



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN  
INGENIERIA

“ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE AHORRO DE ENERGÍA  
PARA LAS INSTALACIONES DEL SECTOR HOTELERO”

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERIA**

CAMPO DE CONOCIMIENTO: PROCESOS Y USO EFICIENTE DE  
LA ENERGÍA

PRESENTA:

**SAMUEL ALEJANDRO MARTÍNEZ MONTEJO**

**TUTOR**

**ING. Augusto Sánchez Cifuentes**



**AÑO 2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO**

Presidente	Dra. Claudia Sheinbaum Pardo
Secretario	Ing. Augusto Sánchez Cifuentes
Vocal	Dr. Arturo Guillermo Reinking Cejudo
1er. Suplente	M. I. Rodolfo Alberto Herrera Toledo
2do. Suplente	Dr. Gabriel León De Los Santos

Lugar donde se realizó la tesis: Ciudad Universitaria en México D.F.

**TUTOR DE TESIS:**  
Ing. Augusto Sánchez Cifuentes

---

**FIRMA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente a mi DIOS del Universo por haberme permitido concluir satisfactoriamente este trabajo de investigación a través de mi mentalidad positiva, por demostrarme que lo que construyes día a día con tus sueños y pensamientos llega a materializarse en lo que vives.

De igual manera a mis ancestros que me dieron a través de mis padres la sangre maya – tolteca que llevo en mis venas, que me ha dado la fortaleza e inteligencia para superar todas las adversidades que se me han presentado.

A mi madre, la Señora Mirtha Montejo Jiménez, originaria del estado de Tabasco, y a mi padre, el C.P. Samuel Martínez Barrera originario del estado de Hidalgo por haberme dado la vida un 10 de Mayo de 1981.

A todas las mentes brillantes que han existido en nuestro planeta Tierra y que han servido de inspiración a todos los que hemos querido imitarlos y dejar un legado que toda la humanidad use en su beneficio, tales como Leonardo Da Vinci, Henry Ford, Albert Einstein, Issac Newton, Tomás Alva Edison, entre otros.

A mi asesor de tesis, el Ing. Augusto Sánchez Cifuentes, por haber confiado en mí para realizar este trabajo.

A los profesores que formaron parte del jurado para evaluar este trabajo por iluminarme con su luz, conocimientos y experiencia: Dra. Claudia Sheinbaum Pardo, Dr. Gabriel León De Los Santos, Dr. Arturo Guillermo Reinking Cejudo y M. en I. Rodolfo Alberto Herrera Toledo.

A la UNAM por haberme permitido comprobar, a través de sus profesores (Dr. Carlos Villanueva Moreno, Fis. Judith Navarro Gómez, además de los de mi jurado y asesor de tesis) que es la mejor casa de estudios de México en el área de Energía.

Al gobierno federal de México quien, a través del CONACyT, me otorgó una beca para realizar mis estudios de maestría.

Al Ing. David Meckler Waisburd quien, a través de su amistad y paciencia, también ayudó a que concluyera este trabajo, por su entereza como persona y enorme generosidad.

A todos mis amigos, familiares y conocidos con buena vibra que, de alguna u otra manera, contribuyeron en la creación del ambiente agradable en el que me he desarrollado estos tres últimos años.

## **PENSAMIENTOS Y FRASES DE LAS MENTES BRILLANTES QUE ME HAN SERVIDO DE INSPIRACIÓN:**

La excelencia está en la calidad del líder que trasciende a su tiempo, que se vence a sí mismo, pero que no vence a los suyos, los convence, los seduce, los enamora para iniciar juntos, de la mano en la búsqueda de la Excelencia que conduce al verdadero liderazgo. En el siglo XXI (clímax en 2012) la humanidad protagonizará cambios dramáticos, el mejor de ellos será un renacimiento espiritual sin precedentes, la búsqueda de la Excelencia y la Verdad será la nueva meta del nuevo siglo y del nuevo milenio, un verdadero despertar de conciencias que empujará al hombre a la eterna búsqueda de los valores que dan sentido y dirección a sus acciones.

José Cruz, autor del libro "Nueve pasos a la cima, una visión de excelencia".

"Da el primer paso con fe. No tienes por qué ver toda la escalera. Basta con que subas el primer peldaño".

Dr. Martin Luther King (1929-1968)

"Todo lo que somos es el resultado de lo que hemos pensado".

Budda (563 a.C. – 483 d. C.)

"La imaginación lo es todo. Es el avance de lo siguiente que atraerá a la vida"

Albert Einstein (1879-1955)

"Tanto si crees que puedes como si crees que no puedes, estás en lo cierto".

Herry Ford (1863-1947)

"Los que se enamoran de la práctica sin la teoría son como los pilotos sin timón ni brújula, que nunca podrán saber a dónde van"

Leonardo Da Vinci (1452-1519)

"Antes de generarse un problema o dificultad, primero se creó la solución".

S. Alejandro Martínez Montejo (1981-...)

## **INDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVO</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO 1: ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
1.1 Política energética	8
1.2 Marco regulatorio y legislativo	10
1.3 Características generales del sector hotelero mexicano	12
<b>CAPITULO 2: METODOLOGÍA</b>	<b>22</b>
2.1 Procedimiento para obtener el rendimiento energético y exergético	22
2.2 Usos finales de la energía en las instalaciones hoteleras	28
2.3 Planteamiento de un programa de ahorro de energía	39
2.4 Evaluación económica del programa de ahorro de energía propuesto	39
<b>CAPITULO 3: RESULTADOS</b>	<b>41</b>
3.1 Hotel Costa y Sol	42
3.2 Hotel El Refugio	55
3.3 Hotel Colonial Los Arcos	63
3.4 Hotel Parque Natural Los Manantiales	71
3.5 Hotel Centenario de Huamantla	78
<b>CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>85</b>
4.1 Hotel Costa y Sol	85
4.2 Hotel El Refugio	89
4.3 Hotel Colonial Los Arcos	92
4.4 Hotel Parque Natural Los Manantiales	95
4.5 Hotel Centenario de Huamantla	98
<b>CAPITULO 5: PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA PROPUESTO</b>	<b>101</b>
5.1 Hotel Costa y Sol	101
5.2 Hotel El Refugio	108
5.3 Hotel Colonial Los Arcos	111
5.4 Hotel Parque Natural Los Manantiales	115
5.5 Hotel Centenario de Huamantla	118
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>122</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>125</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>129</b>

## INTRODUCCIÓN

En 1987, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) definió el concepto de desarrollo sustentable como: “Un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin menoscabar la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD, “Nuestro Futuro Común, Oxford University Press, Oxford, 1987). Planteada de forma tan general, esta definición de desarrollo sustentable puede resultar aceptable para la mayor parte de los analistas; sin embargo, no queda claro la noción de equidad con qué se plantea la satisfacción de las necesidades del presente, como tampoco cuál será el manejo del medio ambiente natural que permitiría garantizar que no se menoscabe la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Así, por ejemplo, La Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe en su informe titulado “Nuestra Propia Agenda” establece entre otros aspectos, las bases de una estrategia para un desarrollo sustentable, definido como: “Un desarrollo que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, proteja al medio ambiente nacional y mundial en beneficio de las futuras generaciones y mejore genuinamente la calidad de vida”<sup>1</sup>.

La energía constituye un elemento esencial para la calidad de vida del ser humano y es un insumo en el conjunto de todas las actividades productivas. Así, la disponibilidad de energía ha tenido un papel central en el proceso de desarrollo de la humanidad. Además, las grandes revoluciones tecnológicas que afectaron las actividades de producción y consumo, han estado estrechamente ligadas a las fuentes de energía primarias<sup>2</sup>. Por ejemplo, el uso del carbón mineral durante la revolución industrial o los derivados del petróleo y el uso del automóvil. Por otra parte, la producción y el consumo de energía tienen también fuertes interacciones con el medio ambiente natural. Los combustibles fósiles son fuentes no renovables de energía que producen diversos contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático global. El manejo inadecuado de algunos recursos energéticos renovables (biomasa, hidráulicos) puede implicar su degradación con la consiguiente disminución de su disponibilidad futura. Existen múltiples impactos negativos sobre los suelos, agua y medio ambiente atmosférico que se derivan de la producción/transformación/utilización de la energía<sup>3</sup>. La crisis petrolera de la década de los 70, las reacciones sociales ante aumentos pronunciados de los precios de los energéticos, los cortes prolongados del abastecimiento

---

<sup>1</sup> Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas, OLADE, CEPAL, GTZ.

<sup>2</sup> **Energía primaria:** toda forma de energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida o transformada. Consiste pues en la energía contenida en los combustibles crudos y otras formas de energía que constituyen una entrada al sistema.

<sup>3</sup> World Energy Assessment, Energy and the challenge of sustainability, United Nations Development Programme, New York. 2000.

eléctrico, son sólo algunos ejemplos de la significación de las cuestiones energéticas en el plano de la política o de la geopolítica.

Estas breves consideraciones ponen en evidencia los importantes vínculos de la energía con las dimensiones del desarrollo, lo que implica que el aporte de la política energética a favor de una mayor sustentabilidad puede resultar altamente significativo.

De lo anterior se deriva el concepto de **sustentabilidad energética** que puede definirse como “aquellas acciones encaminadas hacia una mayor sustentabilidad del proceso de desarrollo en todas sus dimensiones: mayor eficiencia en la producción y utilización de la energía (para contribuir al objetivo de alcanzar un ritmo sostenido de crecimiento económico); creciente cobertura de los requerimientos básicos de energía, en cantidad y calidad (que resulta esencial para el logro de una mayor equidad social); explotación racional de los recursos naturales energéticos y mayor empleo de fuentes renovables y de tecnologías limpias (que coadyuvan decisivamente a alcanzar metas de sustentabilidad ambiental)”.

Los retos financieros mundiales que se han presentado, así como la amenaza del cambio climático presentan un panorama adecuado para apoyar y desarrollar el mercado de las energías renovables y eficiencia energética, un mercado que no ha despertado en toda su magnitud todavía en México, y que tiene el potencial de generar numerosos beneficios tales como creación de empleo, incremento de competitividad, ahorro de consumo de hidrocarburos, lucha contra el cambio climático y generación de una industria que puede colocar a México como líder tecnológico y empresarial en la región.

El compromiso y el involucrar a los inversionistas así como a las instituciones financieras locales es parte fundamental para desarrollar y consolidar el mercado de las fuentes de energía sustentables<sup>4</sup> en nuestro país, para lo cual, se requiere de esquemas innovadores y profesionales, así como de iniciativas eficaces de largo plazo que involucren a los diferentes sectores que permitan despertar el interés y el flujo de capital hacia este nuevo sector.

Aun con la presente crisis financiera que se vive en los mercados, existen factores, como los que a continuación se mencionan, que apuntan a un creciente rol de las fuentes de energía sustentables en el desarrollo económico de cualquier país:

- La volatilidad de los precios del petróleo y su aguda dependencia comprometen el crecimiento y la estabilidad económica de un país. Por lo tanto, es prioridad estratégica nacional garantizar una mayor seguridad energética y una creciente diversificación hacia la energía cuya obtención es más sustentable (en especial, al aumento en la participación de energías renovables en la matriz energética y a una mayor eficiencia energética).
- Las preocupaciones escalonadas sobre el cambio climático y los compromisos internacionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero están creando

---

<sup>4</sup> **Fuentes sustentables de energía:** aquellas de las cuales se puede obtener energía sin dañar al ambiente, tales como el viento, el sol ó el calor interno del planeta (geotermia).



presiones para que los países actúen (limitando las emisiones) y abriendo nuevas oportunidades de negocios para la adopción y el abastecimiento de energía proveniente de fuentes cada vez más limpias y de naturaleza sustentable.

- Finalmente, es una tendencia internacional cada vez más relevante y reconocida que en distintos segmentos de los mercados financieros se presenta una creciente atención al uso de la energía obtenida y usada de manera sustentable, y a la eficiencia energética.

El sector turismo es uno donde a las tendencias generales mencionadas anteriormente se agregan otras que también apuntan a una mayor sustentabilidad. Sin embargo, se observa un creciente interés por diferenciar la oferta apuntando a un segmento de mercado de mayor exigencia y valor, el del “eco-turismo” o “turismo sustentable”. Por otra parte, se observan varias iniciativas sectoriales internacionales vinculadas a las preocupaciones ambientales, en especial, la mitigación del cambio climático, la preservación de los ecosistemas y de la biodiversidad. Esto ha significado el desarrollo de diversos mecanismos nacionales e internacionales de certificación que reconocen las bondades ambientales de algunos establecimientos y prestadores de servicios turísticos. Sin embargo, en general, estos mecanismos incluyen requisitos específicos a satisfacer –incluyendo algunos relacionados con la fuente de provisión de energía y la gestión energética interna de los establecimientos- para que determinada locación turística pueda considerarse “ecológica” o amigable con el ambiente. En este contexto, y considerando las generosas dotaciones de recursos naturales que posee México (y que favorecen en gran medida a los sectores de energía y de turismo), podría plantearse que el país cuenta con amplias ventajas en estos sectores de amplio crecimiento. Paradójicamente estas ventajas naturales lo colocan frente a fuertes desafíos. Por el lado del activo, entre otros se cuentan, sus amplias reservas de energías tradicionales, al ser un importante destino turístico, el pertenecer al selecto club de países desarrollados (OCDE) y ser socio y vecino de la primera economía mundial. Sin embargo lo anterior también impone obligaciones, fundamentalmente en materia ambiental a lo cual se suma la histórica disponibilidad de hidrocarburos de origen local (que ha penalizado el desarrollo de fuentes alternas). En otras palabras, independientemente de la presencia o no de restricciones, México enfrenta en la sustentabilidad energética un desafío estratégico. Este desafío se pone en evidencia en El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), el cual, señala con toda claridad que:

“Es una premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable; esto es, del proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras”.

El gran objetivo nacional para el sector turístico según el PND es:

“Hacer de México un país líder en la actividad turística a través de la diversificación de sus mercados, productos y destinos, así como del fomento a la competitividad de las empresas del sector de forma que brinden un servicio de calidad internacional”<sup>5</sup>.

En los últimos años, el turismo en el mundo ha crecido a tasas superiores que el crecimiento de la economía en su conjunto, y de que México destaca por ser, junto con China y Turquía, uno más de los países en desarrollo que se encuentra en la lista de los diez primeros países con mayores llegadas de turistas en el mundo. Se destaca que el desarrollo de nuevas formas de turismo, especialmente las relacionadas con la naturaleza y la cultura, ha cobrado un auge sin precedente. Ello ha conducido a la creación de nuevos programas de viaje organizados de distinta forma a los tradicionales. En los últimos 12 años México se ha movido, con ascensos y descensos, en la franja de 20 millones de turistas internacionales al año y se realizan más de 140 millones de viajes turísticos domésticos<sup>6</sup>.

Tomando en cuenta los objetivos del PND resulta de sumo interés las relaciones transversales entre el uso más eficiente de la energía y el turismo que deben generarse entre las dos instituciones líderes en la materia: la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y la Secretaría de Turismo (SECTUR). Estas relaciones pueden observarse desde el punto de vista de legislación en dónde se impulse la normatividad y el marco regulatorio que brinde certeza hacia la conservación de los recursos naturales como el agua y la energía vía la utilización de fuentes de energía renovable como la solar térmica para el calentamiento de agua que permite la reducción del uso de gas o energía eléctrica y la solar fotovoltaica para la generación de energía eléctrica, ya sea conectada a la red o no. A su vez, el establecimiento de certificaciones y/o reconocimientos con vías a incrementar el compromiso hacia la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales. La utilización del sector hotelero como un instrumento para difundir las diversas tecnologías relacionadas con la eficiencia energética y energías renovables, puede servir de modelo hacia otros sectores productivos y que los campos de acción e interacción entre la CONUEE y la SECTUR pueden detonar el uso masivo de las energías sustentables<sup>7</sup>.

Vale la pena señalar que es posible generar un valor agregado para aquellos hoteles que adquieran el compromiso de hacer un uso más eficiente de la energía y aprovechen las energías renovables disponibles.

---

<sup>5</sup> SECTUR, 2007

<sup>6</sup> [www.sectur.gob.mx/PDF/PST2007-2012.pdf](http://www.sectur.gob.mx/PDF/PST2007-2012.pdf)

<sup>7</sup> Energía Sustentable – es la que satisface las necesidades energéticas del presente sin comprometer la de futuras generaciones, a través de mejores prácticas de ahorro de energía, eficiencia energética, así como del empleo de energías renovables y/o alternas.

El constante incremento en los precios de los productos básicos, tales como fuentes de energía y agua están a favor de implementar usos de agua y de energía con mayor eficiencia y medidas de conservación en instalaciones hoteleras. Para que estos programas tengan éxito, se requiere información confiable y detallada sobre los consumos de energía y agua en los edificios hoteleros como un todo. También de los patrones de consumo, ya que estos son cruciales para determinar el consumo de recursos necesarios para el funcionamiento de un hotel y necesitan ser identificados; así mismo, se necesita contar con herramientas confiables para su valoración y para el conocimiento de las características operativas de los hoteles<sup>8</sup>.

Un hotel puede ser considerado como un sistema formado por un conjunto de unidades (equipos ó aparatos) relacionados entre sí a través de los flujos de materia, energía ó información que intercambian.

Los métodos de análisis de los sistemas energéticos son muy variados, la mayoría de ellos son análisis termodinámicos enfocados en el uso de la energía; sin embargo, los enfocados en la propiedad de exergía son más completos y sus resultados abarcan una mayor profundidad de análisis, ya que incluye las irreversibilidades (pérdidas) en la calidad de la energía, que desde el punto de vista termoeconómico se ven reflejadas en el costo económico, es por ello que la electricidad suele ser la más cara de las formas de energía que se consumen en los hoteles.

La exergía es una función de estado (una vez definidas las condiciones ambientales) que refleja la mínima cantidad de trabajo técnico necesaria para constituir un producto funcional a partir del ambiente de referencia, donde éste último representa formalmente a aquellos recursos del ambiente físico disponibles en cantidades ilimitadas y con un valor termodinámico nulo. Por tanto, la exergía es independiente del proceso utilizado para fabricar un producto y por otra parte representa el costo mínimo necesario, evaluado éste con referencia a dicha propiedad<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> (Bohdanowicz Paulina, Martinac Ivo, "Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels-Case study of Hilton International and Scandic in Europe").

<sup>9</sup> Valero Capilla Antonio, "Curso de termoeconomía"

**OBJETIVO**

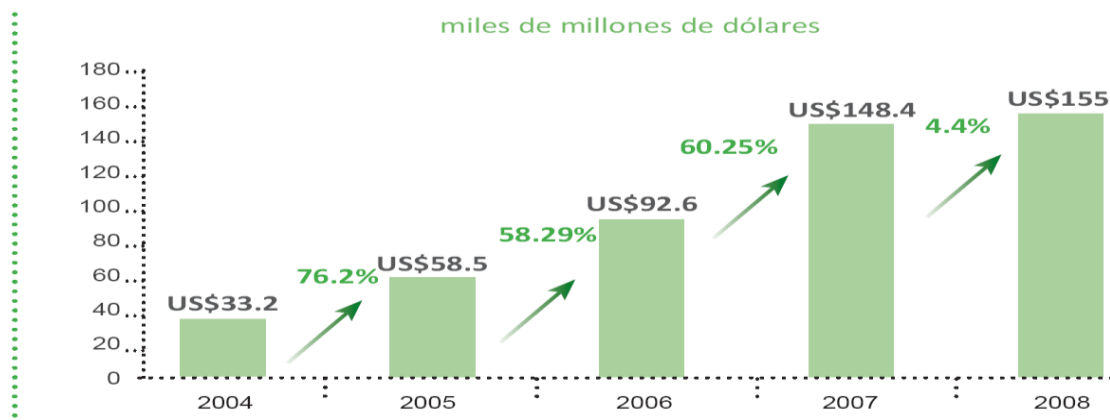
Identificar la forma en que usan la energía los hoteles mediante la aplicación de la metodología de análisis energético y exergético para establecer las oportunidades de ahorro de energía en las instalaciones hoteleras de categoría empresas PyMES, y, con base en ello, elaborar Programas de Ahorro de Energía que se adecúen de manera general a todos los hoteles que entren en estas categorías contemplando medidas de Eficiencia Energética y Tecnologías de Energías Renovables para satisfacer sus necesidades.

## CAPITULO 1: ANTECEDENTES

La inversión global en Energía Sustentable (la cual incluye Eficiencia Energética (EE) y Energía Renovable (ER)) alcanzó en 2007 la cifra de 148,800 millones de dólares (MDD) y estimaciones recientes indican que la inversión en el 2008 alcanzó los 155,000MDD, un aumento marginal del 4.4%, pero significativo tomando en cuenta la profunda crisis financiera mundial. Se espera que la inversión anual en el año 2012 ascienda a 400,000 MDD, y en el 2020 a 600,000 MDD de acuerdo a datos de “New Energy Finance”. Cabe mencionar que en el año 2008 el PIB total de México ascendió a 12 billones 110 mil 555 millones de pesos, lo que equivale a 1 billón 093 mil 678 millones de dólares; sin embargo, el sector servicios, dentro del cual se encuentra el sector hotelero, tuvo un PIB en el mismo año de 7 mil 186 billones de pesos, lo que fue equivalente a 648,000 MDD<sup>10</sup>. Por lo tanto, la inversión global en energía sustentable en 2008 fue equivalente a 24% del PIB del sector servicios.

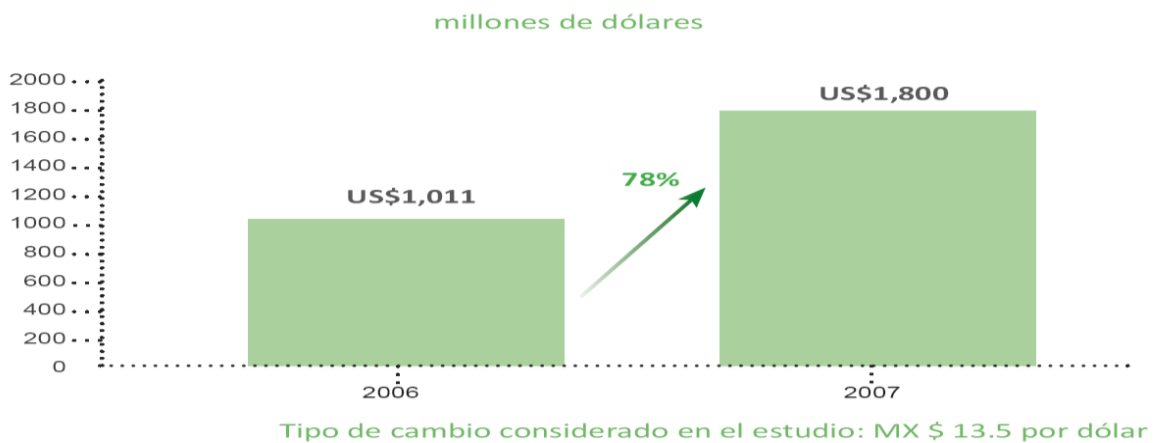
La inversión en Eficiencia Energética alcanzó una cantidad sin precedentes de 1,800 MDD, un aumento de 78% comparado con el año 2006 (Figuras 1 y 2).

**Figura 1: Inversión global en energía sustentable en México**



Fuente: Estudio de mercado para financiar eficiencia energética y aplicación de energía renovable en hoteles. CONUEE.

<sup>10</sup> Márquez Ayala David. Periódico “La Jornada”, 2 de Marzo de 2009.

**Figura 2: Inversión global en eficiencia energética en México**

Fuente: Estudio de mercado para financiar eficiencia energética y aplicación de energía renovable en hoteles (CONUEE).

Existen numerosas razones para considerar la inversión en EE y ER un nicho de mercado interesante en México:

- La tecnología en EE y ER está disponible y probada en el mercado mexicano.
- Los precios de los energéticos en México están aumentando constantemente.
- Las inversiones en EE y ER tienen tanto sentido para los negocios como las inversiones en otros activos de la empresa.
- Los hoteles que tienen una estrategia para respetar el medio ambiente y trabajan para luchar contra el cambio climático, cuentan con una ventaja competitiva que mejora su imagen, su calidad y su participación en el mercado.

### **1.1 Política energética mexicana**

El principio rector de la política nacional mexicana es el desarrollo humano sostenible. Siguiendo esta idea básica y con el fin de conseguir el desarrollo integral del país, en materia de energía se establece el objetivo de asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores. Para ello, se propone impulsar el uso eficiente de la energía, así como la utilización de tecnologías que permitan disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales. De esta forma, se pretende conciliar las necesidades de consumo de energía de la sociedad con el cuidado de los recursos naturales. Como respuesta ante las amenazas del cambio climático y

la seguridad energética el gobierno mexicano apuesta por la transición energética de la matriz energética<sup>11</sup>.

La transición energética consiste en un cambio de enfoque en el sector energético, un proceso a través del cual se genere un mejor aprovechamiento de los combustibles fósiles y se desarrolle y fomente el uso de energías renovables con el fin de diversificar las fuentes primarias de energía y aminorar el impacto al medio ambiente al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por el uso de combustibles fósiles, los cuales representan actualmente la principal fuente de energía a nivel internacional.

Estas ideas son las directrices generales que rigen el Plan Nacional de Desarrollo (PND), y que junto al Programa Sectorial de Energía establecen los objetivos básicos del área de las políticas de eficiencia energética y energía renovable. A continuación se mencionan los aspectos más relevantes.

➤ El Plan Nacional de Desarrollo (PND): está basado en la Ley de Planeación y en la Visión México 2030 y establece los objetivos nacionales, asume como premisa básica la búsqueda del desarrollo humano sustentable comprenden los ámbitos económico, social, político y ambiental<sup>12</sup>.

➤ Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables:

En este programa definido en la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento (LAERFTE), y elaborado y coordinado por la Secretaría de Energía; se establecen los objetivos a alcanzar para el año 2012 en materia de energía renovable (Tabla 1):

**Tabla 1: Indicadores de los objetivos específicos del Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables.**

OBJETIVO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	SITUACIÓN INICIAL (2008)	DESGLOSE	META	DESGLOSE
a. Impulsar el desarrollo de la industria de energías renovables en México.	Porcentaje de la Capacidad Instalada mediante fuentes de energía renovable.	%	3.3	Energía Eólica 0.15% Energía Minihidráulica 0.65% Energía Geotérmica 1.66% Biomasa y Biogás 0.86%	7.6 <sup>22</sup> (al 2012)	Energía Eólica 4.34% Energía Minihidráulica 0.77% Energía Geotérmica 1.65% Biomasa y Biogás 0.85%
b. Ampliar el portafolio energético del país.	Porcentaje de Generación eléctrica mediante fuentes de energía renovable.	%	3.9	Energía Eólica 0.09% Energía Minihidráulica 0.64% Energía Geotérmica 2.86% Biomasa y Biogás 0.33%	4.5 - 6.6 <sup>23</sup> (al 2012)	Energía Eólica: [1.74 - 2.91] Energía Minihidráulica: [0.36 - 0.61] Energía Geotérmica: [2.19 - 2.74] Biomasa y Biogás: [0.19 - 0.32]
c. Ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades rurales utilizando energías renovables.	Comunidades electrificadas mediante fuentes de energía renovable	Número de comunidades	0		2,500 <sup>24</sup>	

Fuente: "Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables". SENER.

<sup>11</sup> Estrategia Nacional para la Transición Energética y aprovechamiento Sustentable de la Energía. SENER 2009

<sup>12</sup> Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables. SENER, Año 2009

Año 2009.

➤ Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía:

Dentro de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento se establece la “Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía” como el mecanismo mediante el cual el Estado Mexicano impulsará las políticas, programas, acciones y proyectos encaminados a conseguir una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, promover la eficiencia y sostenibilidad energética, así como la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. De esta forma, la Estrategia permitirá seguir dando un enfoque integral a las políticas públicas que se desarrollan en materia de transición energética.

➤ Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía:

El Programa es el instrumento mediante el cual el Ejecutivo Federal, de acuerdo con la Ley de Planeación, establecerá estrategias, objetivos, acciones y metas que permitan alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo; será un programa especial en los términos de la Ley de Planeación.

## **1.2 Marco regulatorio y legislativo**

El actual marco legislativo mexicano es un buen reflejo de los cambios que se están produciendo en el sector de las energías renovables y de la eficiencia energética. En noviembre de 2008 se publicaron dos importantes leyes sobre la materia:

- Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento (LAERFTE).
- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE).

Las características principales de estas dos Leyes se resumen a continuación:

Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento (LAERFTE):

El objetivo de estos instrumentos legislativos, publicados el 28 de noviembre de 2008, es regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la presentación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.



### Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE):

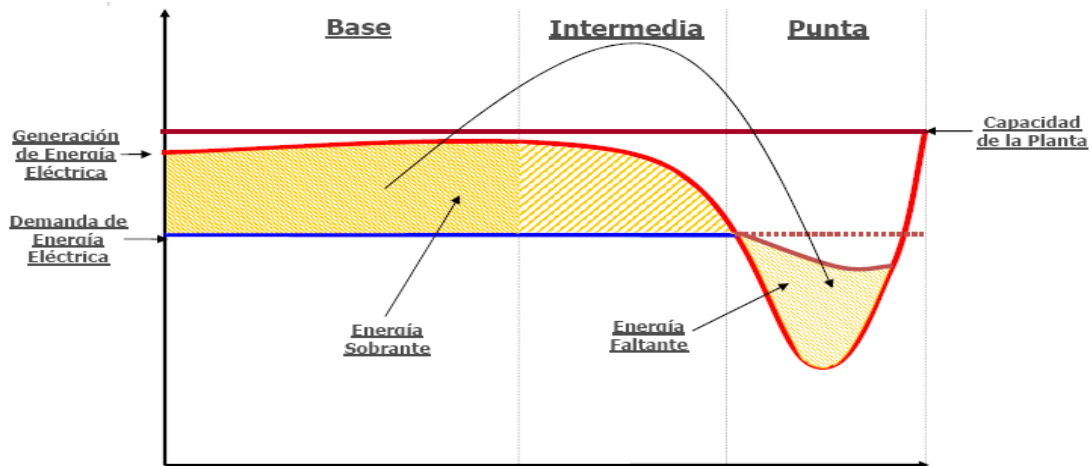
Tanto la Ley como el Reglamento tienen como objeto propiciar un aprovechamiento sostenible de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo. Los aspectos más relevantes de la Ley son los siguientes:

- La elaboración del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE).
- La creación de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.
- La creación del Consejo Consultivo para el Aprovechamiento sustentable de la Energía el cual tiene por objeto evaluar el cumplimiento de los objetivos, estrategias, acciones y metas establecidos en el PRONASE

### Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE):

Establece que se permiten seis modalidades de inversión para los particulares: autoabastecimiento, cogeneración, productor independiente de electricidad (IPP), exportaciones, importaciones para autoconsumo, producción en pequeña escala. También existen ventajas fiscales como arancel cero para equipos que prevengan la contaminación y para la investigación y desarrollo tecnológico y la depreciación acelerada para los proyectos de infraestructura que utilicen fuentes renovables de energía. Los proyectos que se benefician con estos instrumentos están relacionados con el aprovechamiento de la energía eólica, solar e hidroeléctrica con volúmenes de agua limitados y cuando no se tiene el control sobre las extracciones de agua. A la fecha se han realizado cuatro modificaciones al contrato de interconexión con la finalidad de brindar al permisionario una mayor claridad y flexibilidad para el manejo y operación de su proyecto. Con la modificación en 2006 del modelo de contrato de interconexión se busca reconocer la potencia que aportan los equipos de generación de energía eléctrica del permisionario a las horas de máxima demanda del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Así mismo, la modificación prevé que el intercambio de energía eléctrica basado en el cargo por la energía de la tarifa correspondiente se realice a través del cargo variable de las tarifas eléctricas, buscando así una mayor transparencia en la determinación de la cantidad de energía que el permisionario intercambia con sus socios (CRE), esto se ilustra en la figura 3.

Figura 3: Intercambio de energía eléctrica



Fuente: CRE.

En 2007 se modifica el modelo de contrato de interconexión y la metodología, para la determinación de los cargos por servicios de transmisión de energía eléctrica para fuente de energía renovable. Con la modificación al contrato de interconexión, se da la posibilidad a permisionarios en la modalidad de autoabastecimiento, que entreguen energía eléctrica exclusivamente a instalaciones de municipios, o de entidades federativas o del gobierno federal, la utilización del contrato de interconexión utilizando cualquier fuente de energía renovable (biogás, biomasa, geotermia, etc.), ya que anteriormente sólo se utilizaba para fuentes renovables del tipo intermitente (sol, viento y agua).

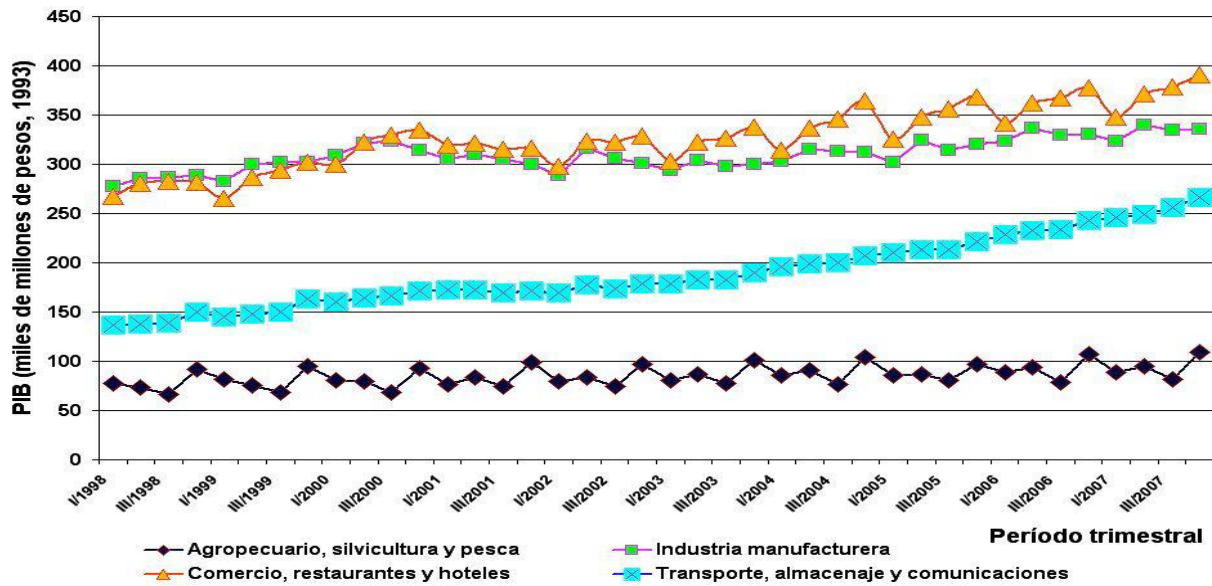
Además de lo anterior, el sector público ha realizado acciones que demuestran su compromiso, y ha implementado políticas que modificarán la forma como se administran los energéticos, algunos ejemplos son los siguientes:

- La creación de la Norma Ambiental para el Distrito Federal para el aprovechamiento de la energía solar.
- La firma del primer contrato de venta de energía eólica de una empresa privada a el municipio de Santa Catarina, Nuevo León.

### **1.3 Características generales del sector hotelero en México**

En México, aún y cuando es evidente un proceso de crecimiento del sector de servicios (que ha crecido más que el industrial desde el año 2000, figura 4) y en donde el desarrollo de vivienda es uno de los fenómenos más importantes de la economía en los últimos años, el asunto del consumo de energía en el espacio construido ha tenido poca atención de quienes manejan las estadísticas de consumo de energía (Fig. 5).

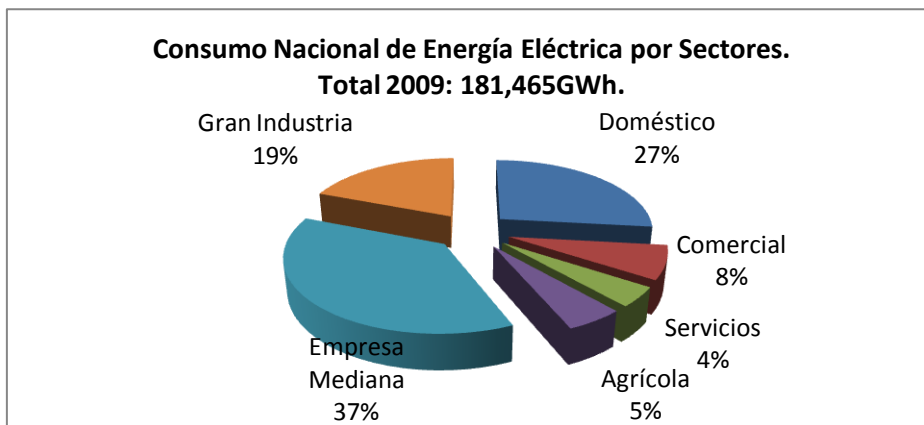
**Figura 4. Evolución del Producto Interno Bruto (PIB nacional) para cuatro grandes sectores de la economía mexicana.**



Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.

En el caso de la electricidad, las empresas eléctricas manejan las estadísticas de sus usuarios en función de las tensiones de servicios (voltaje de suministro) más que por los sectores que atienden. Sin embargo, cuando las empresas eléctricas agrupan a conjuntos de tarifas por sectores, ubican bajo el concepto de “comercial” a usuarios en baja tensión (tarifas 2<sup>13</sup> y 3<sup>14</sup>) y de “servicios” (tarifas OM y HM) que también corresponden a servicios municipales (alumbrado y bombeo de agua).

**Figura 5. Consumo Nacional de Energía Eléctrica Por sectores. 2007.**



Fuente: Estadísticas del sector eléctrico, SENER, 2009

<sup>13</sup> Tarifa 2: Servicio general hasta 25 kW de demanda.

<sup>14</sup> Tarifa 3: Servicio general para más de 25 kW de demanda.

