero respetando toda la normativa técnica, de seguridad y medioambiental en vigor, con el resultado de un importante ahorro de las energías disponibles.

El sector hotelero cubano representa alrededor del 15 % (Colectivo de autores, CEEMA, 2013) del consumo de energía eléctrica del país, por lo que resulta importante generalizar la aplicación de la norma NC-ISO 50001:2011 en este sector, y de esta forma contribuir al ahorro de energía.

1.6 Antecedentes para la implementación de la Norma NC-ISO 50001: 2011 en el sector hotelero cubano.

Desde la ya mencionada "Revolución Energética", nuestro país ha puesto en marcha un conjunto de proyectos dirigidos al logro de la eficiencia energética en diversos sectores estatales, entre estos proyectos se encuentra el Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía (SGTEE). Como ejemplo de ello existen trabajos realizados en diversas instalaciones hoteleras y turísticas, algunos de ellos son:

- Sistema de Gestión Energético en el sector turístico (desarrollado en el hotel "La Unión") (Gil, R, 2002)
- Gestión Eficiente de la Energía en el Hotel Zaza Islazul S.A. (Cabrera, O, 2002)
- Propuesta de Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE) para el sector turístico cubano. (desarrollado en el hotel "Pasacaballo") (Rolle-Whymys, K, 2006)
- Estudio para brindar recomendaciones generales para la articulación de un sistema de gestión energética, así como medidas prácticas, para mejorar la eficiencia energética de instalaciones turísticas sin afectar el confort. (Nodarse, M, 2007)

- Propuesta de un Sistema de Monitoreo y Control Energético en el hotel "Punta la Cueva" perteneciente a la cadena ISLAZUL. (Jauriga, J, 2009)
- Propuesta de un Sistema de Monitoreo y Control Energético en el hotel "Jagua" (Geroy, I, 2009)
- Propuesta de indicadores de eficiencia y variables de control para sistemas de gestión energética. (Campos, C, 2009)
- Gestión Energética en el hotel "Playa Pesquero" (Holguín). (López, M, 2011)
- Implementación de un sistema de gestión de la energía con base a la norma NC – ISO 50001 en el hotel "La Unión". (CEEMA, 2014)

Nota: Es necesario destacar que todos estos trabajos fueron desarrollados por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la universidad de Cienfuegos, con excepción del trabajo desarrollado en Holguín.

Las instalaciones hoteleras se caracterizan por ser edificaciones con un uso permanente a lo largo de cada año y donde su principal objetivo reside en garantizar confort y calidad para los huéspedes en todos sus servicios, durante su estancia en la instalación. En estos inmuebles predomina el movimiento de los ocupantes desde la habitación hacia las áreas exteriores, la diversidad entre habitaciones, así como el amplio uso del sistema de aire acondicionado y de un sin número de equipos eléctricos.

La utilización racional de la energía en el sector hotelero se puede implementar en varios procesos y equipamientos donde el consumo es significativo, por ejemplo: en los sistemas de alumbrado, de climatización, de bombeo de agua y sistemas de producción de agua caliente entre otros.

Para el sector del turismo como para cualquier otro la elevación de la eficiencia energética se puede alcanzarse por dos vías fundamentales no excluyentes entre sí:

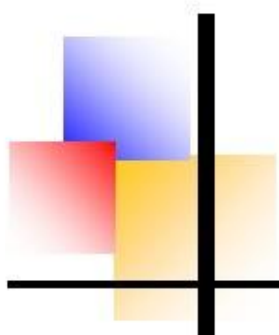
- a) Con las mejoras de la gestión energética, las buenas prácticas de consumo, la operación y el mantenimiento oportuno (medidas técnicas organizativas) representan una vía que tiene un menor costo pero que a la vez resultan difíciles de sistematizar.
- b) Con el cambio de tecnologías y la utilización de equipos de alta eficiencia, lo que será la otra vía que conlleva a la realización de nuevas inversiones que posibiliten generar un mayor ahorro y una mayor permanencia de este.

Cualquiera de las dos permite reducir el consumo de energía, pero la combinación de ambas posibilita alcanzar el resultado óptimo.

1.7 Conclusiones parciales

1. En un contexto de incremento de los precios mundiales de la energía, la publicación por parte de la ISO de su Norma Internacional ISO 50001:2011 para la gestión de energía es particularmente oportuna. Países como España, México y Estados Unidos, etc., han adoptado esta norma y han certificado importantes instalaciones de su sector hotelero.
2. La certificación otorgada a varios hoteles alrededor del mundo a partir de la implementación de la Norma Internacional ISO 50001:2011 permite llevar el concepto de la eficiencia energética al conjunto de la gestión de la organización y de la gestión ambiental.
3. Elevar la eficiencia energética en el sector hotelero cubano a partir del desarrollo de nuevos SGEN con la generalización de la aplicación de la norma NC-ISO 50001:2011 en sus instalaciones, logrará disminuir los costos energéticos y la sostenibilidad financiera y ambiental del sector.

4. Las experiencias adquiridas por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos, en temas de eficiencia energética y diseño de sistemas de gestión de la energía, son fundamentales para fortalecer el avance de la NC-ISO 50001:2011 en el sector hotelero nacional.



Capítulo 2

Capítulo 2. Planificación Energética. Equipos, materiales y métodos para su ejecución

2.1 Generalidades.

La instalación hotelera debe llevar a cabo y documentar el proceso de planificación energética. Esta debe ser coherente con la política energética y conducir el desempeño energético a la mejora continua.

En este requisito se identifican, analizan y comparan los usos significativos de la energía, el personal asociado a estos usos, los requisitos legales y otros que se suscriban relacionados con los usos y consumos de energía. Se realiza la revisión energética y se establece la línea de base energética, el índice de desempeño energético, los objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.

2.2 Requisitos legales y otros requisitos.

El hotel debe identificar, implementar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos suscritos relacionados con su uso y consumo de la energía, y su eficiencia energética.

El hotel debe determinar cómo se cumplen estos requisitos en su uso, consumo de la energía, y en su eficiencia energética, y debe asegurar que estos se tengan en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGEN.

Los requisitos legales y otros requisitos deben revisarse a intervalos definidos. En la Tabla 2.1 se muestran los requisitos legales aplicables al sector hotelero cubano. (Manual de implementación de la norma NC-ISO 50001 en el sector hotelero cubano)

Tabla 2.1: Requisitos legales aplicables al sector hotelero cubano. (Fuente: Manual de implementación de la norma NC-ISO 50001 en el sector hotelero cubano)

Título	Descripción	Responsable
Resolución No. 28 del Ministerio de Finanzas y Precios.	Establece el sistema para la formación de las tarifas eléctricas para el sector no residencial.	Dirección
Manual instructivo para el uso y control de portadores, fuentes renovables y nuevas tecnologías energéticas.	Manual empleado por el equipo de Supervisión al Uso y Control de Portadores Energéticos de la Dirección de Uso Racional de la Energía para detectar en el sector no residencial, deficiencias y prácticas erróneas en el uso de la energía, y carencia de sistemas de gestión energética.	Dirección
NC 220-1: Edificaciones- Requisitos de diseño para la eficiencia energética. Envolvente del edificio. Oficina Nacional de Normalización. Ciudad de La Habana. 2009.	Se establecen las normas para la proyección y construcción de edificios considerando la eficiencia energética.	Dirección
NC/ISO 50 001:2011. Sistema de Gestión de la Energía. Requisitos con Orientación para su Uso. Oficina Nacional de Normalización. Ciudad de La Habana. 2011.	Establece el procedimiento de implementación de un sistema de gestión de la energía.	Dirección
NC 217:2002. Climatización: temperaturas en locales climatizados.	Establece los valores establecidos como de confort para los locales climatizados.	Dirección
NC 127:2001 Industria Turística- Requisitos para la Clasificación por categorías de los Establecimientos de Alojamiento Turístico.	Establece requisitos para la clasificación por categorías de los Establecimientos de Alojamiento Turístico.	Dirección
NC 45-7:1999. Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas: Parte 7: Requisitos de electro-energética.	Establece bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas	Dirección
NC 45-8: 1999. Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas: Parte 8: Instrumentación y Automatización, Corrientes Débiles.	Establece bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas	Dirección
NC 45-9: 1999. Cálculo del consumo de agua en hoteles según base de diseño	Establece bases para el cálculo del consumo de agua en hoteles según base de diseño	Dirección
Resolución 58/95 Instituto de Recursos Hidráulicos por la que se establece la norma de consumo de agua.	Establece la norma de consumo de agua	Dirección
Resolución 79/2008 del Ministerio de Finanzas y Precios por la que se establecen las tarifas para el cobro del agua	Establece las tarifas para el cobro del agua	Dirección

Existen otros requisitos legales relacionados con las normas de explotación de equipamientos tales como, generadores vapor, calentadores de agua a gas, etc.

2.3 Evaluación preliminar.

❖ Matriz de gestión energética.

Para el desarrollo de la matriz energética se debe aplicarse el formato dado en la Tabla 2.2, a partir de ella es posible establecer una evaluación general de como es la situación del hotel en cuanto a temas energéticos, ya sea a partir de la política energética, la organización, el monitoreo y control, etc.

Tabla 2.2: Matriz de gestión energética. (Fuente: Manual de implementación de la norma NC-ISO 50001 en el sector hotelero cubano)

	Política Energética	Organización	Información y comunicación	Monitoreo y control	Divulgación y capacitación	Inversiones
4	Se cuenta con una política y un sistema de gestión energética aprobados por el Consejo de Dirección (CD) que revisa sistemáticamente los resultados.	El sistema de gestión energética está totalmente integrado a la estructura de gestión empresarial, existe una clara delegación de responsabilidades en el control del uso de la energía.	Existen canales formales e informales de comunicación utilizados regularmente por el gerente de energía y los equipos de trabajo a todos los niveles.	Se cuenta con un sistema integrado que establece metas, monitorea índices energéticos efectivos en equipos claves e identifica las desviaciones, cuantifica los costos energéticos y los ahorros.	Divulgación efectiva del valor de la eficiencia energética y del comportamiento y resultados de la gestión energética dentro y fuera de la organización.	Estrategia en favor de las inversiones para ahorro de energía, con evaluación detallada para argumentarlas.
3	Se cuenta con una política energética aprobada por el CD. No esta implementado un sistema de gestión energética. El CD revisa sistemáticamente el tema energético.	Se tiene un responsable de energía y un comité de energía presidido por un miembro de la alta dirección.	El comité de energía se utiliza como canal principal, conjuntamente con el contacto directo con los responsables de los Puestos Claves (PC).	Monitoreo y establecimiento de metas en equipos claves, pero no se cuantifican y reportan los ahorros de manera efectiva.	Programas de entrenamiento del personal encargado de los PC.	Se utilizan los mismos criterios de rentabilidad que para todas las otras Inversiones.
2	La política energética no está aprobada por el CD y ha sido establecida por el energético o sus superiores. El CD revisa esporádicamente el tema energético.	Se tiene un responsable de energía, pero no tiene jerarquía administrativa.	Se realizan contactos no vinculantes con los responsables de los (PC) a través del encargado de energía.	Monitoreo y establecimiento de metas basadas en las mediciones generales y en la facturación.	Acciones aisladas de divulgación y capacitación.	Se utiliza mayormente el criterio de la recuperación de la inversión a corto plazo
1	Se cuenta con indicaciones generales sobre el uso de la energía y se evalúan índices generales de consumo energético vs producción.	No se cuenta con un responsable de energía con dedicación exclusiva al tema.	Se realizan contactos informales entre responsable de energía y algunos PC.	Reporte de costos energéticos basado en la facturación.	Contactos informales para promover la eficiencia energética.	Solo se implementan medidas de bajo costo.
0	No existe una política energética ni se evalúan índice de consumo energético vs. producción.	No se cuenta con un responsable de energía.	No se realiza contacto con los PC	No hay sistema alguno de monitoreo y control	No se realiza ninguna promoción de la eficiencia energética	No se tiene como premisa la inversión para incrementar la eficiencia energética.

2.4 Revisión energética.

El hotel debe desarrollar, registrar y mantener una revisión energética. La metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. Para desarrollar la revisión energética, el hotel debe:

- ❖ Analizar el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos, es decir:
 - Identificar los portadores energéticos actuales.
 - Evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía.
- ❖ Basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identificar las áreas de uso significativo de la energía, es decir:
 - Identificar las instalaciones, equipos, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de, la instalación hotelera que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía.
 - Identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía.
 - Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía.
 - Estimar el uso y consumo futuros de energía.
- ❖ Identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el desempeño energético.

Las oportunidades pueden tener relación con el uso más eficiente de la energía, fuentes potenciales de energía, utilización de energía renovable u otras fuentes de energía alternativas tales como la energía desperdiciada en corrientes con valor térmico (agua fría o caliente, efluentes gaseosos, etc.).

2.4.1 Información necesaria para realizar la revisión energética.

Para llevar a cabo la revisión energética es necesario recopilar las informaciones siguientes:

- ❖ Información general de la empresa.
- ❖ Portadores energéticos y usos de energía por tipo de portador energético.
- ❖ Facturas de portadores energía y agua.
- ❖ Datos del contrato de energía eléctrica: tipo de tarifas, demanda máxima, factor de potencia, etc.
- ❖ Diagrama unifilar del sistema de suministro eléctrico. Datos transformadores.
- ❖ Indicadores que utilizan para medir eficiencia del uso energía.
- ❖ Datos históricos de consumo de energía y producción de la empresa (mínimo 3 años).
- ❖ Censo de carga o inventario de equipos consumidores de energía.
- ❖ Balances energéticos generales y particulares de los procesos.
- ❖ Diagramas de flujo de procesos de producción.
- ❖ Organigrama administrativo.
- ❖ Programas de mantenimiento.
- ❖ Sistemas de medición.

2.4.2 Equipos de medición a utilizar en la revisión.

Analizador de redes eléctricas: Miden directamente o calculan los diferentes parámetros eléctricos de una red: tensión, intensidad, potencia y energía activas y reactivas, factor de potencia, etc. Permite realizar análisis de calidad de la energía.

Luxómetro: El luxómetro es un instrumento que permite medir la iluminancia o nivel de iluminación (lux). Normalmente se trata de equipos muy sencillos y ligeros, formados por el analizador y la sonda fotosensible.

Caudalímetro: Son instrumentos concebidos para medir el caudal de fluido circulante por una tubería, generalmente agua y aire.

2.5 Balance general de energía.

Incluye todas las entradas de energía al hotel (gas licuado, energía eléctrica, etc.) y se desarrollan los diagramas de consumo hasta el uso final de cada una. Si es posible se ubica la cantidad de energía transferida incluyendo a las pérdidas.

Resulta importante representar la estructura de consumo o diagrama de Pareto de los diferentes portadores de energía que emplea el hotel. Esto se puede realizar en unidades de costos energéticos (\$/año) o toneladas equivalentes de petróleo (TEP). Con este diagrama se pueden identificar los portadores energéticos sobre los que se debe enfocar el análisis de consumo de energía.

2.6 Censo de cargas.

El censo de cargas consiste en un inventario por tipo de portador energético (vapor, calor, electricidad) de todos los consumidores finales de energía que están instalados en las diferentes áreas y son utilizados en los procesos de trabajo del hotel. Este puede realizarse sobre la base de los datos nominales y el tiempo estimado de funcionamiento, o midiendo directamente el consumo de energía.

A partir del censo de carga se elaboran los diagramas de Pareto, que permiten determinar los equipos y áreas que consumen alrededor del 80% de cada uno de los distintos tipos de portadores energéticos utilizados en el hotel.

En el Anexo 1 se presenta el formato para realizar el censo de cargas en Excell. El resultado de este proceso constituye una valiosa herramienta para estimar ahorros de energía por sustitución de equipos, acomodos de cargas u otras acciones encaminadas al ahorro de energía.

Una vez obtenidos los diagramas de Pareto de cada área, debe construirse el diagrama de Pareto correspondiente a toda la instalación hotelera con los consumos de energía estimados de cada área. Esto permite identificar las áreas que inciden en el 80 % del consumo de energía de todo el hotel.

En este análisis se debe tener en cuenta el consumo de las habitaciones, para así conocer su incidencia en el consumo total de energía en función de nivel

ocupacional. El consumo de energía de una habitación ocupada debe medirse, como mínimo, durante un día típico y si es posible categorizar el consumo por tipo de turistas. Por ejemplo: turista internacional, turista nacional u otros.

2.7 Análisis del consumo de energía eléctrica.

Para el análisis del consumo de energía eléctrica se propone las herramientas siguientes:

- ❖ Información General de la tarifa eléctrica y los transformadores.
 - Se analiza la tarifa que aplica, las características fundamentales, y los datos de los transformadores de servicio.
- ❖ Obtención y análisis de los gráficos siguientes correspondientes a varios años:
 - Gráficos anuales del consumo de energía eléctrica durante el día, madrugada, pico y total.
 - Gráficos de control.
 - Gráficos del comportamiento de la demanda máxima registrada y comparación con la contratada.
 - Comportamiento del factor de potencia.
 - En caso necesario realizar análisis de calidad de la energía, por ejemplo, desbalance y desviación de tensión, armónicos u otros de interés.

Mediante estos gráficos se pueden analizar los aspectos siguientes:

- ❖ Años de mayor y menor consumos de energía eléctrica.
- ❖ Meses de mayor y menor consumo de energía eléctrica.
- ❖ Período durante el día en que ocurren los mayores y menores consumos de energía eléctrica. Observar el comportamiento durante el horario pico.
- ❖ Posibles causas de la variación de la energía.
- ❖ Establecer límites máximos y mínimos del consumo de energía.
- ❖ Posibilidad de recontractación de la demanda máxima y obtener ahorros en los costos por este concepto.

- ❖ Posibilidad de recibir bonificación por mejora del factor de potencia.
- ❖ Detección de problemas de calidad de la energía como desbalance y variación de tensión, armónicos, entre otros.

2.8 Línea de base energética.

El hotel establece una(s) línea(s) base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía de la instalación. Los cambios en el desempeño energético deben medirse en relación a la línea de base energética.

Establecer la línea de base energética permite entre otras cosas.

- ❖ Realizar el control y seguimiento de los consumos y del desempeño energético.
- ❖ Identificar y determinar correctamente los potenciales de ahorro energético.
- ❖ Llevar a cabo una proyección en los estimados de los consumos energéticos.