### 1.3.1 Consumo de energía en el sector servicios

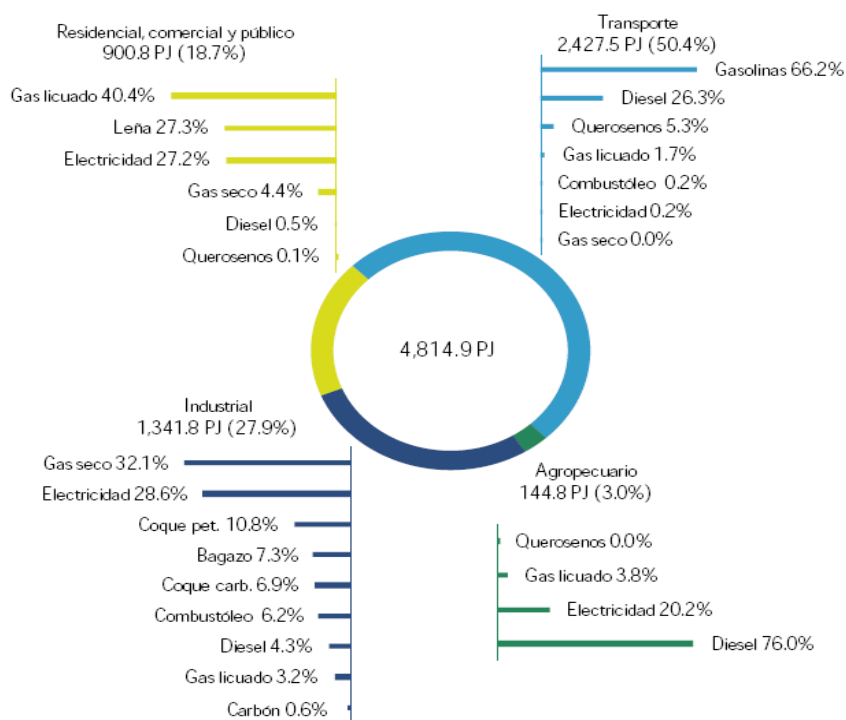
Así, bajo el concepto de “mediana industria” ubica a los usuarios en media tensión (tarifas OM<sup>15</sup> y HM<sup>16</sup>). Sin embargo, como lo puede demostrar la larga lista de hojas de caso de proyectos del FIDE, los datos recopilados por la CONUEE en su programa de edificios públicos y los resultados de las encuestas levantadas en este estudio, la mayoría de las instalaciones del sector servicios (desde restaurantes hasta los grandes almacenes, incluyendo por supuesto a los hoteles) están dentro de la categoría de “mediana industria”. Esto lleva, por supuesto, a que se subestime considerablemente al sector terciario como consumidor de energía eléctrica y a que, por lo mismo, se consideren de poca importancia los esfuerzos para mejorar su eficiencia energética. Esta situación, desafortunadamente, se refleja en las estadísticas nacionales del Balance Nacional de Energía, donde se considera como categoría de consumo final de energía a la de “Residencial, comercial y público” y en la que el consumo de electricidad refleja exactamente las categorías que refieren las estadísticas de la CFE (figura 6). Así, aún y cuando el consumo residencial o doméstico de energía está adecuadamente cuantificado, el que corresponde al sector de mayor crecimiento económico (el de servicios) no lo está. En el sector Residencial comercial y público está incluido el sector hotelero, pero en el sector industrial también se incluye este sector en cuanto al consumo de energía eléctrica se refiere.

---

<sup>15</sup> Tarifa OM: Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 100KW.

<sup>16</sup> Tarifa HM: Tarifa horaria para servicio en media tensión con demanda de 100KW o más.

**Figura 6. Distribución del consumo de energía total por sectores.**



Fuente: Balance Nacional de Energía, 2008, SENER.

El análisis de la información disponible claramente hace evidente que la forma en la que actualmente se pondera a los inmuebles de uso no residencial que corresponden al sector de servicios (como son hoteles, escuelas, bancos, restaurantes y centros comerciales) los subestima significativamente como usuarios de energía<sup>17</sup>.

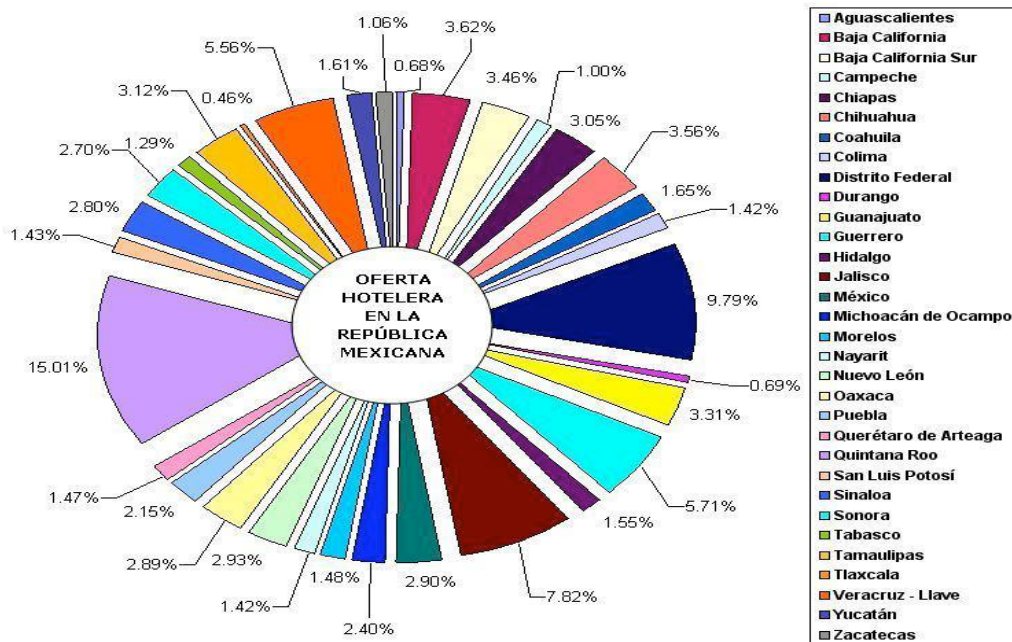
### 1.3.2 Oferta hotelera

La oferta de cuartos de hotel en México es muy amplia, en diciembre del 2007 había 473,727 habitaciones<sup>18</sup>. Estas se distribuyen por entidad federativa como se muestra en la figura 7. Se puede apreciar que Quintana Roo ocupa el primer lugar con 15.01% del total, seguido por el Distrito Federal con 9.79%, Jalisco con 7.82%, Guerrero con 5.71%, Veracruz con 5.56%, Baja California con 3.62%, Chihuahua con 3.56% Baja California Sur con 3.46%, Guanajuato con el 3.31% y Tamaulipas con 3.12%. Estas 10 entidades federales participan con 60.96% del total de la oferta en habitaciones hoteleras del país.

<sup>17</sup> Basel Agency for Sustainable Energy (BASE) – CONUEE. “Análisis de mercado para la aplicación de tecnologías de energías renovables y eficiencia energética en hoteles en México, y mercado potencial para el sector financiero”. México. Junio 2009.

<sup>18</sup> SECTUR, 2009.

**Figura 7. Distribución de la oferta hotelera nacional por número de habitaciones**



Fuente: SECTUR con base en información generada a través del Sistema Nacional de Información Turística (SNIT) Sistemas de Información Turística Estatal (SITE). Elaboración Transénergie/IPSE.

En el año 2007, la ocupación hotelera promedió 48.46% distribuido acorde a lo mostrado en la figura 8.

El resultado preliminar del reporte de ocupación hotelera semanal en 48 Centros Turísticos seleccionados, a nivel nacional, arrojó un promedio de ocupación del 56.01% (SECTUR).

Por agrupamiento de destinos quedó de la siguiente manera:

Centros de Playa: 56.65%

Ciudades: 55.27%

□ Integralmente Planeados 63.39%

□ Grandes 61.20%

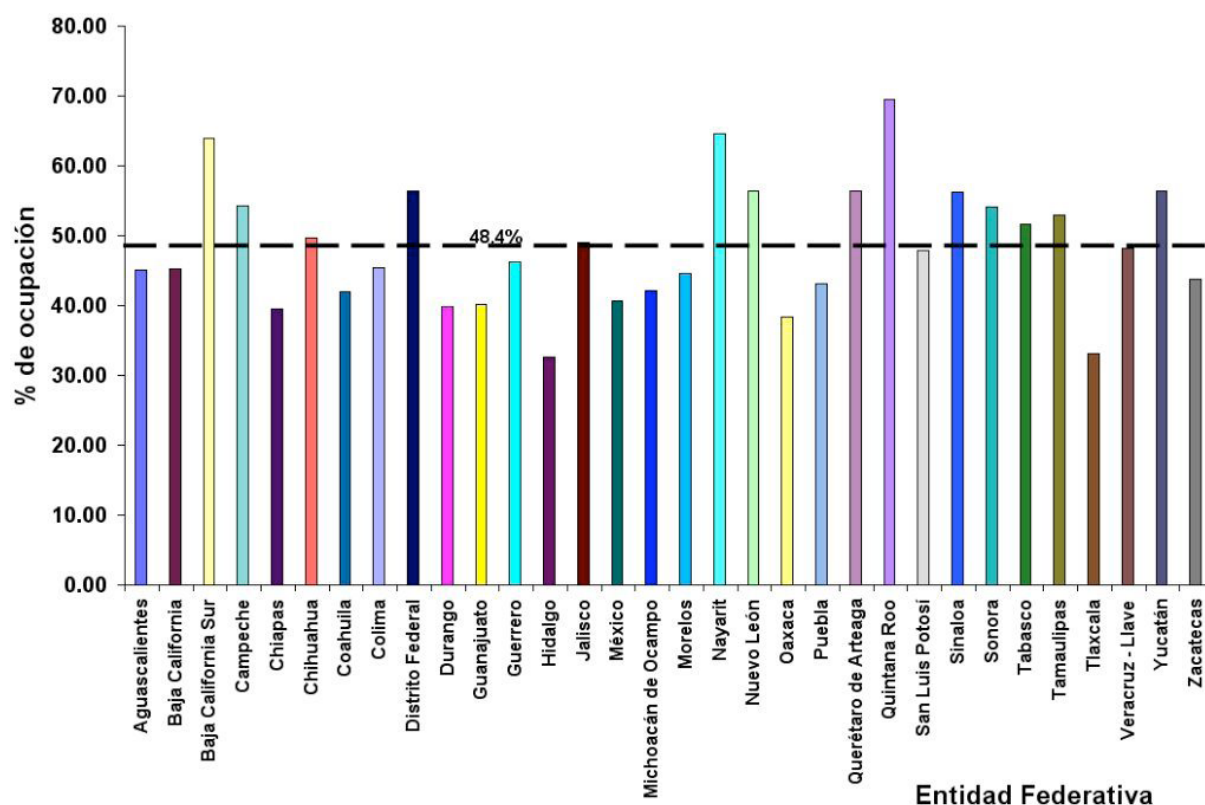
□ Tradicionales 49.55%

□ Del Interior 46.87%

□ Otros Centros 58.21%

□ Fronterizas 57.32%

**Figura 8. Porcentaje de Ocupación Hotelera en las entidades federativas de la República Mexicana para el año 2007**



Fuente: SECTUR con base en información generada a través del Sistema Nacional de Información Turística (SNIT)- Sistemas de Información Turística Estatal (SITE), 2007. Elaboración Transénergie/IPSE.

En el país según datos de 2009 existen 13,057 hoteles con cerca de 516 mil habitaciones. El sector hotelero es un negocio especialmente importante para la Banca. Sólo en el 2001 la banca comercial invirtió alrededor de 91,564 millones de pesos (MDP) en el rubro de comercios, restaurantes y hoteles, y en 2008 este monto aumentó a 190,013 MDP. El mercado hotelero sigue generando importantes ingresos a la economía, aportando al PIB 84,686.2 MDP corrientes. El sector turismo en su conjunto aporta el 7.9% del PIB, habiendo estados en los que representa hasta el 50% de su PIB, como es el caso de Baja California Sur. La inversión privada continúa expandiéndose en el sector turístico y hotelero. Ha habido un incremento en el sector turístico de 1,476.8 millones de dólares (MDD) en el 2002 a 4,641.16 MDD en el 2008<sup>19</sup>.

Para un hotel puede decirse que de los costos de operación, el costo de la energía es el segundo o tercero de los gastos de operación, después de los costos laborales (Tabla 2), el cual está entre 5 y 20%. Esta proporción varía fuertemente en función de su categoría, su tamaño, los servicios que ofrece y su ubicación geográfica. Esa elevada demanda suele

<sup>19</sup> Secretaría de Turismo, <http://datatur.sectur.gob.mx>, inversión turística 2002 -2008.



deberse a la utilización de tecnología que requiere mucha energía para ofrecer el confort que demandan los usuarios, por ejemplo, aire acondicionado, para un gran número de huéspedes. La inmensa mayoría de los hoteles y complejos turísticos cubren sus necesidades energéticas adquiriendo energía eléctrica que ha sido producida en un 80% por hidrocarburos (carbón, petróleo y gas natural). Las mejoras en las prácticas de administración interna y las medidas para incrementar la eficiencia energética, así como la utilización de energías renovables pueden disminuir la dependencia de energía generada con combustibles fósiles. Las inversiones en un uso más eficiente de la energía y sustitución energética con tecnologías de energías renovables, asociado con prácticas de administración interna más acertadas, pueden reducir considerablemente los gastos de operación y en específico de energía, con períodos de amortización de las inversiones relativamente cortos que van desde unos cuantos meses hasta tres o cuatro años; aunque en la mayoría de los casos, la recuperación de las inversiones no supera los dos años<sup>20</sup>.

**Tabla 2: Proporción de gastos de operación clásicos promedio en un hotel**

Concepto	% de costo de operación
Salarios y prestaciones	35 - 60
Administración	3 - 12
Energía	5 - 20
Insumos y otros	30 - 50

Fuente: Proyecto Oportunidades de negocio en energía sustentable y eficiencia energética y mercado potencial para el sector financiero.

La distribución del consumo energético, entre energía eléctrica y energía térmica, demandada por un hotel depende de varios factores: del tipo y tamaño del hotel, de su situación geográfica, categoría, los servicios que ofrece, época del año, porcentaje de ocupación, etc. Por ello, al considerar el potencial de ahorro de energía o bien la sustitución energética por tecnologías de fuentes de energía renovables ó equipos eficientes, hay que tomar en cuenta el conjunto de características que existen en un hotel. Otro factor que influye de manera determinante en este reparto es el sistema utilizado para el aire acondicionado del hotel. Aunque el sistema tradicional utilizado para el calentamiento de agua consiste en el empleo de calderas de agua caliente o generación de vapor, cada vez más se emplean sistemas

<sup>20</sup> Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana". AVEN, Agencia Valenciana de la Energía, C/ Colón, 1-4ª, 46004 VALENCIA, 2008



basados en bombas de calor, con lo cual disminuye considerablemente el consumo de energía térmica, incrementándose como contrapartida el consumo de energía eléctrica.

Entre otros recursos, los establecimientos hoteleros utilizan una notable cantidad de energía para suministrar los servicios y el confort que exigen sus clientes. Es por ello que los imperativos de control de la demanda y el ahorro de energía se convierten en compromisos que debe asumir el sector hotelero, y en donde existe un gran potencial para el ahorro energético. Por lo general, estos establecimientos no realizan un control riguroso del consumo energético, y en algunos casos no conocen al detalle las instalaciones energéticas del hotel. Por lo tanto, aunque el consumo de energía es uno de los principales costos del establecimiento, buena parte de los hoteles presentan niveles de eficiencia energética relativamente bajos. A veces, el hecho de no realizar medidas de ahorro energético va ligado a cuestiones de desinterés por parte de los empresarios hoteleros y cuando se tiene interés, el problema son las cuestiones presupuestales porque las decisiones de presupuesto se toman en base a prioridades en los que el ahorro de energía difícilmente se incluye; en pocos casos, sobre todo en hoteles del interior de la república fuera de zonas urbanas va ligado a un desconocimiento por parte de los encargados. Cabe mencionar, que a pesar de no aplicarlas, las medidas de ahorro de energía en algunos casos son de gran sencillez.

Puesto que el consumo de energía de una instalación hotelera oscila entre un 5% y un 20% de los gastos de operación, el ahorro de energía puede contribuir de manera significativa a la reducción de los costos de un hotel. Generalmente, los hoteles consumen, por una parte, energía eléctrica, para su consumo en alumbrado, ascensores, bombeo de agua, aire acondicionado, maquinaria eléctrica de cocinas, restaurante, lavandería, etc. También se están implantando, cada vez con mayor frecuencia, las bombas de calor eléctricas, que permiten el suministro de calefacción durante los meses fríos o para la calefacción en albercas<sup>21</sup>. Por otra parte, los hoteles consumen algún combustible, que se utiliza para la producción de agua caliente sanitaria, para la calefacción de la piscina cubierta (si se dispone de ella), y también para el suministro de la cocina. La distribución del consumo energético en el sector hotelero es muy difícil de cuantificar ya que existe una gran variedad en los porcentajes de consumo de los diferentes servicios que suministra un hotel, debido a la gran variedad de tipos de establecimientos, número de habitaciones, categoría, situación geográfica, combustibles y fuentes de energía utilizadas. Esto lleva a dividir entre los hoteles de ciudad y los de playa con clima cálido. Los de ciudad normalmente tendrán un consumo de

---

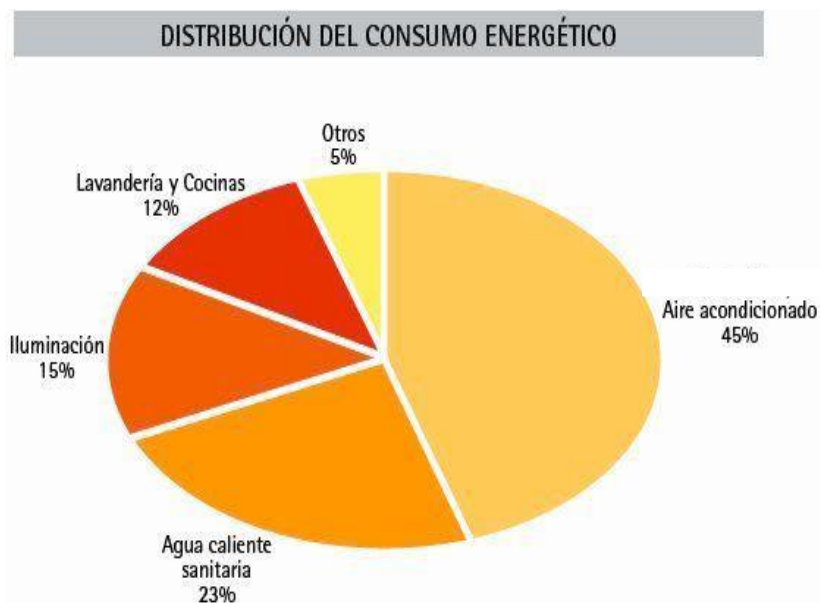
<sup>21</sup> Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana". AVEN, Agencia Valenciana de la Energía, C/ Colón, 1-4ª, 46004 VALENCIA, 2008

energía menor a los de playa. En estos últimos el incremento en consumo se deriva principalmente por el uso intensivo del aire acondicionado<sup>22</sup>.

Del documento que publica la comunidad valenciana, antes citado, se rescata una distribución media que puede ser validada para México para los sitios de playa - cálidos.

La figura 9 muestra esa distribución, la que permite tener una idea clara sobre los equipos de mayor consumo de energía.

**Figura 9. Distribución de los consumos de energía en un hotel.**



Fuente: Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana". AVEN, Agencia Valenciana de la Energía.

El consumo de energía de un hotel, tal como se mencionó arriba, es función de diversos parámetros, por lo que se dificulta una evaluación precisa, no obstante en el documento de la comunidad valenciana reportan el consumo medio de energía eléctrica en función de la categoría del hotel. Todo parece indicar que entre mayor es la categoría del hotel, mayor es el consumo de energía eléctrica. En la tabla 3, se presenta la relación entre la categoría del hotel y el consumo de energía eléctrica. Así también en un estudio realizado por la Fundación Red de Energía BUN-CA sobre eficiencia energética en el sector hotelero presenta algunos indicadores de consumo de energía que se muestran en la tabla 4. Se puede observar que a mayor categoría del hotel, mayor es el consumo de energía. Aunque aquí no se señala el número de habitaciones que tiene por categoría.

<sup>22</sup> "Lo que todo gestor turístico debe saber"; Guía práctica para el desarrollo y uso de indicadores de turismo sostenible. 1997. Organización Mundial del Turismo. Disponible en: <http://www.world-tourism.org>

**Tabla 3: El consumo eléctrico de un hotel en función de la categoría para distintas localidades turísticas de México<sup>23</sup> (KWh/hotel-mes).**

Localidad	1 estrellas	2 estrellas	3 estrellas	4 estrellas	5 estrellas
Querétaro	5,458	11,088	9,226	31,978	25,224
Guanajuato	2,997	3,731	11,758	8,550	11,556
León	3,960	7,046	16,699	22,428	74,640
San Miguel de Allende	0	2,592	10,091	22,296	10,037
Los cabos	3,204	9,720	26,220	61,776	638,024
Ensenada	0	6,174	12,510	64,920	155,160
Puerto Peñasco	0	14,400	29,880	110,160	388,800

Fuente: Proyecto Oportunidades de negocio en energía sustentable y eficiencia energética y mercado potencial para el sector financiero (CONUEE).

**Tabla 4: Uso energético por habitación de hotel ocupada por día en Costa Rica.**

Categoría del hotel	Índice de consumo por día	Índice de consumo por mes	Índice de consumo por año
	kWh/hab-día	kWh/hab-mes	kWh/hab-año
5 estrellas	97	2910	34920
4 estrellas	42	1260	15120
3 estrellas	45	1350	16200

Fuente: Eficiencia Energética en el Sector Hotelero, Experiencia Costa Rica, Estudio de Caso. Desarrollado por la Fundación Red de Energía BUN-CA en el marco de la estrategia regional de eficiencia energética. ISBN 9968- 904-08-2, octubre de 2006.

### 1.3.3 Energía eléctrica y térmica.

La energía que se consume en los hoteles adquiere muchas y variadas formas. De manera típica, un hotel puede comprar una fuente de energía, como el diesel para generar calor para varios propósitos.

En términos generales, la electricidad se compra para ser utilizada en iluminación, motores, directamente en un proceso y, en algunos casos, como una fuente de calor.

El término energía térmica se refiere a todas las formas de energía que involucran calor, normalmente obtenido a partir de gas natural, gas LP, combustibles líquidos derivados del petróleo y, algunas veces, electricidad.

El proceso mediante el cual la energía térmica y eléctrica se adquieren y se consumen difieren significativamente.

El potencial de ahorro de energía en el sector hotelero mexicano (eléctrica y térmica) es de 2,087,161,922 KWh/año, lo que equivale aproximadamente a la producción anual de 2 parques eólicos como el de CEMEX en La Ventosa, que requeriría una inversión de 1,100 MDD. Esto se traduce en un ahorro de energía de casi 2,283 MDP por año, con un monto de inversión de 4,566 MDP<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> Cero significa que no hay datos disponibles para esa categoría.

<sup>24</sup> Basel Agency for Sustainable Energy, CONUEE "Eficiencia energética y Energía Renovable en el sector hotelero". En [http://www.energy-base.org/fileadmin/template/BASE/reports/Reporte\\_Ejecutivo.pdf](http://www.energy-base.org/fileadmin/template/BASE/reports/Reporte_Ejecutivo.pdf), consultado el 1 de diciembre de 2011.

## CAPITULO 2: METODOLOGÍA

Se determinará el universo muestral de los hoteles a estudiar de las bases de datos disponibles. Para ello se obtendrán los listados de todos los hoteles consultando fuentes como las bases de datos de la Secretaría de Turismo, Directorio de Hoteles de México, Asociación Mexicana de Agencias de Viajes (AMAV), Asociación Mexicana de Recintos FERIALES (AMEREF), Asociación Mexicana de Desarrolladores Turísticos (AMDETUR), Asociación Mexicana de Hoteles y Moteles (AMHM), Asociación Mexicana de Parques Acuáticos y Balnearios (AMPABA) y diversas páginas Web de distintos estados de la República Mexicana.

Los hoteles se seleccionarán en base a su clasificación de dos y tres estrellas ya que son los que en base al número de trabajadores pertenecen a la categoría PyME's (Tabla 5).

**Tabla 5: Clasificación de las Pequeñas y Medianas empresas en México**

Tamaño de la empresa	Clasificación por número de empleados		
	Industria	Comercio	Servicios
Micro	0-30	0-5	0-20
Pequeña	31-100	6-20	21-50
Mediana	101-500	21-100	51-100
Grande	501 en adelante	101 en adelante	101 en adelante

Fuente: Diario Oficial de la Federación (DOF), 30 de Marzo de 1999.

Posteriormente, se elegirán los hoteles en los cuales se aplicará una encuesta a los empleados de mantenimiento ó dueños para saber las características de operación y la forma en que consumen la energía. Luego se analizarán los resultados de las encuestas levantadas para hacer el cálculo del rendimiento energético y exergético de cada hotel entrevistado, para llegar a conclusiones acerca del uso de la energía.

Finalmente, se elaborará el programa de ahorro de energía correspondiente para cada hotel tomando en cuenta medidas de eficiencia energética y uso de energías renovables.

### 2.1 Procedimiento para obtener el rendimiento energético y exergético:

Como una medida fundamental de la desviación termodinámica de un sistema considerando su ambiente estable de referencia, la exergía es igual a la máxima cantidad de trabajo que el sistema puede proporcionar cuando se pone en equilibrio con su ambiente de referencia.

La eficiencia energética se define como (Ecuación 1):

$$\eta = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Entrada-de-energía}} \dots\dots\dots \text{Ec. 1}$$

Mientras que la eficiencia exergética es definida como (Ecuación 2):

$$\psi = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Entrada-de-exergía}} \dots\dots\dots \text{Ec. 2}$$

Las dos se pueden relacionar mediante la siguiente expresión:

$$\psi = \frac{\eta}{\gamma} \dots\dots\dots \text{Ec. 3}$$

La eficiencia exergética (Ecuación 3) es igual la eficiencia energética convencional dividida por el factor de exergía ( $\gamma$ ). Para la electricidad usada en dispositivos eléctricos, la exergía es igual al valor de la energía, por esta razón la eficiencia exergética es la misma que la eficiencia energética<sup>25</sup>.

La eficiencia exergética global significa una media ponderada y es calculada mediante la ecuación 4:

$$\psi_{global} = \sum_{i,k} \left( \frac{\eta_i}{\gamma_i} \right) * Fr_{i,k} \dots\dots\dots \text{Ec. 4}$$

Donde  $\psi_{global}$  expresa la media ponderada igual a la eficiencia exergética global,  $\eta_i$  es la eficiencia energética,  $\gamma_k$  es el factor de exergía de cada forma de energía utilizada, y la fracción de exergía (Fr) que denota el índice de forma de energía usada con respecto al total de energía. En la tabla 5 se muestran los factores de exergía para las distintas formas de energía.

**Tabla 6: Factores de exergía para distintas formas de energía seleccionadas.**

Forma de energía	Factor de exergía
Petróleo crudo	1,08
Gasolina	1,06
Diesel	1,07
Keroseno	1,07
Combustóleo	1,06
LPG	1,06
Otros productos del petróleo	1,06
Carbón	1,08
Energía eléctrica	1

Fuente: G. Xydis, C. Koroneos, A. Polyzakis "Análisis of the greek hotel sector: an application". En Energy and Buildings 41 (2009) de Elsevier. Pags 404

En la tabla 7 se resaltan las eficiencias energéticas y en la tabla 8 las exergéticas para diversos procesos. Las eficiencias energéticas son convertidas en las eficiencias exergéticas cuando se dividen por el factor de exergía para cada forma de energía. Es notable que las eficiencias exergéticas son más bajas ó iguales que las eficiencias energéticas; esto es atribuido a la destrucción de exergía de entrada debida a irreversibilidades. Fuera de estas razones la

<sup>25</sup> Xydis, C. Koroneos, A. Polyzakis, "Análisis of the greek hotel sector: an application"

eficiencia exergética frecuentemente da un entendimiento más fino del desempeño que la eficiencia energética.

**Tabla 7: Eficiencias energéticas para procesos seleccionados.**

PROCESOS SELECCIONADOS	COMBUSTIBLES		PETROLEO	GAS	ELECTRICIDAD	PROMEDIO
	CARBON	RENOVABLES				
COCCIÓN DE ALIMENTOS	0.144	0.103	0.219	0.272	0.599	0.267
LAVAVAJILLAS					0.759	0.759
CALEFACCIÓN DE ESPACIOS	0.338	0.241	0.547	0.616	1	0.548
CALENTAMIENTO DE AGUA	0.182	0.122	0.437	0.454	0.674	0.374
ENFRIAMIENTO DE ESPACIOS			0.455	0.604	0.883	0.647
REFRIGERACIÓN					0.466	0.466
ENERGÍA MECÁNICA			0.121	0.221	0.544	0.295
ILUMINACIÓN			0.021	0.028	0.042	0.03
TELEVISIÓN					0.111	0.111
OTROS DISPOSITIVOS DOMÉSTICOS				0.386	0.555	0.4705
PROMEDIO	0.221	0.155	0.3	0.396	0.563	0.397

Fuente: G. Xydis, C. Koroneos, A. Polyzakis "Analysis of the greek hotel sector: an application". En Energy and Buildings 41 (2009) de Elsevier. Pags 404.

Utilizando la tabla 7, la eficiencia energética global se puede calcular en base a las eficiencias energéticas dependiendo del uso final y el tipo de y la fracción de la energía total utilizada para ese propósito (Ecuación 5):

$$\eta_{global} = \sum_{i,k} \eta_{i,tabla} * Fr_{i,k} \dots \dots \dots \text{Ec. 5.}$$

**Tabla 8: Eficiencias exergéticas para procesos seleccionados.**

PROCESOS SELECCIONADOS	COMBUSTIBLES		PETROLEO	GAS	ELECTRICIDAD	PROMEDIO
	CARBON	RENOVABLES				
COCCIÓN DE ALIMENTOS	0.136	0.101	0.205	0.262	0.599	0.26
LAVAVAJILLAS					0.759	0.759
CALEFACCIÓN DE ESPACIOS	0.319	0.236	0.511	0.592	1	0.532
CALENTAMIENTO DE AGUA	0.172	0.12	0.408	0.437	0.674	0.362
ENFRIAMIENTO DE ESPACIOS			0.425	0.581	0.883	0.63
REFRIGERACIÓN					0.466	0.466
ENERGÍA MECÁNICA			0.113	0.213	0.544	0.29
ILUMINACIÓN			0.02	0.027	0.042	0.03
TELEVISION					0.111	0.111
OTROS DISPOSITIVOS DOMÉSTICOS				0.371	0.555	0.463
PROMEDIO	0.209	0.1529	0.2809	0.355	0.563	0.39

Fuente: G. Xydis, C. Koroneos, A. Polyzakis "Analysis of the greek hotel sector: an application". En Energy and Buildings 41 (2009) de Elsevier. Pags 404.

Utilizando la tabla 8, la eficiencia exergética global se puede calcular con los valores que se establecen para cada uso final, el tipo de combustible y la fracción de la energía total utilizada para este propósito (Ecuación 6):

$$\psi_{global} = \sum_{i,k} \psi_{i,tabla} * Fr_{i,k} \dots\dots\dots Ec. 6.$$

Note que de acuerdo a lo antes establecido, la eficiencia exergética será mayor mientras más se consuma electricidad. Cabe recordar que la electricidad tiene el menor factor de exergía (Tabla 6), debido a que es directamente convertida y se considera que su energía es igual a su exergía, pues no hay irreversibilidades adicionales cuando se utiliza, como las que hay en los procesos de combustión ó las pérdidas por transferencia de calor a través de una diferencia finita de temperaturas (caso de energía térmica) y, por lo tanto, proporciona la mayor eficiencia energética y exergética comparada con las otras formas de energía.

Los indicadores de consumo de energía ó cualquier otro recurso en el sector hotelero incluyen el número de noches vendidas, habitaciones ó comidas servidas<sup>26</sup>. En este estudio, el consumo de energía para cada hotel se normalizará por unidad de área del piso del hotel, número de habitaciones ó número de noches vendidas, mediante la siguiente expresión (Ecuación 7):

$$Consumo \cdot normalizado = \frac{Total \cdot del \cdot recurso \cdot consumido \cdot en \cdot el \cdot hotel}{Factor \cdot normalizado (área, habitaciones)} \dots\dots\dots Ec. 7$$

En base a los resultados obtenidos, se elaborará el Programa de ahorro de Energía para cada hotel considerado en este estudio.

El primer paso para realizar el estudio es realizar un diagnóstico energético de las instalaciones del hotel, el cual se define a continuación:

Diagnóstico energético: El diagnostico energético es un instrumento imprescindible para saber cuánto, cuándo, cómo, dónde y por qué se consume la energía, así como la forma para establecer el grado de eficiencia en su utilización. Para ello, se requiere, tanto de una inspección minuciosa de las instalaciones como de un análisis energético detallado de los consumos y la forma en que se usa la energía. Las medidas que se implementen como resultado del diagnóstico energético, permitirán alcanzar ahorros significativos en el corto, mediano y largo plazos (CONUEE “Guía para elaborar un diagnóstico energético en inmuebles”, México 2011).

Los beneficios de realizar un diagnóstico energético son los siguientes:

- Conocer el comportamiento y uso de la energía.
- Evaluar cuantitativa y cualitativamente la energía que se consume.

<sup>26</sup> Bohdanowicz Paulina, Martinac Ivo, “Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels-Case study of Hilton International and Scandic in Europe”

- Detectar áreas de oportunidad de ahorro y uso eficiente de energía.
- Cuantificar los potenciales de ahorro de energía.
- Analizar de manera detallada las instalaciones, a fin de estructurar propuestas técnicas viables, para ahorrar energía en los diversos sistemas eléctricos y térmicos.
- Determinar la eficiencia energética de la dependencia o entidad en términos de índices energéticos.
- Establecer un catálogo de acciones y medidas de ahorro.
- Estimar la inversión requerida para la aplicación de las medidas de ahorro.
- Determinación de beneficios energéticos, ambientales y económicos.

Las medidas para el ahorro y el uso eficiente de la energía se clasifican en tres tipos:

- Medidas operativas: Son aquellas que no requieren inversión o ésta no es significativa; se basan en el desarrollo y aplicación de medidas operativas y/o administrativas que logren un ahorro de energía.
- Medidas Educativas.- Se refieren a las actividades que promueve la dependencia o entidad para la capacitación y promoción de mejores prácticas, con el objeto de ahorrar y hacer un uso eficiente de la energía, por parte del personal de la dependencia o entidad.
- Medidas de inversión: Medidas de Inversión.- En este rubro se consideran aquellas acciones que requieren de inversiones en equipos o materiales, para alcanzar ahorros importantes de energía.

El diagnóstico energético se suele organizar en dos etapas, fases o niveles secuenciales:

- Diagnóstico energético preliminar: Es esencialmente una recolección preliminar de información y el análisis de ésta, con énfasis en la identificación de fuentes evidentes de posible mejora en el uso de la energía, así como medidas de eficiencia energética de costo mínimo o nulo. La mayoría de las acciones son operacionales o educativas. En síntesis, el estudio tiene como propósito:
  - Identificar el consumo de energía eléctrica y combustibles en los inmuebles.
  - Establecer el nivel de eficiencia de su utilización en términos de índices energéticos, y
  - Proponer las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía, así como establecer la inversión requerida para su aplicación.



- Diagnóstico energético integral: Proporciona un análisis completo de toda la parte energética de la dependencia, tanto de equipos y aparatos como de sistemas auxiliares, así como los detalles operativos de cada uno de ellos y de manera integral. En un diagnóstico energético integral la medición de los parámetros eléctricos y de combustible de los principales equipos consumidores de energía es fundamental. El diagnóstico tiene como propósito:
- Identificar el consumo por usos finales de energía eléctrica y combustibles en los inmuebles.
  - Establecer el nivel de eficiencia de su utilización por equipos, aparatos, sistemas y procesos, en términos de índices energéticos, y
  - Proponer las medidas de uso eficiente de la energía de forma integral; determinar los beneficios energéticos, económicos, ambientales, así como establecer la inversión requerida para su aplicación.

Después de realizar el diagnóstico energético mediante la aplicación de una encuesta en forma de cuestionario de evaluación energética (Anexo 2) de las instalaciones de un hotel, se procederá al análisis de resultados en el que se determinan las eficiencias exergética y energética de la instalación y se identifican los usos finales en los que se consume más energía.

Luego se establece el programa de ahorro de energía adecuado para la instalación en el que se toman en cuenta la inversión que debe hacerse para cada uno de los equipos y se calculan las emisiones de gases de efecto invernadero que se evitarían al aplicar las medidas necesarias.

Las medidas que se pueden aplicar para el uso racional y eficiente de la energía, se pueden clasificar en dos grupos:

- Disminuir el consumo de energía: Son todas las acciones orientadas al ahorro de energía, el empleo de dispositivos y las soluciones constructivas que permitan reducir el consumo. El criterio de ahorro energético debe ser considerado desde su diseño y construcción o bien en la remodelación del mismo. Es muy importante tomar en cuenta esto último, ya que las instalaciones turísticas sufren profundos procesos de remodelación en periodos que oscilan entre los 15 y 20 años, lo que puede ser aprovechado para la disminución de los costos por consumos energéticos<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> CONUEE, Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles

- Incrementar la eficiencia en el uso de energéticos: Son aquellas soluciones que involucran el aumento en la eficiencia de los equipos y sistemas. La mayor parte del desperdicio de energía se produce por deficiencias en los equipos que la consumen, tanto por su concepción y diseño, como por su antigüedad o falta de mantenimiento.

A continuación se describen los usos finales más importantes que tiene un hotel y algunas formas de evaluar si la energía se usa de manera eficiente en ellos, así como equipos utilizados, la mayor parte de lo que a continuación se presenta fue extraído de la “Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles” (CONUEE, 2009), excepto cuando se especifique lo contrario.

## 2.2 Usos finales de la energía en las instalaciones hoteleras.

### 2.2.1 Aire acondicionado

Este sistema está compuesto por un conjunto de equipos que proporcionan aire y mantienen el control de su temperatura, humedad y pureza en todo momento, con independencia de las condiciones climáticas. El diseño del sistema de aire acondicionado depende del tipo de estructura en la que se va a instalar, la cantidad de espacio a refrigerar, el número de ocupantes y el tipo de actividad que éstos realicen.

Las unidades centrales o enfriadoras de agua (chillers) son más eficientes que las enfriadas por aire; sin embargo, debe considerarse que al sistema de enfriamiento por agua tiene que agregarse el consumo eléctrico de los ventiladores de la torre de enfriamiento y el de las bombas del agua de condensación (Figura 10).

**Figura 10: Enfriadora de agua (Chiller)**



Fuente: Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles (CONUEE, 2009)

En México existen 3 Normas de Eficiencia Energética que se refieren a aire acondicionado, las cuales se enlistan a continuación:

- NORMA Oficial Mexicana NOM-021-ENER/SCFI-2008, Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto<sup>28</sup>. Límites, métodos de prueba y etiquetado. Esta Norma Oficial Mexicana aplica a los acondicionadores de aire tipo cuarto nuevos, con o sin calefacción, con condensador enfriado por aire y con capacidades de enfriamiento hasta de 10 600 watts, nacionales y extranjeros que se comercializan en los Estados Unidos Mexicanos. No aplica para acondicionadores de aire tipo cuarto divididos.
  
- NORMA Oficial Mexicana NOM-023-ENER-2010: Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire<sup>29</sup>. Límites, método de prueba y etiquetado. Esta norma oficial mexicana aplica para los acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire (conocidos como minisplit y multisplit); de ciclo simple (solo frío) o con ciclo reversible (bomba de calor), que utilizan condensadores enfriados por aire, operados con energía eléctrica, en capacidades nominales de enfriamiento de 1 Wt hasta 19 050 Wt que funcionan por compresión mecánica. Esta norma oficial mexicana se limita a los sistemas que utilizan uno o varios circuitos simples de refrigeración con evaporador y condensador, comercializados en los Estados Unidos Mexicanos. Se excluyen del campo de aplicación los siguientes aparatos:
  - a) Las bombas de calor a base de agua;
  - b) Las unidades que se diseñan para utilizarse con conductos adicionales;
  - c) Las unidades móviles (que no son de tipo ventana) que tienen un conducto condensador de escape.
  - d) Las unidades con compresor de frecuencia y/o flujo de refrigerante variable
  
- NORMA Oficial Mexicana NOM-011-ENER-2006, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado. Esta norma aplica para los acondicionadores de aire tipo central, tipo paquete o tipo dividido, operados con energía eléctrica, en capacidades nominales de enfriamiento de 8 800 W hasta 19 050 W que funcionan por compresión mecánica y que incluyen un serpentín evaporador enfriador de aire, un compresor y un serpentín

---

<sup>28</sup> Aparato diseñado para extraer calor y humedad del aire de un cuarto cerrado, que se instala a través de una ventana o pared externa, pudiendo también contar con medios para ventilación, extracción y calefacción de aire.

<sup>29</sup> Acondicionador de aire, de descarga libre sin conductos de aire, constituido por dos cuerpos (Minisplit): Es un acondicionador de aire, constituido por dos cuerpos, uno al interior del cuarto, espacio o zona cerrada (espacio acondicionado) y otro al exterior conectados por tuberías. Está constituido por una fuente primaria de refrigeración para enfriamiento y/o deshumidificación y puede incluir medios para calefacción, circulación y limpieza del aire.

condensador enfriado por aire o por agua, comercializados en los Estados Unidos Mexicanos. Esta norma no incluye métodos de prueba para evaluar la eficiencia de componentes individuales de los equipos.

Es lo que especifica la eficiencia energética de un acondicionador de aire en base a las normas anteriores, y se determina dividiendo el valor de la capacidad total de enfriamiento, en  $W_t$ , entre el valor de la potencia efectiva de entrada, en  $W_e$ . Donde  $W_e$  = Watt eléctrico y  $W_t$  = Watt térmico. A este valor se le conoce como la Relación de Eficiencia Energética (REE).

### 2.2.2 Iluminación

En un hotel de mediano tamaño, los consumos de energía eléctrica por iluminación pueden representar del 30 al 40% del total de la factura: por ello, es indispensable contar con un buen sistema y aplicar las acciones necesarias para lograr una mayor eficiencia. Cabe señalar que la iluminación de un hotel influye en la percepción que las personas tendrán del mismo; así, una deficiente iluminación puede hacer que las mejores instalaciones se vean de baja calidad. Cada actividad requiere de un adecuado nivel luminoso, que dependerá de la función a desarrollar. En los hoteles es de suma importancia crear un ambiente agradable y una sensación de confort, pero a menudo la capacidad instalada de focos y luminarias excede la potencia necesaria. Para ello, existen algunas recomendaciones de la Norma Oficial Mexicana (NOM-025-STPS-1994), relativa a los niveles y condiciones de iluminación para diferentes áreas que pueden aplicar a los hoteles (Tabla 9):

**Tabla 9: Niveles de iluminación de la norma NOM-025-STPS-1994.**

Área de trabajo	Iluminación (Lux)	Área de trabajo	Iluminación (Lux)
<b>Habitaciones</b>		<b>Hall</b>	
Alumbrado general	60	Alumbrado general	200
Cabecera o cama	200	Recepción – caja	200
<b>Baños</b>		<b>Bar – restaurante</b>	
Iluminación en general	60	Bar	200
Espejo	200	Restaurante	100
<b>Pasillos y escaleras</b>		<b>Sala de convenciones</b>	
Alumbrado diurno	100	Salones	200
Alumbrado nocturno	100	Oficinas	400
<b>Exterior</b>			
Vías de acceso	10		
Aparcamiento	15		
Jardín	5		
Fachada	100		

Fuente: Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles (CONUEE, 2009)

Con base en la tabla anterior, es necesario verificar los niveles de iluminación de las diferentes zonas y reajustarlos de acuerdo con las recomendaciones. Si el nivel es menor al indicado, se tendrá que instalar más equipo, y si es mayor, deberán hacerse los arreglos necesarios para disminuir dicho flujo. En cada área de un hotel que requiere ser iluminada existirán distintos tipos de solución. Sin embargo, se deben tener siempre presentes las opciones que ayudan a ahorrar energía y deben aplicarse durante una reparación o bien, procurarse que en la próxima remodelación se pueda realizar el reemplazo de equipos convencionales por equipos más eficientes.

Por ser una fuente de calor, la iluminación contribuye a la carga térmica del hotel y, por tanto, también tiene que ver con el funcionamiento del aire acondicionado. Por ello, un sistema de iluminación eficiente será aquel que emita el menor calor posible, lo que conlleva el beneficio adicional de disminuir la carga de enfriamiento del sistema existente y generar ahorros de energía eléctrica, no sólo por la reducción de potencia del foco o de la lámpara, sino por lo que dejará de consumir el equipo de aire acondicionado.

Para controlar los niveles excesivos de iluminación artificial se debe aplicar la NOM-007-ENER-1995. Si se va a construir una nueva instalación o realizar alguna ampliación, se deberá cumplir con esta norma oficial mexicana de eficiencia energética, la cual indica la cantidad de potencia máxima que se puede instalar por concepto de iluminación ( $W/m^2$ ) y que no hay que confundir con los niveles de iluminación. Esta norma obliga a colocar sistemas de iluminación eficientes, que si bien pueden representar una inversión adicional, generarán un ahorro de energía con su operación. Los valores de densidad de potencia eléctrica (DPE) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior y exterior de los edificios indicados en el campo de aplicación de dicha norma (Tabla 10) no deben excederse.

**Tabla 10: Valores máximos permisibles de densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.**

TIPO DE EDIFICIO	DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA ( $W/m^2$ )	
	Alumbrado interior	Alumbrado exterior
Oficinas	16,0	1,8
Escuelas	16,0	1,8
Hospitales	14,5	1,8
Hoteles	18,0	1,8
Restaurantes	15,0	1,8
Comercios	19,0	1,8
Bodegas o áreas de almacenamiento.*	8,0	
Estacionamientos interiores.*	2,0	

Fuente: NOM-007-ENER-1995 "Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales"

Cuando la iluminación es excesiva, se deben cambiar las lámparas que no se necesitan, sobre todo donde hay ventanas cercanas, en pasillos y, frecuentemente, en áreas donde no haya muebles. Para determinar los niveles de iluminación mínimos aceptables, usar el propio criterio, ó la tabla 8 con la ayuda de un medidor de luz (luxómetro), es aconsejable llamar a algún consultor o asesor para proporcionar este servicio.

Las instalaciones de luminarias fluorescentes y HID (alta intensidad de carga) también utilizan balastras, dispositivos que proveen el voltaje y corriente de encendido y de operación. Se debe recordar que las balastras, por sí mismas usan electricidad. Por esta razón, si las lámparas son eliminadas pero sus balastras no son desconectadas, continuarán usando electricidad. Este problema se corrige con un trabajo sencillo de cableado.

Si bien es cierto, que la vida de la lámpara disminuye si esta es encendida y apagada frecuentemente, se debe tomar en cuenta que su costo resulta insignificante cuando se compara con el de la energía que consume durante su vida útil. Además, se debe considerar que las lámparas de vapor de mercurio, metal de halogenuro y de alta presión de sodio toman mayor tiempo para encender que las lámparas fluorescentes o incandescentes; este factor es importante cuando se proyecta cambiar las luces.

Si un interruptor sencillo controla un gran número de luces, siempre será recomendable cambiarlo por un interruptor múltiple y, para ello, será preciso seccionar el circuito; los ahorros aplicados al aplicar esta medida pagarán el recableado, a lo que hay que agregar que así será más fácil controlar las luces área por área.

Cuando se decida a realizar un cambio en el sistema de alumbrado, se sugieren las siguientes recomendaciones:

Empezar por aquellas áreas que necesitan iluminación las 24 horas del día, como son: recepción, pasillos y zonas de servicios. Si al calcular el tiempo de recuperación de la inversión resulta atractivo, entonces deben iniciarse los cambios. Reemplazar los actuales equipos por los tipos más adecuados de lámparas. En virtud de los avances tecnológicos, se puede elegir entre una gran variedad de lámparas diseñadas para cada propósito, con un menor consumo de electricidad y una mayor vida útil. Por ejemplo:

En los pasillos, cuartos de huéspedes y oficinas, sustituya las lámparas incandescentes por lámparas compactas fluorescentes (CFL). Existen diversos modelos para todo tipo de decoraciones; algunas opciones ahorradoras incluyen diseños para lámparas colgantes, de pared o luminarias empotradas en el techo. Para obtener un nivel similar de iluminación se deben conocer las equivalencias de potencia entre lámparas incandescentes y fluorescentes (tabla 11).

**Tabla 11: Equivalencias de potencia de consumo de energía entre lámparas incandescentes y fluorescentes.**

Incandescentes (Watts)	Lámparas Fluorescentes Compactas (Watts)
40	9
60	15
75	18
100	23

Fuente: Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles (CONUEE, 2009)

Se sugiere sustituir los focos incandescentes por los de halógeno o fluorescentes en algunas aplicaciones de iluminación decorativa y luz concentrada. Reemplazar luminarias incandescentes por fluorescentes en áreas de oficinas, servicios, recreación y estacionamientos. Para comparar los niveles de iluminación proporcionados por cada tipo de lámpara deben tomarse en cuenta también las características técnicas (tabla 12).

**Tabla 12: Características técnicas de los tipos de lámparas que se venden en el mercado mexicano.**

Tipo de lámpara	Potencia (Watts)	Eficacia (lumen/watts)	Vida útil (horas)	Posibilidad de distinguir colores.
Incandescentes	De 1 a 2000	De 8 a 20	1000	Excelente
Halógenas	De 3 a 10,000	De 18 a 22	2000	Excelente
Fluorescentes tubulares	De 4 a 215	De 40 a 93	5000	Buena
Fluorescentes compactas	De 5 a 36	De 50 a 82	De 6000 a 10,000	Muy buena
Vapor de mercurio	De 50 a 2000	De 40 a 50	8000	Mala
Halogenuros metálicos	De 75 a 3500	De 60 a 95	2000	Mala
Vapor de sodio de alta presión	De 50 a 1000	De 60 a 130	10,000	Mala
Vapor de sodio de baja presión	De 18 a 180	De 100 a 183	8000	Mala
LED's	De 1 a 55	De 16 a 22	80,000	Excelente

Fuente: Lima Velasco Juan Ignacio. "Ahorro de Energía Eléctrica (Implementación metodológica)".

Cabe mencionar que la tecnología más reciente es la de los LED's, sin embargo, por esa misma razón, presentan costos muy elevados que no pueden competir con los demás tipos de lámparas.

### **2.2.3 Elevadores**

El consumo de energía de los ascensores es una partida relativamente pequeña dentro del consumo de energía eléctrica de un hotel. No obstante, se pueden conseguir ahorros energéticos significativos si se escoge una tecnología eficiente.

El accionamiento puede ser hidráulico o eléctrico. El accionamiento hidráulico no es habitual; la principal ventaja de esta tecnología es su tamaño reducido, que resulta interesante cuando hay poco espacio disponible, pero el consumo energético específico es muy alto, y la altura está limitada a 15 metros.

En cuanto al accionamiento eléctrico, en los modelos básicos el cable se mueve mediante motores asíncronos de corriente alterna, con uno o dos engranajes. Debido a su baja velocidad, se utilizan en edificios pequeños. La precisión de parada tampoco es muy buena y la carga máxima no es muy alta. Estos modelos se adaptan bien a edificios pequeños con poca afluencia de gente.

Los sistemas más eficientes son los de accionamiento eléctrico con velocidad variable de los motores mediante regulación electrónica. Con estos sistemas se consigue un ahorro energético de alrededor de un 30% y permiten también disminuir la potencia de demanda debido a la disminución de los picos de potencia que se producen en el arranque. Este sistema es tanto más ventajoso como mayor es la altura del edificio. Otras ventajas de esta tecnología son unos menores costos de mantenimiento y un mayor confort, debido a que el arranque y la parada son más suaves.

### **2.2.4 Cocina**

En el establecimiento se manejan cantidades importantes de alimentos y bebidas que es preciso almacenar y conservar. El almacenaje de cantidades excesivas de los primeros implica disponer de grandes instalaciones con el consecuente gasto de energía. En cuanto a las bebidas, únicamente se habrán de refrigerar las que se consuman durante la jornada. Al colocar en el refrigerador las nuevas bebidas, se procederá a rotarlas de manera que las frías queden a la mano para el consumo inmediato.



### 2.2.5 Lavandería

Desde que se planea la construcción de un hotel, se debe hacer un estudio sobre la conveniencia de contar con una lavandería dentro del mismo, ya que resulta improductivo realizar un fuerte gasto en equipo si la capacidad de trabajo va a ser reducida. Algunos hoteles dan servicio de lavandería y tintorería a otros más pequeños, lo que les permite una mayor utilización de su capacidad instalada. En todo caso, es preferible utilizar el sistema central de agua caliente en lavanderías con alta capacidad y evitar el sistema individualizado.

Los hoteles que disponen de lavandería tienen en esta instalación un importante punto de consumo. En promedio, se puede considerar, como valor de referencia, un consumo de 2 a 3 KWh/Kg de ropa lavada. Este consumo se reparte en las operaciones de lavado, donde el agua se calienta hasta 60-80°C, el secado, el planchado, y los consumos generales de electricidad.

### 2.2.6 Agua caliente.

En los hoteles, existen varias tecnologías para calentamiento de agua, las cuales con las siguientes:

a) Boilers: Es un dispositivo termodinámico que utiliza energía sólo para elevar la temperatura del agua sin evaporarla (Figura 11). Entre los usos domésticos y comerciales del agua caliente están la limpieza, las duchas, para cocinar o la calefacción.

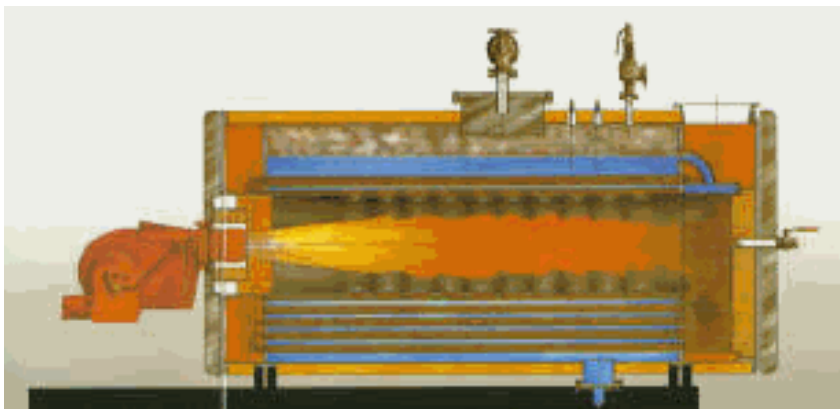
**Figura 11: Boilers encontrados en el Hotel Colonial Los Arcos de Ciudad del Carmen Campeche**



b) Calderas de tubos de humo: Se denominan pirotubulares por ser los gases calientes procedentes de la combustión de un combustible, los que circulan por el interior de tubos cuyo exterior esta bañado por el agua de la caldera.

El combustible se quema en un hogar, en donde tiene lugar la transmisión de calor por radiación, y los gases resultantes, se les hace circular a través de los tubos que constituyen el haz tubular de la caldera, y donde tiene lugar el intercambio de calor por conducción y convección. Según sea una o varias las veces que los gases pasan a través del haz tubular, se tienen las calderas de uno o de varios pasos. Es un recipiente cilíndrico que tienen tubos que pasan a lo largo de ellos y que se rolan a los cabezales del recipiente; el haz de tubos, generalmente es horizontal y la parte superior del recipiente no tiene tubos. El principal mecanismo de la transferencia de calor de los gases de combustión a los tubos es convección. Ver Figura 12. Esta es la caldera de uso más común, al menos en México, esto se debe a que su mantenimiento es menos complejo que las acutubulares, es más barato, requiere menor tiempo, su emplazamiento requiere menos espacio y su reposición de refacciones es en menor tiempo. Regularmente se encuentran en industrias que no requieren una alta calidad de vapor para sus procesos y presiones de 90PSI a 120 PSI.

**Figura 12: Esquema de una caldera de tubos de humo**



Fuente: IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía de España), “Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria en edificios y viviendas”.

c) Generador de agua caliente tipo serpentín: Estas unidades usan el mismo diseño básico del Generador de Vapor que produce vapor saturado pero, en lugar de vapor, se produce agua caliente que circula por un serpentín helicoidal que se calienta en el hogar del calentador con el calor desprendido por el combustible. Estos modelos de Generadores de Agua Caliente son automáticos, del tipo de tiro forzado y de circulación controlada, monotubulares y de alta eficiencia térmica. La elevación de temperatura en el agua puede ser de hasta 45°C.

**Figura 13: Generador de agua caliente tipo serpentín.**



Fuente: Clayton de México. S.A. de C.V.<sup>30</sup>

Entre los combustibles utilizados se encuentran el gas natural, gas propano (GLP), querosén y el carbón, aunque también se usan la electricidad, la energía solar, bombas de calor (compresor) de refrigeradores o de acondicionadores de aire, calor reciclado de aguas residuales (no aguas negras) y hasta energía geotérmica. En el caso de las aguas calentadas con energías alternativas o recicladas, éstas usualmente se combinan con energías tradicionales. Las eficiencias con las que operan estas tecnologías se resumen en la tabla 13:

**Tabla 13: Eficiencias de los sistemas de calentamiento de agua de las principales tecnologías utilizadas en los hoteles de México.**

Tecnología/Eficiencia	Boilers	Calderas de tubos de humo	Generadores de agua caliente tipo serpentín.
Equipo	70%	80%	88%
Tubería	85%	85%	85%
Global sistema de calentamiento	59.5%	68%	74.8%

Fuentes: NOM-003-ENER-2000 y principales fabricantes y distribuidores en México como Clever Brooks y Clayton. La eficiencia del sistema de tuberías fue tomado de: IDAE España, "Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria en edificios y viviendas".

En los hoteles, una parte importante del costo total de la energía corresponde al calentamiento de agua y su suministro (bombeo); el agua caliente es usada en diferentes

<sup>30</sup> Herrera Reyes Miguel, "Conceptos básicos de seguridad en las calderas", en <http://fireinvestigation.blogspot.com/2006/09/conceptos-bsicos-de-seguridad-en.html>, consultado diciembre de 2011.

puntos de consumo, tales como: regaderas, lavamanos, limpieza, lavado de trastes y ropa, entre otros. Existen varias medidas para evitar el desperdicio de agua caliente o bien para reducir consumo. A continuación se presentan cuatro posibles formas de ahorro.

1. Se debe reducir la temperatura del agua caliente, pues es frecuente que se esté proporcionando mucho más caliente de lo que se necesita.

Si el control de temperatura se mantiene en un nivel alto, el agua llegará al usuario a mayor temperatura de la requerida; en ese caso, la persona se verá obligada a mezclarla con agua fría, a lo que hay que agregar las pérdidas de calor de la tubería, pues aunque esté bien aislada, la temperatura alta incrementa estas pérdidas tanto en las tuberías como en el tanque de almacenamiento.

Si se revisa el ajuste de los controles programados en los equipos de calentamiento y en el tanque de almacenamiento de agua caliente, y además se usa un termómetro cerca de la salida de los usuarios, para verificar que la temperatura en este lugar sea la conveniente, se puede responder a las necesidades reales de los usuarios. Esta medida implica una inversión mínima. En un calentador de agua eléctrico, se comprobará que el suministro de corriente se desconecte cuando la temperatura alcance el nivel adecuado (tabla 14).

**Tabla 14: Temperaturas recomendadas para los diversos usos del agua caliente en un hotel.**

Usuario	T °C
Lavabo	40
Regaderas	40
Lavandería	70 *
Máquina Lavaplatos	82 **

Fuente: Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles (CONUEE, 2009)

\*Aplicar las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el tipo de jabón usado y la máquina de lavado.

\*\* La mayoría de estas máquinas requieren el agua entre 60°C y 82°C.

2. Se debe disminuir la cantidad de agua caliente que se está usando. Algunas recomendaciones para lograrlo son: la detección oportuna y reparación de fugas; el reemplazo de equipos en mal estado; la instalación de regaderas economizadoras y válvulas de cerrado automático; o bien, el cierre temporal o definitivo de suministro en zonas donde no se requiere servicio.

3. Se debe reducir la pérdida de calor en los sistemas. La mayoría de los sistemas de agua caliente son “de espera” (stand-by): aunque sólo se use en forma intermitente, se mantiene circulando a presión en las tuberías de distribución durante el tiempo que no se

utiliza. Hacer que el agua caliente, se necesite o no, esté disponible las 24 horas del día y siete días a la semana, significa que una importante porción de la energía se desperdicia, sobre todo si el sistema de distribución está mal diseñado y/o mal aislado.

4. Se debe emplear una fuente de calor “libre / adicional” para calentar agua, incluyendo la recuperación de calor de algún otro sistema de energía (ejemplo: la micro cogeneración<sup>31</sup>).

Para mayor información consulte el Anexo 5: “Medidas adicionales de ahorro de energía en los hoteles”, dentro de este apartado encontrará lo referente a la microcogeneración que es el método más actual de eficiencia energética en hoteles.

### 2.3 Planteamiento de un programa de ahorro de energía.

Después de evaluar la utilización de la energía de acuerdo a los usos finales, se tiene que plantear el programa de ahorro de energía.

El programa de ahorro de energía se puede ofrecer de diversas formas, entre las cuales son:

- Cambio de tecnología: Se refiere a la sustitución de equipos.
- Cambio de hábitos: Se refiere a ahorrar energía mediante buenos hábitos de consumo como, por ejemplo, apagar los aparatos eléctricos cuando no se utilizan
- Uso de energías renovables: Cambiar la fuente de energía, por ejemplo, en lugar de usar gas LP para calentar agua, usar energía solar.

### 2.4 Evaluación económica del programa de ahorro de energía propuesto.

Para las evaluaciones económicas se utilizarán dos métodos:

a) Periodo simple de recuperación: El cual sirve para calcular el tiempo de recuperación de una inversión, será utilizado para evaluar las inversiones que se recuperan en un periodo de meses como es el caso de los equipos eléctricos, y se calcula con los ahorros mensuales de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo de Recuperación} = \frac{\text{Inversión-inicial}}{\text{Ahorros-mensuales-ó-anales-generados}}$$

<sup>31</sup> Microcogeneración: Producción de dos tipos de energía en pequeña escala a partir de una misma (combustible). Generalmente los tipos de energía son electricidad y energía térmica en forma de agua caliente.

b) La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión. En términos simples en tanto, diversos autores la conceptualizan como la tasa de interés (o la tasa de descuento) con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

Esta se calcula en base a la ecuación 8:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0 \quad \dots\dots\dots Ec. 8.$$

Donde:

- VAN es el Valor Actual Neto
- $F_t$  es el Flujo de Caja en el periodo t.
- t es el tiempo.
- n es el número de periodos.
- I es el valor de la inversión inicial.

Se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza. Se utilizará para evaluar la rentabilidad de los equipos de calentamiento de agua solar térmico porque el periodo de recuperación de la inversión se mide en años. Se supondrá que para cubrir la inversión se pide prestado a un determinado banco el monto necesario y la tasa fija anual que se pagará por intereses será de 15% que se convertirá en la tasa mínima.

### CAPITULO 3: RESULTADOS

Se consultó la base de datos de la Secretaría de Turismo de la Ciudad de México para realizar una lista de los hoteles candidatos a que se les realice el diagnóstico energético (Anexo 3).

Se realizaron llamadas telefónicas a los establecimientos, ya que se trataría de conseguir una cita con el encargado de mantenimiento del hotel porque es el personal que generalmente conoce las instalaciones del hotel que consumen energía. Desgraciadamente se encontró mucha resistencia al acceso a la información y poco interés por parte de los encargados de los hoteles. Se esperaba acudir el día de la cita para visitar las instalaciones, resolver el cuestionario del diagnóstico energético y proporcionar al personal de los hoteles una hoja de presentación acerca de este proyecto (Anexo1).

El presente trabajo puede ser insertado dentro del proyecto que llevan a cabo la Secretaría de Energía (SENER) por medio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en materia de sustentabilidad energética a través de la UNAM y otras universidades nacionales. Es por ello que, en vista de los resultados obtenidos, se recurrió a algunas encuestas de otros hoteles que la UNAM realizó, a través del departamento de “Proyectos de ahorro de energía” para hacer diagnósticos energéticos. Las encuestas mencionadas se refieren a los siguientes hoteles:

- Hotel Costa y Sol.
- Hotel El Refugio.
- Hotel Colonial Los Arcos.
- Hotel Parque Nacional Los Manantiales.
- Hotel “Centenario De Huamantla”

Cabe mencionar que el cuestionario ó encuesta inicial para conocer las necesidades energéticas no permitió conocer los datos que permitieran hacer un análisis adecuado del uso de la energía en los hoteles, por lo que se procedió a realizar una visita a las instalaciones de algunos (Hotel Costa y Sol, El Refugio y Colonial Los Arcos) para completar la toma de datos y realizar los análisis adecuadamente.

Se mostrarán algunos cálculos necesarios para el primer hotel analizado (Costa y Sol), ya que para los siguientes sólo se mostrarán los resultados.

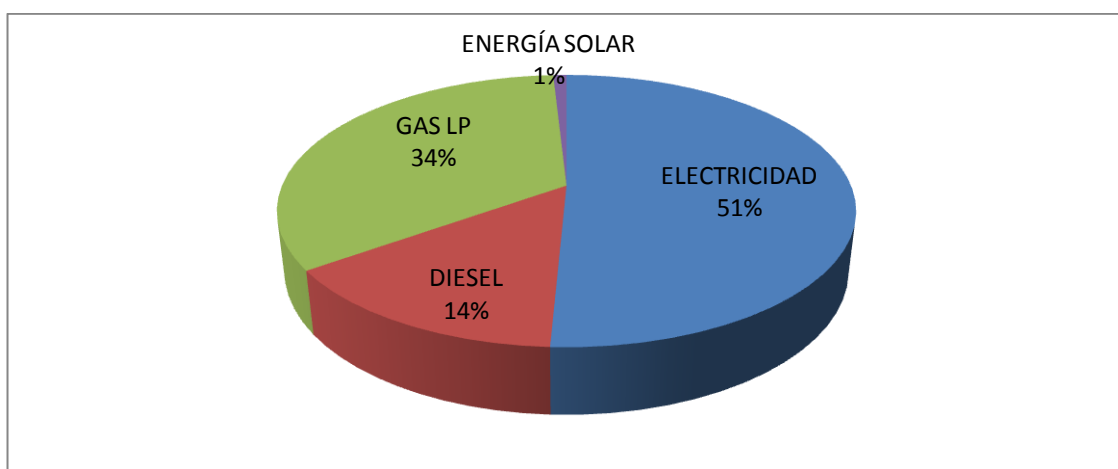
Todos los análisis se realizarán para determinar la cantidad de energía (eléctrica y térmica) si la demanda u ocupación del hotel es de 100%.

### **3.1 Resultados del Hotel Costa y Sol:**

Este hotel está en el municipio de Boca del Río Veracruz, cuenta con 73 habitaciones y tiene una superficie total construida de 42,000m<sup>2</sup>. Tiene 124 empleados.

Los energéticos que se utilizan en este hotel son la electricidad, el diesel, el gas LP y la energía solar, de ellos, el más importante es la electricidad que suministra el 51% de la energía para su funcionamiento (Figura 14).

**Figura 14: Distribución del consumo de energía por energético del hotel Costa y Sol.**



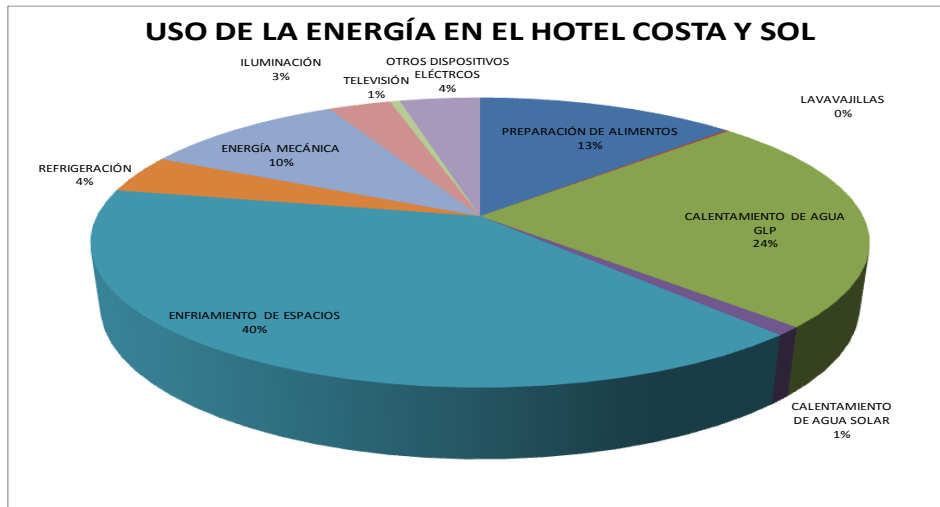
La mayor parte de la energía mensual que usa este hotel se ocupa para el enfriamiento de espacios con aire acondicionado (40%), seguido por el calentamiento de agua con gas LP y energía solar (25%), luego está la preparación de alimentos (13%), equipos de energía mecánica con 10% (bombas, ventiladores) y finalmente los demás usos (Tabla 15 y figura 15). La división de los equipos eléctricos por categorías para analizar este consumo se explica en el apartado “Equipos eléctricos”.

**Tabla 15: Distribución del consumo mensual de la energía del hotel Costa y Sol de acuerdo a sus usos finales.**

PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	CANTIDAD DE	PROPORCIÓN
		ENERGÍA (MJ)	
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	77,456.25	13%
LAVAVAJILLAS	ELECTRICIDAD	907.20	0.2%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	145,429.10	24%
CALENTAMIENTO DE AGUA SOLAR	ENERGÍA SOLAR	5,796.30	1%
ENFRIAMIENTO DE ESPACIOS	ELECTRICIDAD	240,284.02	40%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	25,222.58	4%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	61,412.43	10%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	18,666.95	3%
TELEVISIÓN	ELECTRICIDAD	2,920.78	0.5%
OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	ELECTRICIDAD	23,927.50	4%
	TOTAL	602,023.11	100%

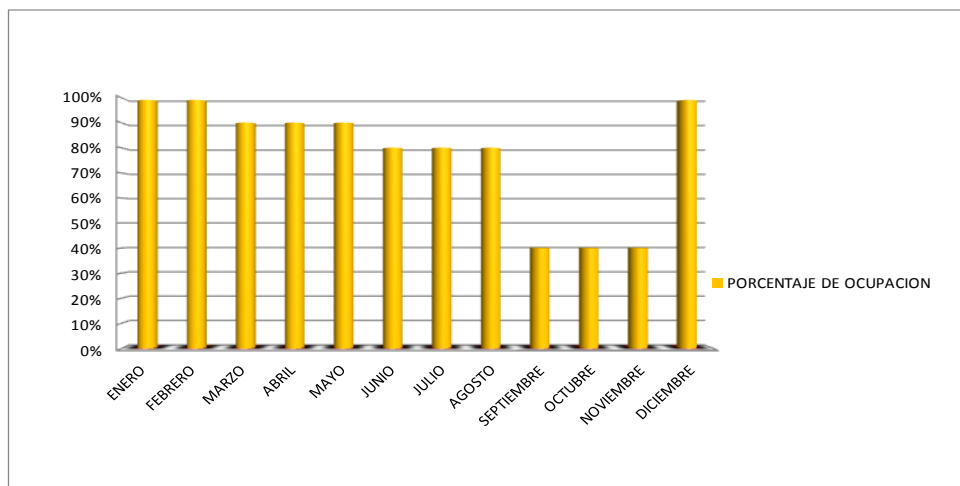


**Figura 15: Gráfica de la distribución del consumo de energía del Hotel Costa y Sol de acuerdo a sus usos finales**



Para analizar los resultados, es necesario saber los porcentajes de ocupación en los diversos meses. Este hotel presenta porcentajes de ocupación de 99% en los meses de diciembre, enero y febrero; 90% en los meses de marzo, abril y mayo; e inferiores en los demás que van desde 80 hasta 40% (Figura 16).

**Figura 16: Gráfica del porcentaje de ocupación del hotel Costa y Sol.**



Ahora se procederá al análisis detallado del consumo dividido en energía eléctrica ó energía térmica.

### 3.1.1 Análisis de energía eléctrica

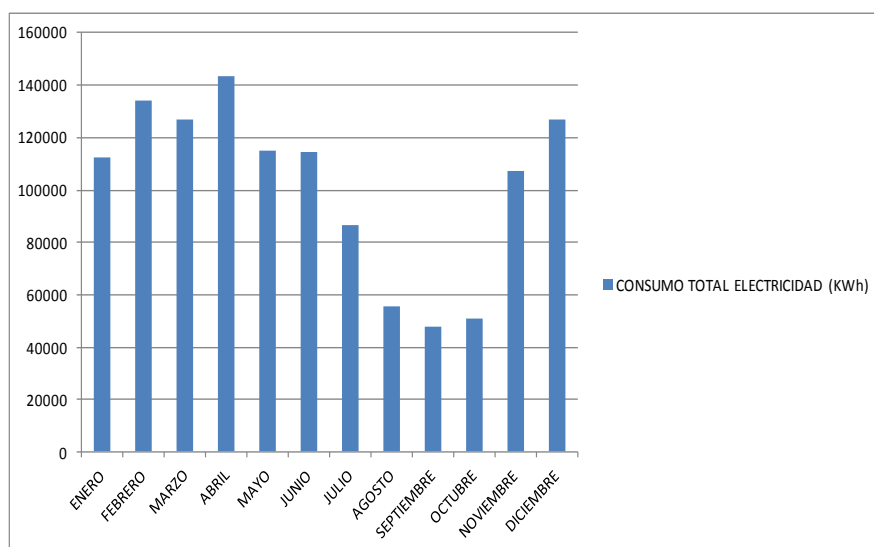
Los consumos promedios mensuales de electricidad de los últimos años se muestran a continuación (Tabla 16 y Figura 17); cabe señalar que sólo se tuvieron los resultados de 2010 del mes de enero a mayo, así que para saber los de los demás meses del año se tomaron los

de junio a diciembre de 2009. Para determinar los consumos totales se sumaron las cantidades de energía eléctrica provenientes de CFE, donde la tarifa que se cobra es HM (Tabla 17), con la electricidad obtenida con la planta de diesel. Con los consumos de diesel, se pudo estimar la cantidad de electricidad generada con la planta de energía que tienen que utiliza diesel para funcionar (Tabla 18).

**Tabla 16: Historial del consumo total mensual de electricidad y costo proporcionado por el Hotel Costa y Sol**

MES	ELECTRICIDAD	
	ELECTRICIDAD KWh	POR HABITACION (KWh/(mes*habitación))
ENERO	112,420	1,540
FEBRERO	134,120	1,837
MARZO	126,980	1,739
ABRIL	143,641	1,968
MAYO	114,782	1,572
JUNIO	114,240	1,565
JULIO	86,380	1,183
AGOSTO	55,440	759
SEPTIEMBRE	47,981	657
OCTUBRE	50,977	698
NOVIEMBRE	107,456	1,472
DICIEMBRE	127,051	1,740
PROMEDIO MENSUAL	101,789	1,394

**Figura 17: Gráfica del Historial del consumo total mensual de electricidad en el hotel Costa y Sol.**



**Tabla 17: Consumo mensual de electricidad proveniente de CFE del hotel Costa y Sol**

MES	CONSUMO	FACTURA	PRECIO
	KWh	\$	(\$/KWh)
ENERO	101,500	161,216	1.59
FEBRERO	123,200	192,284	1.56
MARZO	119,700	197,791	1.65
ABRIL	121,800	197,871	1.62
MAYO	105,700	186,243	1.76
JUNIO	110,600	144,850	1.31
JULIO	79,100	113,372	1.43
AGOSTO	51,800	80,229	1.55
SEPTIEMBRE	39,900	73,499	1.84
OCTUBRE	46,900	80,062	1.71
NOVIEMBRE	98,210	154,393	1.57
DICIEMBRE	112,490	181,182	1.61
PROMEDIO	92,575	146,916	1.60

- El mes que presenta mayor consumo de energía eléctrica es el mes de abril, esto probablemente se debe a que es uno de los meses más calurosos y el uso del aire acondicionado es muy importante, además que se tiene una demanda del 90%.
- El mes que presenta el menor consumo de energía eléctrica es el mes de septiembre, esto se debe al bajo porcentaje de ocupación que se presenta (40%).