Para obtener la línea de base energética se realiza un ajuste lineal de los datos de consumo de energía y la variable significativa seleccionada. La literatura especializada plantea que el índice de correlación debe de ser mayor a 0,75. Un período adecuado para el establecimiento de dicha línea puede ser el último año, pero pudiera emplearse un período mayor, con el objetivo de utilizar la mayor cantidad de datos posibles y hacerla más representativa.

En el sector hotelero de Cuba se considera como variable significativa la Habitación Día Ocupada (HDO). Sin embargo, en la mayoría de los casos, debido a la influencia de varios factores como el climático y otros servicios no contabilizados en la HDO, se refleja una baja correlación entre el consumo de energía y la HDO.

En casos de baja correlación entre el consumo de energía vs. HDO, se considera efectivo obtener la "Habitación Día Grado" como el producto de las Habitaciones

Días Ocupadas reales, multiplicadas por el término Días Grado (DG), determinado a partir de la temperatura ambiente.

Para un día, los días grados se determinan como:

$$DG_{día} = T_d - T_{ref} \quad (1)$$

Para un mes, los días grados se determinan como:

$$DG_{mes} = \sum DG_{día} \quad (2)$$

Donde:

$DG_{día}$: Días grados del día;

DG_{mes} : Días grados del mes;

T_d : Temperatura promedio de cada día del mes ($^{\circ}\text{C}$);

T_{ref} : Temperatura de referencia (18°C).

Es importante tener en cuenta que la línea de base energética debe mantenerse y registrarse, y que deben realizarse ajustes cuando se den una o más de las siguientes situaciones:

- ❖ Los IDEn ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la instalación hotelera.
- ❖ Se hayan realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía.

2.9 Índice de desempeño energético.

El hotel debe identificar los IDEn apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño energético. La metodología para determinar y actualizar los IDEn debe documentarse y revisarse regularmente.

Los IDEn deben revisarse y compararse con la línea de base energética de forma apropiada.

El índice de desempeño energético (IDEn), tiene como fin realizar un seguimiento, monitoreo y control del desempeño energético en el hotel. Este índice consiste en la función obtenida a partir de la línea de base energética, aplicando la ecuación siguiente:

$$\text{IDEn} = \frac{\text{HDO}}{\text{HDO}_{\text{base}}} \quad (3)$$

Esta función preparada en Excell, constituye una herramienta de control mensual. Para esto, con los registros mensuales de HDO y consumo de energía del hotel, se representa en el gráfico los valores del índice de consumo aplicando la ecuación (3) vs. (HDO).

Si los valores registrados mensualmente se encuentran por debajo de la curva, el hotel presenta un buen comportamiento energético, si se encuentra por encima, es necesario realizar alguna acción correctiva.

2.10 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.

El hotel debe establecer, implementar y mantener objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de la instalación hotelera. Deben establecerse plazos para el logro de los objetivos y metas.

Como primer paso para el establecimiento de los objetivos y metas se propone la obtención de la línea energética meta. Esta nueva línea se obtiene a partir de la línea de base energética con los puntos que se encuentran debajo de dicha línea, desechando lo que se encuentran por encima. De igual forma se debe agenciar el índice de desempeño energético meta, esta nueva curva se obtiene a partir de la línea meta energética.

Los planes de acción propuestos se basan en un grupo de medidas de ahorro de energía con el objetivo de mejorar el desempeño energético del hotel. Estas

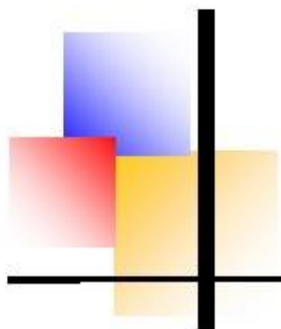
medidas de ahorro pueden realizarse a partir de ajustes operacionales en equipos y sistemas y con inversión en equipos y sistemas.

Posteriormente debe de describirse el objetivo energético, las metas y planes de acción.

2.11 Conclusiones Parciales.

1. La etapa de planificación es una de las más importantes dentro del ciclo (P-H-V-A), la misma está regida por varios requisitos, ellos son:
 - Requisitos legales y otros requisitos
 - Revisión energética
 - Línea base energética
 - Índices de desempeño energético
 - Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía
2. Las herramientas propuestas para cumplir estos requisitos son:
 - Diagramas de Pareto
 - Diagramas de correlación
 - Gráficos de control
 - Censo de carga
 - Herramienta para el control del desempeño energético.
3. El índice de desempeño energético (IDEn) más utilizado internacionalmente y también en la hotelería cubana es kWh/HDO. El mismo tiene como fin realizar el seguimiento, monitoreo y control del desempeño energético en estas instalaciones. Sin embargo, en muchos casos, debido a la influencia de varios factores como el climático y otros servicios no contabilizados en la HDO, se refleja una baja correlación entre el consumo de energía (kWh) y la HDO.

4. En casos de baja correlación entre el consumo de energía (kWh) vs. HDO e influencias significativas de los consumos por climatización, algunos autores consideran efectivo definir otro índice de desempeño energético determinado por la razón del consumo de energía (kWh) vs. (HDO*DG). El factor HDO*DG se define como el producto de las Habitaciones Días Ocupadas reales por el término Días Grado (DG) determinado a partir de la temperatura ambiente.



Capítulo 3

Capítulo 3. Resultados de la planificación energética

3.1 Descripción del caso de estudio.

Dentro de las principales instalaciones en Cienfuegos pertenecientes a la cadena hotelera Gran Caribe, se encuentra el complejo hotelero “La Unión – Palacio Azul”. Debido a la importancia que representa la reducción de gastos y el aumento de la eficiencia energética en el sector hotelero surge el interés de Gran Caribe en el desarrollo de nuevos SGEN en sus instalaciones. Durante el 2014 se desarrolló la propuesta de un sistema de gestión de la energía que incluyó solo la parte correspondiente al hotel La Unión y como continuación a esto se desarrollaran nuevas propuestas para el Palacio Azul.

Este es un pequeño recinto hotelero que se encuentra situado en la avenida 37 entre las calles 12 y 14. Esta instalación solamente cuenta con 7 habitaciones y 2 áreas de atención al cliente. Debido al limitado número de habitaciones con las que ostenta el hostel, los períodos de temporadas altas y bajas del turismo comunes para otras instalaciones hoteleras e incluso para el hotel “La Unión” no son los mismos para el Palacio Azul, esta evidencia se muestra en la Figura 3.1.

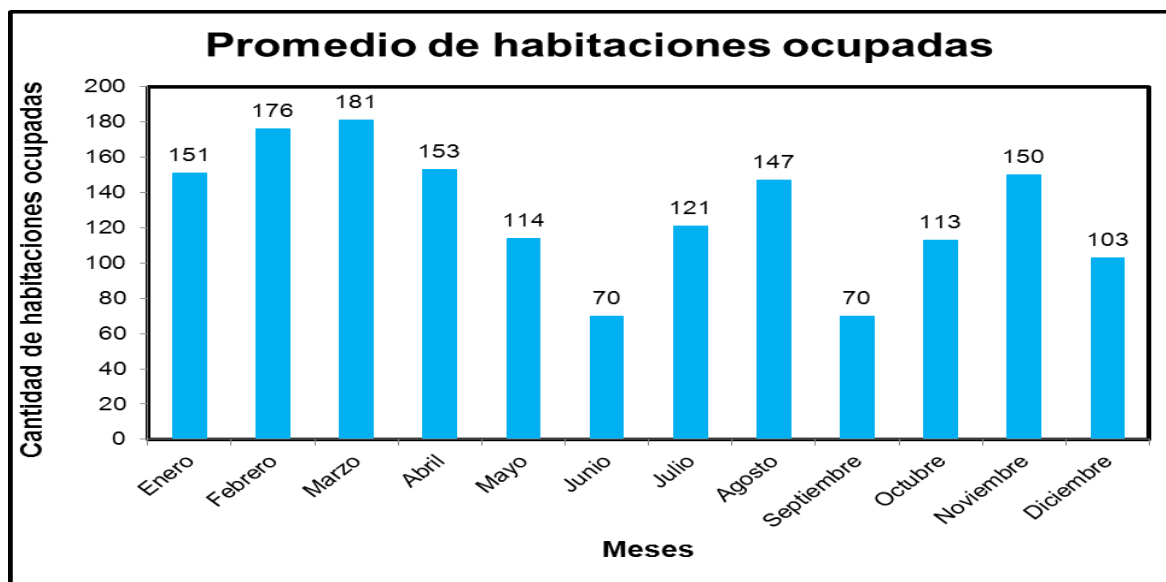


Figura 3.1: Promedio de habitaciones ocupadas en los tres últimos años. (Fuente: Elaboración propia)

En la figura anterior se muestra el promedio de habitaciones ocupadas en los tres últimos años, como se puede observar existen diferencias entre los meses pero en 10 de ellos se sobrepasan las 100 habitaciones ocupadas. Solamente los meses de junio y septiembre llegan a 70 habitaciones ocupadas. El comportamiento ocupacional promedio del hotel es de 130 de habitaciones ocupadas mensualmente, estas representan el 61 % del total de ocupaciones.

3.2 Evaluación preliminar

❖ Matriz de gestión energética.

En la Figura 3.2 se muestra la matriz de gestión energética del hotel, para la obtención de la misma se realizaron un grupo de entrevistas al personal de la entidad y se solicitó información sobre la gestión de la energía. El resultado de dichas entrevistas fue promediado y se llegó a un consenso que define la situación energética real del hotel.

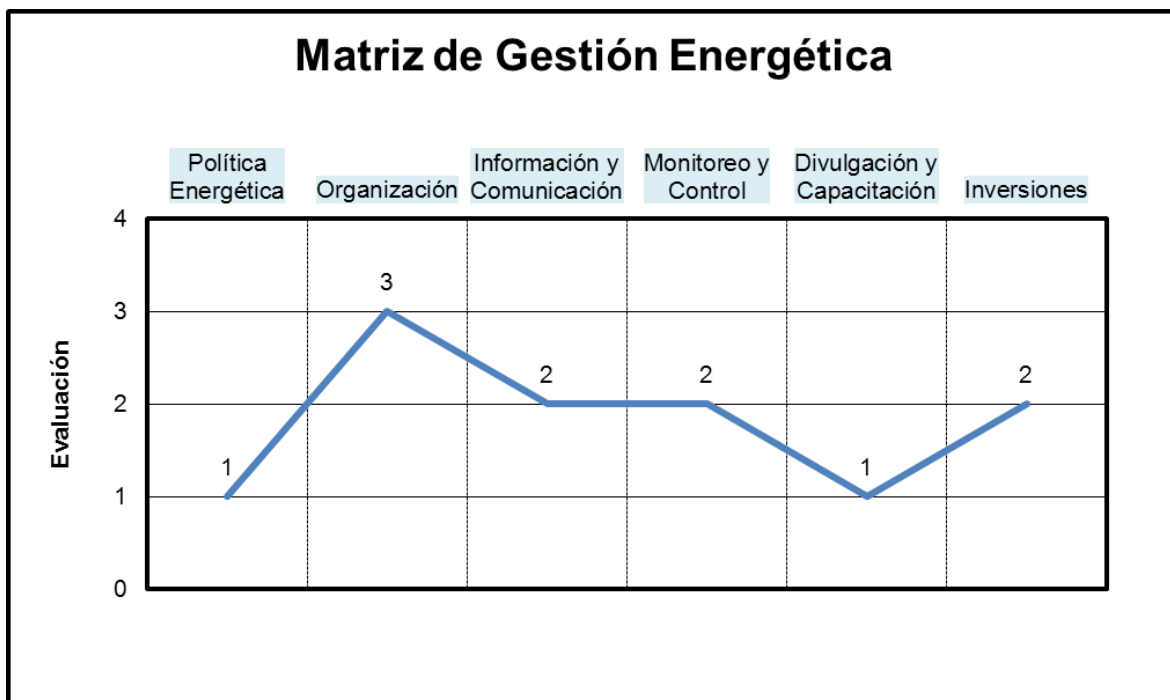


Figura 3.2: Evaluación de la matriz de gestión energética. (Fuente: Elaboración propia)

Como se muestra en la figura anterior, la mayor evaluación se encuentra en el punto "organización". Se hace necesario destacar que a pesar de este resultado, el hotel cuenta con un responsable de energía miembro de la dirección, pero no con un comité encargado de dichos temas. Por otra parte los puntos "política energética y divulgación y capacitación" muestran una baja evaluación, ya que solo se cuenta con indicaciones generales sobre el uso de la energía y contactos informales para promover la eficiencia energética.

3.3 Revisión energética.

3.3.1 Balance general de energía.

En el hotel Palacio Azul los principales portadores energéticos son la electricidad, el gas licuado y el agua. En la Figura 3.3 se muestra un diagrama de bloques que representa el uso de estos portadores.

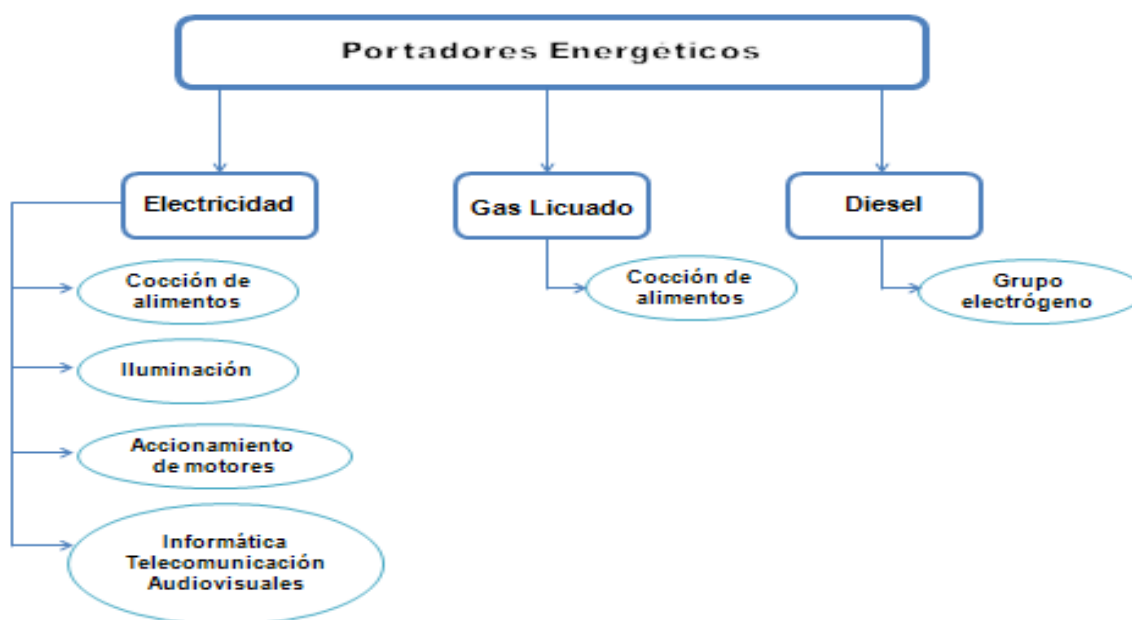


Figura 3.3: Diagrama de bloques del uso de los portadores energéticos en el hotel.
(Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 3.4 se muestra la estructura de consumo promedio de los portadores energéticos. Como se observa la electricidad representa el 86,5 % del consumo total de los portadores.

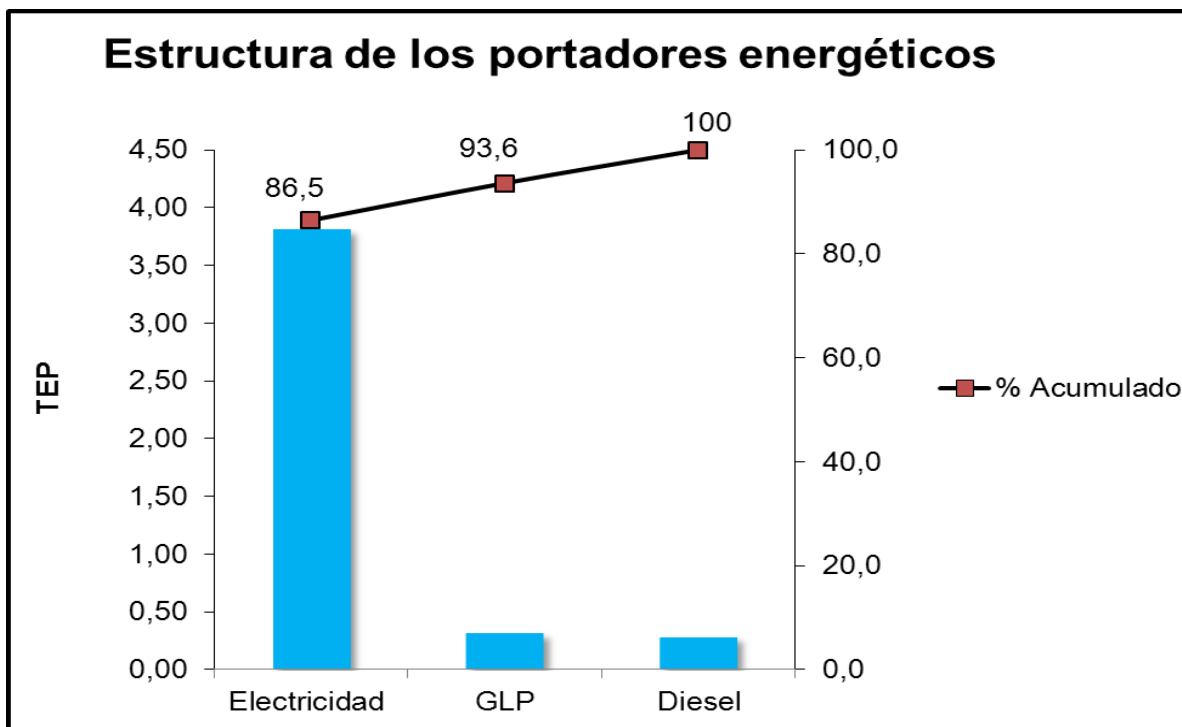


Figura 3.4: Estructura de consumo de los portadores energéticos. (Fuente: Elaboración propia)

Debido al predominio del uso de la electricidad y a la importancia que juega dentro del buen funcionamiento del hotel, en lo adelante, el estudio se enfoca hacia ese portador energético.

3.4 Censo de cargas.

Para la ejecución del censo de cargas, se realizó un levantamiento general de todos los equipos consumidores de energía eléctrica que se utilizan en las diferentes áreas del hotel. A partir de los datos de chapa y de información brindada por trabajadores del centro, se determinó la potencia, la cantidad, el tiempo y modo de uso de cada uno de los equipos.