**Tabla 18: Electricidad generada con la planta de diesel del hotel Costa y Sol.**

MES	CONSUMO	FACTURA	PRECIO	ELECTRICIDAD
	L	\$	(\$/L)	KWh
ENERO	3,000	21,434	7.14	10,920
FEBRERO	3,000	21,572	7.19	10,920
MARZO	2,000	14,565	7.28	7,280
ABRIL	6,000	43,972	7.33	21,841
MAYO	2,495	18,514	7.42	9,082
JUNIO	1,000	7,490	7.49	3,640
JULIO	2,000	15,117	7.56	7,280
AGOSTO	1,000	7,559	7.56	3,640
SEPTIEMBRE	2,220	15,496	6.98	8,081
OCTUBRE	1,120	7,868	7.03	4,077
NOVIEMBRE	2,540	17,960	7.07	9,246
DICIEMBRE	4,000	28,460	7.12	14,561
PROMEDIO	2,531	18,334	7.26	9,214

Notas:

1. Se consideró una eficiencia promedio de una planta generadora de electricidad que usa diesel tiene una eficiencia del 35%<sup>32</sup>.
2. El Poder calorífico del diesel es de 37441.34KJ/L (Balance Nacional de Energía, SENER, 2008)
3. Al igual en el caso de la electricidad, se tenían los datos más actuales de enero a agosto de 2010 y por ello se usaron los de septiembre a diciembre de 2009.

<sup>32</sup> Empresa Selmelec de México en

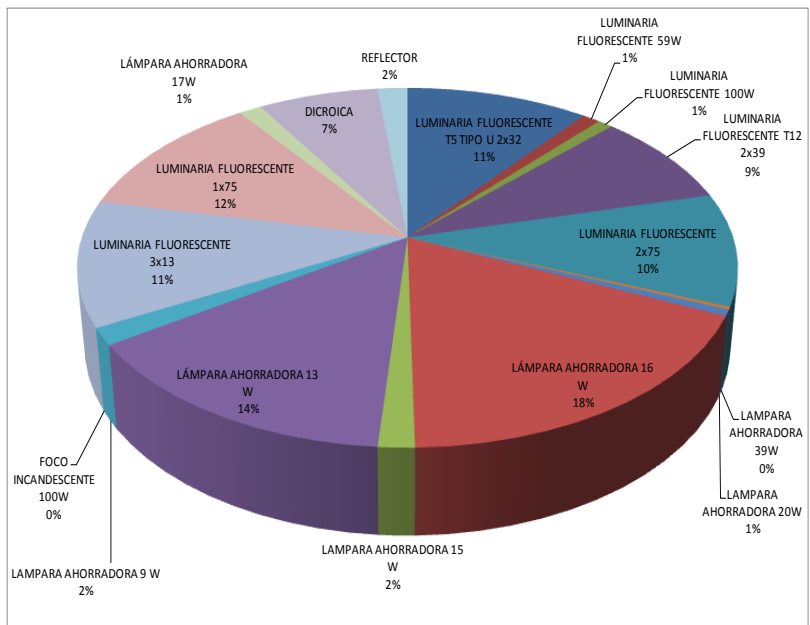
<http://www.selmelec.com.mx/ES/infotecnica/Fichas%20tcnicas/350NTA855-G3%20SEL-E-804.pdf>

Al realizar el diagnóstico energético se encuentra el inventario de los equipos eléctricos, con el tiempo de operación diario y su potencia, se pueden determinar los consumos de energía por equipo, se realizará este análisis para iluminación y los demás equipos eléctricos, como se muestra a continuación:

**3.1.1.1 Iluminación:**

El hotel usa para iluminación equipos eficientes en su mayoría (Figura 18); se encontraron distribuidas en las áreas del hotel consideradas: habitaciones, restaurante, alberca, cocina, lavandería, exteriores, etc. (Tabla 19).

**Figura 18: Distribución de consumo de electricidad por luminarias empleadas en el hotel Costa y Sol.**



**Tabla 19: Dispositivos utilizados para iluminación en el hotel Costa y Sol**

TIPO	NUMERO DE UNIDADES	LUGAR	CARGA WATTS	CARGA TOTAL (W)	HORAS DE USO POR DÍA	CONSUMO DIARIO (Wh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)
LUMINARIA FLUORESCENTE T5 TIPO U 2x32	19	SUPER PLAYA	64	1,216	16	19,456	545
LUMINARIA FLUORESCENTE 59W	2	RESTAURANTE	59	118	16	1,888	53
LUMINARIA FLUORESCENTE 100W	2	RESTAURANTE	100	200	8	1,600	45
LUMINARIA FLUORESCENTE T12 2x39	6	SUPER PLAYA	90	540	24	12,960	363
LUMINARIA FLUORESCENTE T12 2x39	3	COCINA	90	270	8	2,160	60
LUMINARIA FLUORESCENTE T12 2x39	1	LAVANDERÍA	90	90	8	720	20
LUMINARIA FLUORESCENTE 2x75	9	COCINA	150	1,350	12	16,200	454
LUMINARIA FLUORESCENTE 2x75	2	LAVANDERÍA	150	300	8	2,400	67
LUMINARIA FLUORESCENTE 2x75	1	PLANTA GENERAD.	150	150	1	150	4
LÁMPARA AHORRADORA 39W	1	RESTAURANTE	39	39	8	312	9
LÁMPARA AHORRADORA 39W	2	PLANTA GENERAD.	39	78	1	78	2
LÁMPARA AHORRADORA 39W	1	SUBESTACION ELEC	39	39	1	39	1
LÁMPARA AHORRADORA 39W	2	COCINA	20	40	10	400	11
LÁMPARA AHORRADORA 39W	1	ALBERCA	20	20	8	160	4
LÁMPARA AHORRADORA 39W	3	LAVANDERÍA	20	60	8	480	13
LÁMPARA AHORRADORA 16 W	16	BODEGA	16	256	8	2,048	57
LÁMPARA AHORRADORA 16 W	234	VILLAS	16	3,744	4	14,976	419
LÁMPARA AHORRADORA 16 W	66	PASILLOS	16	1,056	8	8,448	237
LÁMPARA AHORRADORA 16 W	118	HABITACIONES	16	1,888	4	7,552	211
LAMPARA AHORRADORA 15 W	18	RESTAURANTE	15	270	8	2,160	60
LAMPARA AHORRADORA 15 W	2	COCINA	15	30	10	300	8
LAMPARA AHORRADORA 15 W	3	LAVANDERÍA	15	45	8	360	10
LÁMPARA AHORRADORA 13 W	27	EXTERIORES	13	351	8	2,808	79
LÁMPARA AHORRADORA 13 W	9	PASILLOS	13	117	8	936	26
LÁMPARA AHORRADORA 13 W	26	SALON ARRECIFES	13	338	8	2,704	76
LÁMPARA AHORRADORA 13 W	267	HABITACIONES	13	3,471	4	13,884	389
LÁMPARA AHORRADORA 13 W	28	RESTAURANTE	13	364	8	2,912	82
LÁMPARA AHORRADORA 13 W	8	SANITARIOS	13	104	24	2,496	70
LÁMPARA AHORRADORA 13 W	7	COCINA	13	91	8	728	20
LÁMPARA AHORRADORA 13 W	1	ALBERCA	13	13	8	104	3
LAMPARA AHORRADORA 9 W	21	RESTAURANTE	9	189	8	1,512	42
LAMPARA AHORRADORA 9 W	2	PASILLOS	9	18	8	144	4
LAMPARA AHORRADORA 9 W	2	COCINA	9	18	8	144	4
LAMPARA AHORRADORA 9 W	1	LAVANDERÍA	9	9	8	72	2
LAMPARA AHORRADORA 9 W	13	ALBERCA	9	117	8	936	26
FOCO INCANDESCENTE 100W	1	PLANTA GENERAD.	9	9	1	9	0
LUMINARIA FLUORESCENTE 3x13	9	SUPER PLAYA	39	351	8	2,808	79
LUMINARIA FLUORESCENTE 3x13	53	EXTERIORES	39	2,067	8	16,536	463
LUMINARIA FLUORESCENTE 3x13	5	BODEGA	39	195	8	1,560	44
LUMINARIA FLUORESCENTE 1x75	12	SUPER PLAYA	75	900	24	21,600	605
LÁMPARA AHORRADORA 17W	6	SUPER PLAYA	17	102	24	2,448	69
DICROICA	60	HABITACIONES	50	3,000	4	12,000	336
DICROICA	2	SALON ARRECIFES	50	100	8	800	22
REFLECTOR	1	EXTERIORES	400	400	8	3,200	90
TOTAL	1,073		2,096	24,123	396	185,188	5,185

### 3.1.1.2 Equipos eléctricos

Se llevó a cabo una división de los equipos en categorías para el análisis del consumo global de energía del hotel (Tabla 20). Se realizó un inventario de equipos eléctricos para determinar la potencia de consumo (Tabla 21).

**Tabla 20: Clasificación de los equipos eléctricos en categorías del Hotel Costa y Sol.**

CATEGORÍA	EQUIPOS CONSIDERADOS
ENFRIAMIENTO DE ESPACIOS	Aire acondicionado tipo ventana, Minisplit, A/C Payne.
REFRIGERACIÓN	Máquina de Frappe, refrigerador, enfriador, servibar, fábrica de hielo y cuarto frío.
ENERGÍA MECÁNICA	Licadora, extractor de jugos, ventilador, motores y bombas, lavadora de ropa.
OTROS DISPOSITIVOS ELECTRICOS	Cafeteras, computadoras, hornos, matamoscas, modem, router, tostador, impresora de tickets, rebanadoras, secador de manos, secadora de pelo, sonido, extractor de aire, filtro de agua, secadora de ropa.

Tabla 21: Inventario de equipos eléctricos del hotel Costa y Sol.

TIPO DE EQUIPO ELÉCTRICO	NUMERO DE	LUGAR	CARGA	CARGA	HORAS DE USO	CONSUMO	CONSUMO
	UNIDADES		WATTS	TOTAL (W)		DIARIO (Wh)	MENSUAL (kWh)
A/C PAYNE	1	SUPER PLAYA	249	249	10	2,490	70
AIRE ACONDICIONADO A/C TIPO V	78	HABITACIONES	1,860	145,080	16	2,321,280	64,996
BOMBA PECERA	1	RESTAURANTE	60	60	24	1,440	40
BOMBA PECERA	1	RESTAURANTE	200	200	24	4,800	134
CAFETERA CHICA	73	HABITACIONES	900	65,700	2	131,400	3,679
CAFETERA GRANDE	1	SUPER PLAYA	1,200	1,200	8	9,600	269
CAFETERA GRANDE	1	RESTAURANTE	1,200	1,200	8	9,600	269
CAFETERA GRANDE	1	COCINA	1,200	1,200	3	3,600	101
COMPUTADORA ESCRITORIO	2	SUPER PLAYA	150	300	16	4,800	134
COMPUTADORA ESCRITORIO	1	RESTAURANTE	150	150	16	2,400	67
COMPUTADORA ESCRITORIO	1	LAVANDERÍA	150	150	8	1,200	34
COMPUTADORA ESCRITORIO	1	COCINA	150	150	8	1,200	34
CUARTO FRÍO	1	COCINA	4,976	4,976	16	79,616	2,229
ENFRIADOR	1	RESTAURANTE	701	701	8	5,608	157
EXTRACTOR DE AIRE	1	COCINA	25	25	16	400	11
EXTRACTOR DE JUGOS	3	COCINA	350	1,050	2	1,575	44
FÁBRICA DE HIELO	1	RESTAURANTE	4,000	4,000	8	32,000	896
FILTRO DE AGUA	1	COCINA	27	27	16	432	12
HORNO DE MICROONDAS	1	SUPER PLAYA	1,650	1,650	2	3,300	92
HORNO DE MICROONDAS	1	RESTAURANTE	1,200	1,200	4	4,800	134
HORNO ELÉCTRICO	1	SUPER PLAYA	750	750	2	1,500	42
IMPRESORA DE TICKETS	1	SUPER PLAYA	80	80	16	1,280	36
LAVADORA DE ROPA	3	LAVANDERÍA	14,400	43,200	8	345,600	9,677
LAVAVAJILLAS	1	COCINA	1,800	1,800	5	9,000	252
LICUADORA	41	HABITACIONES	400	16,400	0	2,733	77
LICUADORA	1	RESTAURANTE	400	400	1	320	9
LICUADORA	1	COCINA	400	400	1	320	9
MAQUINA DE FRAPPE	1	SUPER PLAYA	800	800	1	800	22
MATAMOSCAS ELÉCTRICO CANDID	2	RESTAURANTE	200	400	16	6,400	179
MATAMOSCAS ELÉCTRICO INSECT	1	RESTAURANTE	50	50	16	800	22
MINISPLIT	2	HABITACIONES	1,800	3,600	10	36,000	1,008
MINISPLIT	1	HABITACIONES	2,400	2,400	10	24,000	672
MODEM	1	RESTAURANTE	25	25	24	600	17
MOTOR DE BOMBA ALBERCA	5	ALBERCA	3,700	18,500	8	148,000	4,144
MOTOR DE BOMBA FUENTE DE CO	1	ALBERCA	2,238	2,238	12	26,856	752
MOTOR DE BOMBA POZO	1	POZO	3,700	3,700	5	18,500	518
MOTOR DE ELEVADOR	1	CUARTO DE MÁQ.	4,500	4,500	12	54,000	1,512
REBANADORA	1	COCINA	132	132	1	66	2
REFRIGERADOR	7	COCINA	775	5,425	8	43,400	1,215
ROUTER	1	SUPER PLAYA	10	10	24	240	7
SECADOR DE MANOS	2	SANITARIOS	1,500	3,000	2	4,500	126
SECADORA DE PELO	73	HABITACIONES	1,600	116,800	0	38,544	1,079
SECADORA DE ROPA	1	LAVANDERÍA	1,850	1,850	4	7,400	207
SERVIBAR	56	HABITACIONES	200	11,200	8	89,600	2,509
SONIDO	1	RESTAURANTE	120	120	12	1,440	40
TELEVISIÓN	79	HABITACIONES	48	3,792	5	18,960	531
TOSTADOR	18	HABITACIONES	780	14,040	0	2,340	66
TV PANTALLA PLANA HITACHI	1	RESTAURANTE	224	224	16	3,584	100
TV PANTALLA PLANA VECTECH	2	RESTAURANTE	201	402	16	6,432	180
VENTILADOR	4	RESTAURANTE	48	192	16	3,072	86
VENTILADOR	1	COCINA	48	48	16	768	22
TOTAL	484	-	65,577	485,746	489	3,518,596	98,521

Notas: \* Las potencias de los equipos que no se proporcionaron, se estimaron en base a datos de la CFE. (<http://www.cfe.gob.mx/sustentabilidad/ahorroenergia/Paginas/Tabladeconsumo.aspx>).

\* El tiempo de operación también fue estimado en base a datos de la CFE (<http://www.cfe.gob.mx/sustentabilidad/ahorroenergia/Paginas/Tabladeconsumo.aspx>).

\* El número de días al mes usado es de 28.

Los equipos para enfriamiento de espacios (aire acondicionado) son los determinantes en el consumo de electricidad, pues tiene el mayor impacto sobre éste por su potencia tan alta y tiempo de uso.

El uso de estos equipos tiene la capacidad de disparar tanto la demanda como el consumo de electricidad en el hotel.

Otros equipos eléctricos que también son importantes en el consumo, pues contribuyen de manera significativa en el hotel son: lavadora de ropa, motores de las bombas de la alberca y cafeteras chicas en las habitaciones.

### 3.1.2 Análisis de energía térmica.

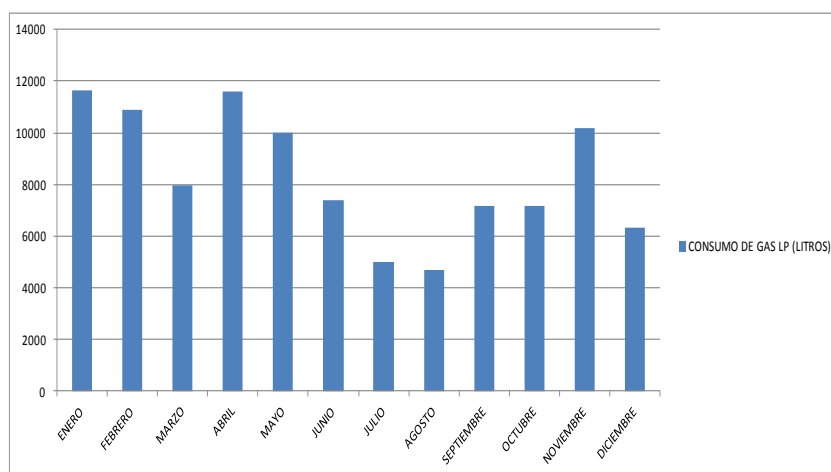
La energía térmica en el hotel destinada a usos finales proviene del gas LP, el mes en el que se consume más gas LP es el mes de Abril, lo cual se debe a que la demanda (90%). (Tabla 22 y figura 19).

**Tabla 22: Consumo de Gas LP del hotel Costa y Sol.**

MES	CONSUMO	FACTURA	CONSUMO	PRECIO
	L	\$	MJ	(\$/L)
ENERO	11,623	58,335	310,809	5.02
FEBRERO	10,865	46,940	290,540	4.32
MARZO	7,984	29,857	213,499	3.74
ABRIL	11,594	59,095	310,034	5.10
MAYO	9,979	51,193	266,847	5.13
JUNIO	7,406	38,244	198,043	5.16
JULIO	4,993	25,912	133,517	5.19
AGOSTO	4,695	23,194	125,548	4.94
SEPTIEMBRE	7,182	35,481	192,053	4.94
OCTUBRE	7,182	35,481	192,053	4.94
NOVIEMBRE	10,185	50,174	272,356	4.93
DICIEMBRE	6,332	31,259	169,323	4.94
PROMEDIO	8,335	40,430	222,885	4.86

Nota: Los datos más actuales fueron de enero a julio de 2010, por lo que se usaron los datos de agosto a diciembre de 2009 para completarlos.

**Figura 19: Consumos de Gas LP del hotel Costa y Sol.**



Cabe mencionar que se observa un comportamiento más uniforme que en la electricidad que puede atribuirse a la demanda mensual exclusivamente, ya que a mayor demanda, mayor consumo de energía.

### 3.1.2.1 Agua caliente sanitaria.

Para conocer el número total de personas que pueden visitar el hotel, se realizó el análisis por habitación (Tabla 23).

**Tabla 23: Análisis del número de personas por habitación del hotel Costa y Sol.**

TIPO DE HABITACIÓN	NO HABITACIONES	NO PERSONAS
VILLAS	18	5
JUNIOR SUITE I	23	4
JUNIOR SUITE II	3	4
JUNIOR SUITE III	2	4
ESTUDIO HAB I	15	2
ESTUDIO HAB II	12	4
TOTAL	73	280

Se considera un número de personas totales de 280 que visitan el hotel y que tienen la necesidad de tomar una ducha diaria o 2 en el caso de los meses en donde la temperatura ambiental es mayor, ya que el ambiente cálido húmedo como el que se presenta en la región en donde se encuentra el hotel es muy sofocante.

La necesidad de agua caliente sanitaria diaria considerando que cada persona toma una ducha diaria y que gasta en cada ducha 45L<sup>33</sup> es:

$$Aguas sanitaria = 280 \text{ personas} \left( \frac{45L}{\text{persona} * \text{ducha}} \right) * \left( \frac{2 \text{ duchas}}{\text{día}} \right) = 25200 \frac{L}{\text{día}}$$

Si se requiere calentar el agua desde una temperatura de 16°C (temperatura promedio mínima de la región) hasta una temperatura de 45°C, debido a las pérdidas de calor que puede haber en el sistema de calentamiento de agua, pues la temperatura recomendada es en realidad 40°C para el agua de una regadera<sup>34</sup>, entonces el calor necesario es:

$$Q = 25200 \frac{L}{\text{día}} \left( \frac{1Kg}{L} \right) \left( \frac{4.186KJ}{Kg^{\circ}C} \right) * (45 - 16)^{\circ}C = 3,059,129 \frac{KJ}{\text{día}}$$

<sup>33</sup> CONUEE, 2008.

<sup>34</sup> CONUEE, 2008.



Si este calor se abastece con gas LP, entonces el consumo diario, considerando un poder calorífico de 4251MJ/BBL = 26,741KJ/L (Balance Nacional de Energía 2008) y la eficiencia de los calentadores del 70%<sup>35</sup>.

$$\text{Consumo de gasLP} = 3,059,129 \frac{\text{KJ}}{\text{día}} \left( \frac{\text{L}}{26741 \text{ KJ}} \right) \left( \frac{1}{0.7} \right) = 163.4 \frac{\text{L}}{\text{día}}$$

$$\text{Consumo de gasLP} = 163.4 \frac{\text{L}}{\text{día}} * \frac{28 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 4576 \frac{\text{L}}{\text{mes}}$$

Si el costo del gas LP es 5.7\$/L<sup>36</sup>, entonces el importe de gas LP por concepto de calentamiento de agua sanitaria es:

$$\text{Costo de gasLP} = 4576 \frac{\text{L}}{\text{mes}} \left( \frac{\$5.7}{\text{L}} \right) = 26,083 \frac{\$}{\text{mes}}$$

### 3.1.2.2 Agua caliente para lavandería

Las necesidades de agua caliente para la lavandería (según los datos proporcionados por el hotel) son 1100 litros diarios de agua a 70°C, se considerará que se tiene que calentar al agua desde una temperatura de 16°C, por lo tanto, el calor necesario para este propósito debe ser:

$$Q = 1100 \frac{\text{L}}{\text{día}} \left( \frac{1 \text{ Kg}}{\text{L}} \right) \left( \frac{4.186 \text{ KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \right) * (70 - 16)^\circ\text{C} = 248,648.4 \frac{\text{KJ}}{\text{día}}$$

Si el calor lo abastece el gas LP y la eficiencia de la caldera para el calentamiento es de 70%, entonces, el consumo de gas LP es:

$$\text{Consumo de gasLP} = 248,648.4 \frac{\text{KJ}}{\text{día}} \left( \frac{\text{BBL}}{4251 \text{ MJ}} \right) \left( \frac{1}{0.7} \right) \left( \frac{1 \text{ MJ}}{1000 \text{ KJ}} \right) \left( \frac{42 \text{ Gal}}{1 \text{ BBL}} \right) \left( \frac{3.785 \text{ L}}{1 \text{ Gal}} \right) = 13.28 \frac{\text{L}}{\text{día}}$$

$$\text{Consumo de gasLP} = 13.28 \frac{\text{L}}{\text{día}} = 371.93 \frac{\text{L}}{\text{mes}}$$

Si el costo del gas LP es 5.7\$/L (junio de 2011), entonces el importe de gas LP por concepto de calentamiento de agua para lavandería es:

$$\text{Costo de gasLP} = 371.93 \frac{\text{L}}{\text{mes}} \left( \frac{\$5.7}{\text{L}} \right) = 2120 \frac{\$}{\text{mes}}$$

<sup>35</sup> Aproximado de la NOM-003-ENER-2000.

<sup>36</sup> Compañía MABARAK Veracruz S. A. de C. V, junio de 2011.

### 3.1.2.3 Secado de ropa

Para este propósito se supondrá que se cuenta con una secadora que funciona con gas LP para calentar el aire y usa electricidad para mover la ropa marca SAMSUNG modelo DV337AGG. Para estimar el consumo de gas LP se supondrá que cada habitación del hotel genera 4Kg de ropa sucia al día<sup>37</sup>.

Entonces la cantidad total de ropa sucia generada al día es:

$$4 \frac{\text{Kg}}{\text{hab}} 73 \text{hab} = 292 \frac{\text{Kgderopa}}{\text{día}}$$

Según datos de la PROFECO en un estudio sobre secadoras del año 2009, este tipo de lavadoras consume 0.9L de gas LP por cada carga de 15Kg de ropa que se introduce a ella<sup>38</sup>, entonces el consumo diario de gas LP es:

$$292 \frac{\text{Kgderopa}}{\text{día}} * \frac{0.9\text{L}}{15\text{Kgderopa}} = 17.52 \frac{\text{L}}{\text{día}} = 490.6 \frac{\text{L}}{\text{mes}}$$

El gasto por gas LP es entonces:

$$\text{Costo de gas LP} = 490.6 \frac{\text{L}}{\text{mes}} \left( \frac{\$5.17}{\text{L}} \right) = 2796.2 \frac{\$}{\text{mes}} = 33554.4 \frac{\$}{\text{año}}$$

### 3.1.2.4 Preparación de alimentos

Mediante una diferencia (promedio total mensual menos el necesario para el agua caliente sanitaria, de lavandería y secado de ropa) se puede determinar el gas LP que se destina a otros usos como la cocina y el restaurante para la preparación de alimentos.

$$GLP_{\text{cocina}} = 33554.4 - 4576 - 372 - 491 \frac{\text{L}}{\text{mes}} = 2896 \frac{\text{L}}{\text{mes}}$$

<sup>37</sup> <http://www.laundry-and-dishwasher-info.com/How-to-start-a-Laundry.html>

<sup>38</sup> [http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est\\_08/44-52%20secadoras%20OKMM.pdf](http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_08/44-52%20secadoras%20OKMM.pdf)

### 3.1.2.5 Calentamiento solar de agua para servicios<sup>39</sup>.

Se determinará la cantidad de agua caliente que se obtiene con el calentador de tubos al vacío que se tiene para este propósito y que en promedio tiene un 75% de eficiencia (www.mexicosolar.com) y un área de captación solar de 15m<sup>2</sup>. La radiación solar promedio en la zona de Veracruz, Veracruz es 4395.83Kcal/m<sup>2</sup>día<sup>40</sup>.

$$EnergíaSolarCaptada = IS\eta$$

Donde:

I=Irradiación promedio del lugar;

S=Superficie del colector,

$\eta$ =Eficiencia del colector solar.

De esta manera:

$$EnergíaSolarCaptada = \left( 4395.8 \frac{KCal}{m^2 \text{ día}} \right) \left( 15 m^2 \right) \left( 0.75 \right) \left( \frac{4.186 J}{Cal} \right) = 207,011 \frac{KJ}{día} = 5796.3 \frac{MJ}{mes}$$

El equivalente en litros toma en cuenta la eficiencia del calentador convencional de Gas LP ( $\eta_{calentador}$ ) que se utiliza para este propósito.

$$LitrosGLPe \text{ equivalentes} = \frac{EnergíaSolarCaptada}{PC_{GLP} * \eta_{calentador}}$$

Donde:

PC es el poder calorífico del gas LP.

En este caso:

$$LitrosGLPe \text{ equivalentes} = \left( 207,011 \frac{KJ}{Kg} \right) \left( \frac{1}{0.7} \right) \left( \frac{L}{26,740.9 KJ} \right) = 11.1 \frac{L}{día} = 310 \frac{L}{mes}$$

Con lo que se obtiene un ahorro económico de:

$$AhorroEconómico = 310 \frac{L}{mes} \left( 5.7 \frac{\$}{L} \right) = 1765 \frac{\$}{mes}$$

<sup>39</sup> Agua caliente de servicios: Es el agua necesaria para satisfacer las necesidades de ducha de las personas de determinado lugar, además de otras como la lavandería en el caso de un hotel. En este trabajo sólo se considera en este rubro el agua caliente para las duchas de los huéspedes.

<sup>40</sup> <http://www.ecotec2000.de/espanol/sun7.htm>.

El equivalente energético de los litros de gas LP correspondientes a la energía solar captada se obtiene al dividirla entre la eficiencia del calentador de gas LP:

$$\text{Equivalente energético} = 207,011 \frac{KJ}{\text{día}} \left( \frac{1}{0.7} \right) = 295,730 \frac{KJ}{\text{día}} = 8280 \frac{MJ}{\text{mes}}$$

El ahorro de gas LP mensual por el calentamiento con energía solar se obtiene al dividir los litros equivalentes a la energía solar captada entre los litros totales de gas LP usados por el hotel para el agua caliente sanitaria:

$$\% \text{ Ahorro} = \frac{309.7 \frac{L}{\text{mes}}}{4576 \frac{L}{\text{mes}}} * 100 = 6.7\%$$

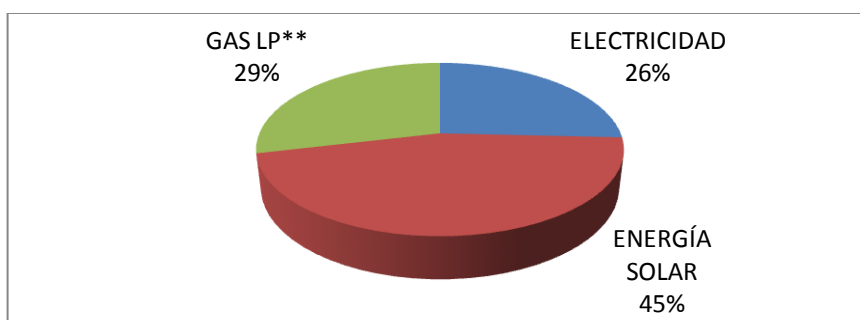
Cabe mencionar que estos cálculos reflejan sólo el ahorro mensual que se obtendría en promedio en todo el año, pues la radiación solar tiene variaciones mensuales y horarias que influyen de manera significativa en la cantidad de energía solar captada y en la necesidad de seguir utilizando los calentadores de gas LP.

### **3.2 Resultados del Hotel El Refugio:**

Este hotel está en el municipio de Totolac Tlaxcala, cuenta con 15 habitaciones y tiene una superficie total construida de 300 m<sup>2</sup>. Tiene 10 empleados.

Los energéticos que se consumen en este hotel son la energía solar, electricidad y el gas LP, de ellos, el más importante es actualmente la energía solar con 45%, el gas LP que suministra el 29% y finalmente la electricidad que suministra el 26% de la energía para su funcionamiento (figura 20).

**Figura 20: Distribución del consumo de energía por energético del hotel El Refugio.**



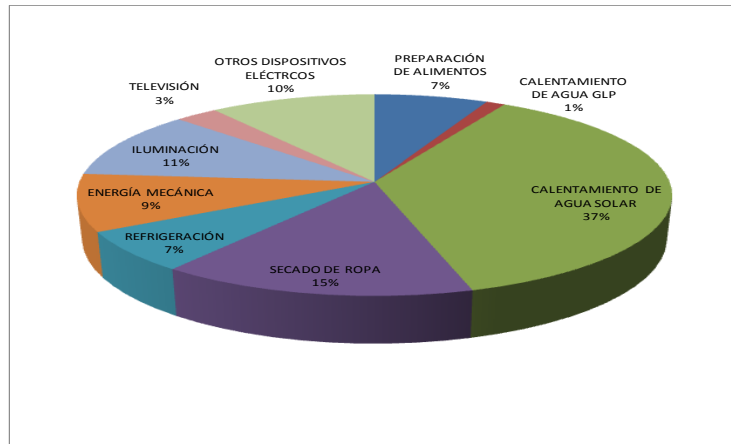
Nota: El consumo de energía solar fue determinado en base a las características de los colectores solares y se basa en el promedio mensual anual.

La mayor parte de la energía mensual que usa este hotel se ocupa para el calentamiento de agua con energía solar la mayor parte y con gas LP (38%), seguido por el secado de ropa con gas LP (15%) y luego está la iluminación (11%), equipos de energía mecánica con 9% (bombas, ventiladores) y finalmente los demás usos (Tabla 24 y figura 21). La división de los equipos eléctricos por categorías para analizar este consumo se explica en el apartado “Equipos eléctricos”.

**Tabla 24: Distribución del consumo mensual de la energía del hotel El Refugio de acuerdo a sus usos finales.**

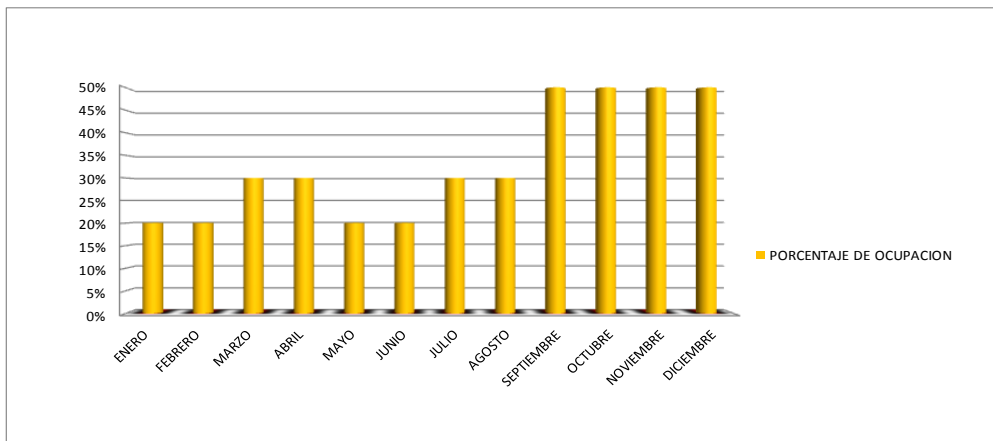
PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	CANTIDAD DE	PROPORCIÓN
		ENERGÍA (MJ)	
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	1,242	7%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	207	1%
CALENTAMIENTO DE AGUA SOLAR	ENERGÍA SOLAR	6,585	37%
SECADO DE ROPA	GAS LP	2,695	15%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	1,169	7%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	1,631	9%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	1,915	11%
TELEVISIÓN	ELECTRICIDAD	473	3%
OTROS DISPOSITIVOS	ELECTRICIDAD	1,814	10%
	TOTAL	17,732	100%

**Figura 21: Gráfica de la distribución del consumo de energía del Hotel El Refugio de acuerdo a sus usos finales**



Para analizar los resultados, es necesario saber los porcentajes de ocupación en los diversos meses. Este hotel presenta porcentajes de ocupación de 50% en los meses de septiembre a diciembre; 30% en los meses de marzo, abril, julio y agosto; y de 20% en los demás (Figura 22).

**Figura 22: Gráfica del porcentaje de ocupación del hotel “El Refugio”.**



Este porcentaje de ocupación, que a lo más llega a ser del 50%, explica la diferencia existente entre las figuras 20 y 21, pues recuérdese que los análisis de consumo de energía que se realizaron fue tomando en cuenta la ocupación del 100% (figura 21) y no con la ocupación que actualmente presenta (figura 20). Al incrementarse la ocupación el uso de la energía solar se hace insuficiente y por lo mismo incrementa el uso del gas LP y también de la electricidad.

En una ocupación cercana al 100% sólo se podría suministrar a lo más el 37% de la energía demandada por el hotel con energía solar.

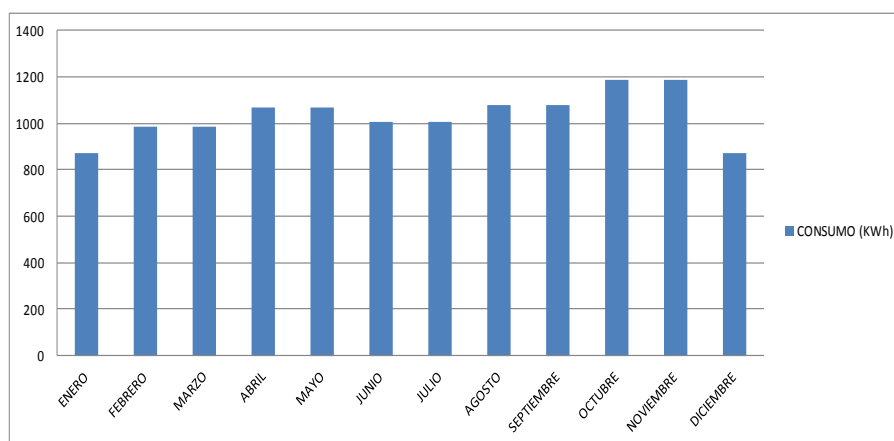
### 3.2.1 Análisis de energía eléctrica

Los consumos promedios mensuales de electricidad de los últimos años se muestran a continuación (Tabla 25 y Figura 23); sólo se tuvieron los resultados de 2010 del mes de enero, abril y mayo, así que para saber los de los demás meses del año se tomaron los de febrero, marzo y de junio a diciembre de 2009. Esta energía eléctrica que se cobra es proporcionada por CFE y se factura en tarifa 2.

**Tabla 25: Historial del consumo total mensual de electricidad y costo proporcionado por el Hotel El Refugio**

MES	CONSUMO kWh	FACTURA \$	PRECIO (\$/KWh)
ENERO	871	2,642	3.04
FEBRERO	989	2,204	2.23
MARZO	989	2,204	2.23
ABRIL	1,070	3,320	3.10
MAYO	1,070	3,320	3.10
JUNIO	1,007	2,203	2.19
JULIO	1,007	2,203	2.19
AGOSTO	1,082	2,443	2.26
SEPTIEMBRE	1,082	2,443	2.26
OCTUBRE	1,187	2,859	2.41
NOVIEMBRE	1,187	2,859	2.41
DICIEMBRE	871	2,642	3.04
PROMEDIO	1,034	2,612	2.54

**Figura 23: Gráfica del Historial del consumo total mensual de electricidad en el hotel El Refugio.**



\* Los meses en que presenta mayor consumo de energía eléctrica son los de octubre y noviembre, esto se debe a que son los que tienen mayor ocupación.

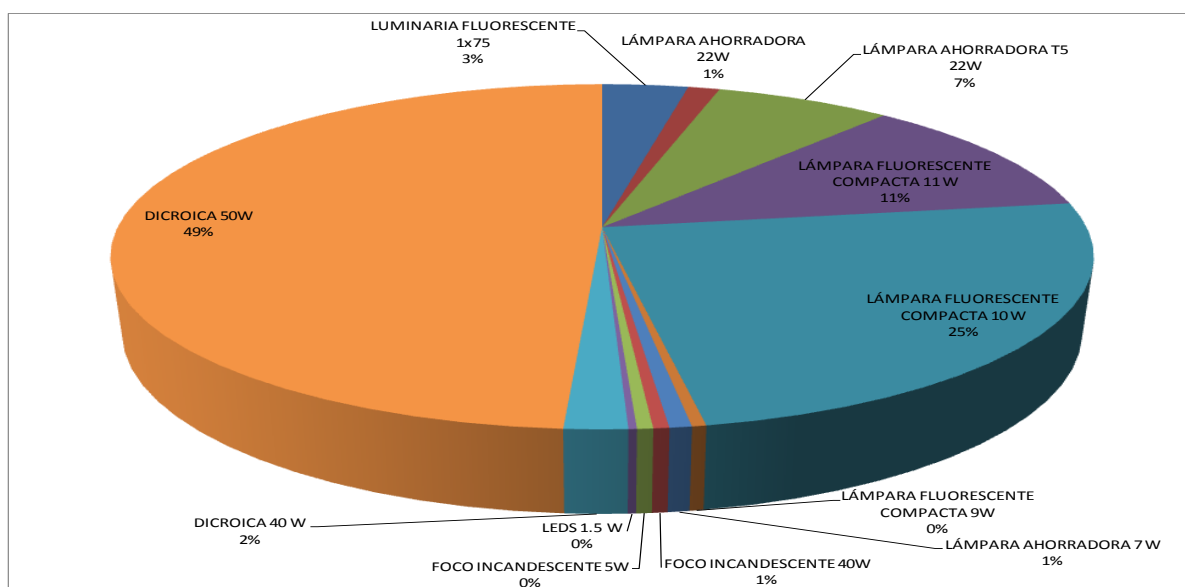
\* Los meses que presentan el menor consumo de energía eléctrica son diciembre y enero. Cabe mencionar que la factura de la electricidad se dio por bimestre, así que se dividió entre 2 la factura de cada uno, para determinar la factura mensual. En el caso de estos meses se tiene

el de mayor ocupación (diciembre) y el de menor (enero), por lo que se deduce que la mayor parte de la energía consumida durante este bimestre se consumió en el mes de diciembre.