Este inventario fue desarrollado en un archivo excell titulado **Censo de Cargas.xlsx**, el cual constituye una herramienta que le permite al energético actualizar el propio censo y cuantificar las oportunidades de ahorro.

Las áreas en que se dividieron el hotel son:

1. Iluminación exterior (Anexo 2)
2. Lobby (Anexo 3)
3. Bar- Restaurante (Anexo 4)
4. Cocina (Anexo 5)
5. Administración (Anexo 6)
6. Habitaciones (Anexo 7)
7. Sistema de bombeo de agua (Anexo 8)

3.4.1 Análisis de la potencia total instalada en cada área.

A partir de los datos recopilados en el censo de cargas se pudo determinar la potencia total instalada en cada una de las áreas del hotel, la misma se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Potencia total instalada en cada área. (Fuente: Elaboración propia)

Áreas	Potencia total instalada (W)
Cocina	7190
Habitaciones	6875
Iluminación exterior	1600
Administración	1524
Bar- Restaurante	544
Lobby	268
Sistema de bombeo de agua	187

En la Figura 3.5 se muestra el gráfico de barras correspondientes a la potencia total instalada en cada área de la instalación.

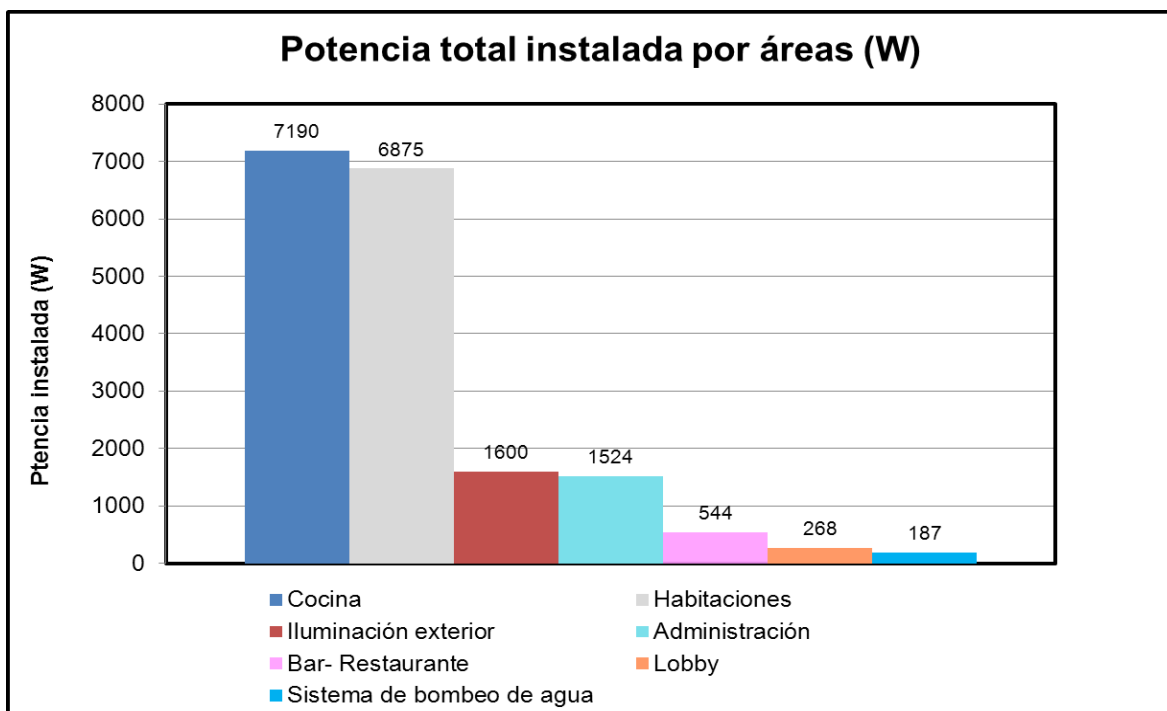


Figura 3.5: Potencia total instalada en cada área. (Fuente: Elaboración propia)

Como se observa en la figura anterior el área con mayor potencia instalada es la cocina con 7190 (W), seguido por las habitaciones.

En el área de iluminación exterior existen entre otros equipos 4 reflectores de 250 (W) que no se tienen en cuenta en los análisis de consumo de energía eléctrica, producto a que actualmente no se utilizan debido al consumo que representan.

3.4.2 Análisis del consumo de energía de las áreas del hotel.

A continuación se muestran las tablas y gráficos para analizar las áreas de mayor consumo de energía eléctrica. Para esto se analizan dos casos de estudio, en el primero se considera caso una sola habitación ocupada y en el segundo caso se considera el hotel al 100 % de sus habitaciones ocupadas.

❖ Primer caso.

En la Tabla 3.2 se muestra el consumo de las áreas considerando una habitación y en la Figura 3.6 se muestra el diagrama de Pareto para este caso.

Tabla 3.2: Consumo de energía eléctrica por áreas considerando 1 habitación ocupada. (Fuente: Elaboración propia)

Áreas	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado
Cocina	33540	1006200	47,05	47,05
Administración	13472	323328	15,12	62,17
Bar- restaurante	10088	302640	14,15	76,32
Habitación	11258	270192	12,63	88,96
Lobby	5760	172800	8,08	97,04
Iluminación exterior	1920	57600	2,69	99,73
Sistema de bombeo de agua	187	5610	0,26	100
Total	76225	2138370		

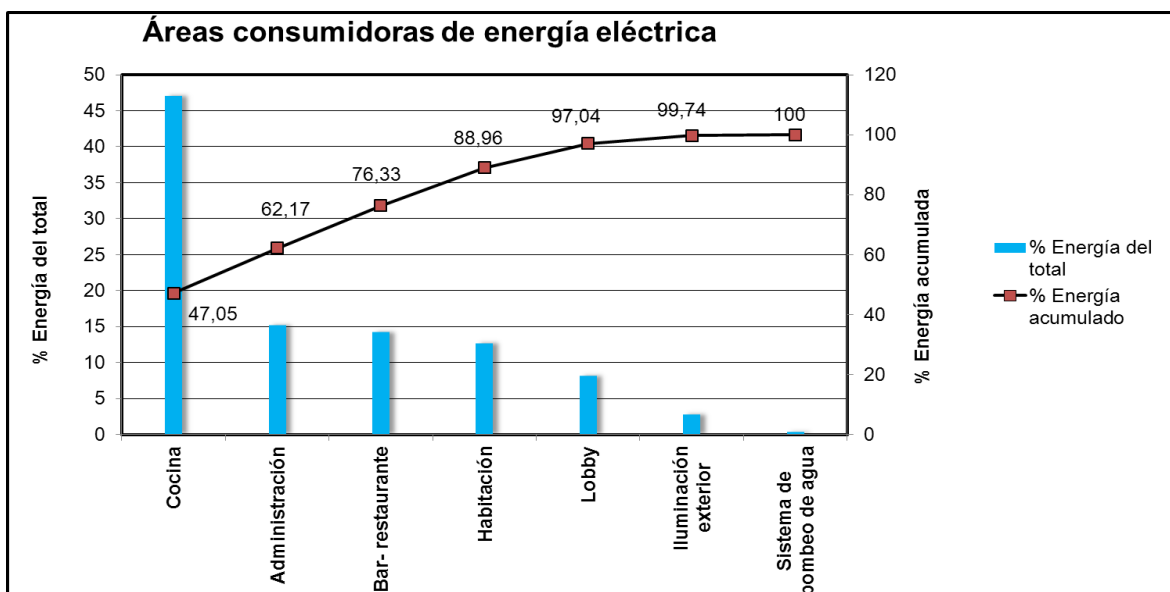


Figura 3.6: Diagrama de Pareto correspondiente al consumo de energía eléctrica por áreas considerando una habitación ocupada. (Fuente: Elaboración propia)

En la figura anterior se puede observar que cuando se tiene en cuenta una sola habitación ocupada las áreas de la cocina, la administración y el bar-restaurante, representan aproximadamente el 80 % del consumo de energía eléctrica del hotel y dentro de ellas la cocina es la mayor consumidora de energía eléctrica.

❖ **Segundo caso.**

En la Tabla 3.3 se muestra el consumo de energía eléctrica de las áreas considerando el hotel al 100 % de sus habitaciones ocupadas. En la Figura 3.7 se muestra el diagrama de Pareto para este caso.

Tabla 3.3: Consumo de energía por áreas considerando el 100 % de habitaciones ocupadas. (Fuente: Elaboración propia)

Áreas	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado
Habitacines	76030	1824720	49,41	49,41
Cocina	33540	1006200	27,24	76,65
Administración	13472	323328	8,75	85,41
Bar- restaurante	10088	302640	8,19	93,60
Lobby	5760	172800	4,67	98,28
Iluminación exterior	1920	57600	1,55	99,84
Sistema de bombeo de agua	187	5610	0,15	100
Total	140997	3692898		

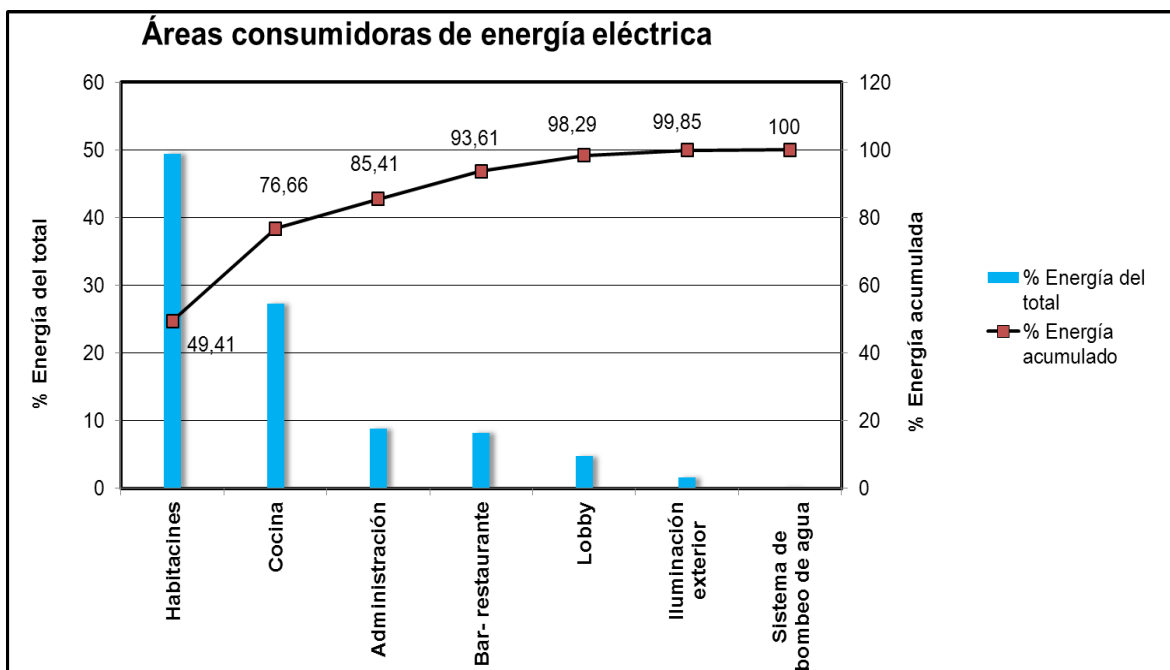


Figura 3.7: Diagrama de Pareto correspondiente al consumo de energía eléctrica por áreas considerando el 100 % de habitaciones ocupadas. (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la figura anterior, cuando se tienen en cuenta todas las habitaciones ocupadas esta es el área de mayor consumo de energía eléctrica ya que representan el 50 % del consumo total de energía eléctrica del hotel.

A partir del análisis de los resultados obtenidos en estos casos de estudio, se puede concluir afirmando que cuando el hotel trabaja a plena capacidad el área de las habitaciones es la mayor consumidora de energía eléctrica del hotel, seguida por el área de la cocina.

3.5 Revisión de los usos significativos de la energía (USEn). Variable significativa y parámetros de control.

Para identificar los usos significativos de la energía se elaboró un diagrama de Pareto a partir del consumo de energía eléctrica estimado para todos los equipos del hotel sin considerar los equipos de las habitaciones (Anexo 9), en la Tabla 3.4 se muestra los equipos que consumen aproximadamente el 80 % de esta energía

y en la Figura 3.8 se muestra el diagrama de Pareto correspondiente a estos equipos.

Tabla 3.4: Equipos que consumen aproximadamente el 80 % de la energía eléctrica del hotel. (Fuente: Elaboración propia)

Áreas	Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo (h)/día	Tiempo (h)/mes	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulada
Cocina	Plancha (doble)	1	4400	4400	4	120	17600	528000	28,28	28,28
Administración	Aire acondicionado 1 ton. refrigeración	1	1200	1200	8	192	9600	230400	12,34	40,63
Cocina	Microwave	1	1400	1400	4	120	5600	168000	9	49,63
Lobby	PC	1	220	220	24	720	5280	158400	8,48	58,11
Bar-Restaurante	PC	1	220	220	24	720	5280	158400	8,48	66,60
Cocina	Nevera	1	250	250	16	480	4000	120000	6,42	73,03
Cocina	Refrigerador	2	125	250	16	480	4000	120000	6,42	79,46

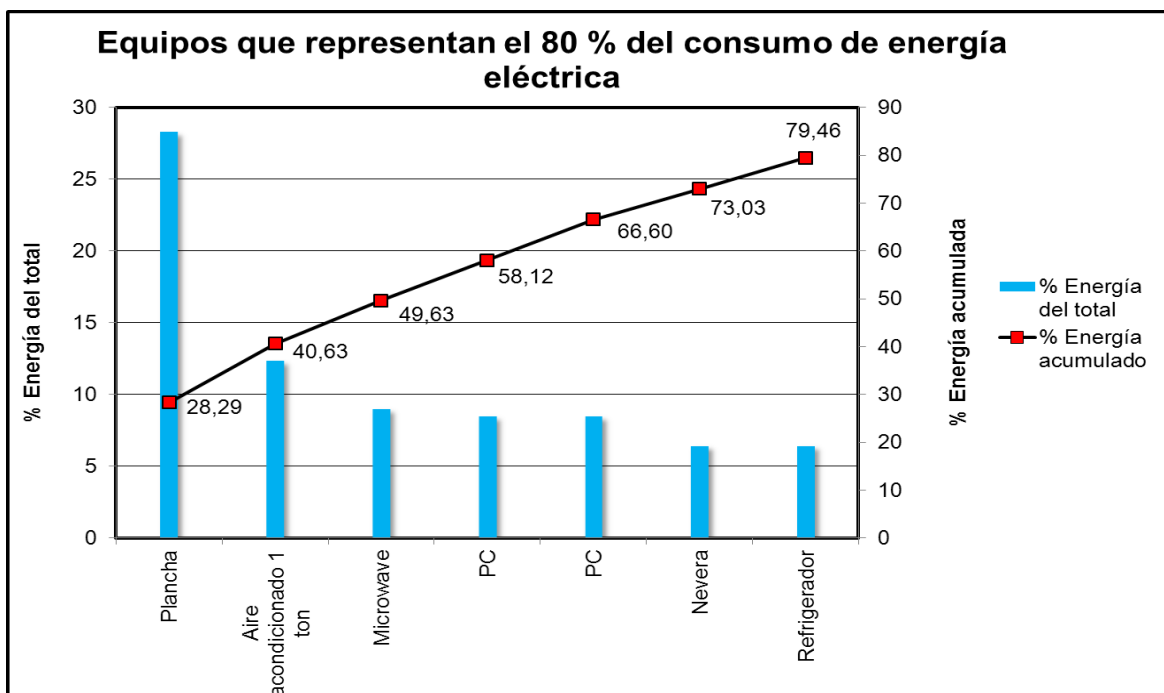


Figura 3.8: Equipos que representan el 80 % del consumo de energía eléctrica. (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la figura anterior, el equipo más consumidor de energía eléctrica del hotel es la plancha (doble), este equipo consume aproximadamente el 29 % de la energía eléctrica total del hotel, seguido por el equipo de climatización de la administración.

A partir del alto consumo de energía eléctrica de estos equipos se pueden identificar oportunidades de ahorro y mejoras en el desempeño energético.

Después de identificados los USEn se pudo evaluar como es el funcionamiento, modos de operación, así como, la variable significativa y parámetros de control que inciden en su funcionamiento, entre otros elementos. En este caso, y teniendo en cuenta el alcance de este trabajo, se hace una valoración de los equipos que consumen aproximadamente el 80 % de la energía eléctrica del hotel. Dicha valoración se muestra en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5: Revisión de los usos significativos de la energía (USEn). (Fuente: Elaboración propia)

Área	USEn	Función	Consumo mensual (kWh)/mes	Variables significativas	Parámetros de control
Cocina	Plancha (doble)	Preparar alimentos	528	Cantidad y tipos de alimentos	➤ Tiempo necesario de conexión ➤ Limpieza
Administración	Aire acondicionado (1 ton. de refrigeración.)	Climatizar	230.4	Temperatura del local	➤ Ajuste del termostato. ➤ Hermeticidad. ➤ Limpieza de los filtros. ➤ Fuentes generadoras de calor.
Cocina	Microwave	Calentar productos	168	Cantidad y tipos de alimentos	➤ Tiempo necesario de conexión ➤ Limpieza
Lobby	PC	Trabajo	158.4	Tiempo en uso	➤ Tiempo necesario de conexión
Bar-restaurante	PC	Trabajo	158.4	Tiempo en uso	➤ Tiempo necesario de conexión
Cocina	Nevera	Congelar productos	120	Cantidad de productos a congelar	➤ Hermeticidad. ➤ Tiempo en que las puertas permanecen abiertas.
Cocina	Refrigerador	Refrigerar productos	120	Cantidad de productos a refrigerar	➤ Hermeticidad. ➤ Tiempo en que las puertas permanecen abiertas.

3.6 Análisis del consumo de energía eléctrica.

Para la ejecución del análisis del consumo de energía eléctrica del hotel se realizó la recogida de las tarifas eléctricas de la instalación desde el año 2012 hasta el 2014, a partir de ellas se pudo determinar, que en los períodos del 2012 y 2014, no se cuenta con la muestra completa de datos para realizar el análisis, por lo que se decidió trabajar solamente con el año 2013. En la Figura 3.9 se muestra el consumo mensual de energía eléctrica en dicho año.

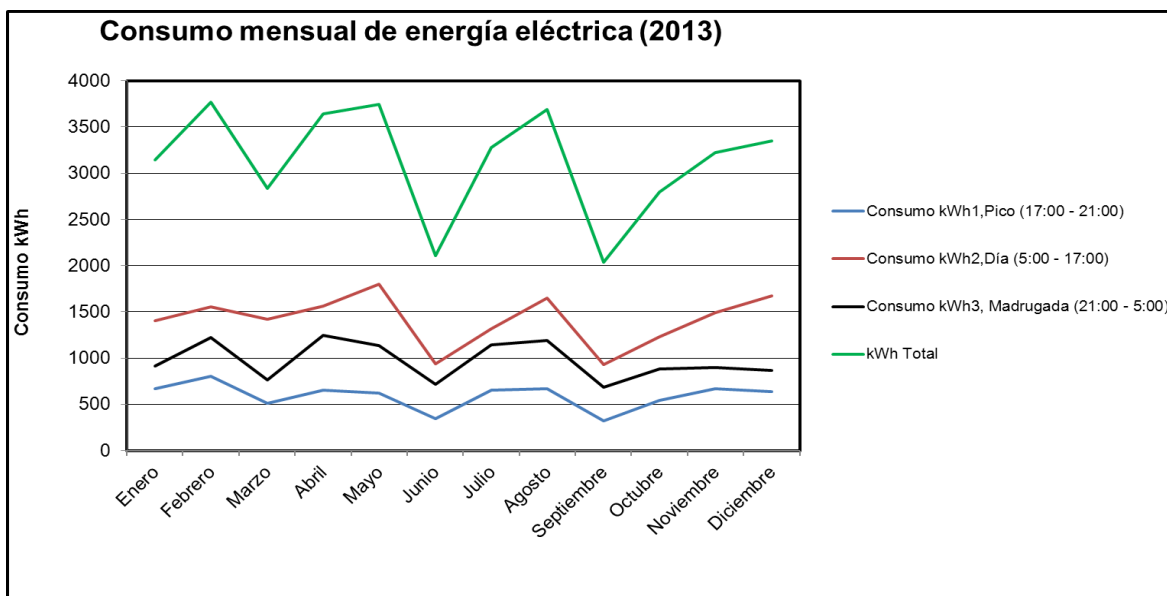


Figura 3.9: Consumo mensual de energía eléctrica en el año 2013. (Fuente: Elaboración propia)

El consumo kWh 1, 2 y 3 representa el horario de pico, el horario de día y el horario madrugada respectivamente. Al analizar la figura anterior se puede observar que la curva de consumo total de energía eléctrica varía de forma brusca a lo largo del tiempo, los meses de mayor consumo fueron febrero, abril, mayo, agosto y diciembre esto se debe a la variación ocupacional de las habitaciones en los diferentes meses del año. También se puede observar que en el horario del día (5:00 – 17:00) es cuando más se consume energía eléctrica en el hotel, ya que en este horario es cuando trabajan la mayoría de los equipos existentes en la instalación.

En la Figura 3.10 se muestra el control del consumo de energía eléctrica anual, considerando como límites el valor promedio, más dos veces la desviación estándar y menos dos veces la desviación estándar.

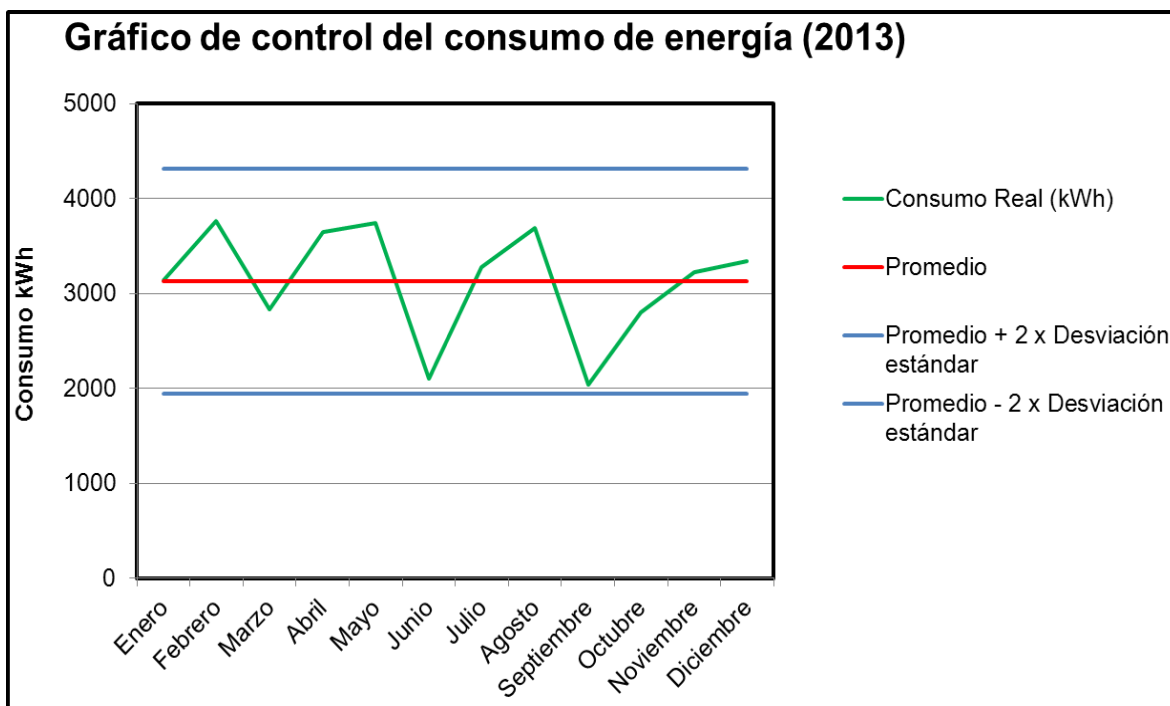


Figura 3.10: Control del consumo de energía eléctrica anual. (Fuente: Elaboración propia)

En la gráfica anterior se puede observar que el consumo de energía eléctrica se encuentra controlado todo el año, no existen meses donde el consumo real sobrepase los límites establecidos por las desviaciones estándar.

3.7 Línea de base energética.

A partir de la revisión energética inicial se pudo recopilar los valores de consumo de energía eléctrica, (kWh) y las habitaciones días ocupada (HDO) en el período de enero a diciembre del 2013.

En la Figura 3.11, se muestra el gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs las habitaciones días ocupada (HDO) para dicho período de tiempo.

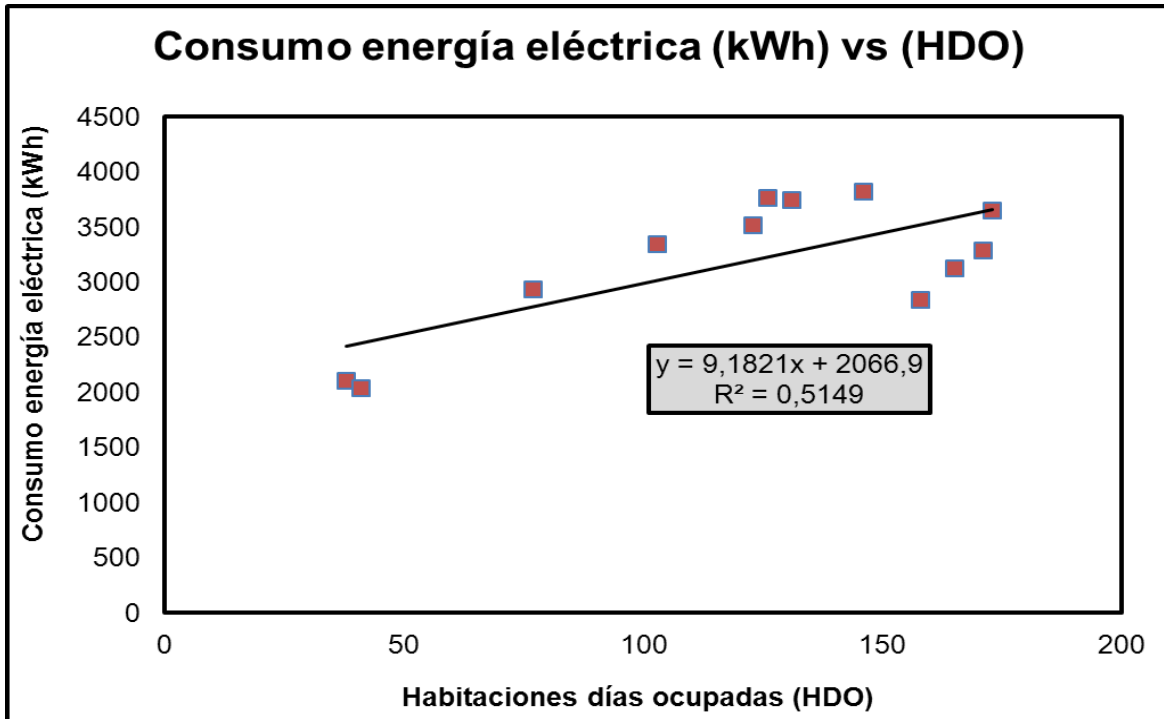


Figura 3.11: Gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs las habitaciones días ocupada (HDO) en el año 2013. (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la figura anterior, existe una baja correlación entre el consumo de electricidad (kWh) y las habitaciones días ocupadas (HDO). Esto indica que no existe una dependencia directa entre el consumo de energía eléctrica y las habitaciones días ocupadas, lo que demuestra lo inapropiado de este índice de consumo para evaluar la eficiencia energética del hotel.

En este caso de baja correlación entre el consumo de energía (kWh) vs. HDO, se considera efectivo obtener la “Habitación Día Grado” como el producto de las Habitaciones Días Ocupadas reales, multiplicadas por un coeficiente Días Grado (DG), determinado a partir de la temperatura ambiente.

En las Figura 3.12 se muestra el gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Grado (HDG). Este gráfico de dispersión corresponde al año 2013.

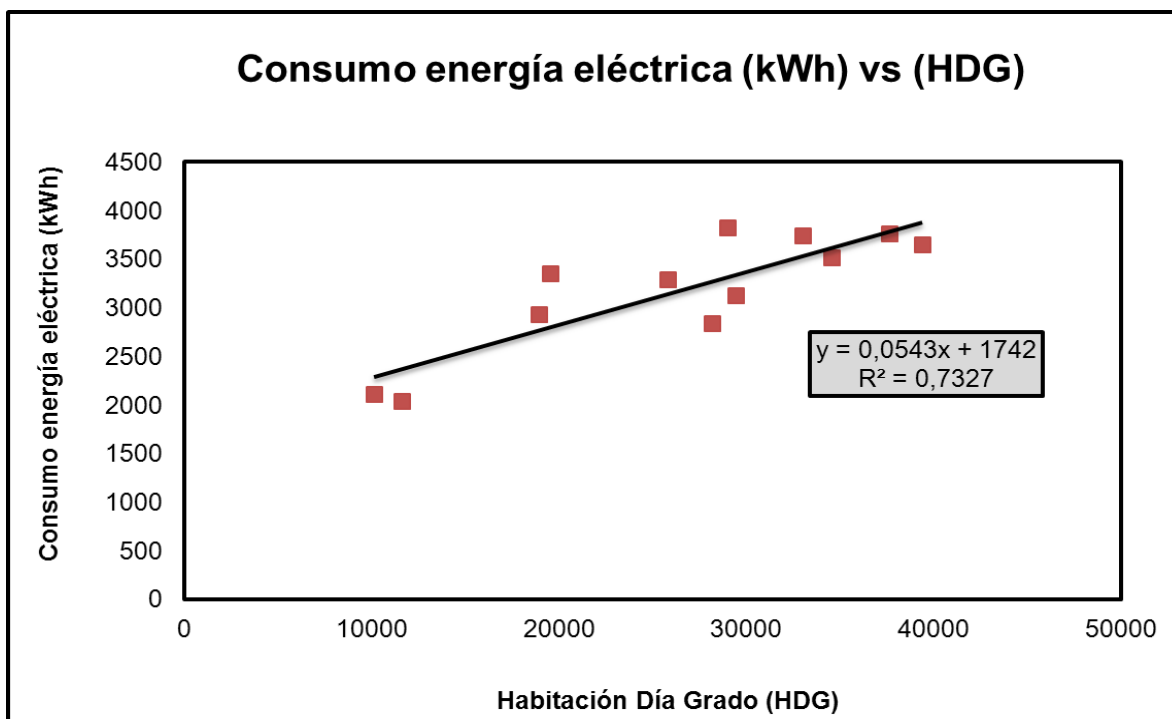


Figura 3.12: Gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Grado (HDG). (Fuente: Elaboración propia)

En esta gráfica se puede apreciar que el índice de correlación (R^2) incrementó al considerar el factor climático. Anteriormente el valor de R^2 era 0.5149, y luego de introducir el término Días Grados (DG) el valor de correlación aumentó a 0.7327.

Tomando en cuenta que no se filtra ningún valor mensual, se puede concluir afirmando que dicho valor es aceptable en comparación con lo planteado por la literatura, y que este nuevo índice de consumo sería efectivo para determinar la eficiencia energética del hotel, sin embargo, para el trabajo del hotelero introducir una nueva variable representa un problema, puesto que no se ve identificado con el número tan alto obtenido con la variable HDG.

Como consecuencia de la situación anterior y puesto que en el caso de estudio el sistema de climatización no es centralizado sino de ventana, se decidió filtrar los valores de los meses febrero y marzo ya que los mismos mostraron un comportamiento anómalo en cuanto al consumo de energía eléctrica en comparación con los restantes meses del año. Estos dos meses representan el

17 % de los valores totales del año. En la Figura 3.13 se muestra la gráfica de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Ocupadas (HDO). En dicha gráfica como ya se mencionó anteriormente se filtraron los valores correspondientes a los meses febrero y marzo.

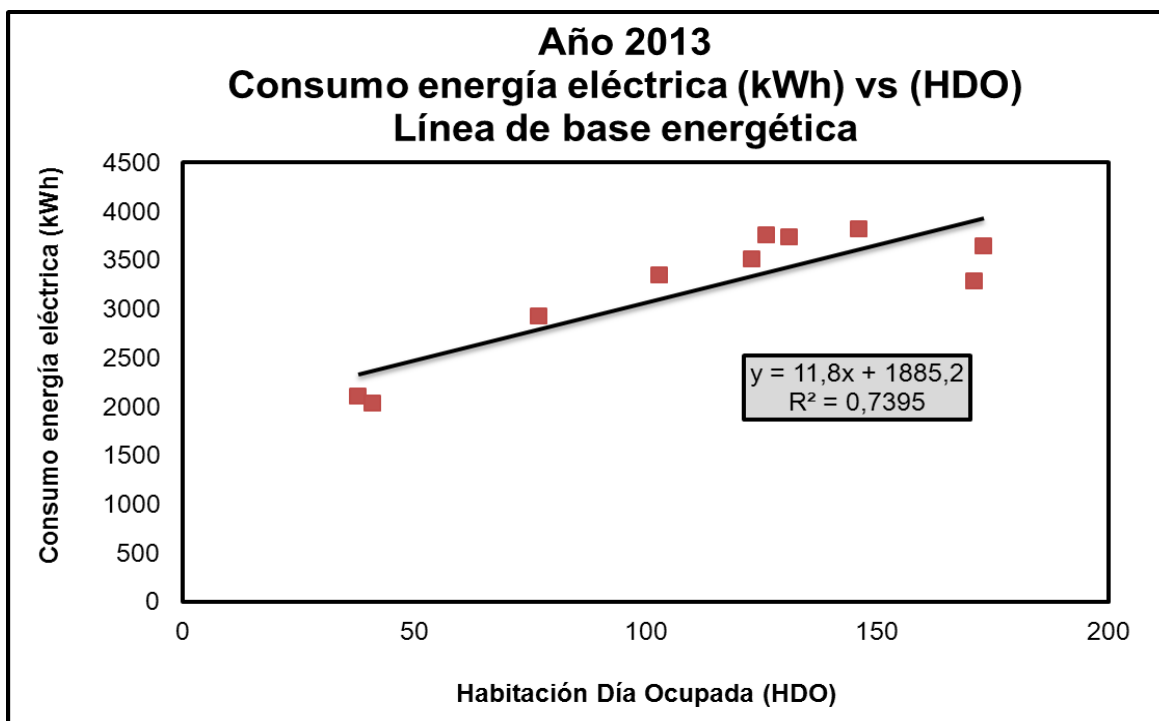


Figura 3.13: Gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Ocupadas (HDO). (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la figura anterior con solamente filtrar el 17 % de los valores totales del año se obtiene un valor de correlación (R^2) de 0.74 aproximadamente. A partir de este resultado se propone utilizar este índice y establecerlo como línea de base energética ya que muestra valores de correlación (R^2) aceptables y facilita el trabajo del hotelero.

A partir de los índices de desempeño energético analizados, resulta necesario destacar que los valores de correlación obtenidos en los mismos son aproximadamente iguales, después de definir que el uso del índice de desempeño “ consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Ocupadas (HDO) ” es

el adecuado para este caso de estudio a partir de las facilidades que presenta para el trabajo del hotelero, se propone el uso del índice de desempeño “ consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Grado (HDG)” para evaluar de forma general el desempeño energético del complejo hotelero “La Unión – Palacio Azul”.

3.8 Índices de desempeño energético.

El índice de desempeño energético es una herramienta para controlar dicho desempeño en los diferentes meses del año. La curva trazada a partir de la línea base energética describe el comportamiento óptimo del hotel. Valores por debajo de la curva muestran un buen comportamiento y por encima de ella un mal desempeño energético. A partir de los resultados de correlación obtenidos en la línea base energética se decidió que el índice de desempeño energético a utilizar es el de consumo eléctrico (kWh) entre Habitaciones Días Ocupadas (HDO). En la Figura 3.14 se muestra el gráfico de dispersión correspondiente a la curva del índice de desempeño energético.