### 3.2.1.1 Iluminación:

El hotel usa para iluminación equipos eficientes en su mayoría (Figura 24); se encontraron distribuidas en las áreas del hotel consideradas: habitaciones, restaurante, cocina, salón, exteriores, etc. Sin embargo, el 49% de la energía es consumida por las lámparas dicróicas de 50W que no son consideradas ahorradoras de energía (Tabla 26).

**Figura 24: Distribución de consumo de electricidad por luminarias empleadas en el hotel El Refugio.**



**Tabla 26: Dispositivos utilizados para iluminación en el hotel El Refugio**

TIPO	NUMERO DE UNIDADES	LUGAR	CARGA WATTS	CARGA TOTAL (W)	HORAS DE USO POR DÍA	CONSUMO DIARIO (Wh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)
LUMINARIA FLUORESCENTE 1x75	1	EXTERIORES	75	75	8	600	17
LÁMPARA AHORRADORA 22W	1	COCINA	22	22	10	220	6
LÁMPARA AHORRADORA T5 22W	5	HABITACIONES	22	110	8	880	25
LÁMPARA AHORRADORA T5 22W	2	EXTERIORES	22	44	8	352	10
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 11 W	3	EXTERIORES	11	33	12	396	11
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 11 W	3	RECEPCIÓN	11	33	8	264	7
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 11 W	4	RESTAURANTE	11	44	12	528	15
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 11 W	4	SALÓN	11	44	8	352	10
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 11 W	1	COCINA	11	11	8	88	2
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 11 W	3	SANITARIOS	11	33	12	396	11
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 10 W	50	HABITACIONES	10	500	8	4,000	112
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 10 W	2	LAVANDERÍA	10	20	8	160	4
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 10 W	1	PASILLOS	10	10	8	80	2
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 10 W	2	CUARTO CALENTADO	10	20	8	160	4
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA 9W	1	SALÓN	9	9	8	72	2
LÁMPARA AHORRADORA 7 W	1	SALÓN	7	7	8	56	2
LÁMPARA AHORRADORA 7 W	1	HABITACIONES	7	7	8	56	2
FOCO INCANDESCENTE 40W	2	HABITACIONES	40	80	1	80	2
FOCO INCANDESCENTE 5W	2	HABITACIONES	5	10	8	80	2
LEDS 1.5 W	2	HABITACIONES	2	3	8	24	1
LEDS 1.5 W	1	PASILLOS	2	2	12	18	1
DICROICA 40 W	2	HABITACIONES	40	80	4	320	9
DICROICA 50W	6	SALÓN	50	300	8	2,400	67
DICROICA 50W	16	HABITACIONES	50	800	8	6,400	179
TOTAL	116		458	2,297	8	17,982	503



### 3.2.1.2 Equipos eléctricos

Se llevó a cabo una división de los equipos en categorías para el análisis del consumo global de energía del hotel (Tabla 27). Se realizó un inventario de equipos eléctricos para determinar la potencia de consumo (Tabla 28).

**Tabla 27: Clasificación de los equipos eléctricos en categorías del Hotel El Refugio.**

CATEGORÍA	EQUIPOS CONSIDERADOS
ENERGÍA MECÁNICA	Batidora, bomba fuente, extractor de jugos, extractor de baño, juguera, lavadora, licuadora, ventiladores.
OTROS DISPOSITIVOS ELECTRICOS	Bocinas, cafeteras, caja registradora, campana de extracción, computadora, conmutador, estéreo, horno de microondas, modem, plancha, portarretratos, regulador, router, secadora de pelo, teléfono, terminal bancaria, tostador y vampiros.

**Tabla 28: Inventario de equipos eléctricos del hotel El Refugio.**

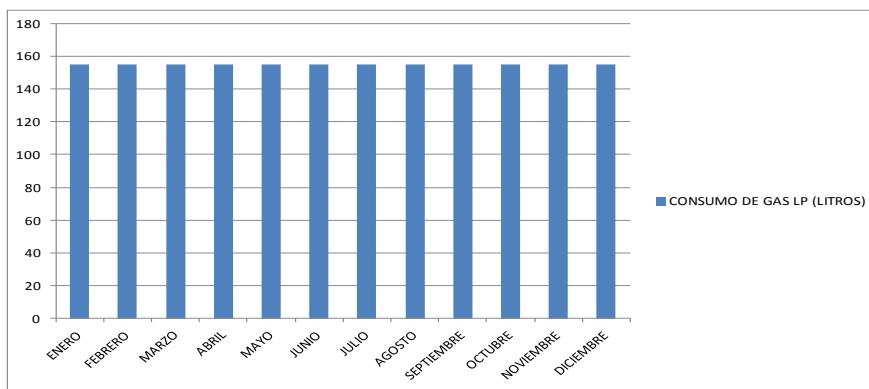
TIPO DE EQUIPO ELÉCTRICO	NUMERO DE UNIDADES	LUGAR	CARGA WATTS	CARGA TOTAL (W)	HORAS DE USO POR DÍA	CONSUMO DIARIO (Wh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)
	BATIDORA	1	COCINA	130	130	10	1,300
BOCINAS	1	RECEPCIÓN	1	1	16	16	0
BOMBA FUENTE	1	RECEPCIÓN	38	38	24	912	26
CAFETERA CHICA	1	BAR	1,500	1,500	2	3,000	84
CAFETERA GRANDE	1	COCINA	1,090	1,090	1	1,090	31
CAJA REGISTRADORA	1	RECEPCIÓN	150	150	4	600	17
CAMPANA DE EXTRACCIÓN	1	COCINA	250	3	8	24	1
COMPUTADORA ESCRITORIO	2	SUPER PLAYA	70	140	24	3,360	94
CONMUTADOR	1	RECEPCIÓN	191	191	5	955	27
ESTÉREO	1	BAR	165	165	8	1,320	37
EXTRACTOR DE JUGOS	1	RESTAURANTE	440	440	2	660	18
EXTRACTOR DE BAÑO	1	SANITARIOS	25	25	2	50	1
HORNO DE MICROONDAS	1	COCINA	1,435	1,435	2	2,153	60
JUGUERA	1	RESTAURANTE	30	30	1	30	1
LAVADORA	3	LAVANDERÍA	1,200	3,600	1	3,600	101
LICUADORA	1	COCINA	600	600	1	600	17
MODEM	1	RECEPCIÓN	10	10	24	240	7
PLANCHA	1	HABITACIONES	1,200	1,200	1	600	17
PORTARRETRATOS ELÉCTRICO	1	RECEPCIÓN	10	10	8	80	2
REFRIGERADOR 1	1	COCINA	350	350	8	2,800	78
REFRIGERADOR 2	1	COCINA	50	50	8	400	11
REFRIGERADOR 3 (CERVEZA)	1	RESTAURANTE	700	700	12	8,400	235
REGULADOR	1	RESTAURANTE	1,500	1,500	1	1,500	42
ROUTER	1	RECEPCIÓN	10	10	16	163	5
SECADORA DE PELO	10	HABITACIONES	1,200	12,000	0	1,920	54
SECADORA DE PELO	4	HABITACIONES	1,600	6,400	0	1,024	29
TELÉFONO	1	RECEPCIÓN	11	11	24	264	7
TELEVISIÓN 52W	4	HABITACIONES	52	208	5	1,040	29
TELEVISIÓN 65W	10	HABITACIONES	65	650	5	3,250	91
TELEVISIÓN 80 W	1	HABITACIONES	80	80	5	400	11
TERMINAL BANCARIA	1	RECEPCIÓN	25	25	1	25	1
TOSTADOR	1	COCINA	800	800	0	80	2
VENTILADOR	9	HABITACIONES	97	873	8	6,984	196
VENTILADOR PEDESTAL	1	SALÓN	49	49	8	392	11
VENTILADOR GRANDE	2	HABITACIONES	103	206	8	1,648	46
VAMPIRO TV	15	HABITACIONES	2	30	19	570	16
VAMPIRO VENTILADOR	1	HABITACIONES	2	2	19	38	1
TOTAL	87		15,232	34,703		51,488	1,442

Los equipos que más consumen electricidad son los 3 refrigeradores debido a que tienen la potencia más alta de consumo y permanecen más tiempo en uso, posteriormente son los ventiladores (de los cuales existen 11 y permanecen prendidos en promedio 8 horas diarias) para refrescar el ambiente y finalmente las televisiones.

### 3.2.2 Análisis de energía térmica.

La energía térmica en el hotel destinada a usos finales proviene del gas LP y de la energía solar. Sólo se proporcionaron el dato de consumo promedio mensual del hotel en todo el año, por lo tanto, se considera que se consumen 155 litros de gas LP (Figura 25).

**Figura 25: Consumo de Gas LP del hotel El Refugio.**



#### 3.2.2.1 Agua caliente sanitaria.

Para conocer el número total de personas que pueden visitar el hotel, se realizó el análisis por habitación (Tabla 29).

**Tabla 29: Análisis del número de personas por habitación del hotel El Refugio.**

TIPO DE HABITACIÓN	NO HABITACIONES	NO PERSONAS
HABITACIONES SENCILLAS	7	2
HABITACIÓN 16 m <sup>2</sup> .	3	2
HABITACIÓN 20 m <sup>2</sup> .	3	4
HABITACION 22 m <sup>2</sup> .	1	4
HABITACION 30 m <sup>2</sup> .	1	4
TOTAL	15	40

Se considera un número de personas totales de 40 que visitan el hotel y que tienen la necesidad de tomar una ducha diaria.

La necesidad de energía térmica total es de 240,360 KJ/día, que equivale a 12.8 L de gas LP que finalmente representan un costo mensual por este concepto de 2088.9 pesos por mes (Tabla 30).

**Tabla 30: Análisis de la energía térmica para el agua caliente sanitaria del Hotel El Refugio.**

TEMPERATURA DE ENTRADA	16	°C
TEMPERATURA DE SALIDA	45	°C
CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA	4.186	KJ/(Kg°C)
CALOR NECESARIO	240,360.1	KJ/día
TIPO DE COMBUSTIBLE	GAS LP	
EFICIENCIA DE LOS CALENTADORES	0.7	
CANSUMO DIARIO DE COMBUSTIBLE	12.8	L/DIA
CONSUMO MENSUAL DE COMBUSTIBLE	359.5	L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	9,614.4	MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	5.8	\$/L
COSTO MENSUAL	2,088.9	\$/MES

Nota: Es costo de gas LP fue determinado para el mes de octubre de 2011 en base a los costos reportados por la Asociación Mexicana de Distribuidores de Gas Licuado y Empresas conexas A. C. (<http://www.asocimex.com.mx/precioqlp.php>).

### 3.2.2.2 Secado de ropa

Después de analizar los datos de la misma forma que para el hotel El Refugio, se tiene que para el secado de ropa por calentamiento de aire se necesitan 3.6 litros de gas LP al día, lo que equivale a 2695MJ/mes, ó un costo de 585.6 pesos por mes (Tabla 31).

**Tabla 31: Análisis de la energía térmica proveniente del gas LP para el secado de ropa del Hotel El Refugio.**

ROPA SUCIA GENERADA POR HABITACION	4	Kg
CANTIDAD DE ROPA SUCIA GENERADA	60	Kg
CANTIDAD DE COMBUSTIBLE USADO DIARIO	3.6	L/día
CANTIDAD DE COMBUSTIBLE USADO MENSUAL	100.8	L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	2695	MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	5.81	\$/L
COSTO MENSUAL	585.6	\$/MES

### 3.2.2.3 Calentamiento solar de agua para servicios

Se determinará la cantidad de agua caliente que se obtiene con el calentador de tubos al vacío que se tiene para este propósito y que en promedio tiene un 75% de eficiencia ([www.mexicosolar.com](http://www.mexicosolar.com)) y un área de captación solar de 18.44m<sup>2</sup>. La radiación solar promedio en la zona de Tlaxcala, Tlaxcala es de 4062.5 Kcal/m<sup>2</sup>día<sup>41</sup>.

Se obtiene la cantidad de 235,187KJ/día de energía solar, lo que equivale a 351.8 L/mes y con ello se obtiene un ahorro promedio de 98% (Tabla 32).

<sup>41</sup> <http://www.ecotec2000.de/espanol/sun7.htm>.

**Tabla 32: Análisis de la energía térmica solar captada en el Hotel El Refugio.**

ENERGÍA SOLAR CAPTADA	235,188	KJ/día=	6,585	MJ/mes
EQUIVALENTE EN LITROS DE GAS LP	13	L/día=	352	L/mes
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	336	KJ/día=	9,408	MJ/mes
AHORRO DE GAS LP	352	L/MES=		
AHORRO ECONÓMICO	2,044	\$/MES		
%AHORRO GAS LP	98%			

Nota: Los cálculos sólo reflejan sólo el ahorro mensual que se obtendría en promedio en todo el año, ya que, la radiación solar tiene variaciones mensuales y horarias que influyen de manera significativa en la cantidad de energía solar captada y en la necesidad de seguir utilizando los calentadores de gas LP.

### 3.2.2.4 Preparación de alimentos

Mediante una diferencia (promedio total mensual más la energía solar captada, menos el necesario para el agua caliente sanitaria y secado de ropa) se determinó que se destinan mensualmente 46.5 litros de gas LP que se destina a otros usos como la cocina y el restaurante para la preparación de alimentos (Tabla 33).

**Tabla 33: Análisis de la energía térmica proveniente del gas LP que se destina a la preparación de alimentos del hotel El Refugio.**

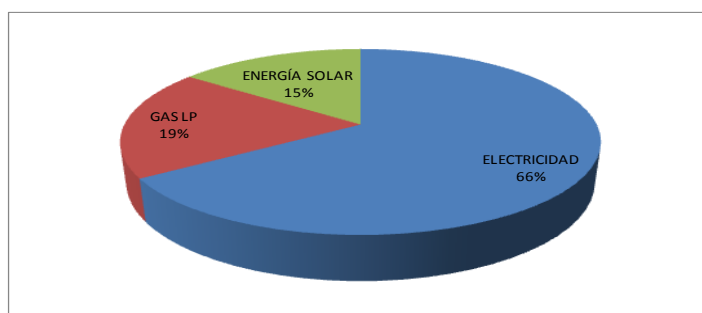
CONSUMO GAS LP COCINA (RESTAURANT)	46.5	L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	1242.5	MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	5.81	\$/L
COSTO MENSUAL	270.0	\$/MES

### 3.3 Resultados del Hotel Colonial Los Arcos:

Este hotel está en el municipio de Ciudad del Carmen, Campeche, cuenta con 40 habitaciones y tiene una superficie total construida de 1300 m<sup>2</sup>. Tiene un total de 20 empleados aproximadamente.

Los energéticos que se utilizan en este hotel son la electricidad, la energía solar y el gas LP, de ellos, el más importante es la electricidad que suministra el 66% de la energía para su funcionamiento, seguido del gas LP con 19% y finalmente la energía solar que aporta el 15% (Figura 26).

**Figura 26: Distribución del consumo de energía por energético del hotel Colonial los Arcos.**

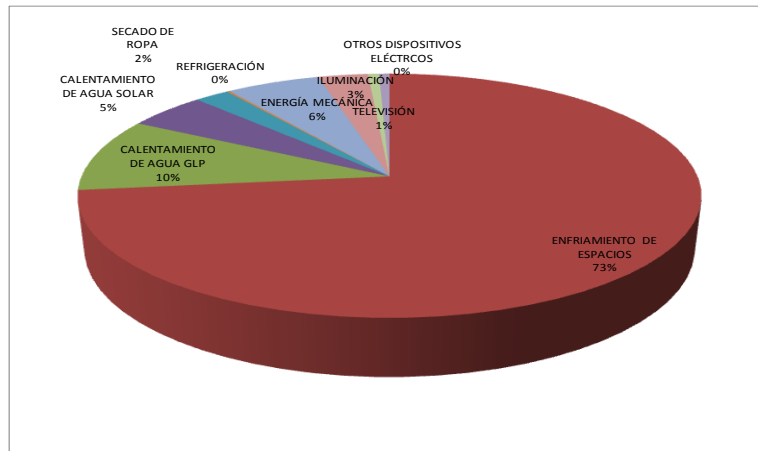


La mayor parte de la energía mensual que usa este hotel se ocupa para el enfriamiento de espacios con aire acondicionado (73%), seguido por el calentamiento de agua con gas LP y energía solar (15%), luego equipos de energía mecánica con 6% (bombas, ventiladores) y finalmente los demás usos (Tabla 34 y figura 27). Debe mencionarse que en este hotel no existe cocina ni restaurante, por lo que no se consume energía para la preparación de alimentos. La división de los equipos eléctricos por categorías para analizar este consumo se explica en el apartado “Equipos eléctricos”.

**Tabla 34: Distribución del consumo mensual de la energía del hotel Colonial Los Arcos de acuerdo a sus usos finales.**

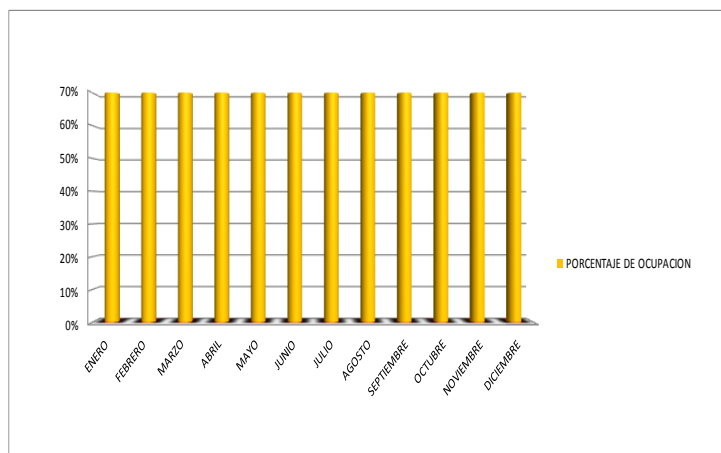
PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	CANTIDAD DE	PROPORCIÓN
		ENERGÍA (MJ)	
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	-	0%
ENFRIAMIENTO DE ESPACIOS	ELECTRICIDAD	91,385	73%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	12,166	10%
CALENTAMIENTO DE AGUA SOLAR	ENERGÍA SOLAR	5,989	5%
SECADO DE ROPA	ELECTRICIDAD	2,631	2%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	202	0.2%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	7,088	6%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	3,768	3%
TELEVISIÓN	ELECTRICIDAD	831	1%
OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	ELECTRICIDAD	784	0.6%
	TOTAL	124,843	100%

**Figura 27: Gráfica de la distribución del consumo de energía del Hotel Colonial Los Arcos de acuerdo a sus usos finales**



Para analizar los resultados, es necesario saber los porcentajes de ocupación en los diversos meses. Este hotel presenta porcentajes de ocupación promedio mensuales de 70% (Figura 28).

**Figura 28: Gráfica del porcentaje de ocupación del hotel Colonial Los Arcos.**



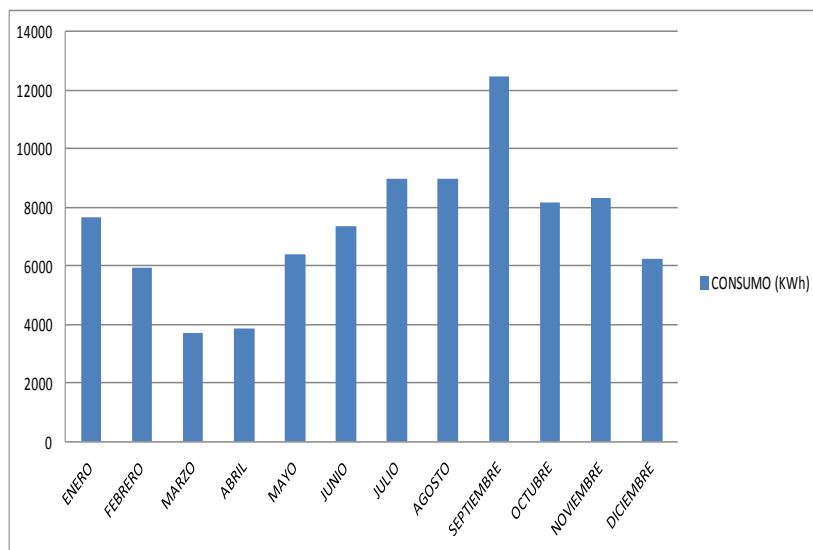
### 3.3.1 Análisis de energía eléctrica

Los consumos totales de electricidad de los últimos años se muestran a continuación (Tabla 35 y Figura 29); se tuvieron los resultados de 2010 del mes de febrero a diciembre, así que para completar la tabla se tomó el mes de enero de 2009. CFE es quien suministra la electricidad a este hotel donde la tarifa que se cobra es OM.

**Tabla 35: Historial del consumo total mensual de electricidad y costo proporcionado por el Hotel Colonial los Arcos.**

MES	CONSUMO	FACTURA	PRECIO
	KWh	\$	(\$/KWh)
ENERO	7,680	13,786	1.80
FEBRERO	5,925	10,641	1.80
MARZO	3,680	8,541	2.32
ABRIL	3,840	8,942	2.33
MAYO	6,400	12,631	1.97
JUNIO	7,360	16,159	2.20
JULIO	8,960	16,370	1.83
AGOSTO	8,960	17,414	1.94
SEPTIEMBRE	12,480	21,941	1.76
OCTUBRE	8,160	15,351	1.88
NOVIEMBRE	8,320	17,486	2.10
DICIEMBRE	6,240	12,547	2.01
PROMEDIO	7,334	14,317	1.99

**Figura 29: Gráfica del Historial del consumo total mensual de electricidad en el hotel Colonial Los Arcos.**

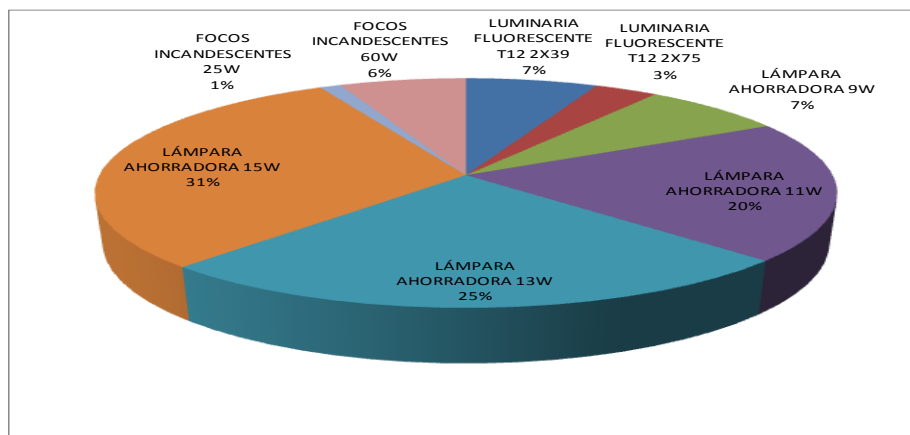


- El mes que presenta mayor consumo de energía eléctrica es el mes de septiembre, esto probablemente se debe a que se tiene un porcentaje de ocupación muy alto (cercano al 100%). Esto puede ser cierto debido a que sólo se tiene como dato que el promedio de ocupación mensual en todo el año es de 70% y no por cada mes.
- Los meses en que se presenta el menor consumo de energía eléctrica son marzo y abril, esto, probablemente, debido a bajos niveles de ocupación.

### 3.3.1.1 Iluminación

El hotel usa para iluminación equipos eficientes en su mayoría (Figura 30); que se encontraron distribuidas en las diversas áreas del hotel consideradas (Tabla 36).

**Figura 30: Distribución de consumo de electricidad por luminarias empleadas en el hotel Colonial Los Arcos.**



**Tabla 36: Dispositivos utilizados para iluminación en el hotel Colonial Los Arcos.**

TIPO DE LUMINARIA	NUMERO DE UNIDADES	LUGAR	CARGA WATTS	CARGA TOTAL (W)	HORAS DE USO POR DÍA	CONSUMO DIARIO (Wh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LUMINARIA FLUORESCENTE T12 2X39	4	LOBBY	78	312	8	2496	70
LUMINARIA FLUORESCENTE T12 2X75	1	OFICINA	150	150	8	1200	34
LÁMPARA AHORRADORA 9W	3	LOBBY	9	27	8	216	6
LÁMPARA AHORRADORA 9W	2	RECEPCIÓN	9	18	8	144	4
LÁMPARA AHORRADORA 9W	33	PASILLOS	9	297	8	2376	67
LÁMPARA AHORRADORA 11W	6	LOBBY	11	66	8	528	15
LÁMPARA AHORRADORA 11W	1	RECEPCIÓN	11	11	8	88	2
LÁMPARA AHORRADORA 11W	7	PASILLOS	11	77	8	616	17
LÁMPARA AHORRADORA 11W	70	HABITACIONES	11	770	8	6160	172
LÁMPARA AHORRADORA 13W	90	HABITACIONES	13	1170	8	9360	262
LÁMPARA AHORRADORA 15W	40	HABITACIONES	15	600	8	4800	134
LÁMPARA AHORRADORA 15W	49	PASILLOS	15	735	8	5880	165
LÁMPARA AHORRADORA 15W	2	SANITARIO	15	30	8	240	7
LÁMPARA AHORRADORA 15W	4	ESCALERA	15	60	8	480	13
FOCOS INCANDESCENTES 25W	2	PASILLOS	25	50	8	400	11
FOCOS INCANDESCENTES 60W	1	RECEPCIÓN	60	60	8	480	13
FOCOS INCANDESCENTES 60W	1	SANITARIO	60	60	8	480	13
FOCOS INCANDESCENTES 60W	1	PASILLOS	60	60	8	480	13
FOCOS INCANDESCENTES 60W	2	LAVANDERÍA	60	120	8	960	27
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>		<b>637</b>	<b>4673</b>	<b>8,0</b>	<b>37384</b>	<b>1047</b>

### 3.3.1.2 Equipos eléctricos

Se llevó a cabo una división de los equipos en categorías para el análisis del consumo global de energía del hotel (Tabla 37). Se realizó un inventario de equipos eléctricos para determinar la potencia de consumo (Tabla 38).



**Tabla 37: Clasificación de los equipos eléctricos en categorías del Hotel Colonial Los Arcos.**

CATEGORÍA	EQUIPOS CONSIDERADOS
ENFRIAMIENTO DE ESPACIOS	Aire Acondicionado tipo Ventana.
ENERGÍA MECÁNICA	Ventiladores, bombas y lavadoras de ropa.
OTROS DISPOSITIVOS ELECTRICOS	Computadoras, fax, impresoras, router y alimentación eléctrica ininterrumpida (UPS).

**Tabla 38: Inventario de equipos eléctricos del hotel Colonial Los Arcos.**

TIPO DE EQUIPO ELÉCTRICO	NUMERO DE UNIDADES	LUGAR	CARGA		HORAS DE USO POR DÍA	CONSUMO	
			WATTS	TOTAL (W)		DIARIO (Wh)	MENSUAL (KWh)
AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA LG	8	HABITACIONES	1,850	14,800	12	177,600	4,973
AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA GOLDSTAR	30	HABITACIONES	1,900	57,000	12	684,000	19,152
AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA LG	1	LOBBY	1,850	1,850	12	22,200	622
AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA GOLDSTAR	1	OFICINA	1,900	1,900	12	22,800	638
BOMBA CENTRÍFUGA	2	JARDÍN	746	1,492	18	26,856	752
BOMBA CENTRÍFUGA	3	PARTÉ TRASERA	746	2,238	18	40,284	1,128
COMPUTADORA PANTALLA PLANA	1	OFICINA	59	59	8	472	13
COMPUTADORA DE ESCRITORIO	1	OFICINA	200	200	8	1,600	45
FAX	1	RECEPCIÓN	65	65	1	33	1
IMPRESORA	1	OFICINA	20	20	1	20	1
IMPRESORA	1	RECEPCIÓN	25	25	1	25	1
LAVADORA 1	1	LAVANDERÍA	500	500	3	1,500	42
LAVADORA 2	1	LAVANDERÍA	350	350	3	1,050	29
REFRIGERADOR	1	LOBBY	250	250	8	2,000	56
ROUTER	1	OFICINA	30	30	24	720	20
SECADORA DE ROPA	1	LAVANDERÍA	8,700	8,700	3	26,100	731
TELEVISIÓN	1	RECEPCIÓN	40	40	6	240	7
TELEVISIÓN	40	HABITACIONES	40	1,600	5	8,000	224
UPS (ALIMENTACION ELECTRICA ININTERRUMPIDA)	1	OFICINA	14	14	8	112	3
UPS (ALIMENTACION ELECTRICA ININTERRUMPIDA)	2	RECEPCIÓN	300	600	8	4,800	134
VENTILADOR DE TECHO	1	LAVANDERÍA	90	8	8	64	2
VENTILADOR PEDESTAL	1	OFICINA	70	70	8	560	16
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>0</b>	<b>19,745</b>	<b>91,811</b>		<b>1,021,036</b>	<b>28,589</b>

Los equipos para enfriamiento de espacios (aire acondicionado) son los determinantes en el consumo de electricidad, pues tiene el mayor impacto sobre éste por su potencia tan alta y tiempo de uso. El uso de estos equipos tiene la capacidad de disparar tanto la demanda como el consumo de electricidad en el hotel.

Otros equipos eléctricos que también son importantes en el consumo, pues contribuyen de manera significativa en el hotel son: la secadora de ropa y motores de las bombas.

### 3.3.2 Análisis de energía térmica.

La energía térmica en el hotel destinada a usos finales proviene del gas LP y de la energía solar, el mes en el que se consume más gas LP es el mes de Mayo lo cual probablemente se debe a que la demanda es alta y a una modificación de los hábitos de consumo de los

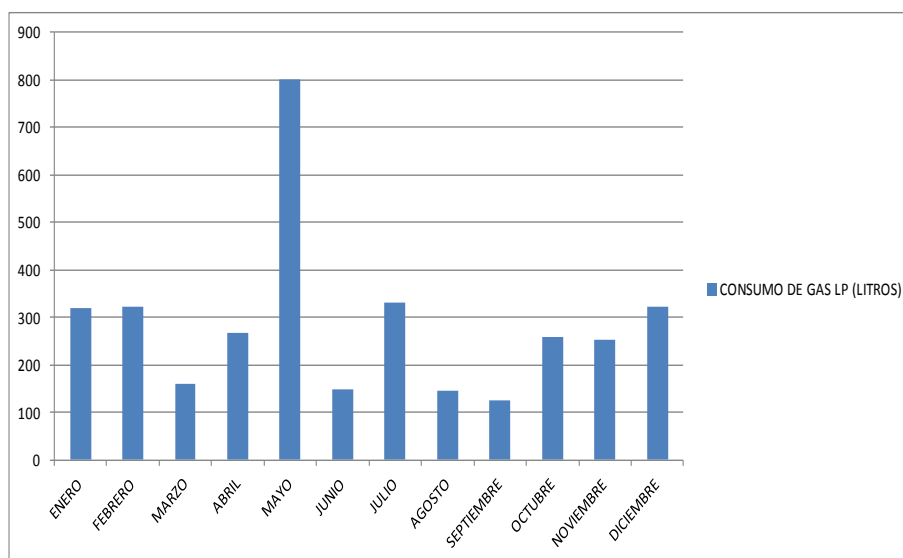
huéspedes, ya que pueden tomar más de una ducha al día, pues coincide con uno de los meses más calurosos del año en la región. (Tabla 39 y figura 31).

**Tabla 39: Consumo de Gas LP del hotel Colonial Los Arcos.**

MES	CONSUMO	FACTURA	PRECIO
	L	\$	(\$/L)
ENERO	318	1863	5.86
FEBRERO	323	1848	5.72
MARZO	160	952	5.95
ABRIL	267	1599	5.99
MAYO	802	4562	5.69
JUNIO	149	901	6.05
JULIO	330	1887	5.72
AGOSTO	144	886	6.15
SEPTIEMBRE	125	774	6.19
OCTUBRE	259	1484	5.73
NOVIEMBRE	252	1444	5.73
DICIEMBRE	321	1838	5.73
PROMEDIO	287.5	1670	5.88

Nota: Se Obtuvieron los datos de consumo de gas LP de los meses de enero, marzo, abril, junio, agosto y septiembre de 2010, así que de los demás meses se consideraron los datos de 2009.

**Figura 31: Consumos de Gas LP del hotel Colonial Los Arcos.**



### 3.3.2.1 Agua caliente sanitaria

Para conocer el número total de personas que pueden visitar el hotel, se realizó el análisis por habitación (Tabla 40).

**Tabla 40: Análisis del número de personas por habitación del hotel Colonial Los Arcos.**

TIPO DE HABITACIÓN	NO HABITACIONES	NO PERSONAS
HABILACION DOBLE	10	2
HABITACION DOBLE MATRIMONIAL	30	3
TOTAL	40	110

Se considera un número de personas totales de 110 que visitan el hotel y que tienen la necesidad de tomar una ducha diaria.

La necesidad de energía térmica total es de 518018 KJ/día, que equivale a 27.7 L de gas LP que finalmente representan un costo mensual por este concepto de 4672.5 pesos por mes (Tabla 41).

**Tabla 41: Análisis de la energía térmica para el agua caliente sanitaria del Hotel Colonial Los Arcos.**

TEMPERATURA DE ENTRADA	20	°C
TEMPERATURA DE SALIDA	45	°C
CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA	4.186	KJ/(Kg°C)
CALOR NECESARIO	518,018	KJ/día
TIPO DE COMBUSTIBLE	GAS LP	
EFICIENCIA DE LOS CALENTADORES	70%	
CANSUMO DIARIO DE COMBUSTIBLE	27.7	L/DIA
CONSUMO MENSUAL DE COMBUSTIBLE	774.9	L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	20,721	MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	6.03	\$/L
COSTO MENSUAL	4,672	\$/MES

Nota: Es costo de gas LP fue determinado para el mes de octubre de 2011 en base a los costos reportados por la Asociación Mexicana de Distribuidores de Gas Licuado y Empresas conexas A. C. (<http://www.asocimex.com.mx/preciloglp.php>).

### 3.3.2.2 Calentamiento solar de agua para servicios

Se determinará la cantidad de agua caliente que se obtiene con el calentador de tubos al vacío que se tiene para este propósito y que en promedio tiene un 75% de eficiencia ([www.mexicosolar.com](http://www.mexicosolar.com)) y un área de captación solar de 15m<sup>2</sup>. La radiación solar promedio en la zona de Ciudad del Carmen, Campeche es de 4541.67 Kcal/m<sup>2</sup>día<sup>42</sup>.

Se obtiene la cantidad de 213,879 KJ/día de energía solar, lo que equivale a 319.9 L/mes y con ello se obtiene un ahorro promedio de 41% (Tabla 42).

<sup>42</sup> <http://www.ecotec2000.de/espanol/sun7.htm>

**Tabla 42: Análisis de la energía térmica solar captada en el Hotel Colonial Los Arcos.**

ENERGÍA SOLAR CAPTADA	213,879	KJ/día=	5,989	MJ/mes
EQUIVALENTE EN LITROS DE GAS LP	11	L/día=	320	L/mes
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	306	KJ/día=	8,555	MJ/mes
AHORRO DE GAS LP	320	L/MES=		
AHORRO ECONÓMICO	1,929	\$/MES		
%AHORRO GAS LP	41%			

Nota: Los cálculos sólo reflejan sólo el ahorro mensual que se obtendría en promedio en todo el año, ya que, la radiación solar tiene variaciones mensuales y horarias que influyen de manera significativa en la cantidad de energía solar captada y en la necesidad de seguir utilizando los calentadores de gas LP.

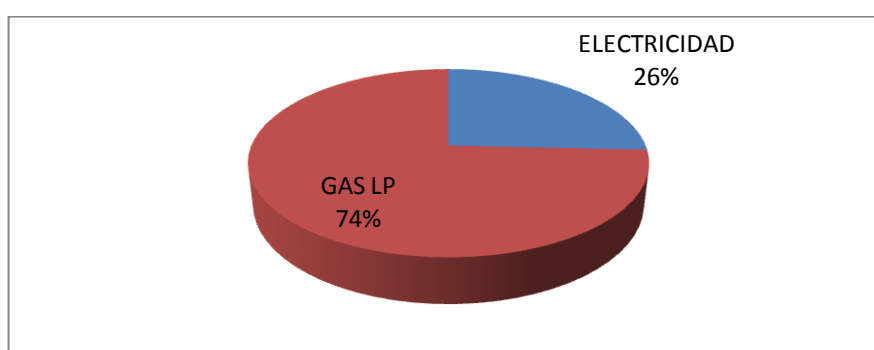
No se tienen una secadora que use gas LP, ya que la que se tiene sólo usa electricidad, sin embargo, hay una diferencia de 100 L aproximadamente entre lo estimado y lo que realmente se consume; esto se debe a que el porcentaje de ocupación considerado para el análisis de los consumos del hotel por usos finales es de 100% y el porcentaje promedio reportado es del 70%.

### **3.4 Resultados del hotel Parque Natural Los Manantiales**

Este hotel está en el municipio de Hidalgo, Michoacán, cuenta con 18 habitaciones y tiene una superficie total construida de 780m<sup>2</sup>. Tiene un total de 10 empleados.

Los energéticos que se utilizan en este hotel son la electricidad y el gas LP, de ellos, el más importante es el gas LP que suministra el 74% de la energía para su funcionamiento (Figura 32).