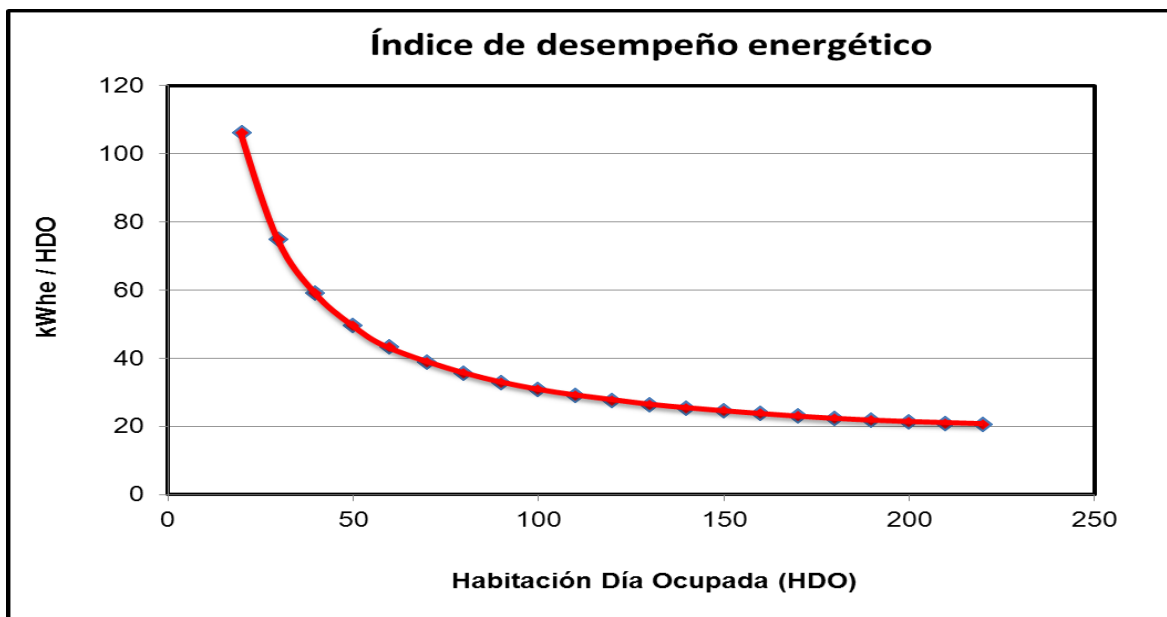


Figura 3.14: Gráfico de dispersión correspondiente a la curva del índice de desempeño energético. (Fuente: Elaboración propia)

3.9 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.

En este acápite se establece la línea meta y el índice de desempeño meta, así como los objetivos, las metas y los planes de acción para la gestión de la energía. Dicha línea se obtuvo a partir de los puntos que están por debajo de la línea base, la misma se muestra en la Figura 3.15.

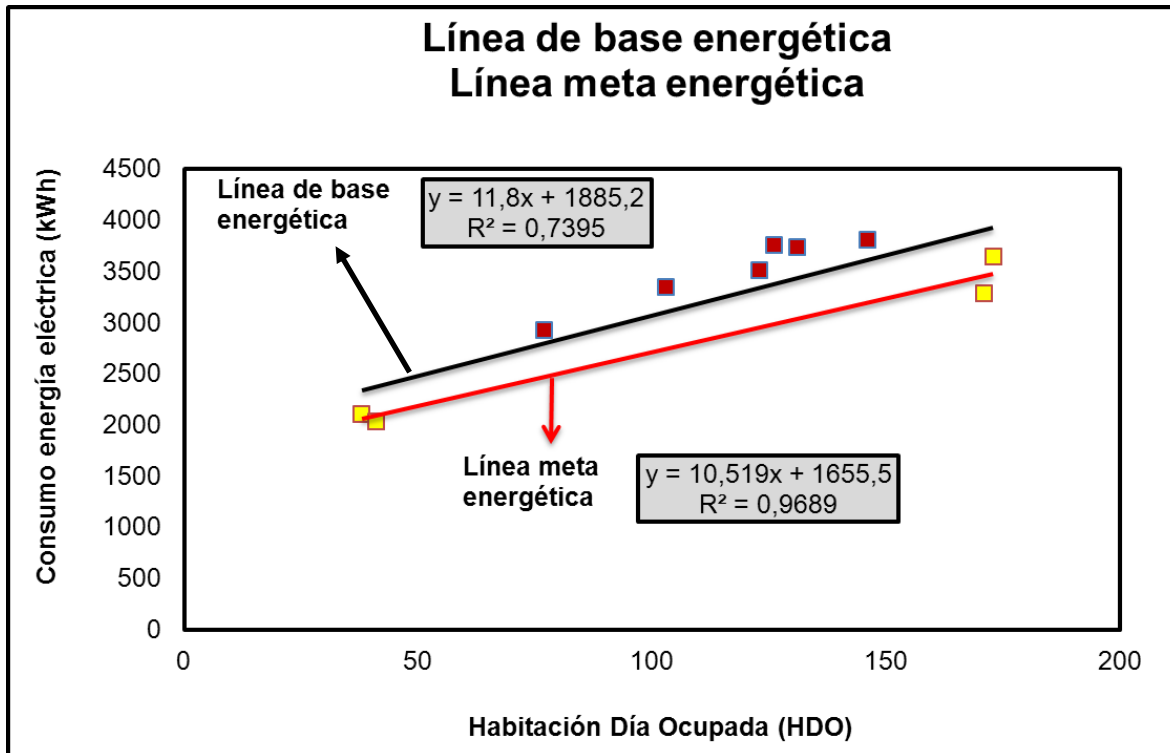


Figura 3.15: Línea de base energética y línea meta energética. (Fuente: Elaboración propia)

Como se muestra en la figura anterior el valor de correlación (R^2) de la línea meta energética es de 0.97 aproximadamente, mientras que el valor de correlación (R^2) de la línea base es de 0.7395, además existe una diferencia de 230 (kWh) entre la energía no asociada de la línea meta energética y la línea base energética. Es decir, se puede pretender la incorporación de esta línea meta como la futura línea base energética del hotel.

A partir de esta línea meta se obtuvo el índice de desempeño meta el mismo se muestra en la Figura 3.16.

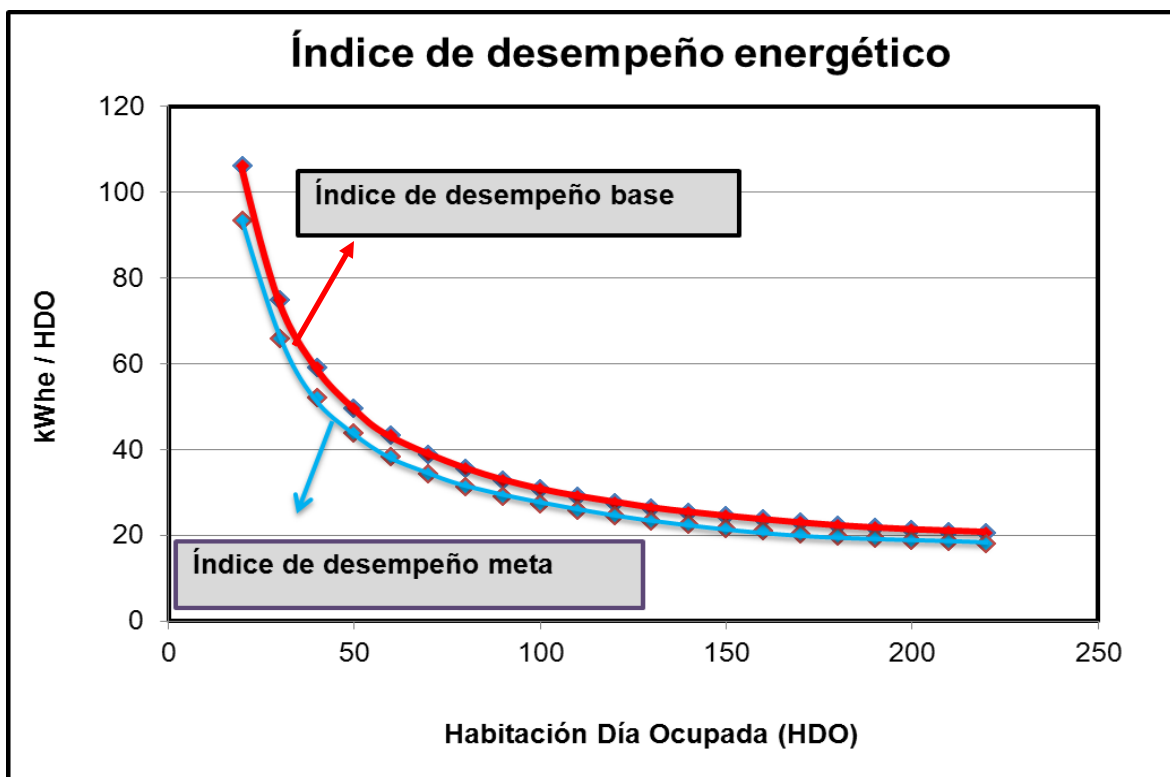


Figura 3.16: Índice de desempeño energético meta. (Fuente: Elaboración propia)

- ❖ **Objetivo energético:** Registrar un índice de consumo mensual menor o igual a la curva del índice de desempeño meta propuesto. Esto implica una reducción del consumo de energía mensual en 21.2 %.
- ❖ **Meta 1:** Reducción del consumo de energía eléctrica en el área del bar – restaurante aplicando el control operacional.

Tabla 3.6: Plan de acción para cumplir la meta 1. (Fuente: Elaboración propia)

Área	Equipos	Medidas de ahorro	Responsable	Ahorros potenciales	
				kWh (mes)	\$ (año)
Bar-Restaurante.	PC	Se deberá apagar la PC del restaurante en el horario de 10:00 pm a 8:00 am.	Encargado del lobby.	66	229.3

- **Meta 2:** Reducción del consumo de energía eléctrica en el área de la cocina a partir de la inversión en nuevos equipos.

Realizando un análisis de la inversión económica a partir del VAN (Anexo 10), se evalúa la posibilidad de sustituir la plancha eléctrica existente en el área de la cocina con una potencia eléctrica de 4,4 kW, por otra con menor potencia eléctrica (Figura 3.17). De esta forma mejora el desempeño energético del hotel, ya que como se ha demostrado anteriormente este equipo tiene un peso significativo en el consumo total de la energía eléctrica en la instalación.



Grill De Mesa Philips Hd4417/20 2000w Placa Acanalada

Figura 3.17: Plancha de Mesa Philips Hd4417/20 2000 W.

Tabla 3.7: Propiedades del nuevo equipo. (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Marca	Modelo	Potencia (W)	Costo (\$)
Plancha eléctrica	Grill Philips	Hd4417	2000	1330

Tabla 3.8: Plan de acción para cumplir la meta 2. (Fuente: Elaboración propia)

Área	Equipos	Medidas de ahorro	Responsable	Ahorros potenciales		Inversiones	
				kWh/mes	\$/año	Inversión (\$)	PRI (años)
Cocina	Plancha eléctrica de 4400 W	Sustitución por plancha eléctrica de 2000W	Representante de la alta dirección.	288	612.65	1330	4
Total				288	612.65	1330	4

En la Figura 3.18 se representa el período de recuperación de la inversión en la nueva plancha .

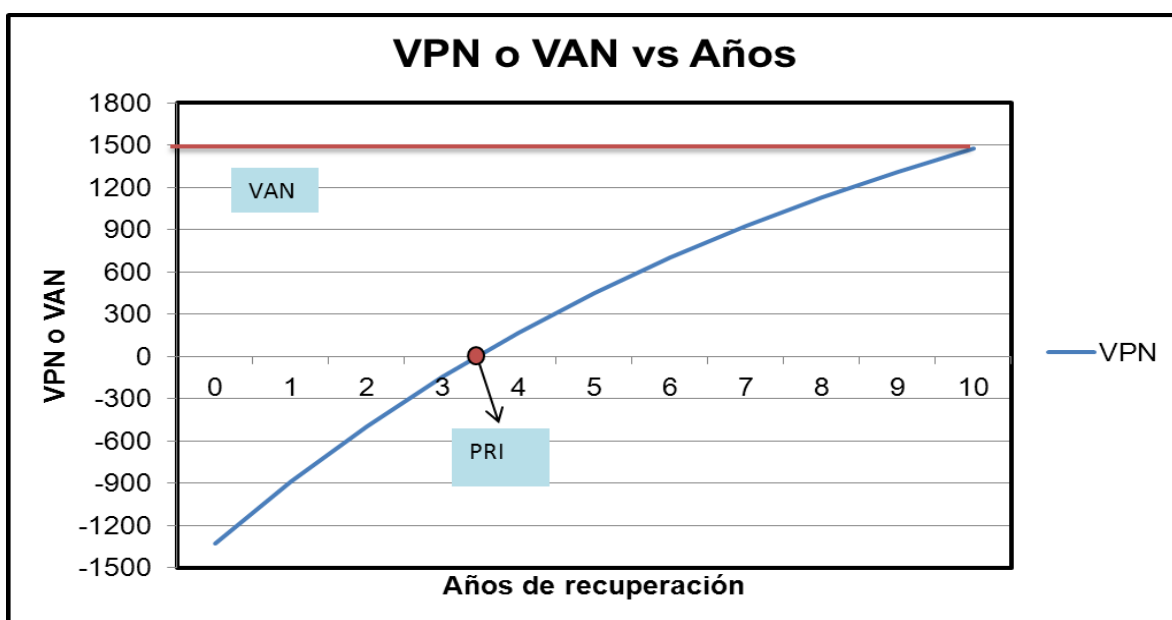


Figura 3.18: Período de recuperación de la inversión. (Fuente: Elaboración propia)

En la figura anterior se puede observar que el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) tardará 4 años aproximadamente, pero después de 10 años el Valor Añadido Neto (VAN) tendrá una cuantía de 1500 pesos.

- **Meta 3:** Reducción del consumo de energía eléctrica en el área de la iluminación exterior a partir de la inversión en nuevos equipos.

Realizando un análisis de la inversión económica a partir del VAN (Anexo 11) se estudia la posibilidad de sustituir los reflectores de 250 W presentes en el área de iluminación exterior por otros reflectores tipo LED de menor potencia eléctrica (Figura 3.19).



Figura 3.19: Reflector LED (KUBE-100 W-120°-WW). (Fuente: Fiberlaight)

Tabla 3.9: Propiedades del nuevo equipo. (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Tipo	Modelo	Potencia (W)	Costo (\$)
Reflector	Led	31KUBE1001202	100	243.5

Tabla 3.10: Plan de acción para cumplir la meta 3. (Fuente: Elaboración propia)

Área	Equipos	Medidas de ahorro	Responsable	Ahorros potenciales		Inversiones	
				kWh/mes	\$/año	Inversión (\$)	PRI (años)
Iluminación exterior	4 reflectores de 250 W	Sustitución por 4 reflectores LED de 100 W	Representante de la alta dirección.	180	342.3	975	4
Total				180	342.3	975	4

En la Figura 3.20 se representa el período de recuperación de la inversión en los nuevos reflectores LED.

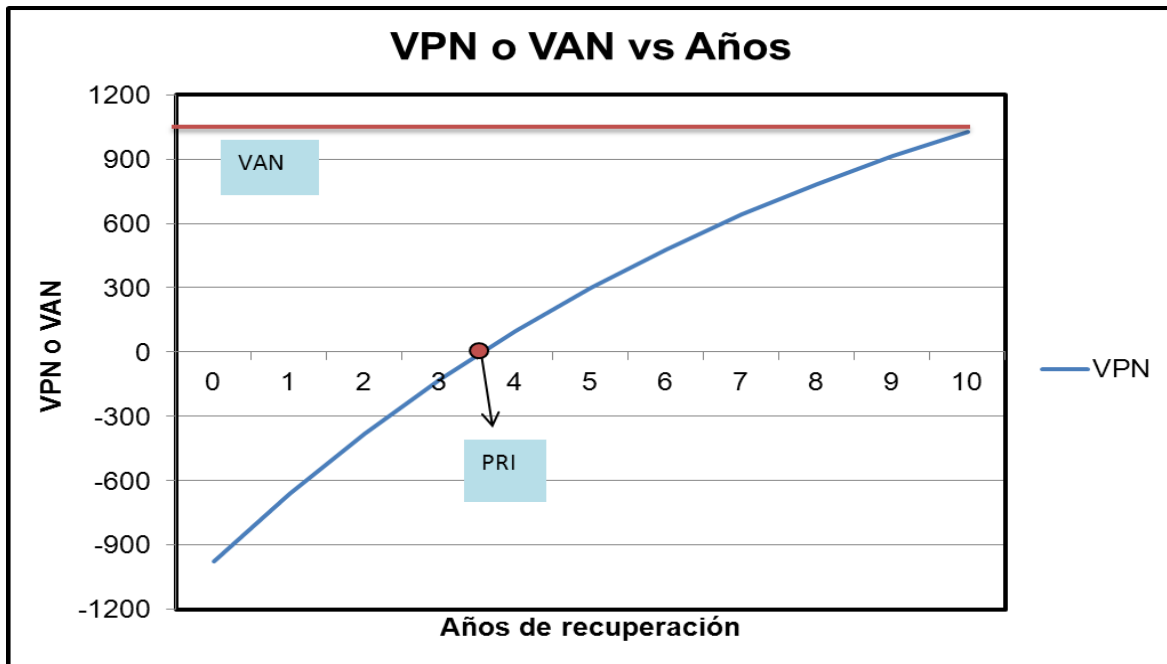


Figura 3.20: Período de recuperación de la inversión. (Fuente: Elaboración propia)

En la figura anterior se puede observar que el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) tardará 4 años, pero después de 10 años el Valor Añadido Neto (VAN) tendrá una cuantía de 1029 pesos.

- **Meta 4:** Reducción del consumo de energía eléctrica en el área de la administración a partir de la inversión en nuevos equipos.

Conociendo que el aire acondicionado de una 1 ton. de refrigeración perteneciente al área de administración se encuentra dentro de los usos significativos de la energía del hotel, se realizaron los cálculos pertinentes para saber el porque de está situación. A partir de las dimensiones de está área se determinó mediante el software informático TRNSYS que para mantener una temperatura ideal de 24 °C (Anexo 12) en el horario de trabajo, hay que vencer una carga térmica de 7500 (kJ/h) (Anexo 13), realizando las convecciones de unidades necesarias se obtuvo que está carga térmica corresponde a 0.59 toneladas de refrigeración, esto demuestra que la climatización en el área de la administración está sobredimensionada.

Realizando un análisis de la inversión económica a partir del VAN (Anexo 14), se evalúa la posibilidad de sustituir el aire acondicionado de 1 ton. de refrigeración existente en el área de la administración, por otro de 0.5 ton. de refrigeración.

Tabla 3.11: Plan de acción para cumplir la meta 4. (Fuente: Elaboración propia)

Área	Equipos	Medidas de ahorro	Responsable	Ahorros potenciales		Inversiones	
				kWh/mes	\$/año	Inversión (\$)	PRI (años)
Administración	1 aire acondicionado de 1 ton. de refrigeración	Sustitución por 1 acondicionado de 1/2 ton. de refrigeración	Representante de la alta dirección.	130.6	347.17	300	1.5
Total				130.6	347.17	300	1.5

En la Figura 3.21 se muestra el período de recuperación de la inversión en el nuevo aire acondicionado.

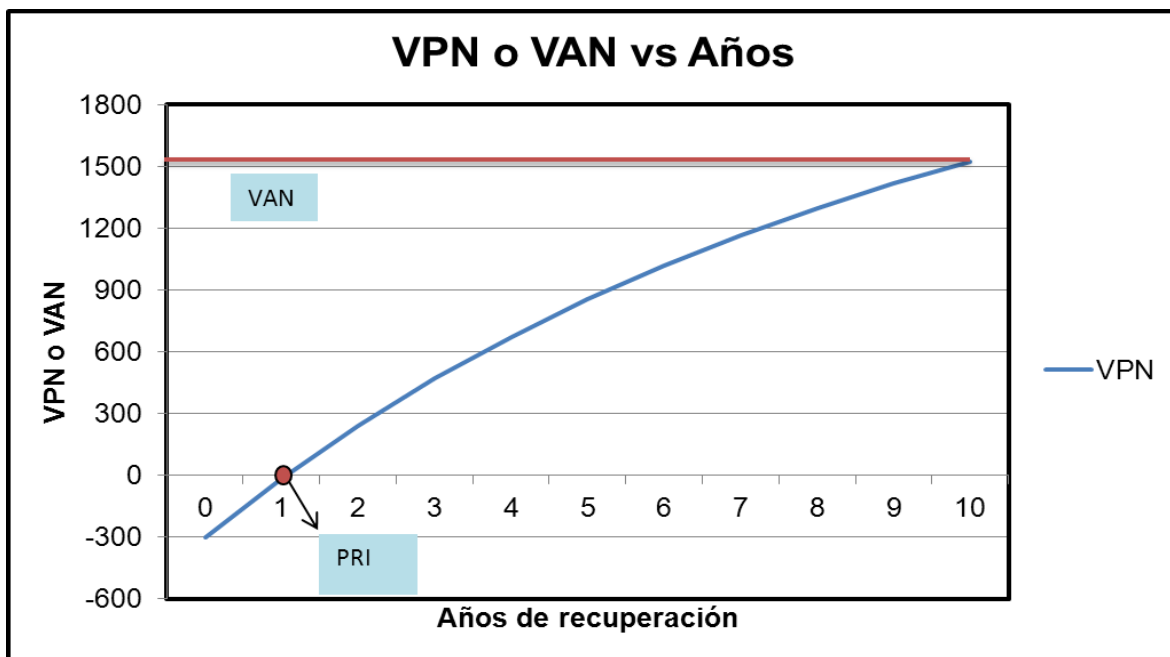
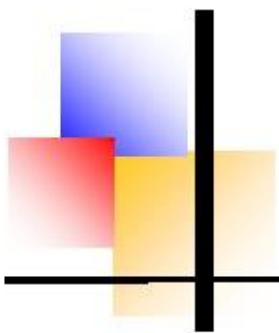


Figura 3.21: Período de recuperación de la inversión. (Fuente: Elaboración propia)

En la figura anterior se puede observar que el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) tardará 1.5 años, pero después de 10 años el Valor Añadido Neto (VAN) tendrá una cuantía de 1520 pesos.

3.10 Conclusiones Parciales.

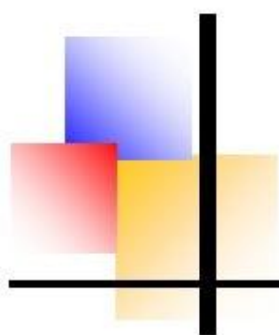
1. Se determinó que dentro de la estructura de consumo de los portadores energéticos del hotel, el uso de la electricidad representa el 86,5 %. La misma se encuentra dentro de los límites establecidos por los gráficos de control.
2. A partir del censo de carga y de los casos de estudio se concluye que cuando el hotel trabaja a plena capacidad el área de las habitaciones representan aproximadamente el 50 % del consumo de energía eléctrica, y cuando trabaja solamente con una habitación ocupada la cocina es el área de mayor consumo de energía eléctrica, donde el equipo más consumidor la plancha (doble) con un consumo mensual de 528 kWh.
3. Se determinó que el índice "Consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Grado (HDG) " es adecuado para evaluar la eficiencia energética del hotel, pero dificulta el trabajo del hotelero, ya que este no se siente identificado con alto número de HDG. Es por ello que se propone utilizar como índice de desempeño energético "Consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Ocupada (HDO) " a partir del filtrado de datos, ya que este muestra valores de correlación aproximadamente de 0.74, considerado por la literatura como aceptables.



Conclusiones

Conclusiones Generales

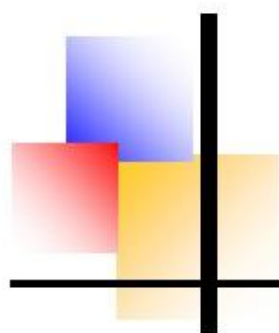
1. Elevar la eficiencia energética en el sector hotelero cubano a partir del desarrollo de nuevos SGEN generalizando la aplicación de la norma NC-ISO 50001:2011 en sus instalaciones, logrará disminuir los costos energéticos y la sostenibilidad financiera y ambiental del sector.
2. Se propone el uso del índice de desempeño energético “ Consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Ocupadas (HDO) ”, resulta adecuado para evaluar la eficiencia energética del hotel, ya que a partir del filtrado de datos, se obtienen valores de correlación aceptables y a su vez no dificulta el trabajo del hotelero.
3. Se propone el uso del índice de desempeño “ consumo de energía eléctrica (kWh) vs Habitaciones Días Grado (HDG) ” para evaluar de forma general el desempeño energético del complejo hotelero “La Unión – Palacio Azul”.
4. Se define como objetivo energético registrar un índice de consumo mensual menor o igual a la curva del índice de desempeño energético meta propuesto. Esto implica una reducción del consumo de energía eléctrica mensual en 21.2 % a partir de medidas de control operacional y de inversión en nuevos equipos.
5. Para el logro del objetivo energético es necesario invertir un total de \$ 2605 en nuevos equipos, obteniéndose de esta manera un ahorro mensual de 598 kWh. De forma general esta inversión es recuperable a los 3.5 años y después de 10 años la entidad tendrá un ahorro total de \$ 4049.



Recomendaciones

Recomendaciones

- ❖ Cumplir con las metas y planes de acción propuestos para lograr la reducción del consumo de energía eléctrica y el aumento de la eficiencia energética en la instalación.



Bibliografía

Bibliografía

Administrator. (2010). ISO 50001.

Alvaréz, O. (2010). Aspectos conceptuales por los que se deben realizar la
Gestión Energética en un hotel.

Aplicación de la Norma ISO 50001 en sistemas de gestión de la energía. (2011).

Borroto, A., & Monteagudo, J. (2006). Gestión y Economía Energética.

Cabo Villas es el primer hotel mexicano certificado en ISO 50001. (2015).

Recuperado a partir de www.ictleader.ictsecurity.com.mx.

Cabrera, O. (2002). *Gestión Eficiente de la Energía en el Hotel Zaza Islazul S.A.*
Universidad de Cienfuegos.

Campos, C. (2009). *Propuesta de indicadores de eficiencia y variables de control
para sistemas de gestión energética*. Universidad de Cienfuegos.

Carpio, C., & Coviello, M. F. (2013). Eficiencia energética en América Latina y el
Caribe: avances y desafíos del último quinquenio.

CEEMA. (2013). *Experiencias Implementación NC- ISO 50001*. Universidad de
Cienfuegos.

Colectivo de autores. (2002). Gestión Energética Empresarial.

Colectivo de Autores. (2010). Estrategia Energética de Euskadi 2010.

Colectivo de autores. (2013). Manual de implementación de la norma NC-ISO
50001 en el sector hotelero cubano.

Colectivo de autores (CEEMA). (2013). *Ejemplo de implementación de la norma
NC- ISO-50001 en el sector hotelero*.

- Colectivo de autores. (2014). Implementación de un sistema de gestión de la energía con base a la norma NC – ISO 50001 en el hotel “La Unión”.
- Cortés, M. (2011). *Auditoría energética de un hotel. Valoración crítica*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Geroy, I. (2009). *Propuesta de un Sistema de Monitoreo y Control Energético en el hotel “Jagua”*. Universidad de Cienfuegos.
- Gil, R. (2002). *Sistema de Gestión Energético en el sector turístico*. Universidad de Cienfuegos.
- Hernán Restrepo, A. (2009). Gestión Total Eficiente de la Energía: herramienta fundamental en el mejoramiento de la productividad de las empresas.
- International Organization for Standardization. (n.d.). Energy management systems - Requirements with guidance for use.
- International Organization for Standardization. (2010). Futura Norma de Gestión Energética.
- Jauriga, J. (2009). *Propuesta de un Sistema de Monitoreo y Control Energético en el hotel “Punta la Cueva” perteneciente a la cadena ISLAZUL*. Universidad de Cienfuegos.
- JW Marriott Washington DC es el primer hotel en Estados Unidos en ostentar la certificación de la Norma Internacional ISO 50001. (2015).
- Recuperado a partir de www.innovate.gatech.edu/.../jw-marriott-washington-dc-h.
- Lapido, M. (2014). Participación de la universidad en la mejora de la eficiencia energética del sector productivo cubano.
- López, M. (2011). *Gestión Energética en el hotel “Playa Pesquero”*. Universidad de

Holgín.

Martínez Díaz, J. (2010). Sistemas de Gestión Energética.

Monteagudo, J. (2013). Sugerencias para la implementación de la NC - ISO 50001 en Cuba.

NH Hoteles, primera hotelera a nivel mundial en obtener la certificación ISO 50001 gracias a su apuesta por la eficiencia energética. (n.d.). Recuperado a partir de <http://www.nh-hotels.com>.

NH Palacio de Tepa y NH Ribera Manzanares obtienen certificado según Norma ISO 50001 de gestión de la energía. (2015).

Recuperado a partir de http://www.hosbec.com/noticia_ampliada.php.

Nodarse, M. (2007). *Estudio para brindar recomendaciones generales para la articulación de un sistema de gestión energética, así como medidas prácticas, para mejorar la eficiencia energética de instalaciones turísticas sin afectar el confort*. Universidad de Cienfuegos.

Organización Internacional de Normalización. (2011). Gana el desafío con energía ISO 50001.

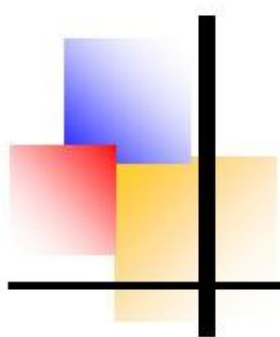
Rolle-Whymys, K. (2006). *Propuesta de Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE) para el sector turístico cubano*. Universidad de Cienfuegos.

SISTEMAS DE _GESTIÓN DE LA ENERGÍA. _Norma NC- ISO 50001:2011_ Términos, Definiciones, _Conceptos y Requisitos Legales. (2015).

Situación de la energía en el Mundo, Europa y España. (2010).

Recuperado a partir de <http://www.energiasrenovables.ciemat.es>

Tejera, J.L. (2011). Sistema de Gestión Energética según la ISO 50001:22011.



Anexos

Anexos

Anexo 1: Formato para realizar el censo de carga. (Fuente: Elaboración propia)

Áreas	Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo (h)/día	Tiempo (h)/mes	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado

Anexo 2: Censo de carga en el área de iluminación exterior y diagrama de Pareto de los equipos consumidores de energía en dicha área. (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo (h)/día	Tiempo (h)/mes	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado
Lámpara	10	8	80	12	360	960	28800	50	50
Lámpara	6	8	48	12	360	576	17280	30	80
Lámpara	4	8	24	12	360	384	11520	20	100

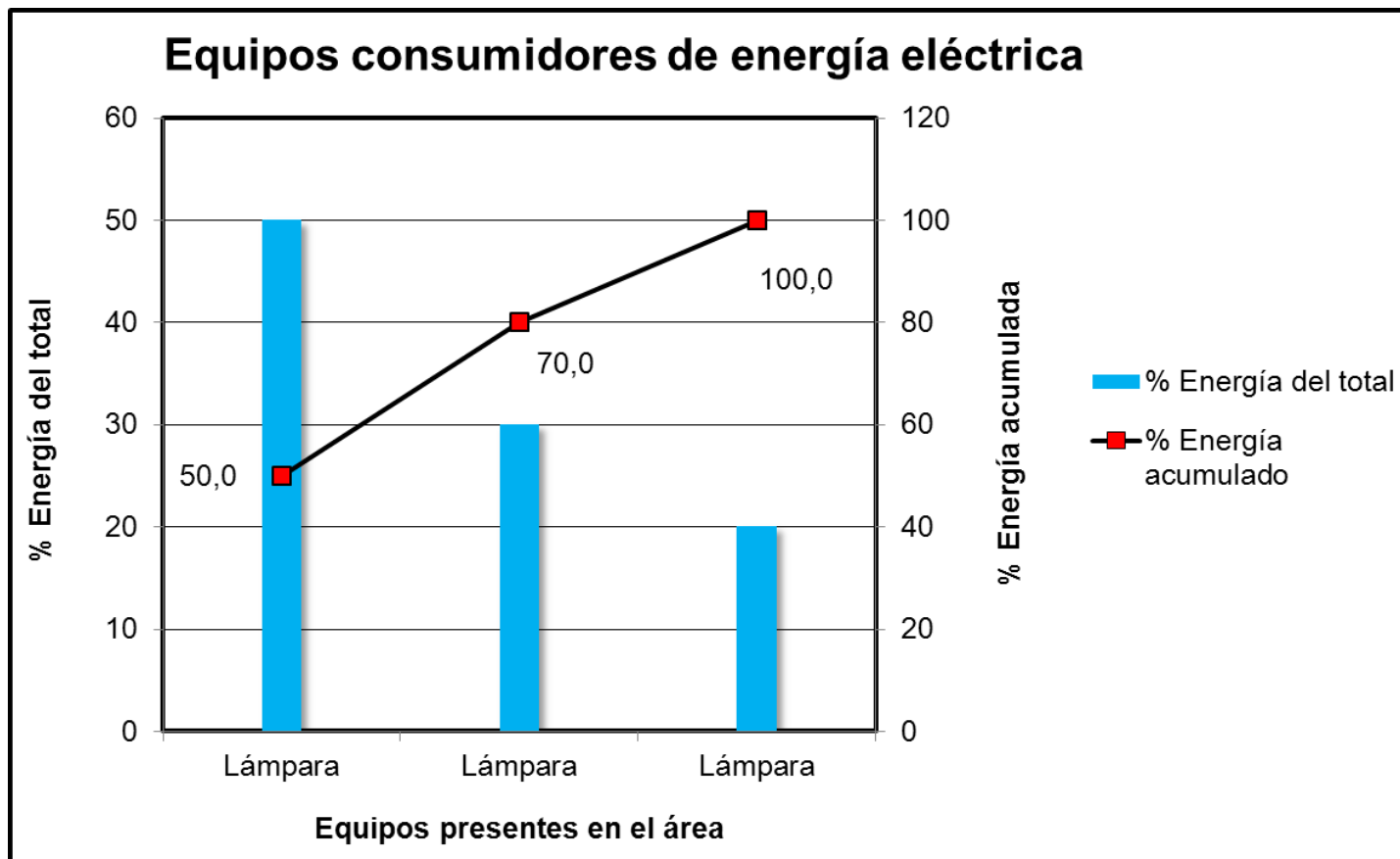


Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área de iluminación exterior.
(Fuente: Elaboración propia)

**Anexo 3: Censo de carga en el área del lobby y diagrama de Pareto de los equipos consumidores de energía en dicha área.
(Fuente: Elaboración propia)**

Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo (h)/día	Tiempo (h)/mes	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado
PC	1	220	220	24	720	5280	158400	91.66	91.66
Bombillo	6	8	48	10	300	480	14400	8.33	100

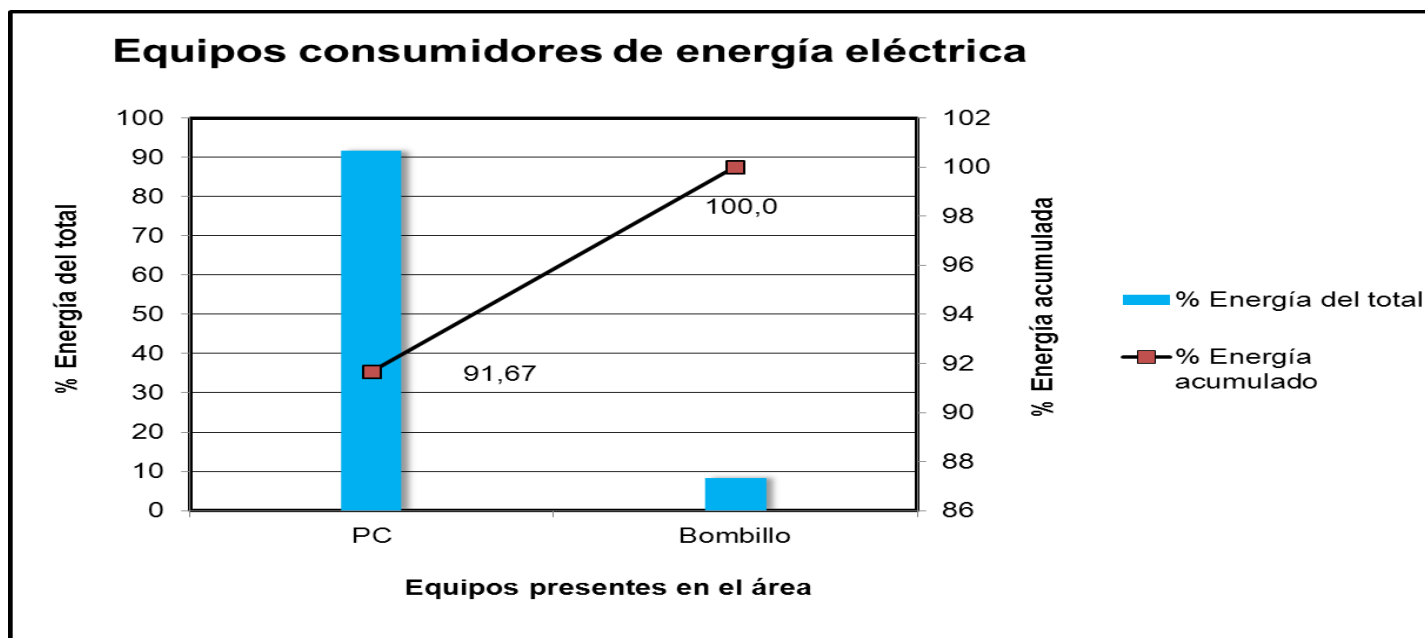


Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área del lobby. (Fuente: Elaboración propia)