**Figura 32: Distribución del consumo de energía por energético del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

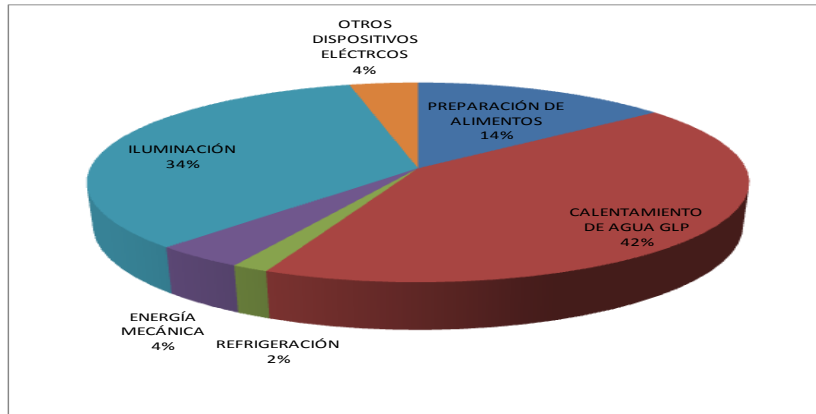


La mayor parte de la energía mensual que usa este hotel se ocupa para el calentamiento de agua con gas LP (42%), seguido por la iluminación (34%) luego está la preparación de alimentos (14%) y, finalmente los demás usos (Tabla 43 y figura 33). La división de los equipos eléctricos por categorías para analizar este consumo se explica en el apartado “Equipos eléctricos”.

**Tabla 43: Distribución del consumo mensual de la energía del hotel Parque Natural Los Manantiales de acuerdo a sus usos finales.**

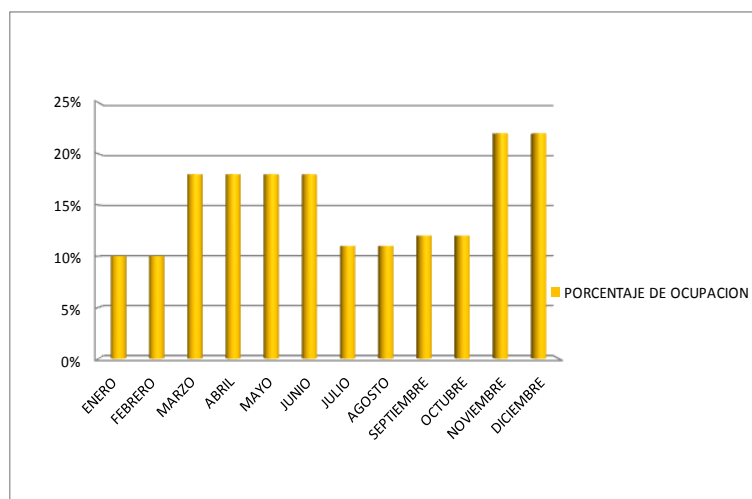
PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	CANTIDAD DE	PROPORCIÓN
		ENERGÍA (MJ)	
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	3,860	14%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	11,362	42%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	423	2%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	1,053	4%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	9,169	34%
OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRCOS	ELECTRICIDAD	1,028	4%
	TOTAL	26,896	100%

**Figura 33: Gráfica de la distribución del consumo de energía del Hotel Parque Natural Los Manantiales de acuerdo a sus usos finales**



Para analizar los resultados, es necesario saber los porcentajes de ocupación en los diversos meses. Este hotel presenta porcentajes de ocupación de 22% como máximo en los meses de noviembre y diciembre; 18% en los meses de marzo, abril, mayo y junio; e inferiores en los demás que van desde 10 hasta 12% (Figura 34). Al incrementarse la ocupación disminuye el consumo de gas y aumenta el de la electricidad, ya que los equipos de calentamiento de agua funcionan para determinado volumen de agua (boilers con depósito), y si se necesita menos de este volumen de todos modos se debe gastar la cantidad de gas LP necesaria para calentar el volumen especificado.

**Figura 34: Gráfica del porcentaje de ocupación del hotel Parque Natural Los Manantiales.**



Este porcentaje de ocupación, que a lo más llega a ser del 22%, explica la diferencia existente entre las figuras 32 y 33, pues recuérdese que los análisis de consumo de energía

que se realizaron fue tomando en cuenta la ocupación del 100% (figura 33) y no con la ocupación que actualmente presenta (figura 32).

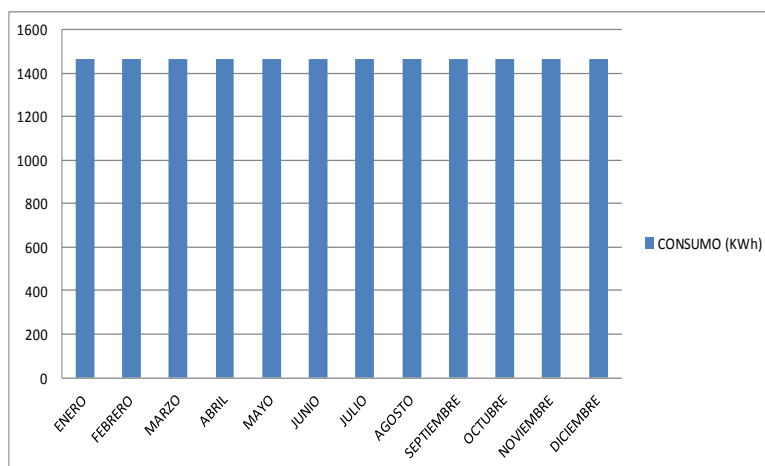
### 3.4.1 Análisis de energía eléctrica

Los consumos totales de electricidad mensuales de los últimos años se muestran a continuación (Tabla 44 y Figura 35); cabe señalar que sólo se obtuvo el promedio mensual de consumo para todo el año, que en este caso es de 1463KWh para una factura de \$3000 M.N. mensual, donde lo que se cobra es 2.05\$/KWh que corresponde a la tarifa OM.

**Tabla 44: Historial del consumo total mensual de electricidad y costo proporcionado por el Hotel Parque Natural los Manantiales**

MES	CONSUMO KWh	FACTURA \$	PRECIO (\$/KWh)
ENERO	1,463	3,000	2.05
FEBRERO	1,463	3,000	2.05
MARZO	1,463	3,000	2.05
ABRIL	1,463	3,000	2.05
MAYO	1,463	3,000	2.05
JUNIO	1,463	3,000	2.05
JULIO	1,463	3,000	2.05
AGOSTO	1,463	3,000	2.05
SEPTIEMBRE	1,463	3,000	2.05
OCTUBRE	1,463	3,000	2.05
NOVIEMBRE	1,463	3,000	2.05
DICIEMBRE	1,463	3,000	2.05
PROMEDIO	1,463	3,000	2.05

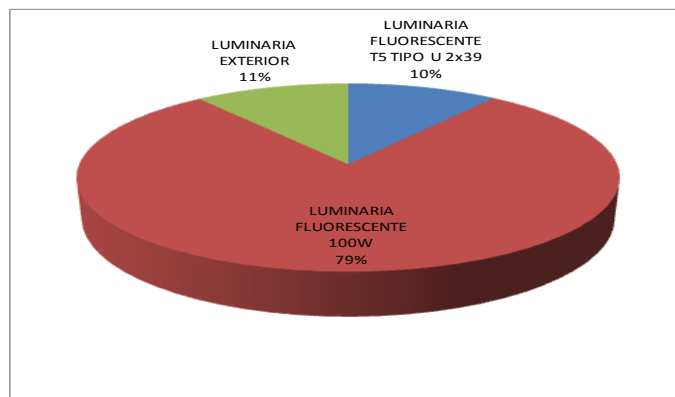
**Figura 35: Gráfica del Historial del consumo total mensual de electricidad en el hotel Parque Natural Los Manantiales.**



#### 3.4.1.1 Iluminación:

El hotel usa para iluminación equipos ineficientes en su mayoría como las lámparas incandescentes de 100W (Figura 36); se encontraron distribuidas en las áreas del hotel consideradas: habitaciones, pasillos y exteriores. (Tabla 45).

**Figura 36: Distribución de consumo de electricidad por luminarias empleadas en el hotel Parque Natural Los Manantiales.**



**Tabla 45: Dispositivos utilizados para iluminación en el hotel Parque Natural Los Manantiales**

TIPO DE LUMINARIA	NUMERO DE UNIDADES	LUGAR	CARGA WATTS	CARGA TOTAL (W)	HORAS DE USO POR DÍA	CONSUMO DIARIO (Wh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)
LUMINARIA FLUORESCENTE T5 TIPO U 2x39	15	PASILLOS	78	1,170	8	9,360	262
LUMINARIA INCANDESCENTE 100W	90	HABITACIONES	100	9,000	8	72,000	2,016
LUMINARIA EXTERIOR	3	EXTERIORES	400	1,200	8	9,600	269
TOTAL	108		578	11,370	8	90,960	2,547

### 3.4.1.2 Equipos eléctricos

Se llevó a cabo una división de los equipos en categorías para el análisis del consumo global de energía del hotel (Tabla 46). Se realizó un inventario de equipos eléctricos para determinar la potencia de consumo (Tabla 47).

**Tabla 46: Clasificación de los equipos eléctricos en categorías del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

CATEGORÍA	EQUIPOS CONSIDERADOS
ENERGÍA MECÁNICA	Extractor de jugos, licuadora, lavadora de ropa.
OTROS DISPOSITIVOS ELECTRICOS	Cafeteras, computadoras, hornos y modem.



**Tabla 47: Inventario de equipos eléctricos del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

TIPO DE EQUIPO ELÉCTRICO	NUMERO DE UNIDADES	LUGAR	CARGA		HORAS DE USO POR DÍA	CONSUMO	
			WATTS	TOTAL (W)		DIARIO (Wh)	MENSUAL (KWh)
CAFETERA GRANDE	1	RESTAURANTE	1,200	1,200	2	2,400	67.2
COMPUTADORA ESCRITORIO	1	RESTAURANTE	150	150	16	2,400	67.2
COMPUTADORA ESCRITORIO	1	RECEPCION	150	150	16	2,400	67.2
EXTRACTOR DE JUGOS	1	RESTAURANTE	350	350	2	525	14.7
LAVADORA DE ROPA	1	LAVANDERÍA	1,200	1,200	8	9,600	268.8
LICUADORA	1	RESTAURANTE	400	400	1	320	9.0
HORNO DE MICROONDAS	1	RESTAURANTE	1,200	1,200	2	2,400	67.2
MODEM	1	RECEPCION	25	25	24	600	16.8
REFRIGERADOR	1	RESTAURANTE	525	525	8	4,200	117.6
TOTAL	9		5,200	5,200	78	24,845	695.7

El equipo que más consume energía es la lavadora de ropa por tener la mayor potencia de consumo y mucho tiempo de uso, luego sigue el refrigerador por las mismas razones.

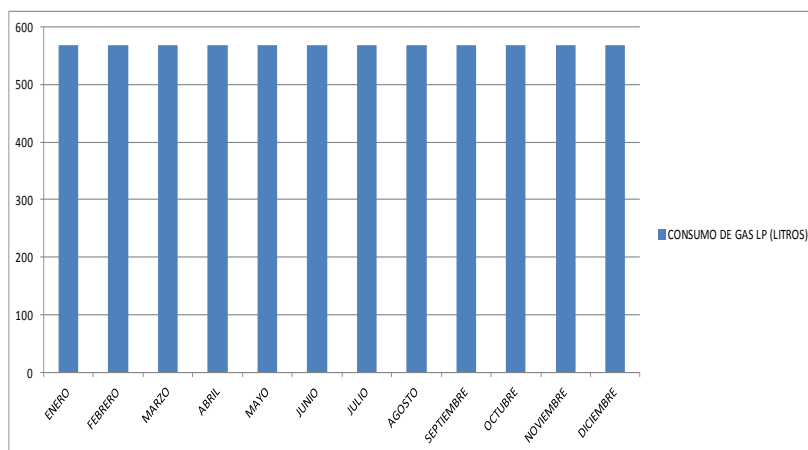
### **3.4.2 Análisis de energía térmica.**

La energía térmica en el hotel destinada a usos finales proviene del gas LP. Los consumos mensuales totales de los últimos años se muestran a continuación (Tabla 48 y Figura 37); sólo se obtuvieron el promedio mensual de consumo para todo el año, que en este caso es de 569 litros para una factura de \$3000 M.N. mensual, donde lo que se cobra en promedio es 5.27\$/L.

**Tabla 48: Consumo de Gas LP del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

MES	CONSUMO	FACTURA	PRECIO
	L	\$	(\$/L)
ENERO	569	3,000	5.27
FEBRERO	569	3,000	5.27
MARZO	569	3,000	5.27
ABRIL	569	3,000	5.27
MAYO	569	3,000	5.27
JUNIO	569	3,000	5.27
JULIO	569	3,000	5.27
AGOSTO	569	3,000	5.27
SEPTIEMBRE	569	3,000	5.27
OCTUBRE	569	3,000	5.27
NOVIEMBRE	569	3,000	5.27
DICIEMBRE	569	3,000	5.27
PROMEDIO	569	3,000	5.27

**Figura 37: Consumos de Gas LP del hotel Parque Natural Los Manantiales.**



### 3.4.2.1 Agua caliente sanitaria.

Para conocer el número total de personas que pueden visitar el hotel, se realizó el análisis por habitación (Tabla 49).

**Tabla 49: Análisis del número de personas por habitación del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

TIPO DE HABITACIÓN	NO. HABITACIONES	NO. PERSONAS
SENCILLA	10	2
DOBLE	8	4
TOTAL	18	52

Se considera un número de personas totales de 52 que visitan el hotel y que tienen la necesidad de tomar una ducha diaria.

La necesidad de energía térmica total es de 284,062 KJ/día, que equivale a 15.2 L de gas LP que finalmente representan un costo mensual por este concepto de 2592 pesos por mes (Tabla 50).

**Tabla 50: Análisis de la energía térmica para el agua caliente sanitaria del Hotel Parque Natural Los Manantiales.**

TEMPERATURA DE ENTRADA	16 °C
TEMPERATURA DE SALIDA	45 °C
CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA	4.186 KJ/(Kg°C)
CALOR NECESARIO	284,062 KJ/día
TIPO DE COMBUSTIBLE	GAS LP
EFICIENCIA DE LOS CALENTADORES	70%
CANSUMO DIARIO DE COMBUSTIBLE	15.2 L/DIA
CONSUMO MENSUAL DE COMBUSTIBLE	424.9 L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	11,362 MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	6.1 \$/L
COSTO MENSUAL	2,592 \$/MES

Nota: Es costo de gas LP fue determinado para el mes de octubre de 2011 en base a los costos reportados por la Asociación Mexicana de Distribuidores de Gas Licuado y Empresas conexas A. C.

(<http://www.asocimex.com.mx/precioqlp.php>).

### 3.4.2.2 Secado de ropa.

Para el secado de ropa por calentamiento de aire se necesitan 4.32 litros de gas LP al día, lo que equivale a 3235MJ/mes, ó un costo de 737.9 pesos por mes (Tabla 51).

**Tabla 51: Análisis de la energía térmica proveniente del gas LP para el secado de ropa del Hotel Parque Natural Los Manantiales.**

ROPA SUCIA GENERADA POR HABITACION	4	Kg
CANTIDAD TOTAL DE ROPA SUCIA GENERADA	72	Kg
CANTIDAD DE COMBUSTIBLE USADO DIARIO	4.32	L/día
CANTIDAD DE COMBUSTIBLE USADO MENSUAL	120.96	L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	3,235	MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	6.1	\$/L
COSTO MENSUAL	737.9	\$/MES

### 3.4.2.3 Preparación de alimentos

Mediante una diferencia (promedio total mensual menos el necesario para el agua caliente sanitaria y secado de ropa) se puede determinar el gas LP que se destina a otros usos como el restaurante para la preparación de alimentos, que en este caso son 144.3 Litros por mes (Tabla 52).

**Tabla 52: Análisis de la energía térmica proveniente del gas LP que se destina a la preparación de alimentos del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

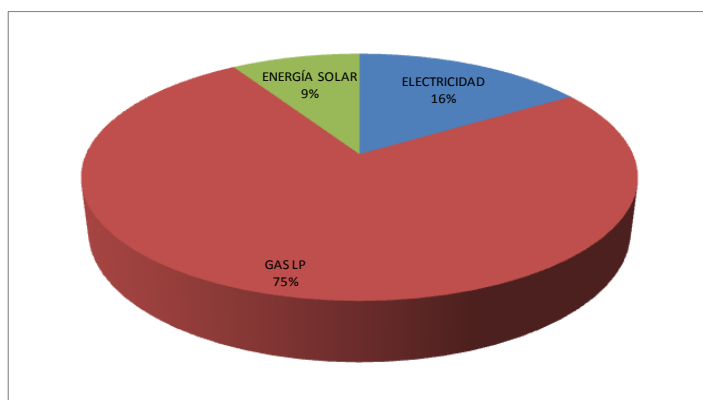
CONSUMO GAS LP COCINA (RESTAURANT)	144.3	L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	3860.0	MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	5.7	\$/L
COSTO MENSUAL	822.8	\$/MES

### **3.5 Resultados del Hotel Centenario de Huamantla**

Este hotel está en el municipio de Boca del Huamantla, Tlaxcala, cuenta con 33 habitaciones y tiene una superficie total construida de 1368m<sup>2</sup>. Tiene un total de 10 empleados.

Los energéticos que se utilizan en este hotel son la electricidad, la energía solar y el gas LP, de ellos, el más importante es el gas LP que suministra el 75% de la energía para su funcionamiento (Figura 38).

**Figura 38: Distribución del consumo de energía por energético del hotel Centenario de Huamantla.**

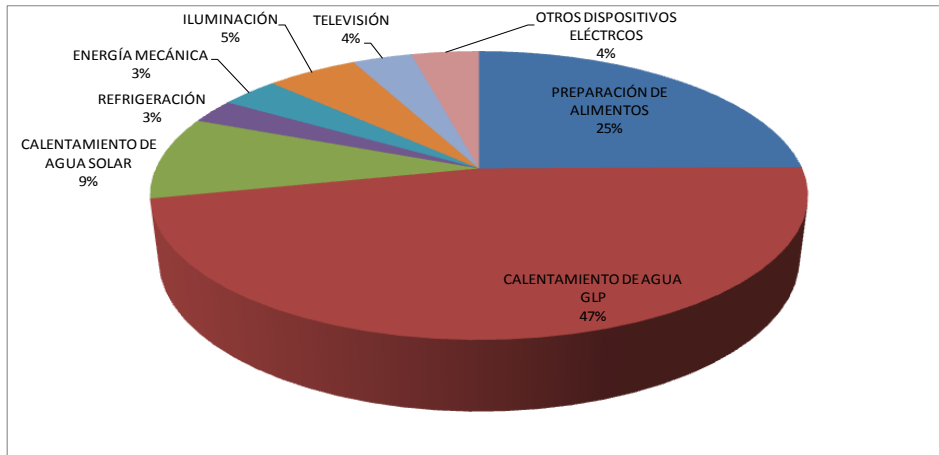


La mayor parte de la energía mensual que usa este hotel se ocupa para el calentamiento de agua con gas LP y energía solar (56%), seguido por la preparación de alimentos (25%), iluminación 5% (Tabla 53 y figura 39). La división de los equipos eléctricos por categorías para analizar este consumo se explica en el apartado “Equipos eléctricos”.

**Tabla 53: Distribución del consumo mensual de la energía del hotel Centenario de Huamantla de acuerdo a sus usos finales.**

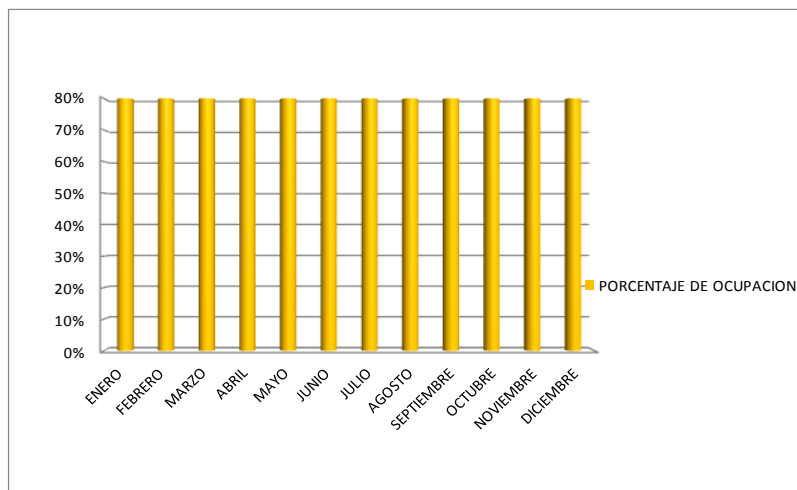
PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	CANTIDAD DE	PROPORCIÓN
		ENERGÍA (MJ)	
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	7,636	25%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	14,422	47%
CALENTAMIENTO DE AGUA SOLAR	ENERGÍA SOLAR	2,857	9%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	847	3%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	1,053	3%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	1,652	5%
TELEVISIÓN	ELECTRICIDAD	1,081	4%
OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRCOS	ELECTRICIDAD	1,228	4%
	TOTAL	30,775	100%

**Figura 39: Gráfica de la distribución del consumo de energía del Hotel Centenario de Huamantla de acuerdo a sus usos finales**



Para analizar los resultados, es necesario saber los porcentajes de ocupación en los diversos meses. Este hotel presenta porcentajes de ocupación de 80% todo el año (Figura 40).

**Figura 40: Gráfica del porcentaje de ocupación del hotel Centenario de Huamantla.**



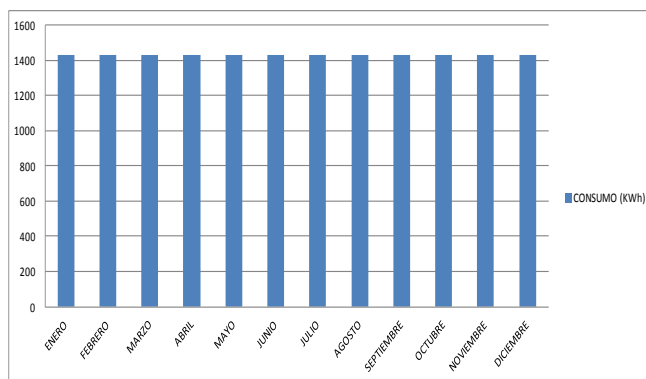
### 3.5.1 Análisis de energía eléctrica

Los consumos totales de electricidad mensuales de los últimos años se muestran a continuación (Tabla 54 y Figura 41); cabe señalar que sólo se obtuvo el promedio mensual de consumo para todo el año, que en este caso es de 1429KWh para una factura de \$4000 M.N. mensual, donde lo que se cobra es 2.8\$/KWh que corresponde a la tarifa 2.

**Tabla 54: Historial del consumo total mensual de electricidad y costo proporcionado por el Hotel Centenario de Huamantla**

MES	CONSUMO	FACTURA	PRECIO
	KWh	\$	(\$/KWh)
ENERO	1,429	4,000	2.80
FEBRERO	1,429	4,000	2.80
MARZO	1,429	4,000	2.80
ABRIL	1,429	4,000	2.80
MAYO	1,429	4,000	2.80
JUNIO	1,429	4,000	2.80
JULIO	1,429	4,000	2.80
AGOSTO	1,429	4,000	2.80
SEPTIEMBRE	1,429	4,000	2.80
OCTUBRE	1,429	4,000	2.80
NOVIEMBRE	1,429	4,000	2.80
DICIEMBRE	1,429	4,000	2.80
PROMEDIO	1,429	4,000	2.80

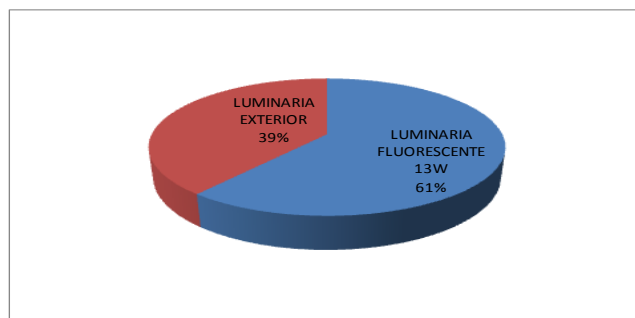
**Figura 41: Gráfica del Historial del consumo total mensual de electricidad en el hotel Centenario de Huamantla.**



### 3.5.1.1 Iluminación:

El hotel usa para iluminación equipos eficientes en su mayoría a excepción de las luminarias exteriores que tienen un consumo muy alto (Figura 42); se encontraron distribuidas en las áreas del hotel consideradas: habitaciones, restaurante, pasillos, bar, exteriores, etc. (Tabla 55).

**Figura 42: Distribución de consumo de electricidad por luminarias empleadas en el hotel Centenario de Huamantla.**



**Tabla 55: Dispositivos utilizados para iluminación en el hotel Centenario de Huamantla**

TIPO DE LUMINARIA	NUMERO DE UNIDADES	LUGAR	CARGA WATTS	CARGA TOTAL (W)	HORAS DE USO POR DÍA	CONSUMO DIARIO (Wh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)
LUMINARIA FLUORESCENTE 13W	24	PASILLOS	13	312	8	2,496	70
LUMINARIA FLUORESCENTE 13W	2	BAR	13	26	8	208	6
LUMINARIA FLUORESCENTE 13W	4	RESTAURANT	13	52	8	416	12
LUMINARIA FLUORESCENTE 13W	66	HABITACIONES	13	858	8	6,864	192
LUMINARIA EXTERIOR	2	EXTERIORES	400	800	8	6,400	179
TOTAL	98		578	2,048	8	16,384	459

### 3.5.1.2 Equipos eléctricos

Se llevó a cabo una división de los equipos en categorías para el análisis del consumo global de energía del hotel (Tabla 56). Después se realizó un inventario de equipos eléctricos para determinar la potencia de consumo (Tabla 57).

**Tabla 56: Clasificación de los equipos eléctricos en categorías en el Hotel Centenario de Huamantla.**

CATEGORÍA	EQUIPOS CONSIDERADOS
ENERGÍA MECÁNICA	Licadora, extractor de jugos y lavadora de ropa.
OTROS DISPOSITIVOS ELECTRICOS	Cafeteras, computadoras, horno de microondas, despertador y modem.

**Tabla 57: Inventario de equipos eléctricos del hotel Centenario de Huamantla.**

TIPO DE EQUIPO ELÉCTRICO	NUMERO DE UNIDADES	LUGAR	CARGA WATTS	CARGA TOTAL (W)	HORAS DE USO POR DÍA	CONSUMO DIARIO (Wh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)
CAFETERA GRANDE	1	RESTAURANTE	1,200	1,200	2	2,400	67
COMPUTADORA ESCRITORIO	1	RESTAURANTE	150	150	16	2,400	67
COMPUTADORA ESCRITORIO	1	RECEPCIÓN	150	150	16	2,400	67
DESPERTADOR	33	HABITACIONES	15	495	4	1,980	55
EXTRACTOR DE JUGOS	1	RESTAURANTE	350	350	2	525	15
LAVADORA DE ROPA	1	LAVANDERÍA	1,200	1,200	8	9,600	269
LICUADORA	1	RESTAURANTE	400	400	1	320	9
HORNO DE MICROONDAS	1	RESTAURANTE	1,200	1,200	2	2,400	67
MODEM	1	RECEPCIÓN	25	25	24	600	17
REFRIGERADOR	1	RESTAURANTE	525	525	8	4,200	118
REFRIGERADOR	1	BAR	525	525	8	4,200	118
TELEVISIÓN	33	HABITACIONES	65	2,145	5	10,725	300
TOTAL	43		5,805	8,365	95	41,750	1,169

Los equipos que más consumen electricidad en este hotel son las televisiones, pues tienen el mayor número de equipos eléctricos junto con los despertadores; sin embargo, las televisiones tienen una potencia de consumo mayor. Luego siguen las lavadoras y los refrigeradores por tener alta potencia de consumo y un tiempo de uso considerable (8 horas).

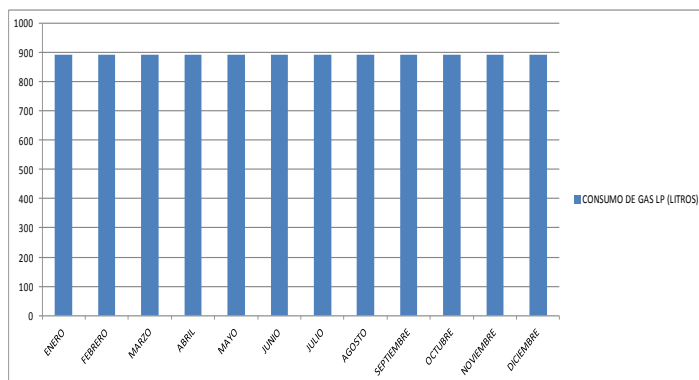
### 3.5.2 Análisis de energía térmica

La energía térmica en el hotel destinada a usos finales proviene del gas LP. Los consumos mensuales totales de los últimos años se muestran a continuación (Tabla 58 y Figura 43); sólo se obtuvieron el promedio mensual de consumo para todo el año, que en este caso es de 894 litros para una factura de \$6000 M.N. mensual, donde lo que se cobra es 6.71\$/L.

**Tabla 58: Consumo de Gas LP del hotel Centenario de Huamantla.**

MES	CONSUMO	FACTURA	PRECIO
	L	\$	(\$/L)
ENERO	894	6,000	6.71
FEBRERO	894	6,000	6.71
MARZO	894	6,000	6.71
ABRIL	894	6,000	6.71
MAYO	894	6,000	6.71
JUNIO	894	6,000	6.71
JULIO	894	6,000	6.71
AGOSTO	894	6,000	6.71
SEPTIEMBRE	894	6,000	6.71
OCTUBRE	894	6,000	6.71
NOVIEMBRE	894	6,000	6.71
DICIEMBRE	894	6,000	6.71
PROMEDIO	894	6,000	6.71

**Figura 43: Consumos de Gas LP del hotel Centenario de Huamantla.**



#### 3.5.2.1 Agua caliente sanitaria

Para conocer el número total de personas que pueden visitar el hotel, se realizó el análisis por habitación (Tabla 59).



**Tabla 59: Análisis del número de personas por habitación del hotel Centenario De Huamantla**

TIPO DE HABITACIÓN	NO HABITACIONES	NO PERSONAS
SENCILLA	33	2
TOTAL	33	66

Se considera un número de personas totales de 66 que visitan el hotel y que tienen la necesidad de tomar una ducha diaria.

La necesidad de energía térmica total es de 360,540 KJ/día, que equivale a 19.3 L de gas LP que finalmente representan un costo mensual por este concepto de 3619.5 pesos por mes (Tabla 60).

**Tabla 60: Análisis de la energía térmica para el agua caliente sanitaria del Hotel Centenario De Huamantla.**

TEMPERATURA DE ENTRADA	16	°C
TEMPERATURA DE SALIDA	45	°C
CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA	4.186	KJ/(Kg°C)
CALOR NECESARIO	360,540	KJ/día
TIPO DE COMBUSTIBLE	GAS LP	
EFICIENCIA DE LOS CALENTADORES	70%	
CANSUMO DIARIO DE COMBUSTIBLE	19.3	L/DIA
CONSUMO MENSUAL DE COMBUSTIBLE	539.3	L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	14,422	MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	6.71	\$/L
COSTO MENSUAL	3,620	\$/MES

### 3.5.2.2 Secado de ropa

Para el secado de ropa por calentamiento de aire se necesitan 7.92 litros de gas LP al día, lo que equivale a 5930MJ/mes, ó un costo de 1488.3 pesos por mes (Tabla 61).

**Tabla 61: Análisis de la energía térmica proveniente del gas LP para el secado de ropa del Hotel Centenario De Huamantla.**

ROPA SUCIA GENERADA POR HABITACION	4	Kg
CANTIDAD DE ROPA SUCIA GENERADA	132	Kg
CANTIDAD DE COMBUSTIBLE USADO DIARIO	7.92	L/día
CANTIDAD DE COMBUSTIBLE USADO MENSUAL	221.76	L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	5930	MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	6.71	\$/L
COSTO MENSUAL	1488.3	\$/MES

### 3.5.2.3 Calentamiento solar de agua para servicios

Se determinará la cantidad de agua caliente que se obtiene con el calentador de tubos al vacío que se tiene para este propósito y que en promedio tiene un 75% de eficiencia

(www.mexicosolar.com) y un área de captación solar de 8m<sup>2</sup>. La radiación solar promedio en la zona de Tlaxcala, Tlaxcala es de 4062.5 Kcal/m<sup>2</sup>día<sup>43</sup>.

Se obtiene la cantidad de 102,033 KJ/día de energía solar, lo que equivale a 152.6 L/mes y con ello se obtiene un ahorro promedio en el consumo de gas LP de 28% (Tabla 62).

**Tabla 62: Análisis de la energía térmica solar captada en el Hotel Centenario de Huamantla.**

ENERGÍA SOLAR CAPTADA	102033.8	KJ/día=	2,857	MJ/mes
EQUIVALENTE EN LITROS DE GAS LP	5.5	L/día=	152.6	L/mes
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	145.8	KJ/día=	4,081	MJ/mes
AHORRO DE GAS LP	152.6	L/MES=		
AHORRO ECONÓMICO	1,024	\$/MES		
%AHORRO GAS LP	28%			

Nota: Los cálculos sólo reflejan sólo el ahorro mensual que se obtendría en promedio en todo el año, ya que, la radiación solar tiene variaciones mensuales y horarias que influyen de manera significativa en la cantidad de energía solar captada y en la necesidad de seguir utilizando los calentadores de gas LP.

### 3.5.2.4 Preparación de alimentos

Mediante una diferencia (promedio total mensual más la energía solar captada, menos el necesario para el agua caliente sanitaria y secado de ropa) se determinó que se destinan mensualmente 285.6 litros de gas LP que se destina a otros usos como el restaurante para la preparación de alimentos (Tabla 63).

**Tabla 63: Análisis de la energía térmica proveniente del gas LP que se destina a la preparación de alimentos del hotel Centenario de Huamantla.**

CONSUMO GAS LP COCINA (RESTAURANT)	285.6	L/MES
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	7,636	MJ/MES
PRECIO COMBUSTIBLE 2011	6.71	\$/L
COSTO MENSUAL	1,916	\$/MES

<sup>43</sup> <http://www.ecotec2000.de/espanol/sun7.htm>

## CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Debe mencionarse que el sistema más común encontrado en 80% de los hoteles analizados para calentamiento de agua es el de boilers, por lo que los análisis se realizarán tomando en cuenta este tipo de equipos. En el caso del sistema de calentamiento de agua con gas LP las eficiencias energética y exergética consideradas son diferentes a las de las tablas 7 y 8 debido a que las que se reportan no corresponden al caso de México. Por lo que para la eficiencia energética se toma para el sistema global de calentamiento con gas LP un valor de 59.5% de la tabla 13 y dividido entre el factor de exergía para el gas LP, se obtiene el valor de eficiencia exergética de 56.13%.

Las diferencias entre los valores de la tabla 7 y 13 se pueden explicar a las condiciones climatológicas de Grecia y México que son muy distintas e influyen en la operación de los equipos, pues como se sabe, el calor tiende a perderse más rápido entre mayor sea la diferencia de temperaturas entre la tubería y el ambiente.

### 4.1 Hotel Costa y Sol

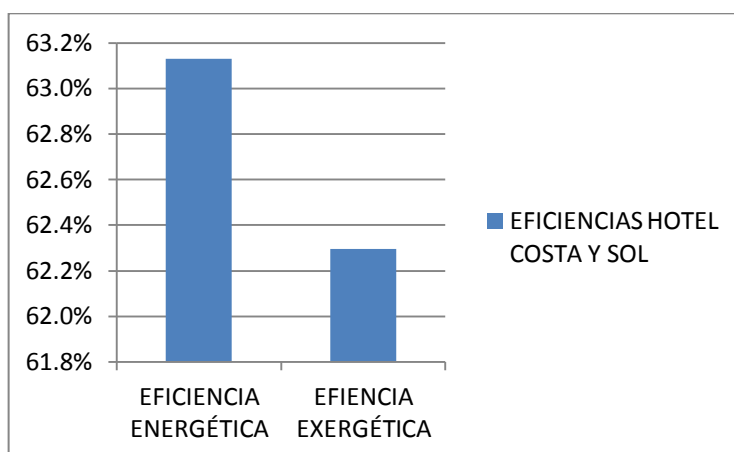
Al calcular la eficiencia energética y exergética global del hotel se obtiene que tiene una eficiencia global energética de 63.1% y una eficiencia exergética de 62.3% (Tabla 64 y figura 44).

**Tabla 64: Determinación de eficiencias energética y exergética de los procesos del hotel Costa y Sol.**

PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	PROPORCIÓN	EFICIENCIA	EFICIENCIA
			ENERGÉTICA	EXERGÉTICA
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	13%	27.2%	26.2%
LAVAVAJILLAS	ELECTRICIDAD	0.15%	4.2%	75.9%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	24%	59.5%	56.1%
CALENTAMIENTO DE AGUA SOLAR	ENERGÍA SOLAR	1%	12.2%	12.0%
ENFRIAMIENTO DE ESPACIOS	ELECTRICIDAD	40%	88.3%	88.3%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	4%	46.6%	46.6%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	10%	54.4%	54.4%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	3%	4.2%	4.2%
TELEVISIÓN	ELECTRICIDAD	0.5%	11.1%	11.1%
OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRCOS	ELECTRICIDAD	4%	55.5%	55.5%
	TOTAL	100%	63.1%	62.3%

Nota: La fuente de las eficiencias de primera (energética) y segunda ley (exergética) se encuentran en las tablas 7 y 8, excepto para el calentamiento de agua.

**Figura 44: Eficiencias con las que opera el hotel Costa y Sol.**



Estas eficiencias son diferentes debido a que se utiliza el gas LP para diversos procesos, y para éste la eficiencia energética es mayor a la eficiencia exergética. Las energías renovables tienen una eficiencia exergética menor a la energética debido a que esta energía se encuentra muy dispersa y con ello aumenta el número de irreversibilidades producidas en su captación.