Anexo 4: Censo de carga en el área del bar- restaurante y diagrama de Pareto de los equipos consumidores de energía en dicha área. (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo (h)/día	Tiempo (h)/mes	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado
PC	1	220	220	24	720	5280	158400	52.33	52.33
Refrigerador	1	125	125	16	480	2000	60000	19.82	72.16
Cafetera	1	100	100	12	360	1200	36000	11.89	84.06
Televisor	1	60	60	14	420	840	25200	8.32	92.38
Bombillo	6	8	48	8	240	384	11520	3.80	96.19
Impresora	1	16	16	24	720	384	11520	3.80	100

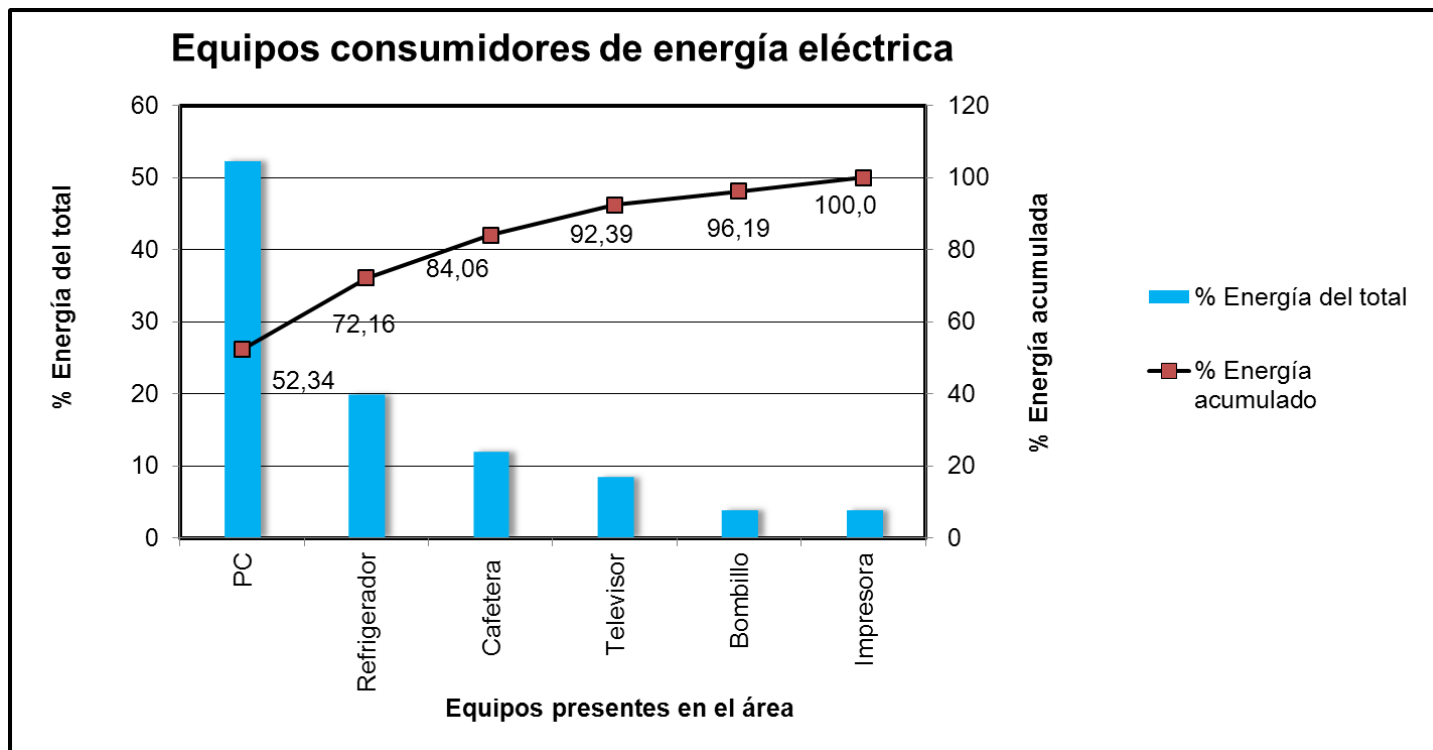


Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área del bar - restaurante.
(Fuente: Elaboración propia)

Anexo 5: Censo de carga en el área de la cocina y diagrama de Pareto de los equipos consumidores de energía en dicha área. (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo (h)/día	Tiempo (h)/mes	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado
Plancha	1	4400	4400	4	120	17600	528000	52.47	52.47
Microwave	1	1400	1400	4	120	5600	168000	16.69	69.17
Refrigerador	2	125	125	16	480	4000	120000	11.92	81.09
Nevera	1	250	250	16	480	4000	120000	11.92	93.02
Hielera	1	690	690	2	60	1380	41400	4.11	97.13
Lasqueadora	1	160	160	4	120	640	19200	1.90	99.04
Lámpara	1	40	40	8	240	320	9600	0.95	100

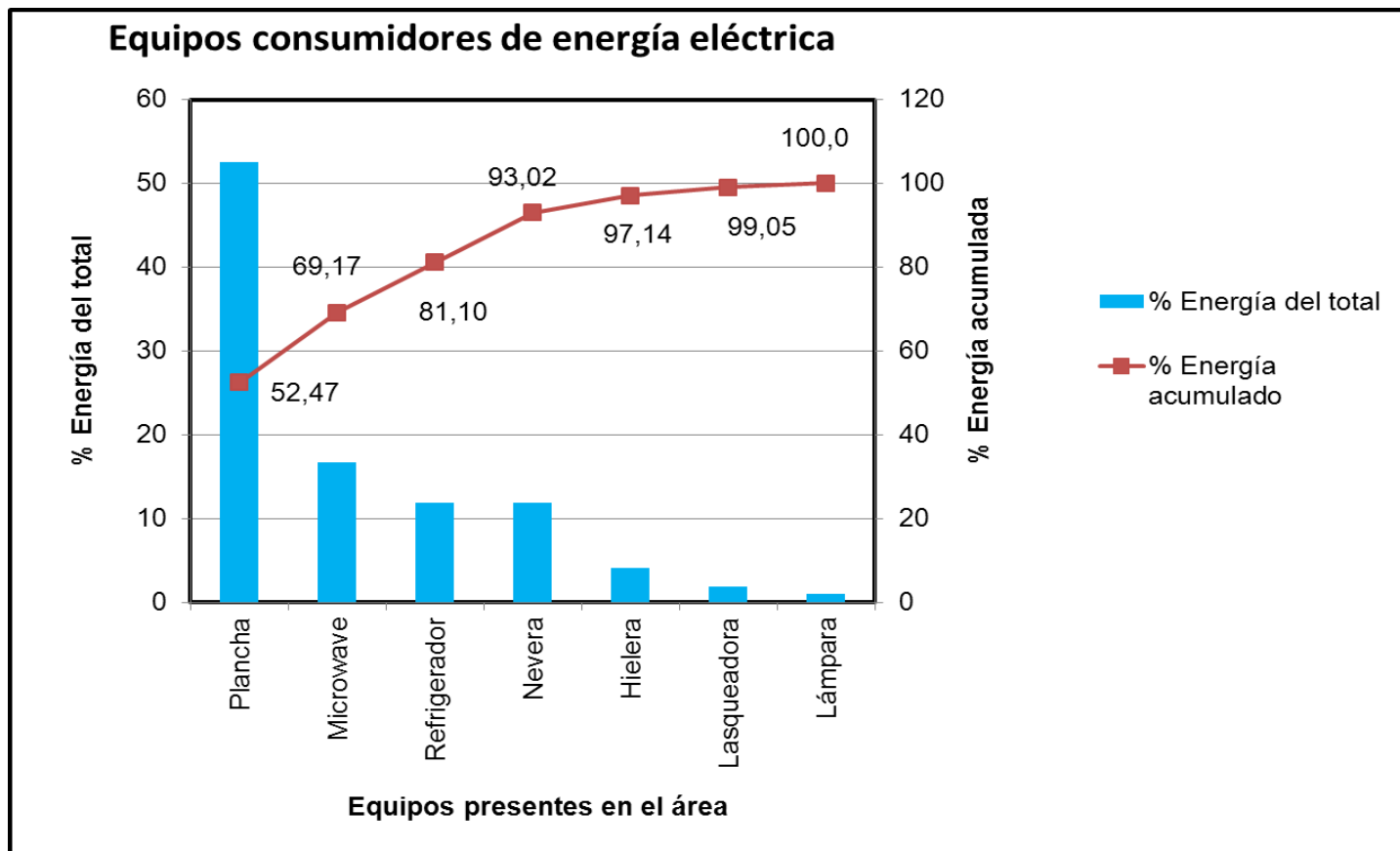


Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área de la cocina. (Fuente: Elaboración propia)

Anexo 6: Censo de carga en el área de la administración y diagrama de Pareto de los equipos consumidores de energía en dicha área. (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo (h)/día	Tiempo (h)/mes	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado
Aire acondicionado (1 ton. de refrigeración)	1	1200	1200	8	192	9600	230400	71.25	71.25
Equipos de Etecsa	1	80	80	24	576	1920	46080	14.25	85.51
PC	1	220	220	8	192	1760	42240	13.06	98.57
Bombillo	3	8	24	8	192	192	4608	1.42	100

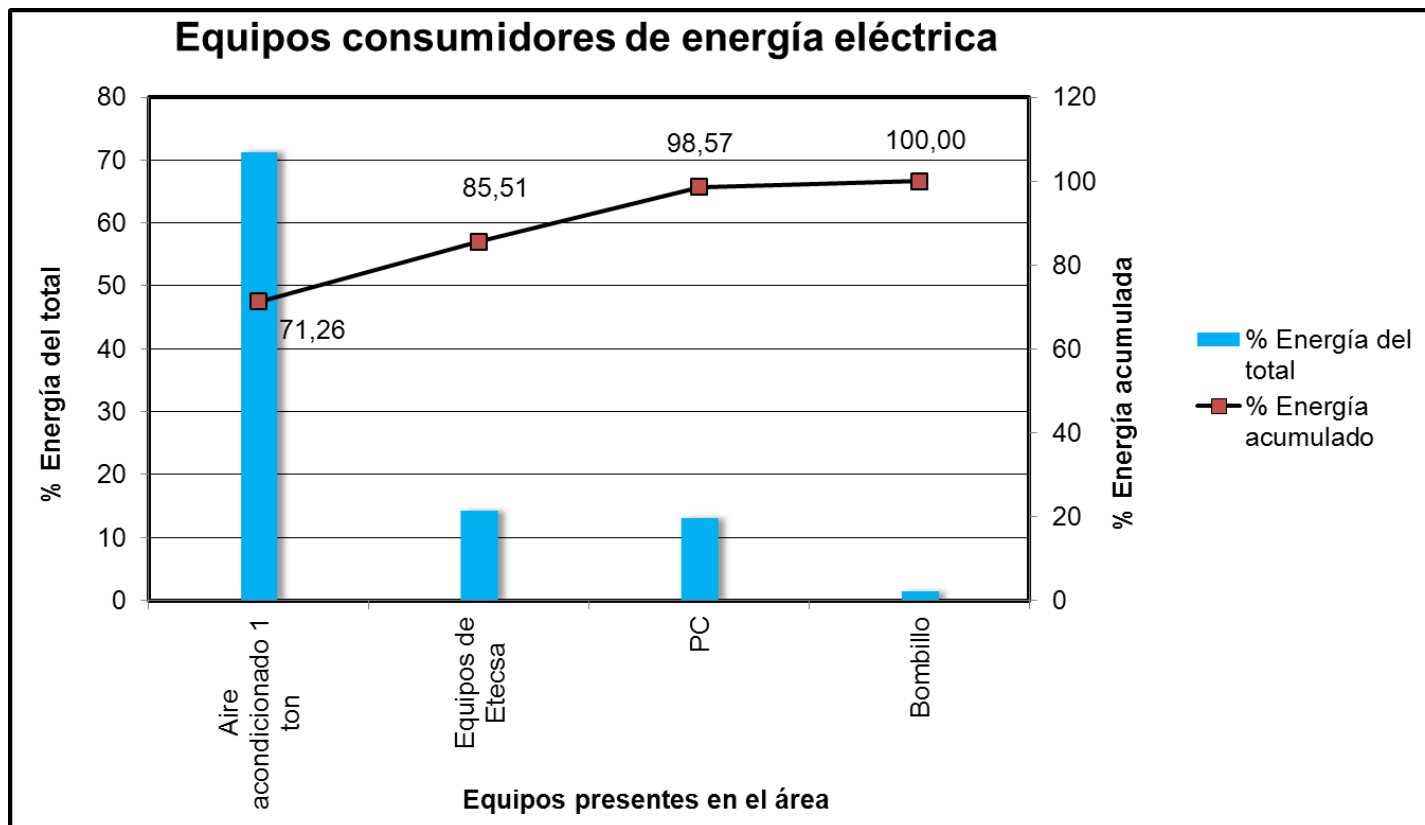


Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área de la administración.
(Fuente: Elaboración propia)

Anexo 7: Censo de carga en el área de las habitaciones y diagrama de Pareto de los equipos consumidores de energía en dicha área. (Fuente: Elaboración propia)

Equipos	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo (h)/día	Tiempo (h)/mes	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado
Aire acondicionado 3/4 ton. de refrigeración	6	810	4860	12	288	58320	1399680	76,70	76,70
Aire acondicionado 1/2 ton. de refrigeración	1	520	520	12	288	6240	149760	8,20	84,91
Minibar	7	85	595	10	240	5950	142800	7,82	92,73
Bombillo	36	8	288	8	192	2304	55296	3,03	95,77
Televisor	7	60	420	4	96	1680	40320	2,20	97,97
Bombillo	24	8	192	8	192	1536	36864	2,02	100

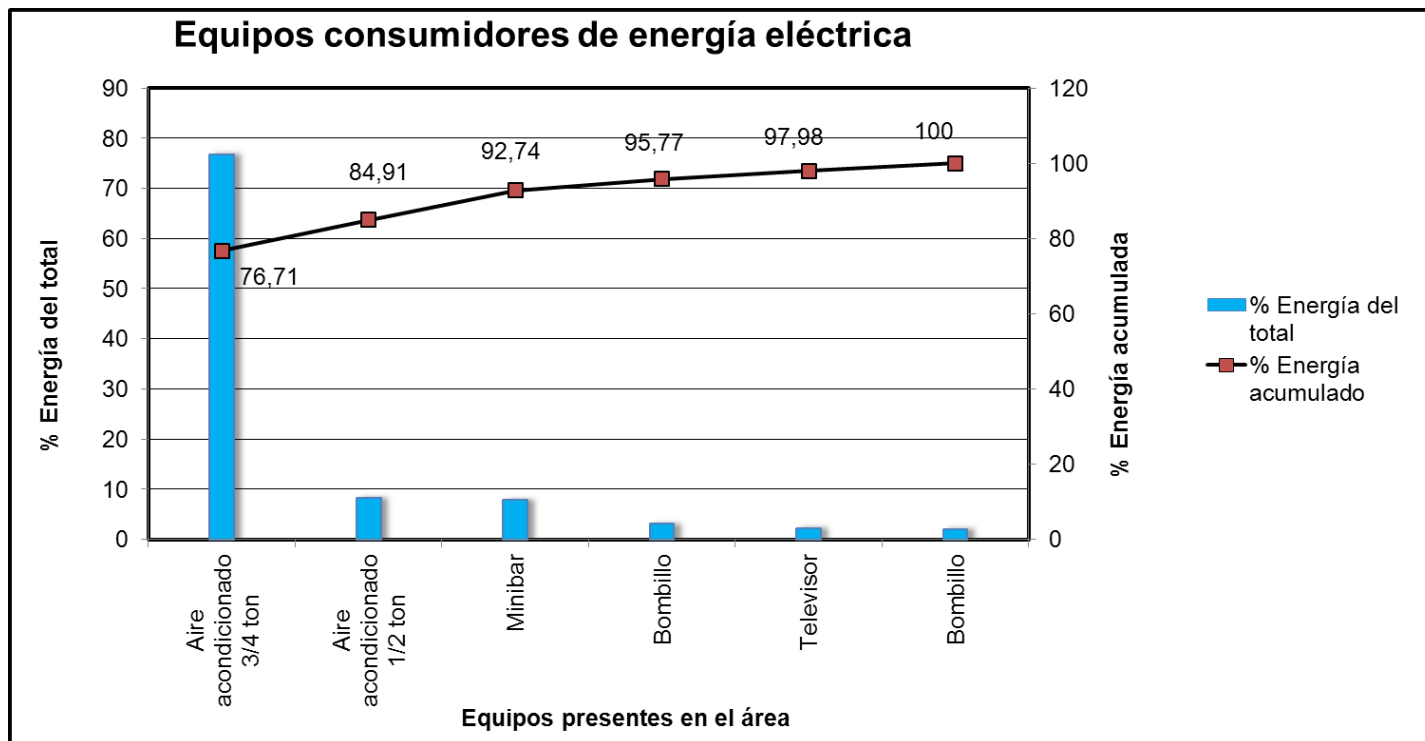


Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área de las habitaciones.
(Fuente: Elaboración propia)

Anexo 8: Censo de carga en el área de sistema de bombeo de agua y diagrama de Pareto de los equipos consumidores de energía en dicha área. (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo (h)/día	Tiempo (h)/mes	Energía (W*h)/día	Energía (W*h)/mes	% Energía del total	% Energía acumulado
Motobomba	1	187	187	1	30	187	5610	100	100

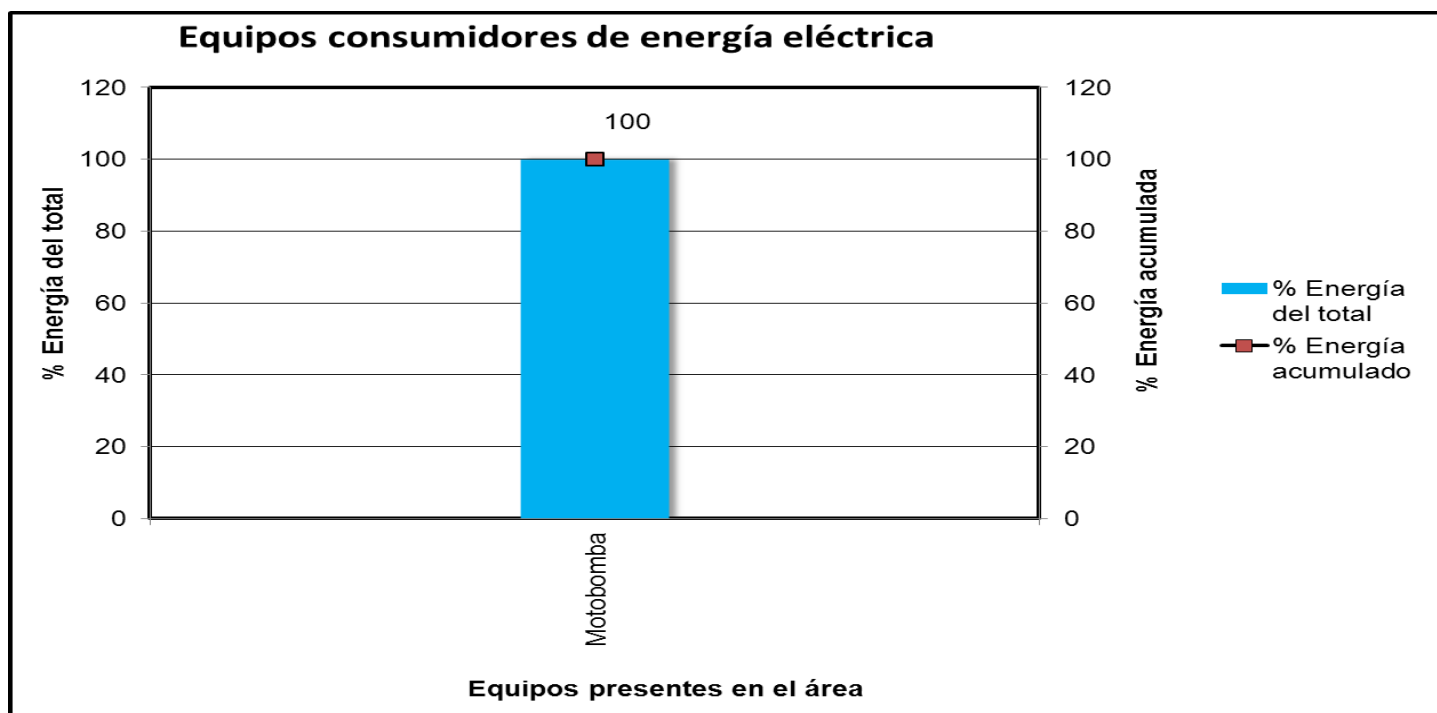


Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área de sistema de bombeo de agua. (Fuente: Elaboración propia)

Anexo 9: Equipos consumidores de energía eléctrica del hotel.

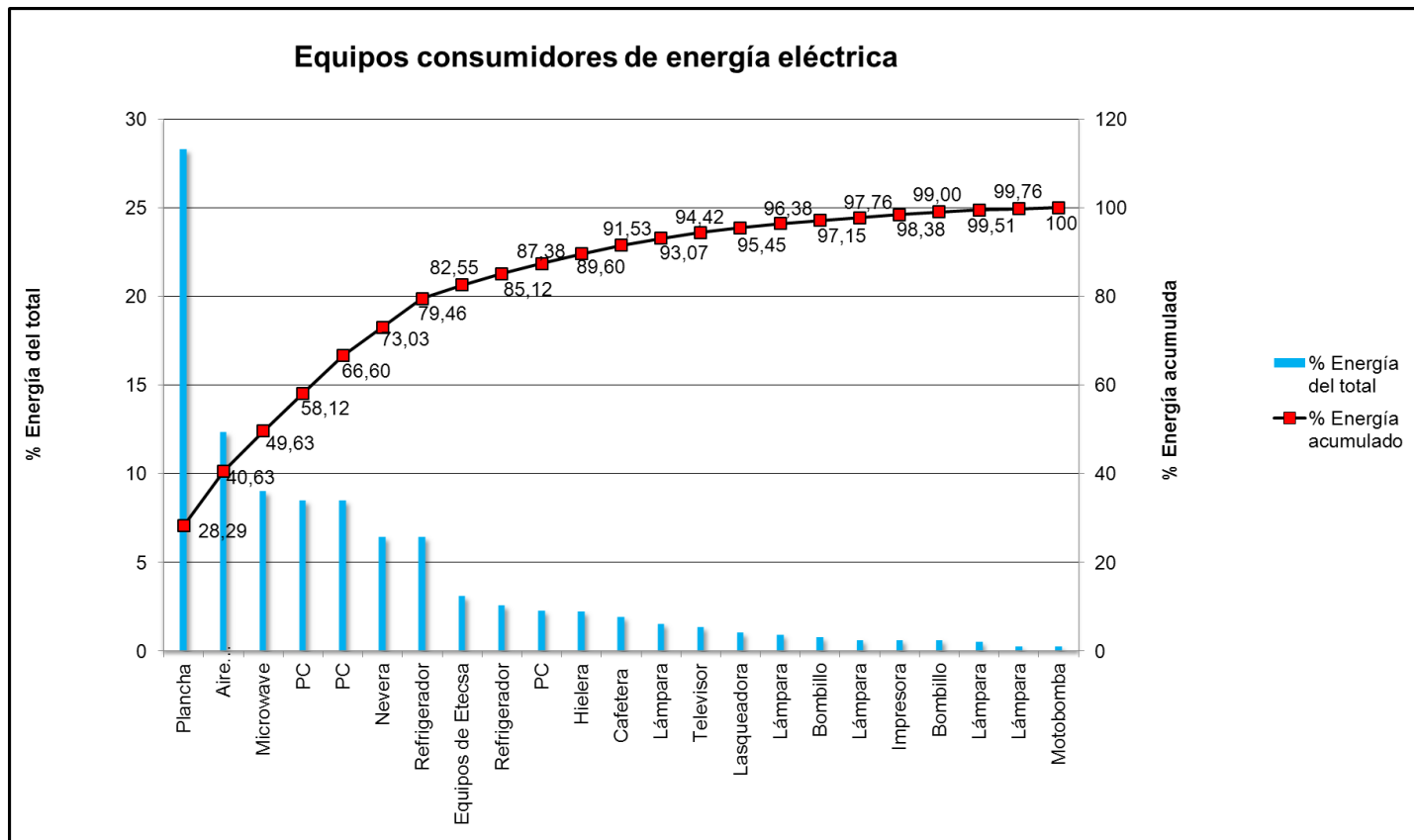


Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica del hotel sin considerar los equipos del área de las habitaciones. (Fuente: Elaboración propia)

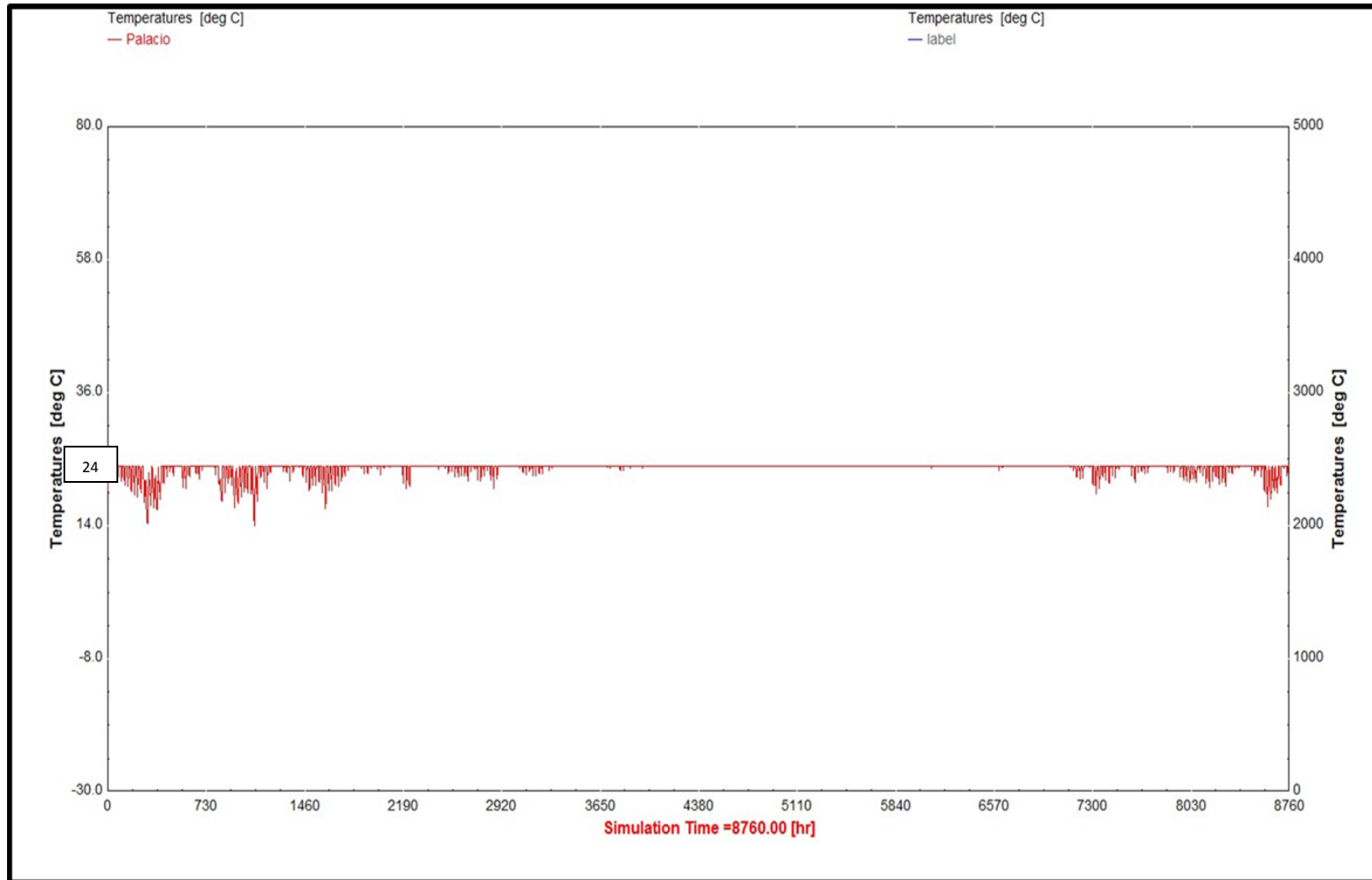
Anexo 10: Análisis de la inversión económica a partir del VAN.

N°	Datos iniciales		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1	Ingresos (I), \$			612,6	612,6	612,6	612,6	612,6	612,6	612,6	612,6	612,6	612,6
2	Gastos (G), \$												
3	Costo inversión (Ko)		-1330										
4	Tasa de descuento (r), %			16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35
5	Tasa de inflación (f), %			7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6	Margen de riesgo, %			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	Tasa de impuesto (t), %			35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
8	Vida útil estimada, años			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Resultados												
9	Año		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Depreciación (Dep), \$			266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
11	Flujo de caja (Fc), \$			491,29	491,29	491,29	491,29	491,29	491,29	491,29	491,29	491,29	491,29
12	Tasa de descuento real (R)			0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
13	Tasa de descuento real con margen (D)			0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
14	Factor de descuento (Fdesc.)			0,89	0,80	0,72	0,64	0,57	0,51	0,46	0,41	0,37	0,33
15	Flujo de caja descontado (Fd), \$			439,679073	393,48997	352,153118	315,158779	282,050764	252,420808	225,903533	202,171948	180,933409	161,926019
16	Flujo descontado acumulado (Fda), VPN, \$		-1330	-890,320927	-496,830957	-144,677838	170,480941	452,531705	704,952513	930,856046	1133,02799	1313,9614	1475,88742

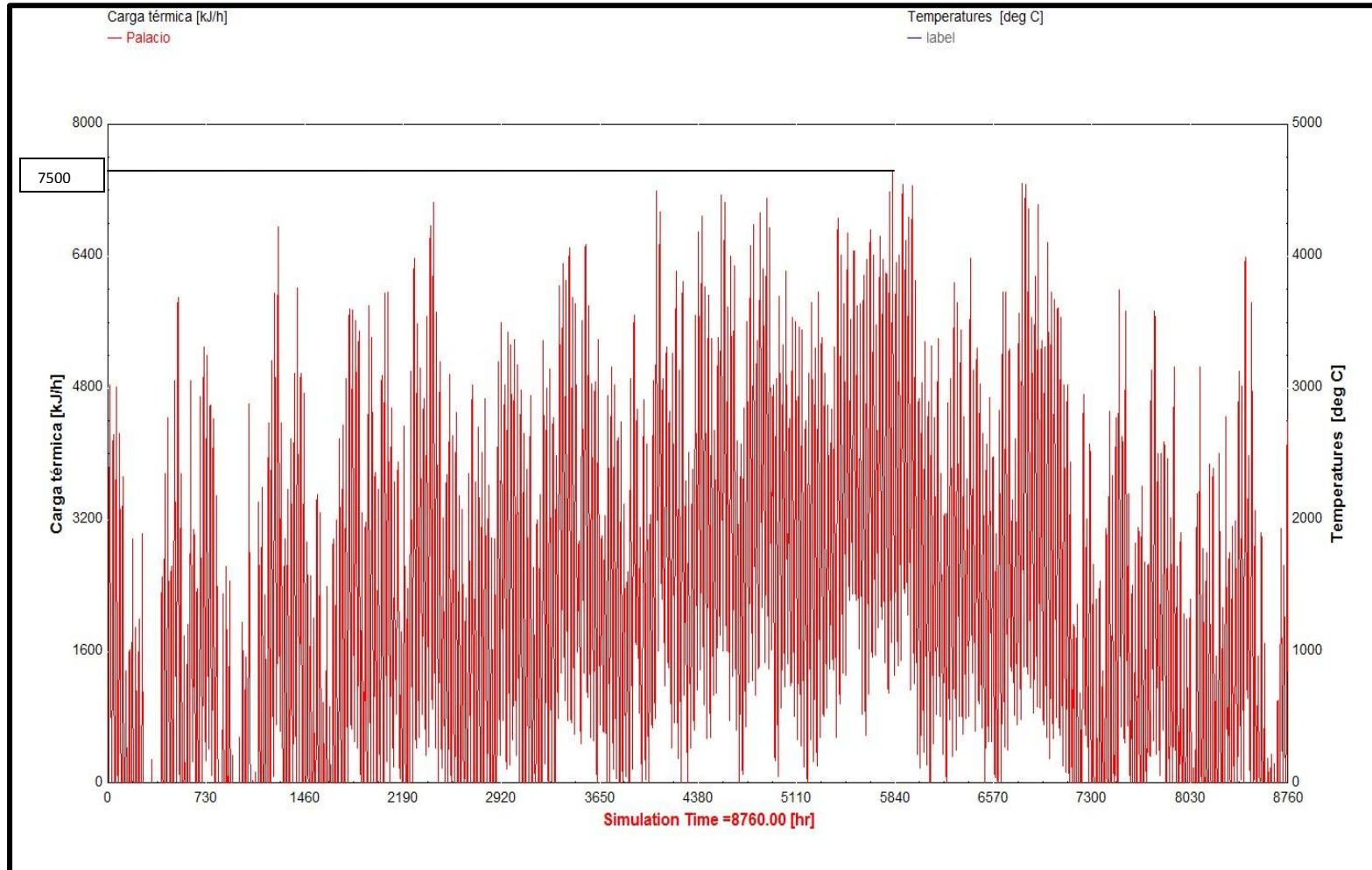
Anexo 11: Análisis de la inversión económica a partir del VAN.

Nº	Datos iniciales		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1	Ingresos (I), \$			396,8	396,8	396,8	396,8	396,8	396,8	396,8	396,8	396,8	396,8
2	Gastos (G), \$												
3	Costo inversión (K ₀)		-975										
4	Tasa de descuento (r), %			16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35
5	Tasa de inflación (f), %			7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6	Margen de riesgo, %			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	Tasa de impuesto (t), %			35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
8	Vida útil estimada, años			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Resultados												
9	Año		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Depreciación (Dep), \$			266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
11	Flujo de caja (Fc), \$			351,02	351,02	351,02	351,02	351,02	351,02	351,02	351,02	351,02	351,02
12	Tasa de descuento real (R)			0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
13	Tasa de descuento real con margen (D)			0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
14	Factor de descuento (Fdesc.)			0,89	0,80	0,72	0,64	0,57	0,51	0,46	0,41	0,37	0,33
15	Flujo de caja descontado (Fd), \$			314,144697	281,143213	251,608597	225,176647	201,521422	180,351222	161,404991	144,449097	129,274451	115,69393
16	Flujo descontado acumulado (Fda), VPN, \$		-975	-660,855303	-379,712089	-128,103492	97,0731541	298,594576	478,945798	640,35079	784,799887	914,074338	1029,76827

Anexo 12: Temperatura de trabajo para el área de la administración. (Fuente: Software TRNSYS)



Anexo 13: Carga térmica del área de la administración. (Fuente: Software TRNSYS)



Anexo 14: Análisis de la inversión económica a partir del VAN.

Nº	Datos iniciales		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1	Ingresos (I), \$			347,17	347,17	347,17	347,17	347,17	347,17	347,17	347,17	347,17	347,17
2	Gastos (G), \$												
3	Costo inversión (Ko)		-300										
4	Tasa de descuento (r), %			16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35
5	Tasa de inflación (f), %			7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6	Margen de riesgo, %			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	Tasa de impuesto (t), %			35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
8	Vida útil estimada, años			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Resultados												
9	Año		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Depreciación (Dep), \$			266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
11	Flujo de caja (Fc), \$			318,7605	318,7605	318,7605	318,7605	318,7605	318,7605	318,7605	318,7605	318,7605	318,7605
12	Tasa de descuento real (R)			0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
13	Tasa de descuento real con margen (D)			0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
14	Factor de descuento (Fdesc.)			0,89	0,80	0,72	0,64	0,57	0,51	0,46	0,41	0,37	0,33
15	Flujo de caja descontado (Fd), \$			285,274118	255,305542	228,485221	204,482424	183,001166	163,776553	146,571522	131,173912	117,393849	105,061407
16	Flujo descontado acumulado (Fda), VPN, \$		-300	-14,7258824	240,579659	469,06488	673,547304	856,54847	1020,32502	1166,89655	1298,07046	1415,46431	1520,52571