#### 4.1.1 Iluminación

Al analizar la iluminación se puede determinar la densidad de potencia eléctrica y compararla con el valor establecido en la NOM-007-ENER-1995 que establece que la densidad de potencia eléctrica (DPE) en interiores de los hoteles debe ser de 18 W/m<sup>2</sup> como máximo. Cabe mencionar que para este como para los demás hoteles no se realizó la medición de Niveles de iluminación de la norma NOM-025-STPS-1994, ya que no se contó con el equipo necesario para realizarla. No se tiene el dato de todas las superficies del hotel; sin embargo, se puede determinar la densidad de potencia eléctrica por habitación, ya que la superficie de las habitaciones se tiene contabilizada de manera aproximada (Tabla 65)

**Tabla 65: Densidad de potencia eléctrica de las habitaciones del hotel Costa y Sol**

TIPO DE HABITACIÓN	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	CARGA ILUMINACION (W)	DPE (W/m <sup>2</sup> )
VILLAS	80	208	2.60
JUNIOR SUITE I	18	179	9.94
JUNIOR SUITE II	18	229	12.72
JUNIOR SUITE III	18	207	11.50
ESTUDIO HAB I	18	115	6.39
ESTUDIO HAB II	36	391	10.86
PROMEDIO			7.07

Como se observa, ninguna de las habitaciones rebasa el valor establecido por la norma, lo que da idea de que la iluminación se realiza de manera muy eficiente por el tipo de luminarias que se utilizan que en su gran mayoría son fluorescentes y ahorradoras (tabla 19). El mismo

comportamiento puede decirse para todo el hotel, pues se ilumina siempre con este tipo de equipos.

En el exterior del edificio existe una carga conectada de  $400W+351W+2067W= 2818W$  que iluminan el 30% de la superficie del terreno que equivale a  $18000m^2$ . Entonces la DPE en alumbrado exterior es:

$$DPE = \frac{Carga\ total\ conectada\ iluminacion}{Area\ total} = \frac{2818W}{18000m^2} = 0.156 \frac{W}{m^2}$$

Los resultados indican que se encuentra por debajo de los valores para iluminación de los exteriores de los hoteles que establece la NOM-007-ENER-1995 que es  $1.8 W/m^2$ .

De acuerdo a los valores obtenidos de consumo para iluminación, se puede concluir que el hotel utiliza la energía de manera eficiente.

Al analizar la información anterior se determina que los equipos más críticos consumidores de energía y en los que se podría ahorrar electricidad de manera significativa son:

- Aire acondicionado A/C tipo ventana, que se encuentra en las habitaciones, por tener el consumo más alto de electricidad global en el hotel y por lo tanto, el potencial más alto para ahorrar electricidad.
- Lámparas dicróicas incandescentes de 50W.

#### 4.2.2 Consumo normalizado de energía

Los consumos normalizados de electricidad se determinarán por habitación y por área, debido a que son los parámetros de los que se tienen mejores mediciones. Los consumos totales de electricidad para iluminación y para el equipo eléctrico que se utiliza en las habitaciones se presentan en la tabla 66. De esta manera, se tienen en el hotel 73 habitaciones para los huéspedes, así que se dividirá el consumo total de equipos eléctricos y de iluminación mensual entre 73 para obtener el consumo normalizado de consumo eléctrico por habitación (Tabla 67).

**Tabla 66: Consumo total mensual de electricidad para iluminación y equipo eléctrico de las habitaciones en el hotel Costa y Sol.**

CONSUMO DE ELECTRICIDAD POR HABITACIONES		
ILUMINACIÓN	936	KWh/mes
EQUIPO ELÉCTRICO	74,616	KWh/mes
TOTAL ELECTRICIDAD	75,552	KWh/mes

**Tabla 67: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por habitación) del hotel Costa y Sol.**

ILUMINACIÓN	12.82	KWh/habitación*mes
EQUIPO ELÉCTRICO	1022.14	KWh/habitación*mes
TOTAL ELECTRICIDAD	1034.96	KWh/habitación*mes

Para determinar los consumos normalizados por área (Tabla 68), el consumo de electricidad por habitaciones se divide entre el área total del terreno en el que se encuentra el hotel que en este caso son las 6 hectáreas.

**Tabla 68: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de construcción) del hotel Costa y Sol.**

ILUMINACIÓN	0.09	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	1.64	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	1.73	KWh/m <sup>2</sup> *mes

Al tomar el área exclusiva de las habitaciones en lugar del área total del hotel se obtienen también los resultados normalizados del consumo de electricidad por área de las habitaciones del hotel (Tabla 69)

**Tabla 69: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de las habitaciones) del hotel Costa y Sol.**

ILUMINACIÓN	0.24	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	19.10	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	19.34	KWh/m <sup>2</sup> *mes

Los valores de la tabla 68 son menores que los de la 69 debido a que se toma en cuenta en la tabla 68 la superficie total del terreno que incluye la superficie no construida y esta es de 18,000m<sup>2</sup> además del restaurante, la cocina, el súper de playa, etc.

## 4.2 Hotel El Refugio

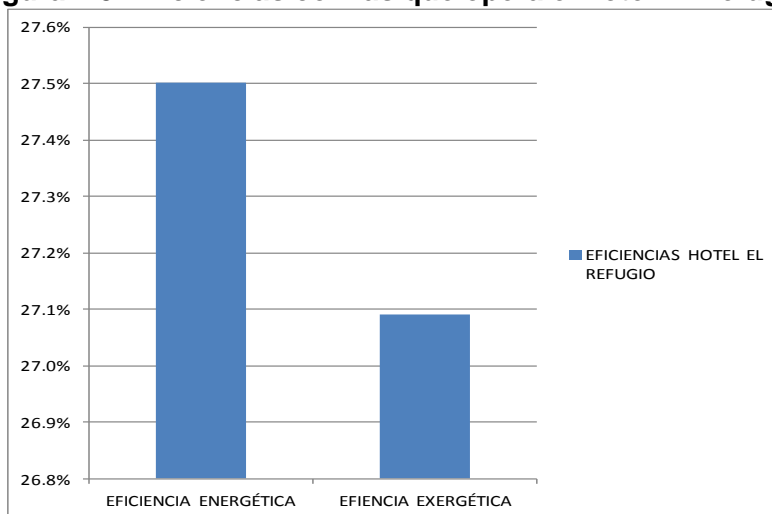
Al calcular la eficiencia energética y exergética global del hotel se obtiene que tiene una eficiencia global energética de 27.5% y una eficiencia exergética de 27.1% (Tabla 70 y figura 45).

**Tabla 70: Determinación de eficiencias energética y exergética de los procesos del hotel El Refugio.**

PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	PROPORCIÓN	EFICIENCIA	EFICIENCIA
			ENERGÉTICA	EXERGÉTICA
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	7%	27.2%	26.2%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	1%	59.5%	56.1%
CALENTAMIENTO DE AGUA SOLAR	ENERGÍA SOLAR	37%	12.2%	12.0%
ENFRIAMIENTO DE ESPACIOS	ELECTRICIDAD	15%	38.6%	37.1%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	7%	46.6%	46.6%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	9%	54.4%	54.4%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	11%	4.2%	4.2%
TELEVISIÓN	ELECTRICIDAD	2.7%	11.1%	11.1%
OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	ELECTRICIDAD	10%	55.5%	55.5%
	TOTAL	100%	27.5%	27.1%

Nota: La fuente de las eficiencias de primera (energética) y segunda ley (exergética) se encuentran en las tablas 7 y 8, excepto para el calentamiento de agua.

**Figura 45: Eficiencias con las que opera el hotel El Refugio.**



Nota: Estas eficiencias son diferentes debido a que se utiliza el gas LP para diversos procesos, y para éste la eficiencia energética es mayor a la eficiencia exergética. Las energías renovables tienen una eficiencia exergética menor a la energética debido a que esta energía se encuentra muy dispersa y con ello aumenta el número de irreversibilidades producidas en su captación.

### 4.2.1 Iluminación

No se tiene el dato de todas las superficies del hotel; sin embargo, se puede determinar la densidad de potencia eléctrica por habitación, ya que la superficie de las habitaciones se tiene contabilizada de manera aproximada (Tabla 71).

**Tabla 71: Densidad de potencia eléctrica de las habitaciones del hotel El Refugio**

TIPO DE HABITACIÓN	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	CARGA ILUMINACION (W)	DPE (W/m <sup>2</sup> )
HABITACIONES SENCILLAS	12	160	13.33
HABITACIÓN 16 m <sup>2</sup> .	16	220	13.75
HABITACIÓN 20 m <sup>2</sup> .	20	90	4.50
HABITACION 22 m <sup>2</sup> .	22	60	2.73
HABITACION 30 m2.	30	120	4.00

Como se observa, ninguna de las habitaciones rebasa el valor establecido por la norma NOM-007-ENER-1995 (18W/m<sup>2</sup>), lo que da idea de que la iluminación se realiza de manera muy eficiente por el tipo de luminarias que se utilizan que en su gran mayoría son ahorradoras (tabla 26).

En el caso de la iluminación exterior los resultados indican que se encuentra por debajo de los valores para iluminación para los exteriores de los hoteles (1.8 W/m<sup>2</sup>) que establece la NOM-007-ENER-1995 (Tabla 72).

**Tabla 72: Densidad de potencia eléctrica de las habitaciones del hotel El Refugio**

SUPERFICIE EXTERIOR	175	m <sup>2</sup> .
CARGA CONECTADA	152	W
DPE	0.869	W/m <sup>2</sup> .

De acuerdo a los valores obtenidos de consumo para iluminación, se puede concluir que el hotel utiliza la energía de manera eficiente.

Al analizar la información anterior se determina que los equipos más críticos consumidores de energía y en los que se podría ahorrar electricidad de manera significativa son:

- Lámparas dicroicas incandescentes de 50W para los exteriores.

#### 4.2.2 Consumo normalizado de energía:

Los consumos normalizados de electricidad se determinarán por habitación, sabiendo el consumo total por este concepto en el hotel (Tabla 73), se tienen en el hotel 15 habitaciones para los huéspedes (Tabla 74).

**Tabla 73: Consumo total mensual de electricidad para iluminación y equipo eléctrico de las habitaciones en el hotel El Refugio.**

ILUMINACIÓN	332	KWh/mes
EQUIPO ELÉCTRICO	460.6	KWh/mes
TOTAL ELECTRICIDAD	792.1	KWh/mes



**Tabla 74: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por habitación) del hotel El Refugio.**

ILUMINACIÓN	22.10	KWh/habitación*mes
EQUIPO ELÉCTRICO	30.71	KWh/habitación*mes
TOTAL ELECTRICIDAD	52.81	KWh/habitación*mes

Para determinar los consumos normalizados por área (Tabla 75), el consumo de electricidad se divide entre el área total del terreno en el que se encuentra el hotel que en este caso son 500m<sup>2</sup>.

**Tabla 75: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de construcción) del hotel El Refugio.**

ILUMINACIÓN	1.01	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	2.88	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	3.95	KWh/m <sup>2</sup> *mes

Al tomar el área exclusiva de las habitaciones en lugar del área total del hotel se obtienen también los resultados normalizados del consumo de electricidad por área de las habitaciones del hotel (Tabla 76)

**Tabla 76: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de las habitaciones) del Hotel El Refugio.**

ILUMINACIÓN	1.36	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	1.89	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	3.25	KWh/m <sup>2</sup> *mes

La diferencia entre las tablas 75 y 76 se puede explicar debido a que hay una carga muy importante instalada de equipos eléctricos para otras áreas diferentes a las habitaciones, lo que incrementa la carga total eléctrica del hotel.

### 4.3 Hotel Colonial Los Arcos

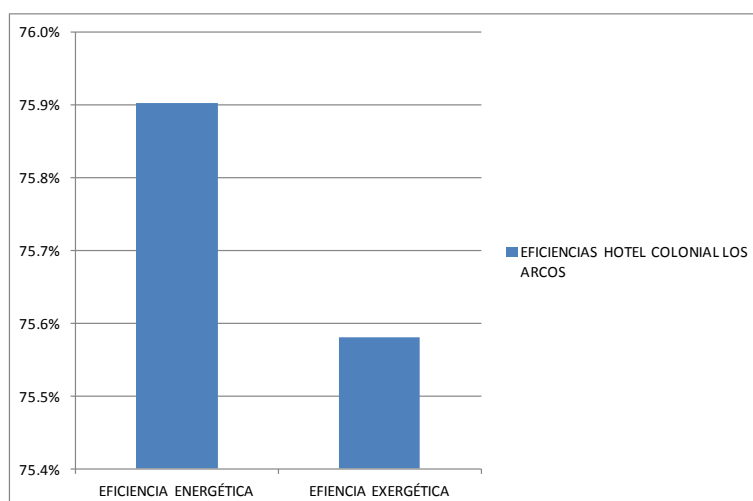
Al calcular la eficiencia energética y exergética global del hotel se obtiene que tiene una eficiencia global energética de 75.9% y una eficiencia exergética de 75.6% (Tabla 77 y figura 46).

**Tabla 77: Determinación de eficiencias energética y exergética de los procesos del hotel Colonial Los Arcos.**

PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	CANTIDAD DE	PROPORCIÓN
		ENERGÍA (MJ)	
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	-	0%
ENFRIAMIENTO DE ESPACIOS	ELECTRICIDAD	91,385	73%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	12,166	10%
CALENTAMIENTO DE AGUA SOLAR	ENERGÍA SOLAR	5,989	5%
SECADO DE ROPA	ELECTRICIDAD	2,631	2%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	202	0.2%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	7,088	6%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	3,768	3%
TELEVISIÓN	ELECTRICIDAD	831	1%
OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRCOS	ELECTRICIDAD	784	0.6%
	TOTAL	124,843	100%

Nota: La fuente de las eficiencias de primera (energética) y segunda ley (exergética) se encuentran en las tablas 7 y 8.

**Figura 46: Eficiencias con las que opera el hotel Colonial Los Arcos.**



Nota: Estas eficiencias son muy similares debido a que la mayor parte de las necesidades del hotel se cubren con electricidad. Las diferencias se deben a la utilización del gas LP y energía solar para calentamiento de agua principalmente.

### 4.3.1 Iluminación

Se puede determinar la densidad de potencia eléctrica por área del hotel, ya que la superficie de las áreas se tiene contabilizada de manera aproximada (Tabla 78).

**Tabla 78: Densidad de potencia eléctrica de las habitaciones del hotel Colonial Los Arcos.**

TIPO DE HABITACIÓN	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	CARGA ILUMINACION (W)	DPE (W/m <sup>2</sup> )
LOBBY	24	405	16.88
RECEPCIÓN	3	89	29.67
OFICINA	15.75	150	9.52
BAÑO OFICINA	3.6	60	16.67
ESCALERA	10.5	30	2.86
HABILACION DOBLE	32	89	2.78
HABITACION DOBLE MATRIMONIAL	32	89	2.78

Como se observa que sólo la recepción rebasa el valor establecido por la norma NOM-007-ENER-1995 (18W/m<sup>2</sup>), lo que da idea de que la iluminación se realiza de manera eficiente en la mayor parte del hotel por el tipo de luminarias que se utilizan que en su gran mayoría son ahorradoras (tabla 36).

En el caso de la iluminación exterior los resultados indican que se encuentra por debajo de los valores para iluminación para los exteriores de los hoteles (1.8 W/m<sup>2</sup>) que establece la NOM-007-ENER-1995 (Tabla 79).

**Tabla 79: Densidad de potencia eléctrica de las habitaciones del hotel Colonial Los Arcos**

SUPERFICIE EXTERIOR	1050	m <sup>2</sup> .
CARGA CONECTADA	627	W
DPE	0.597	W/m <sup>2</sup> .

De acuerdo a los valores obtenidos de consumo para iluminación, se puede concluir que el hotel utiliza la energía de manera eficiente. El problema en la recepción está en el foco incandescente de 60W que si se sustituye por un ahorrador de 9W se cumpliría la norma de iluminación.

Al analizar la información anterior se determina que los equipos más críticos consumidores de energía y en los que se podría ahorrar electricidad de manera significativa son:

- Lámparas incandescentes de 25 y 60W.
- Aire Acondicionado tipo ventana.

### 4.3.2 Consumo normalizado de energía

Los consumos normalizados de electricidad se determinarán por habitación, sabiendo el consumo total por este concepto en el hotel (Tabla 80), se tienen en el hotel 40 habitaciones para los huéspedes (Tabla 81).

**Tabla 80: Consumo total mensual de electricidad para iluminación y equipo eléctrico de las habitaciones en el hotel Colonial Los Arcos.**

ILUMINACIÓN	569	KWh/mes
EQUIPO ELÉCTRICO	24,349	KWh/mes
TOTAL ELECTRICIDAD	24,918	KWh/mes

**Tabla 81: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por habitación) del hotel Colonial Los Arcos.**

ILUMINACIÓN	14.22	KWh/habitación*mes
EQUIPO ELÉCTRICO	608.72	KWh/habitación*mes
TOTAL ELECTRICIDAD	622.94	KWh/habitación*mes

Para determinar los consumos normalizados por área (Tabla 82), el consumo de electricidad se divide entre el área total del terreno en el que se encuentra el hotel que en este caso son los 2100 m<sup>2</sup>.

**Tabla 82: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de construcción) del hotel Colonial Los Arcos.**

ILUMINACIÓN	0.50	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	13.61	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	14.11	KWh/m <sup>2</sup> *mes

Al tomar el área exclusiva de las habitaciones en lugar del área total del hotel se obtienen también los resultados normalizados del consumo de electricidad por área de las habitaciones del hotel (Tabla 83)

**Tabla 83: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de las habitaciones) del Hotel Colonial Los Arcos.**

ILUMINACIÓN	0.57	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	24.20	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	24.76	KWh/m <sup>2</sup> *mes

La diferencia entre las tablas 82 y 83 se puede explicar debido a que se toma en cuenta en la tabla 82 la superficie total construida que incluye la superficie no construida y esta es de 1050m<sup>2</sup>.

#### **4.4 Hotel Parque Natural Los Manantiales**

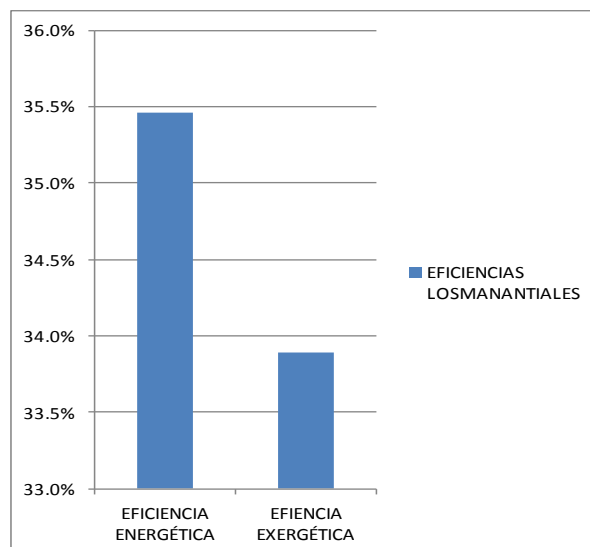
Al calcular la eficiencia energética y exergética global del hotel se obtiene que tiene una eficiencia global energética de 35.5% y una eficiencia exergética de 33.9% (Tabla 84 y figura 47).

**Tabla 84: Determinación de eficiencias energética y exergética de los procesos del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	PROPORCIÓN	EFICIENCIA	EFICIENCIA
			ENERGÉTICA	EXERGÉTICA
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	14%	27.2%	26.2%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	42%	59.5%	56.1%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	2%	46.6%	46.6%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	4%	54.4%	54.4%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	34%	4.2%	4.2%
OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRCOS	ELECTRICIDAD	4%	55.5%	55.5%
	TOTAL	100%	35.5%	33.9%

Nota: La fuente de las eficiencias de primera (energética) y segunda ley (exergética) se encuentran en las tablas 7 y 8.

**Figura 47: Eficiencias con las que opera el hotel Parque Natural Los Manantiales**



Nota: Estas eficiencias son diferentes debido al uso tan importante del gas LP, el cual tiene una eficiencia energética menor que la exergética.

##### **4.4.1 Iluminación**

No se tiene el dato de todas las superficies del hotel; sin embargo, se puede determinar la densidad de potencia eléctrica por habitación, ya que la superficie de las habitaciones se tiene contabilizada de manera aproximada (Tabla 85)

**Tabla 85: Densidad de potencia eléctrica de las habitaciones del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

TIPO DE HABITACIÓN	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	CARGA ILUMINACION (W)	DPE (W/m <sup>2</sup> )
SENCILLA	35	500	14.29
DOBLE	44	500	11.36

Como se observa, en ninguna habitación se rebasa el valor establecido por la norma NOM-007-ENER-1995 (18W/m<sup>2</sup>); sin embargo, en este caso, esto no refleja la iluminación eficiente, pues se hace con lámparas incandescentes de 100W (tabla 45).

En el caso de la iluminación exterior los resultados indican que se rebasa los valores para iluminación para los exteriores de los hoteles (1.8 W/m<sup>2</sup>) que establece la NOM-007-ENER-1995 debido al uso de luminarias de 400W (Tabla 86).

**Tabla 86: Densidad de potencia eléctrica de las habitaciones del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

SUPERFICIE EXTERIOR	585	m <sup>2</sup> .
CARGA CONECTADA	1200	W
DPE	2.051	W/m <sup>2</sup>

De acuerdo a los valores obtenidos de consumo para iluminación, se puede concluir que el hotel utiliza la energía de manera ineficiente, por lo que hay amplias áreas de oportunidad para eficientar este aspecto.

Al analizar la información anterior se determina que los equipos más críticos consumidores de energía y en los que se podría ahorrar electricidad de manera significativa son:

- Lámparas incandescentes de 100W.
- Luminaria exterior 400W.
- Luminaria fluorescente T5 tipo U 2x39.

#### 4.4.2 Consumo normalizado de energía

Los consumos normalizados de electricidad se determinarán por habitación, sabiendo el consumo total por este concepto en el hotel (Tabla 87), se tienen en el hotel 18 habitaciones para los huéspedes (Tabla 88).

**Tabla 87: Consumo total mensual de electricidad para iluminación y equipo eléctrico de las habitaciones en el hotel Parque Natural Los Manantiales.**

ILUMINACIÓN	2016	KWh/mes
EQUIPO ELÉCTRICO	0.0	KWh/mes
TOTAL ELECTRICIDAD	2016.0	KWh/mes

**Tabla 88: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por habitación) del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

ILUMINACIÓN	112	KWh/habitación*mes
EQUIPO ELÉCTRICO	0	KWh/habitación*mes
TOTAL ELECTRICIDAD	112	KWh/habitación*mes

Para determinar los consumos normalizados por área (Tabla 89), el consumo de electricidad se divide entre el área total del terreno en el que se encuentra el hotel que en este caso son 780 m<sup>2</sup>.

**Tabla 89: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de construcción) del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

ILUMINACIÓN	3	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	0.89	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	4.16	KWh/m <sup>2</sup> *mes

Al tomar el área exclusiva de las habitaciones en lugar del área total del hotel se obtienen también los resultados normalizados del consumo de electricidad por área de las habitaciones del hotel (Tabla 90)

**Tabla 90: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de las habitaciones) del Hotel Parque Natural Los Manantiales.**

ILUMINACIÓN	2.87	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	0.00	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	2.87	KWh/m <sup>2</sup> *mes

La diferencia entre las tablas 89 y 90 se debe a que hay una carga muy importante instalada de equipos eléctricos e iluminación para otras áreas diferentes a las habitaciones, lo que incrementa la carga total eléctrica del hotel.

#### **4.5 Hotel Centenario de Huamantla**

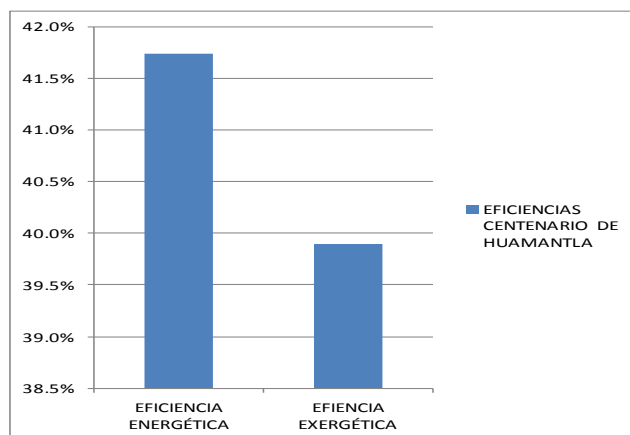
Al calcular la eficiencia energética y exergética global del hotel se obtiene que tiene una eficiencia global energética de 41.7 % y una eficiencia exergética de 39.9 % (Tabla 91 y figura 48).

**Tabla 91: Determinación de eficiencias energética y exergética de los procesos del hotel Centenario de Huamantla.**

PROCESOS SELECCIONADOS	FUENTE DE ENERGÍA	PROPORCIÓN	EFICIENCIA	EFICIENCIA
			ENERGÉTICA	EXERGÉTICA
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	GAS LP	25%	27.2%	26.2%
CALENTAMIENTO DE AGUA GLP	GAS LP	47%	59.5%	56.1%
CALENTAMIENTO DE AGUA SOLAR	ENERGÍA SOLAR	9%	12.2%	12.0%
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	3%	46.6%	46.6%
ENERGÍA MECÁNICA	ELECTRICIDAD	3%	54.4%	54.4%
ILUMINACIÓN	ELECTRICIDAD	5%	4.2%	4.2%
TELEVISIÓN	ELECTRICIDAD	3.5%	11.1%	11.1%
OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRCOS	ELECTRICIDAD	4%	55.5%	55.5%
	TOTAL	100%	41.7%	39.9%

Nota: La fuente de las eficiencias de primera (energética) y segunda ley (exergética) se encuentran en las tablas 7 y 8.

**Figura 48: Eficiencias con las que opera el hotel Centenario de Huamantla.**



Nota: Estas eficiencias son diferentes debido al uso tan importante del gas LP, el cual tiene una eficiencia energética menor que la exergética.

##### **4.5.1 Iluminación**

No se tiene el dato de todas las superficies del hotel; sin embargo, se puede determinar la densidad de potencia eléctrica por habitación, ya que la superficie de las habitaciones se tiene contabilizada de manera aproximada (Tabla 92)



**Tabla 92: Densidad de potencia eléctrica de las habitaciones del hotel Centenario de Huamantla.**

TIPO DE HABITACIÓN	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	CARGA ILUMINACION (W)	DPE (W/m <sup>2</sup> )
SENCILLA	35	26	0.74

En las habitaciones no se rebasa el valor establecido por la norma NOM-007-ENER-1995 (18W/m<sup>2</sup>); lo que refleja la iluminación eficiente, pues se hace con lámparas fluorescentes (tabla 55).

En el caso de la iluminación exterior los resultados indican que se rebasan los valores para iluminación para los exteriores de los hoteles (1.8 W/m<sup>2</sup>) que establece la NOM-007-ENER-1995 debido al uso de luminarias de 400W (Tabla 93).

**Tabla 93: Densidad de potencia eléctrica de las habitaciones del hotel Centenario de Huamantla.**

SUPERFICIE EXTERIOR	300.96	m <sup>2</sup> .
CARGA CONECTADA	800	W
DPE	2.658	W/m <sup>2</sup> .

De acuerdo a los valores obtenidos de consumo para iluminación, se puede concluir que el hotel utiliza la energía de manera ineficiente en el exterior, pero muy eficiente en interiores.

Se determina que los equipos más críticos consumidores de energía y en los que se podría ahorrar electricidad de manera significativa son:

- Luminaria exterior 400W.

#### 4.5.2 Consumo normalizado de energía

Los consumos normalizados de electricidad se determinarán por habitación, sabiendo el consumo total por este concepto en el hotel (Tabla 94), se tienen en el hotel 18 habitaciones para los huéspedes (Tabla 95).

**Tabla 94: Consumo total mensual de electricidad para iluminación y equipo eléctrico de las habitaciones en el hotel Centenario de Huamantla.**

ILUMINACIÓN	192	KWh/mes
EQUIPO ELÉCTRICO	1169.0	KWh/mes
TOTAL ELECTRICIDAD	1361.2	KWh/mes

**Tabla 95: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por habitación) del hotel Centenario de Huamantla.**

ILUMINACIÓN	5.82	KWh/habitación*mes
EQUIPO ELÉCTRICO	35.42	KWh/habitación*mes
TOTAL ELECTRICIDAD	41.25	KWh/habitación*mes

Para determinar los consumos normalizados por área (Tabla 96), el consumo de electricidad se divide entre el área total del terreno en el que se encuentra el hotel que en este caso son 1368 m<sup>2</sup>.

**Tabla 96: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de construcción) del hotel Centenario de Huamantla.**

ILUMINACIÓN	0.34	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	0.85	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	1.19	KWh/m <sup>2</sup> *mes

Al tomar el área exclusiva de las habitaciones en lugar del área total del hotel se obtienen también los resultados normalizados del consumo de electricidad por área de las habitaciones del hotel (Tabla 97)

**Tabla 97: Consumo normalizado de electricidad mensual (electricidad por área de las habitaciones) del Hotel Centenario de Huamantla.**

ILUMINACIÓN	0.17	KWh/m <sup>2</sup> *mes
EQUIPO ELÉCTRICO	1.01	KWh/m <sup>2</sup> *mes
TOTAL ELECTRICIDAD	1.18	KWh/m <sup>2</sup> *mes

La diferencia entre las tablas 96 y 97 se debe a que hay una carga muy importante instalada de equipos eléctricos e iluminación para otras áreas diferentes a las habitaciones, lo que incrementa la carga total eléctrica del hotel.

## CAPITULO 5: PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA PROPUESTO

### 5.1 Hotel Costa y Sol.

#### 5.1.1 Energía eléctrica.

Se determina la conveniencia de la sustitución de las lámparas dicroicas y los aires acondicionados A/C tipo ventana, ya que actualmente existen equipos más eficientes en el mercado que proporcionan el mismo beneficio<sup>44</sup> (Tabla 98)

**Tabla 98: Propuesta de sustitución de equipamiento eléctrico del hotel Costa y Sol.**

EQUIPO ANTERIOR	EQUIPO PROPUESTO	COSTO UNITARIO
LAMPARAS DICROICAS 50W	BOMBILLA FLUORESCENTE 9W	\$60.00
AIRE ACONDICIONADO A/C TIPO VENTANA (1860W)	AIRE ACONDICIONADO ALTA EFICIENCIA (1300W)	\$5,200.00

Nota: Precios de los equipos consultados en una tienda departamental en el mes de octubre de 2011.

La inversión necesaria, los beneficios energéticos, económicos y ambientales conseguidos a partir del ahorro de energía eléctrica por la sustitución de equipos propuesta son (tabla 99):

- El beneficio energético obtenido es el ahorro de 19865 KWh mensuales.
- Se requiere una inversión inicial de 409,320 pesos M.N. que se recuperará en un periodo de 11 meses.
- Se ahorrarán 36,592 pesos M.N. mensuales.
- Se evitará la emisión mensual de 9332 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Tabla 99: Inversión inicial necesaria, beneficios económicos y ambientales logrados con la sustitución de equipos eléctricos propuesta en el hotel Costa y Sol.**

EQUIPO A SUSTITUIR	NUMERO	POTENCIA DE CONSUMO (W)	TIEMPO DE USO (HRA/DÍA)	ACTUAL	CON SUSTITUCIÓN	AHORRO	AHORRO	INVERSION (\$)	TIEMPO DE	EMISIONES	
				CONSUMO MENSUAL (KWh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)	ENERGÉTICO (KWh/MES)	ECONÓMICO (\$/MES)		RECUPERACIÓN	EVITADAS KgCO <sub>2</sub> /MES	
LAMPARAS DICROICAS 50W	62	9	4	358		62.5	295.9	545.08	\$3,720.00	7	139.0
AIRE ACONDICIONADO A/C TIPO VENTANA	78	1300	16	64,995.8	45,427.2	19,568.6	36,047.0	\$405,600.00		11	9,193.3
TOTAL				65,354.2	45,489.7	19,864.5	36,592.1	409,320.0		11	9,332

Nota: Las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente se calcularon con un factor de 0.4698KgCO<sub>2</sub>/KWh según datos del 2008 según el programa de Gases de Efecto Invernadero para México.

El ahorro energético se determina por la diferencia entre el consumo actual (tablas 18 y 20) y el propuesto.

Los beneficios anuales serán el ahorro de 238,374.5 KWh, 439,105.0 pesos y casi 112 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente evitadas (Tabla 100)

<sup>44</sup> Valenzuela Villegas Félix "Estudio de iluminación de la planta sales del valle del parque industrial de Ciudad Obregón Sonora", Durán Ramírez Ricardo "Evaluación del ahorro de energía en proyectos piloto en equipos de aire acondicionado tipo ventana en el sector doméstico"

**Tabla 100: Beneficios anuales obtenidos por la sustitución de equipo eléctrico en el hotel Costa y Sol.**

AHORRO ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	238,375	KWh
AHORRO ECONÓMICO ANUAL	439,105	PESOS
EMISIONES ANUALES EVITADAS	111,988	KgCO <sub>2</sub> /AÑO

## 5.1.2 Energía térmica

### 5.1.2.1 Agua caliente sanitaria

Se propone abastecer esta necesidad en un 80% por medio de calentadores solares de Cobre que tengan una eficiencia de 50% y con un área de captación de radiación solar de 1.89 m<sup>2</sup><sup>45</sup> y estén ubicados en el estado de Veracruz donde la radiación solar media es de 4395.83 KCal/(m<sup>2</sup>día)<sup>46</sup>. Ver Anexo 4 con la ficha técnica. Entonces el área necesaria es:

$$A = \frac{\%abastecido * Q}{\eta_{calentador} Irradiación} = 0.8 * 3,059,129 \frac{KJ}{dia} \left( \frac{1}{0.5} \right) \left( \frac{m^2 dia}{4395 KCal} \right) \left( \frac{1 Cal}{4.186 J} \right) = 266 m^2$$

El número de calentadores necesarios es entonces:

$$NodeCalentadores = \frac{266 m^2}{1.89 m^2} \cong 140 calentadores$$

Para realizar la estimación económica se tiene que el precio de estos calentadores es de 6378.75/Calentador<sup>47</sup> por lo tanto, el precio total de los calentadores es de:

$$Precio = 6378.75 \left( \frac{\$}{Calentador} \right) * 140 calentadores = 893,029.2 pesos$$

Sin embargo, además de los calentadores debe adquirirse un Termotanque para almacenar el agua caliente que se genere durante el día, este Termotanque debe tener una capacidad muy próxima a la que se demandará durante un día, es decir, tendrá una capacidad de 20,000 litros y tiene un costo aproximado de 400,000 pesos<sup>48</sup>. Finalmente se contemplan costos de instalación de 200,000 pesos<sup>49</sup> por la instalación completa. Por lo tanto, la cantidad total que se pagaría por el equipo completo asciende a:

$$Costo \bullet total = \$ \{ 893029.2 + 400,000 + 200,000 \} = \$1,493,029 pesosMX$$

<sup>45</sup> [www.mexicosolar.com](http://www.mexicosolar.com).

<sup>46</sup> <http://www.ecotec2000.de/espanol/sun7.htm>

<sup>47</sup> Empresa México solar cotizado en Agosto de 2011

<sup>48</sup> Empresa México solar cotizado en Agosto de 2011

<sup>49</sup> Empresa México solar cotizado en Agosto de 2011

Ahora se tienen que calcular los litros de gas equivalentes a la cantidad de energía solar captada, estos se calculan de la siguiente manera:

$$\text{LitrosGLP}_{\text{enero}} = \frac{Q}{PC * \eta_{\text{calentador}}} = \left(0.8 * 3,059,129 \frac{\text{KCal}}{\text{mes}}\right) \left(\frac{L}{26,740.9 \text{KCal}}\right) \left(\frac{1}{0.7}\right) = 130.7 \frac{L}{\text{día}} = 3660 \frac{L}{\text{mes}}$$

El monto económico ahorrado mensualmente es:

$$\text{Ahorro} \cdot \text{mensual} = 3660 \frac{L}{\text{mes}} * \left(5,7 \frac{\$}{L}\right) = 20,866 \text{ pesos}$$

Se ahorrarán en promedio 20,866 pesos mensuales por el calentamiento del agua sanitaria con energía solar, lo que equivale a 250,396 pesos anuales. El gas LP incrementó su precio en 10.1% en 2011<sup>50</sup>, por lo que se estimará un incremento anual de 8% para determinar los ahorros anuales y así estimar el tiempo de recuperación de la inversión. La garantía de los colectores es de 10 años en defectos de fabricación, entonces la evaluación económica se hará a 10 años. La tasa interna de retorno en estas condiciones es de 23%, por lo que es conveniente emprender el proyecto (Tabla 101). Del análisis de flujo de efectivo, se concluye que se paga en menos de 7 años (Tabla 102).

**Tabla 101: Tasa Interna de Rendimiento del proyecto de instalación de calentadores solares de cobre en el Hotel Costa y Sol.**

	PRECIO DE COMBUSTIBLE	INVERSION/FLUJOS DE EFECTIVO	TIR
INVERSION		-\$1,209,000.00	
AÑO 1	5.7	\$250,396.30	
AÑO 2	6.16	\$270,428.01	
AÑO 3	6.65	\$292,062.25	
AÑO 4	7.18	\$315,427.23	
AÑO 5	7.75	\$340,661.41	
AÑO 6	8.38	\$367,914.32	
AÑO 7	9.05	\$397,347.46	
AÑO 8	9.77	\$429,135.26	
AÑO 9	10.55	\$463,466.08	
AÑO 10	11.39	\$500,543.37	23%

**Tabla 102: Análisis del flujo de efectivo del proyecto de instalación de calentadores solares de cobre en el Hotel Costa y Sol.**

AÑO	INVERSION	INTERÉS	AHORRO	SALDO
1	-\$1,209,000.00	-\$181,350.00	\$250,396.30	-\$1,139,953.70
2	-\$1,139,953.70	-\$170,993.05	\$270,428.01	-\$1,040,518.74
3	-\$1,040,518.74	-\$156,077.81	\$292,062.25	-\$904,534.31
4	-\$904,534.31	-\$135,680.15	\$315,427.23	-\$724,787.23
5	-\$724,787.23	-\$108,718.08	\$340,661.41	-\$492,843.91
6	-\$492,843.91	-\$73,926.59	\$367,914.32	-\$198,856.17
7	-\$198,856.17	-\$29,828.43	\$397,347.46	\$168,662.86
8	\$168,662.86	\$25,299.43	\$429,135.26	\$623,097.55
9	\$623,097.55	\$93,464.63	\$463,466.08	\$1,180,028.27
10	\$1,180,028.27	\$177,004.24	\$500,543.37	\$1,857,575.87

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

<sup>50</sup> Periódico Reforma, 3 de diciembre de 2011

Para determinar las emisiones evitadas se calcula el factor de emisión para el gas LP que es de  $63100 \text{ KgCO}_2/\text{TJ}^{51}$ , convertido a  $\text{KgCO}_2/\text{L}$  de gas LP se tiene:

$$\frac{\text{Emisiones}}{L} = 63100 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{TJ}} \left( 4251 \frac{\text{MJ}}{\text{BBL}} \right) \left( \frac{1 \cdot 10^6 \text{ J}}{1 \text{ MJ}} \right) \left( \frac{1 \text{ TJ}}{1 \cdot 10^{12} \text{ J}} \right) \left( \frac{1 \text{ BBL}}{42 \text{ Gal}} \right) \left( \frac{1 \text{ Gal}}{3.785 \text{ L}} \right) = 1.687 \frac{\text{KgCO}_2}{L}$$

Las emisiones evitadas de dióxido de carbono son:

$$\text{Emisiones} \cdot \text{evitadas} = 1.687 \frac{\text{KgCO}_2}{L} \left( \frac{3661 \text{ L}}{\text{mes}} \right) = 6172 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{mes}} = 74,065 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{año}}$$

### 5.1.2.2 Agua caliente para lavandería

Se propone abastecer esta necesidad en 80% por medio de calentadores solares tipo Heat Pipe que tienen una eficiencia de 50% y con un área neta de captación solar de  $4\text{m}^2$ <sup>52</sup> y estén ubicados en el estado de Veracruz. Este tipo de calentadores son los únicos que pueden alcanzar una temperatura de hasta  $90^\circ\text{C}$ . Anexo 4 con la ficha técnica. Entonces el área necesaria es:

$$A = \frac{\% \text{abastecido} \cdot Q}{\eta_{\text{calentador}} \text{Irradiación}} = 0.8 \cdot 248,648 \frac{\text{KJ}}{\text{dia}} \left( \frac{1}{0.5} \right) \left( \frac{\text{m}^2 \text{ dia}}{4395 \text{ KCal}} \right) \left( \frac{1 \text{ Cal}}{4.186 \text{ J}} \right) = 21.62 \text{m}^2$$

El número de calentadores necesarios es entonces:

$$\text{NodeCalentadores} = \frac{21.6 \text{m}^2}{4 \text{m}^2} \cong 6 \text{calentadores}$$

Para realizar la estimación económica se tiene que el precio de estos calentadores es de  $13,680 \text{ \$/calentador}$ <sup>53</sup> por lo tanto, el precio total de los colectores es de:

$$\text{Precio} = 13,680 \left( \frac{\$}{\text{calentador}} \right) \cdot 6 \text{calentadores} = 82,080 \text{ pesos}$$

Como ya se mencionó antes debe adquirirse un Termotanque para almacenar el agua caliente que se genere durante el día, este Termotanque debe tener una capacidad de 1000 litros y tiene un costo aproximado de 20,000 pesos<sup>54</sup>. Finalmente se contemplan costos de instalación

<sup>51</sup> Agencia Internacional de Energía.

<sup>52</sup> [www.mexicosolar.com](http://www.mexicosolar.com)

<sup>53</sup> Empresa México solar cotizado en Agosto de 2011.

<sup>54</sup> Empresa México solar cotizado en Agosto de 2011.

de 3,000 pesos <sup>55</sup> por la instalación completa. Por lo tanto, la cantidad total que se pagaría por el equipo completo asciende a:

$$\text{Costo} \cdot \text{total} = \$ \{2,080 + 20,000 + 3,000\} = \$105,080 \text{ pesosMX}$$

Ahora se tienen que calcular los litros de gas equivalentes a la cantidad de energía solar captada, estos se calculan de la siguiente manera:

$$\text{LitrosGLP}_{\text{enero}} = \frac{Q}{PC * \eta_{\text{calentador}}} = \left( 0.8 * 248,648 \frac{\text{KCal}}{\text{mes}} \right) \left( \frac{L}{26,740.9 \text{KCal}} \right) \left( \frac{1}{0.7} \right) = 10.62 \frac{L}{\text{día}} = 297.54 \frac{L}{\text{mes}}$$

El monto económico ahorrado mensualmente es:

$$\text{Ahorro} \cdot \text{mensual} = 297.54 \frac{L}{\text{mes}} * \left( 5.7 \frac{\$}{L} \right) = 1696 \text{ pesos}$$

Se ahorrarán en promedio 1696 pesos mensuales por el calentamiento del agua sanitaria con energía solar. La garantía de los colectores es de 10 años en defectos de fabricación, entonces la evaluación económica se hará a 10 años. La tasa interna de retorno en estas condiciones es de 23%, por lo que es conveniente emprender el proyecto (Tabla 103). Del análisis de flujo de efectivo, se concluye que se paga en menos de 8 años (Tabla 104).

**Tabla 103: Tasa Interna de Rendimiento del proyecto de instalación de calentadores solares tipo Heat Pipe en el Hotel Costa y Sol.**

	PRECIO DE COMBUSTIBLE	INVERSION/FLUJOS DE EFECTIVO	TIR
INVERSION		-\$105,080.00	
AÑO 1	5.7	\$20,352.41	
AÑO 2	6.16	\$21,980.60	
AÑO 3	6.65	\$23,739.05	
AÑO 4	7.18	\$25,638.17	
AÑO 5	7.75	\$27,689.23	
AÑO 6	8.38	\$29,904.37	
AÑO 7	9.05	\$32,296.72	
AÑO 8	9.77	\$34,880.45	
AÑO 9	10.55	\$37,670.89	
AÑO 10	11.39	\$40,684.56	21%

<sup>55</sup> Empresa México solar cotizado en Agosto de 2011.

**Tabla 104: Análisis del flujo de efectivo del proyecto de instalación de calentadores solares de cobre en el Hotel Costa y Sol.**

AÑO	INVERSION	INTERÉS	AHORRO	SALDO
1	-\$105,080.00	-\$15,762.00	\$20,352.41	-\$100,489.59
2	-\$100,489.59	-\$15,073.44	\$21,980.60	-\$93,582.43
3	-\$93,582.43	-\$14,037.36	\$23,739.05	-\$83,880.74
4	-\$83,880.74	-\$12,582.11	\$25,638.17	-\$70,824.68
5	-\$70,824.68	-\$10,623.70	\$27,689.23	-\$53,759.16
6	-\$53,759.16	-\$8,063.87	\$29,904.37	-\$31,918.66
7	-\$31,918.66	-\$4,787.80	\$32,296.72	-\$4,409.75
8	-\$4,409.75	-\$661.46	\$34,880.45	\$29,809.24
9	\$29,809.24	\$4,471.39	\$37,670.89	\$71,951.52
10	\$71,951.52	\$10,792.73	\$40,684.56	\$123,428.81

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

Las emisiones evitadas se calcularán como se explicó en el apartado anterior:

$$\frac{\text{Emisiones Evitadas}}{1} = 1.687 \frac{\text{KgCO}_2}{L} \left( \frac{297.54L}{\text{mes}} \right) = 502 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{mes}} = 6020 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{año}}$$

### 5.1.2.3 Secado de ropa

Se propone la instalación de un secador solar de ropa para ahorrar hasta el 100% de la energía que utiliza la secadora de ropa. El secador solar de ropa consiste básicamente en un área techada con lámina transparente que permite el ingreso controlado de la radiación solar y el viento, dos elementos que conjugados permiten el secado de la ropa. El hotel San Bosco de Costa Rica techó un área aproximada de 25m<sup>2</sup> dejando abierta la entrada de viento por convección natural para 34 habitaciones<sup>56</sup>. De acuerdo a esto, se estima un área necesaria de 54m<sup>2</sup> para satisfacer a las necesidades de secado de ropa de 73 habitaciones, se deja abierta a la entrada del viento por convección natural (sin ventilador).

Para hacer la estimación de la inversión inicial se sabe que 1m<sup>2</sup> construido de la estructura necesaria en la actualidad tiene un costo de 5500 pesos<sup>57</sup>. Por lo tanto, la inversión inicial se estima de:

$$\text{Inversión inicial} = \left( \frac{\$4000}{m^2} \right) 54m^2 = 216000 \text{ pesos}$$

La evaluación económica se realizará a 10 años. La tasa interna de retorno en estas condiciones es de 16%, por lo que es conveniente emprender el proyecto (Tabla 105). Del análisis de flujo de efectivo, se concluye que se paga en menos de 10 años (Tabla 106).

<sup>56</sup> <http://www.bun-ca.org/publicaciones/HSanBosco.pdf>

<sup>57</sup> ICA México 2011.



**Tabla 105: Tasa Interna de Rendimiento del proyecto de instalación del secador solar de ropa en el Hotel Costa y Sol.**

	PRECIO DE COMBUSTIBLE	INVERSION/FLUJOS DE EFECTIVO	TIR
INVERSION		-\$214,705.88	16%
AÑO 1	5.7	\$33,554.30	
AÑO 2	6.16	\$36,238.65	
AÑO 3	6.65	\$39,137.74	
AÑO 4	7.18	\$42,268.76	
AÑO 5	7.75	\$45,650.26	
AÑO 6	8.38	\$49,302.28	
AÑO 7	9.05	\$53,246.46	
AÑO 8	9.77	\$57,506.18	
AÑO 9	10.55	\$62,106.67	
AÑO 10	11.39	\$67,075.21	

**Tabla 106: Análisis del flujo de efectivo del proyecto de instalación del secador solar de ropa en el Hotel Costa y Sol.**

AÑO	INVERSION	INTERÉS	AHORRO	SALDO
1	-\$214,705.88	-\$32,205.88	\$33,554.30	-\$213,357.46
2	-\$213,357.46	-\$32,003.62	\$36,238.65	-\$209,122.43
3	-\$209,122.43	-\$31,368.36	\$39,137.74	-\$201,353.06
4	-\$201,353.06	-\$30,202.96	\$42,268.76	-\$189,287.26
5	-\$189,287.26	-\$28,393.09	\$45,650.26	-\$172,030.08
6	-\$172,030.08	-\$25,804.51	\$49,302.28	-\$148,532.31
7	-\$148,532.31	-\$22,279.85	\$53,246.46	-\$117,565.70
8	-\$117,565.70	-\$17,634.85	\$57,506.18	-\$77,694.37
9	-\$77,694.37	-\$11,654.16	\$62,106.67	-\$27,241.85
10	-\$27,241.85	-\$4,086.28	\$67,075.21	\$35,747.08

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

Las emisiones evitadas son:

$$\text{Emisiones} \cdot \text{evitadas} = 1.687 \frac{\text{KgCO}_2}{L} \left( \frac{491L}{\text{mes}} \right) = 827 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{mes}} = 9925 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{año}}$$

El resumen de las propuestas para la energía térmica y sus evaluaciones económicas y ambientales es (Tabla 107):

- La inversión total de querida es de 1,814,112 pesos M.N.
- Se dejarían de consumir 53386 Litros de gas LP al año.
- Se obtendría un ahorro económico que asciende a 304303 pesos al año.
- Se dejarían de emitir 90,010Kg de dióxido de carbono al año.

- La inversión total se recuperaría en un promedio de 7 años.

**Tabla 107: Resumen de los beneficios energéticos, económicos y ambientales del Programa de ahorro de Energía propuesto para la energía térmica en el Hotel Costa y Sol.**

EQUIPO ACTUAL/EQUIPO SUSTITUIDO/NECESIDAD CUBIERTA	AHORRO ENERGÉTICO (L. DE GAS LP)		AHORRO ECONÓMICO		INVERSION NECESARIA	EMISIONES EVITADAS KgCO <sub>2</sub>	
	MENSUAL	ANUAL	MENSUAL	ANUAL	PESOS	MENSUAL	ANUAL
CALENTADOR A GASLP/COLECTORES SOLARES/AGUA CALIENTE SANITARIA	3,661	43,929	20,866	250,396	1,493,032	6,172	74,065
CALENTADOR A GASLP/COLECTORES SOLARES/AGUA CALIENTE LAVANDERÍA	298	3,571	1,696	20,352	105,080	502	6,020
SECADORA DE ROPA/SECADOR SOLAR/NECESIDAD CUBIERTA	491	5,887	2,796	33,554	216,000	827	9,925
TOTAL	4,449	53,386	25,359	304,303	1,814,112	7,501	90,010

## 5.2 Hotel El Refugio.

### 5.2.1 Energía eléctrica

Se determina la conveniencia de la sustitución de las lámparas dicroicas (Tabla 108):

**Tabla 108: Propuesta de sustitución de equipamiento eléctrico del hotel El Refugio.**

EQUIPO ANTERIOR	EQUIPO PROPUESTO	COSTO UNITARIO
LAMPARAS DICROICAS 50W	BOMBILLA FLUORESCENTE 9W	\$60,00

Nota: Precios de los equipos consultados en una tienda departamental en el mes de octubre de 2011.

La inversión necesaria, los beneficios energéticos, económicos y ambientales conseguidos a partir del ahorro de energía eléctrica por la sustitución de equipos propuesta son (tabla 109):

- El beneficio energético obtenido es el ahorro de 228.3 KWh mensuales.
- Se requiere una inversión inicial de 1080 pesos M.N. que se recuperará en un periodo de 2 meses.
- Se ahorrarán 708.56 pesos M.N. mensuales.
- Se evitará la emisión mensual de 107.2 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Tabla 109: Inversión inicial necesaria, beneficios económicos y ambientales logrados con la sustitución de equipos eléctricos propuesta en el hotel El Refugio.**

EQUIPO A SUSTITUIR	NUMERO	POTENCIA DE CONSUMO	TIEMPO DE USO (HRA/DÍA)	ACTUAL	CON SUSTITUCIÓN	AHORRO	AHORRO	INVERSION (\$)	TIEMPO DE	EMISIONES
				CONSUMO MENSUAL (KWh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)	ENERGÉTICO (KWh/MES)	ECONÓMICO (\$/MES)		RECUPERACIÓN	EVITADAS (KgCO <sub>2</sub> /MES)
LAMPARAS DICROICAS 50W	18	9	4	246	18.1	228.3	708.56	\$1,080.00	2	107.2

Nota: Las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente se calcularon con un factor de 0.4698KgCO<sub>2</sub>/KWh según datos del 2008 según el programa de Gases de Efecto Invernadero para México.

Los beneficios anuales serán el ahorro de 2739.1 KWh, 8502.8 pesos M.N. y casi 1.3 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente evitadas (Tabla 110)

**Tabla 110: Beneficios anuales obtenidos por la sustitución de equipo eléctrico en el hotel El Refugio.**

AHORRO ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	2739,1	KWh
AHORRO ECONÓMICO ANUAL	8502,8	PESOS
EMISIONES ANUALES EVITADAS	1286,8	KgCO <sub>2</sub> /AÑO

### 5.2.2 Energía térmica

Se propone la instalación de un secador solar de ropa para ahorrar hasta el 100% de la energía que utiliza para este propósito. El secador solar de ropa consiste básicamente en un área techada con lámina transparente que permite el ingreso controlado de la radiación solar y el viento, dos elementos que conjugados permiten el secado de la ropa. La propuesta sigue la misma base de diseño que el hotel Costa y Sol, es decir, se requiere un área de 11m<sup>2</sup> y una inversión de 44,118 pesos M.N.

La evaluación económica se realizará a 10 años. La tasa interna de retorno en estas condiciones es de 16%, por lo que es conveniente emprender el proyecto (Tabla 111). Del análisis de flujo de efectivo, se concluye que se paga en menos de 10 años (Tabla 112).

**Tabla 111: Tasa Interna de Rendimiento del proyecto de instalación del secador solar de ropa en el Hotel El Refugio.**

	PRECIO DE COMBUSTIBLE	INVERSION/FLUJOS DE EFECTIVO	TIR
INVERSION		-\$44,117.65	16%
AÑO 1	5.81	\$7,027.78	
AÑO 2	6.27	\$7,590.00	
AÑO 3	6.78	\$8,197.20	
AÑO 4	7.32	\$8,852.97	
AÑO 5	7.90	\$9,561.21	
AÑO 6	8.54	\$10,326.11	
AÑO 7	9.22	\$11,152.20	
AÑO 8	9.96	\$12,044.37	
AÑO 9	10.75	\$13,007.92	
AÑO 10	11.61	\$14,048.56	

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

**Tabla 112: Análisis del flujo de efectivo del proyecto de instalación del secador solar de ropa en el Hotel El Refugio.**

AÑO	INVERSION	INTERÉS	AHORRO	SALDO
1	-\$44,117.65	-\$6,617.65	\$7,027.78	-\$43,707.52
2	-\$43,707.52	-\$6,556.13	\$7,590.00	-\$42,673.65
3	-\$42,673.65	-\$6,401.05	\$8,197.20	-\$40,877.50
4	-\$40,877.50	-\$6,131.62	\$8,852.97	-\$38,156.15
5	-\$38,156.15	-\$5,723.42	\$9,561.21	-\$34,318.36
6	-\$34,318.36	-\$5,147.75	\$10,326.11	-\$29,140.00
7	-\$29,140.00	-\$4,371.00	\$11,152.20	-\$22,358.81
8	-\$22,358.81	-\$3,353.82	\$12,044.37	-\$13,668.25
9	-\$13,668.25	-\$2,050.24	\$13,007.92	-\$2,710.57
10	-\$2,710.57	-\$406.59	\$14,048.56	\$10,931.40

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

La inversión necesaria, los beneficios energéticos, económicos y ambientales conseguidos a partir del ahorro de energía térmica por la construcción del secador solar de ropa son:

- El beneficio energético obtenido es el ahorro de 101 litros de gas LP mensuales ó 1210 litros al año.
- Se requiere una inversión inicial de 44,118 pesos M.N. que se recupera en un periodo de menos de 10 años.
- Se ahorrarán 586 pesos M.N. mensuales ó 7028 pesos M.N. anuales.
- Se evitará la emisión mensual de 170 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente ó 2039 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente al año.

### 5.3 Hotel Colonial Los Arcos.

#### 5.3.1 Energía eléctrica

Se determina la conveniencia de la sustitución de los focos incandescentes de 25W y 60W además de todos los equipos de Aire Acondicionado tipo Ventana (Tabla 113).

**Tabla 113: Propuesta de sustitución de equipamiento eléctrico del hotel Colonial Los Arcos.**

EQUIPO ANTERIOR	EQUIPO PROPUESTO	COSTO UNITARIO
FOCOS INCANDESCENTES 25W	LAMPARAS FLUORESCENTES AHORRADORAS 9W	\$60.00
FOCOS INCANDESCENTES 60W	LAMPARAS FLUORESCENTES AHORRADORAS 15W	\$105.00
AIRE ACONDICIONADO 1800 Y 1900W	AIRE ACONDICIONADO DE ALTA EFICIENCIA 1300W	\$5,200.00

Nota: Precios de los equipos consultados en una tienda departamental en el mes de octubre de 2011.

La inversión necesaria, los beneficios energéticos, económicos y ambientales conseguidos a partir del ahorro de energía eléctrica por la sustitución de equipos propuesta son (tabla 114):

- El beneficio energético obtenido es el ahorro de 7970 KWh mensuales.
- Se requiere una inversión inicial de 208645 pesos M.N. que se recuperará en un periodo de 11 meses.
- Se ahorrarán 18,560 M.N. pesos mensuales.
- Se evitará la emisión mensual de 3744 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Tabla 114: Inversión inicial necesaria, beneficios económicos y ambientales logrados con la sustitución de equipos eléctricos propuesta en el hotel Colonial Los Arcos.**

EQUIPO A SUSTITUIR	NUMERO	POTENCIA DE CONSUMO (W)	TIEMPO DE USO (HRA/DÍA)	ACTUAL	CON SUSTITUCIÓN	AHORRO	AHORRO	INVERSION (\$)	TIEMPO DE	EMISIONES
				CONSUMO MENSUAL (KWh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)	ENERGÉTICO (KWh/MES)	ECONÓMICO (\$/MES)		RECUPERACIÓN INVERSION (MESES)	EVITADAS KgCO <sub>2</sub> /MES
FOCOS INCANDESCENTES 50W	2	9	8	11.2	4.0	7.2	16.69	\$120.00	7	3.4
FOCOS INCANDESCENTES 60W	5	15	8	67	16.8	50.4	117.36	\$525.00	4	23.7
AIRE ACONDICIONADO 1800 Y 1900W	40	1,300	12	25,385	17,472	7,913	18,426	208,000	11	3717.4
TOTAL				25,463	17,493	7,970	18,560	208,645	11	3744

Nota: Las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente se calcularon con un factor de 0.4698KgCO<sub>2</sub>/KWh según datos del 2008 según el programa de Gases de Efecto Invernadero para México.

Los beneficios anuales serán el ahorro de 95644.4 KWh, 222722 pesos M.N. y casi 50 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente evitadas (Tabla 115)

**Tabla 115: Beneficios anuales obtenidos por la sustitución de equipo eléctrico en el hotel Colonial Los Arcos.**

AHORRO ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	95,644	KWh
AHORRO ECONÓMICO ANUAL	222,722	PESOS
EMISIONES ANUALES EVITADAS	44,934	KgCO <sub>2</sub> /AÑO

#### 5.3.2 Energía térmica.

##### 5.3.2.1 Agua caliente sanitaria

Se propone abastecer esta necesidad en un 40% por medio de calentadores solares de tipo Heat Pipe que tengan una eficiencia de 71% y con un área de captación de radiación solar de 4

m<sup>2</sup> <sup>58</sup>. En Ciudad del Carmen la radiación solar media es de 4541.47 KCal/(m<sup>2</sup>día)<sup>59</sup>. Ver Anexo 4 con la ficha técnica.

De la misma forma que se realizó con el Hotel Costa y Sol los resultados revelan que se necesitan 207207KJ por día de energía térmica, 15.4m<sup>2</sup> de área total de captación y una inversión total del sistema solar propuesto de 101,384.84 pesos (tabla 116).

**Tabla 116: Dimensionamiento y costos del sistema de calentamiento solar de agua en el hotel Colonial Los Arcos.**

VOLUMEN DIARIO NECESARIO	4,950	LITROS/DÍA
ENERGÍA NECESARIA TOTAL	518,018	KJ/DÍA
ENERGÍA NECESARIA 40%	207,207	KJ/DÍA
IRRADIACIÓN DIARIA	4,542	Kcal/m2día
TIPO DE COLECTOR PROPUESTO	COLECTOR TIPO HEAT PIPE	
EFICIENCIA DEL COLECTOR	71%	
AREA DEL COLECTOR	4	m <sup>2</sup> .
AREA TOTAL NECESARIA	15.4	m <sup>2</sup> .
NUMERO DE COLECTORES NECESARIOS	4.0	
PRECIO UNITARIO COLECTOR SOLAR	13,680	PESOS
PRECIO DE LOS COLECTORES	54,720	PESOS
COSTO DEL TERMOTANQUE	44,665	PESOS
PRECIO DE LA INSTALACION	2,000	PESOS
INVERSION TOTAL SISTEMA SOLAR	101,385	PESOS

Se ahorrarán en promedio 1869 pesos mensuales ó 22,428 pesos anuales por el calentamiento del agua sanitaria con energía solar. La garantía de los colectores es de 10 años en defectos de fabricación, entonces la evaluación económica se hará a 10 años. La tasa interna de retorno en estas condiciones es de 25%, por lo que es conveniente emprender el proyecto (Tabla 117). Del análisis de flujo de efectivo, se concluye que se paga en menos de 7 años (Tabla 118).

**Tabla 117: Tasa Interna de Rendimiento del proyecto de instalación de calentadores solares tipo Heat Pipe en el Hotel Colonial Los Arcos.**

	PRECIO DE COMBUSTIBLE	INVERSION/FLUJOS DE EFECTIVO	TIR
INVERSION		-\$101,384.84	
AÑO 1	6.03	\$22,427.82	
AÑO 2	6.51	\$24,222.04	
AÑO 3	7.03	\$26,159.81	
AÑO 4	7.60	\$28,252.59	
AÑO 5	8.20	\$30,512.80	
AÑO 6	8.86	\$32,953.82	
AÑO 7	9.57	\$35,590.13	
AÑO 8	10.33	\$38,437.34	
AÑO 9	11.16	\$41,512.33	
AÑO 10	12.05	\$44,833.31	25%

<sup>58</sup> [www.mexicosolar.com](http://www.mexicosolar.com)

<sup>59</sup> <http://www.ecotec2000.de/espanol/sun7.htm>

**Tabla 118: Análisis del flujo de efectivo del proyecto de instalación de calentadores solares de cobre en el Hotel Colonial Los Arcos.**

AÑO	INVERSION	INTERÉS	AHORRO	SALDO
1	-\$101,384.84	-\$15,207.73	\$22,427.82	-\$94,164.75
2	-\$94,164.75	-\$14,124.71	\$24,222.04	-\$84,067.41
3	-\$84,067.41	-\$12,610.11	\$26,159.81	-\$70,517.72
4	-\$70,517.72	-\$10,577.66	\$28,252.59	-\$52,842.78
5	-\$52,842.78	-\$7,926.42	\$30,512.80	-\$30,256.40
6	-\$30,256.40	-\$4,538.46	\$32,953.82	-\$1,841.04
7	-\$1,841.04	-\$276.16	\$35,590.13	\$33,472.94
8	\$33,472.94	\$5,020.94	\$38,437.34	\$76,931.22
9	\$76,931.22	\$11,539.68	\$41,512.33	\$129,983.23
10	\$129,983.23	\$19,497.48	\$44,833.31	\$194,314.03

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

### 5.3.2.2. Secado de ropa.

Se propone la instalación de un secador solar de ropa para ahorrar hasta el 100% de la energía que utiliza para este propósito. El secador solar es similar al propuesto para el hotel Costa y Sol. Se requiere un área de 29.4m<sup>2</sup> y una inversión de 117647 pesos M.N.

La evaluación económica se realizará a 10 años. La tasa interna de retorno en estas condiciones es de 19%, por lo que es conveniente emprender el proyecto (Tabla 119). Del análisis de flujo de efectivo, se concluye que se paga en menos de 9 años (Tabla 120).

**Tabla 119: Tasa Interna de Rendimiento del proyecto de instalación del secador solar de ropa en el Hotel Colonial Los Arcos.**

	PRECIO DE COMBUSTIBLE	INVERSION/FLUJOS DE EFECTIVO	TIR
INVERSION	\$/KWh ELECTRICIDAD	-\$117,647.06	19%
AÑO 1	2.33	\$20,433.17	
AÑO 2	2.52	\$22,067.82	
AÑO 3	2.72	\$23,833.25	
AÑO 4	2.94	\$25,739.91	
AÑO 5	3.17	\$27,799.10	
AÑO 6	3.42	\$30,023.03	
AÑO 7	3.70	\$32,424.87	
AÑO 8	3.99	\$35,018.86	
AÑO 9	4.31	\$37,820.37	
AÑO 10	4.66	\$40,846.00	

**Tabla 120: Análisis del flujo de efectivo del proyecto de instalación del secador solar de ropa en el Hotel Colonial Los Arcos.**

AÑO	INVERSION	INTERÉS	AHORRO	SALDO
1	-\$117,647.06	-\$17,647.06	\$20,433.17	-\$114,860.95
2	-\$114,860.95	-\$17,229.14	\$22,067.82	-\$110,022.27
3	-\$110,022.27	-\$16,503.34	\$23,833.25	-\$102,692.36
4	-\$102,692.36	-\$15,403.85	\$25,739.91	-\$92,356.31
5	-\$92,356.31	-\$13,853.45	\$27,799.10	-\$78,410.66
6	-\$78,410.66	-\$11,761.60	\$30,023.03	-\$60,149.23
7	-\$60,149.23	-\$9,022.38	\$32,424.87	-\$36,746.75
8	-\$36,746.75	-\$5,512.01	\$35,018.86	-\$7,239.90
9	-\$7,239.90	-\$1,085.98	\$37,820.37	\$29,494.49
10	\$29,494.49	\$4,424.17	\$40,846.00	\$74,764.66

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

El resumen de las propuestas para la energía térmica y sus evaluaciones económicas y ambientales es (tabla 121):

- La inversión total de querida es de 219,032 pesos M.N.
- Se dejarían de consumir 3719 Litros de gas LP al año para agua caliente sanitaria y 8770KWh de electricidad para secado de ropa.
- Se obtendría un ahorro económico que asciende a 42849 pesos M.N. al año.
- Se dejarían de emitir 10391 Kg de dióxido de carbono al año.
- La inversión se recuperaría en promedio en un periodo de 8 años.

**Tabla 121: Resumen de los beneficios energéticos, económicos y ambientales del Programa de ahorro de Energía propuesto para la energía térmica en el Hotel Colonial Los Arcos.**

EQUIPO ACTUAL/EQUIPO SUSTITUIDO/NECESIDAD CUBIERTA	AHORRO ENERGÉTICO (L. DE GAS LP CALENTADOR Y KWh SECADORA)		AHORRO ECONÓMICO		INVERSION NECESARIA	EMISIONES EVITADAS KgCO <sub>2</sub>	
	MENSUAL	ANUAL	MENSUAL	ANUAL	PESOS	MENSUAL	ANUAL
CALENTADOR A GASLP/COLECTORES SOLARES/AGUA CALIENTE SANITARIA	310	3,719	1,869	22,428	101,385	523	6,271
SECADORA DE ROPA/SECADOR SOLAR/NECESIDAD CUBIERTA	731	8,770	1,702	20,421	117,647	343	4,120
TOTAL	1,041	12,489	3,571	42,849	219,032	866	10,391



## 5.4 Hotel Parque Natural Los Manantiales.

### 5.4.1 Energía eléctrica.

Se determina la conveniencia de la sustitución de las lámparas fluorescentes T5 tipo U 2x39, luminaria incandescente 100W y la luminaria exterior de 400W (Tabla 122):

**Tabla 122: Propuesta de sustitución de equipamiento eléctrico del hotel Parque Natural Los Manantiales.**

EQUIPO ANTERIOR	EQUIPO PROPUESTO	COSTO UNITARIO
LUMINARIA FLUORESCENTE T5 TIPO U 2x39	LUMINARIA FLUORESCENTE T5 TIPO U 2x32	\$425.00
LUMINARIA INCANDESCENTE 100W	LAMPARA AHORRADORA 23W	\$130.00
LUMINARIA EXTERIOR 400W	LUMINARIA EXTERIOR 180W	\$430.00

Nota: Precios de los equipos consultados en una tienda departamental y una tienda de luminarias en el mes de octubre de 2011.

La inversión necesaria, los beneficios energéticos, económicos y ambientales conseguidos a partir del ahorro de energía eléctrica por la sustitución de equipos propuesta son (tabla 123):

- El beneficio energético obtenido es el ahorro de 1727 KWh mensuales.
- Se requiere una inversión inicial de 19365 pesos M.N. que se recuperará en un periodo de 5 meses.
- Se ahorrarán 3540 pesos M.N. mensuales.
- Se evitará la emisión mensual de 811 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Tabla 123: Inversión inicial necesaria, beneficios económicos y ambientales logrados con la sustitución de equipos eléctricos propuesta en el hotel Parque Natural Los Manantiales.**

EQUIPO A SUSTITUIR	NUMERO	POTENCIA DE CONSUMO (W)	TIEMPO DE USO (HRA/DÍA)	ACTUAL	CON SUSTITUCIÓN	AHORRO	AHORRO	INVERSION (\$)	TIEMPO DE	EMISIONES
				CONSUMO MENSUAL (KWh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)	ENERGÉTICO (KWh/MES)	ECONÓMICO (\$/MES)		RECUPERACIÓN INVERSION (MESES)	EVITADAS KgCO <sub>2</sub> /MES
LUMINARIA FLUORESCENTE T5 TIPO U 2x39	15	70	8	262	235.2	26.9	55.10	\$6,375.00	116	12.6
LUMINARIA INCANDESCENTE 100W	90	23	8	2,016	463.7	1,552	3,182	\$11,700.00	4	729.3
LUMINARIA EXTERIOR 400W	3	180	8	269	121.0	147.8	303.07	\$1,290.00	4	69.5
TOTAL				2,547	820	1,727	3,540	19,365	5	811

Nota: Las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente se calcularon con un factor de 0.4698KgCO<sub>2</sub>/KWh según datos del 2008 según el programa de Gases de Efecto Invernadero para México.

Los beneficios anuales serán el ahorro de 20,724.5 KWh, 42,485.2 pesos M.N. y casi 9.8 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente evitadas (Tabla 124)

**Tabla 124: Beneficios anuales obtenidos por la sustitución de equipo eléctrico en el hotel Parque Natural Los Manantiales.**

AHORRO ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	20,724	KWh
AHORRO ECONÓMICO ANUAL	42,485	PESOS
EMISIONES ANUALES EVITADAS	9,736	KgCO <sub>2</sub> /AÑO

## 5.4.2 Energía térmica

### 5.4.2.1 Agua caliente sanitaria

Se propone abastecer esta necesidad en un 40% por medio de calentadores solares de tipo Heat Pipe que tengan una eficiencia de 71% y con un área de captación de radiación solar de 4 m<sup>2</sup> <sup>60</sup>. En Morelia Michoacán la radiación solar media es de 4083.33 KCal/(m<sup>2</sup>día)<sup>61</sup>. Ver Anexo 4 con la ficha técnica.

De la misma forma que se realizó con el Hotel Costa y Sol los resultados revelan que se necesitan 227,250KJ por día de energía térmica, 18.7m<sup>2</sup> de área total de captación y una inversión total del sistema solar propuesto de 135085.7 pesos (tabla 125).

**Tabla 125: Dimensionamiento y costos del sistema de calentamiento solar de agua en el hotel Parque Natural Los Manantiales.**

VOLUMEN DIARIO NECESARIO	2,340	LITROS/DÍA
ENERGÍA NECESARIA TOTAL	284,062	KJ/DÍA
ENERGÍA NECESARIA 80%	227,250	KJ/DÍA
IRRADIACIÓN DIARIA	4,083	Kcal/m2día
TIPO DE COLECTOR PROPUESTO	COLECTOR TIPO HEAT PIPE MEXICO SOLAR	
EFICIENCIA DEL COLECTOR	71%	
AREA DEL COLECTOR	4	m <sup>2</sup> .
AREA TOTAL NECESARIA	18.7	m <sup>2</sup> .
NUMERO DE COLECTORES NECESARIOS	5.0	
PRECIO UNITARIO COLECTOR SOLAR	15,960	PESOS
PRECIO DE LOS COLECTORES	79,800	PESOS
COSTO DEL TERMOTANQUE	52,786	PESOS
PRECIO DE LA INSTALACION	2,500	PESOS
INVERSION TOTAL SISTEMA SOLAR	135,086	PESOS

Se ahorrarán en promedio 2,074 pesos mensuales ó 24883 pesos anuales por el calentamiento del agua sanitaria con energía solar. La garantía de los colectores es de 10 años en defectos de fabricación, entonces la evaluación económica se hará a 10 años. La tasa interna de retorno en estas condiciones es de 27%, por lo que es conveniente emprender el proyecto (Tabla 126). Del análisis de flujo de efectivo, se concluye que se paga en menos de 6 años (Tabla 127).

**Tabla 126: Tasa Interna de Rendimiento del proyecto de instalación de calentadores solares tipo Heat Pipe en el Hotel Parque Natural Los Manantiales.**

	PRECIO DE COMBUSTIBLE	INVERSION/FLUJOS	TIR
INVERSION		-\$106,413.00	
AÑO 1	6.1	\$24,882.74	
AÑO 2	6.59	\$26,873.36	
AÑO 3	7.12	\$29,023.23	
AÑO 4	7.68	\$31,345.09	
AÑO 5	8.30	\$33,852.69	
AÑO 6	8.96	\$36,560.91	
AÑO 7	9.68	\$39,485.78	
AÑO 8	10.45	\$42,644.64	
AÑO 9	11.29	\$46,056.22	
AÑO 10	12.19	\$49,740.71	27%

<sup>60</sup> [www.mexicosolar.com](http://www.mexicosolar.com)

<sup>61</sup> <http://www.ecotec2000.de/espanol/sun7.htm>

**Tabla 127: Análisis del flujo de efectivo del proyecto de instalación de calentadores solares de tipo Heat Pipe en el Hotel Parque Natural Los Manantiales.**

AÑO	INVERSION	INTERÉS	AHORRO	SALDO
1	-\$106,413.00	-\$15,961.95	\$24,882.74	-\$97,492.21
2	-\$97,492.21	-\$14,623.83	\$26,873.36	-\$85,242.68
3	-\$85,242.68	-\$12,786.40	\$29,023.23	-\$69,005.86
4	-\$69,005.86	-\$10,350.88	\$31,345.09	-\$48,011.65
5	-\$48,011.65	-\$7,201.75	\$33,852.69	-\$21,360.70
6	-\$21,360.70	-\$3,204.11	\$36,560.91	\$11,996.10
7	\$11,996.10	\$1,799.42	\$39,485.78	\$53,281.30
8	\$53,281.30	\$7,992.20	\$42,644.64	\$103,918.14
9	\$103,918.14	\$15,587.72	\$46,056.22	\$165,562.08
10	\$165,562.08	\$24,834.31	\$49,740.71	\$240,137.10

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

La inversión necesaria, los beneficios energéticos, económicos y ambientales conseguidos a partir del ahorro de energía térmica por la instalación del sistema solar para calentamiento de agua son:

- El beneficio energético obtenido es el ahorro de 340 litros de gas LP mensuales ó 4079 litros al año.
- Se requiere una inversión inicial de 106,413 pesos M.N. que se recupera en un periodo de menos de 6 años años.
- Se ahorrarán 2074 pesos M.N. mensuales ó 24,883 pesos M.N. anuales.
- Se evitará la emisión mensual de 573 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente ó 6877 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente al año.

## 5.5 Hotel Centenario de Huamantla.

### 5.5.1 Energía eléctrica.

Se determina la conveniencia de la sustitución de las luminarias exteriores de 400W (Tabla 128):

**Tabla 128: Propuesta de sustitución de equipamiento eléctrico del hotel Centenario de Huamantla.**

EQUIPO ANTERIOR	EQUIPO PROPUESTO	COSTO UNITARIO
LUMINARIA EXTERIOR 400W	LUMINARIA EXTERIOR 180W	\$430.00

Nota: Precios de los equipos consultados en una tienda de luminarias en el mes de octubre de 2011.

La inversión necesaria, los beneficios energéticos, económicos y ambientales conseguidos a partir del ahorro de energía eléctrica por la sustitución de equipos propuesta son (tabla 129):

- El beneficio energético obtenido es el ahorro de 58.2 KWh mensuales.
- Se requiere una inversión inicial de 1,290 pesos M.N. que se recuperará en un periodo de 5 meses.
- Se ahorrarán 163.07 pesos M.N. mensuales.
- Se evitará la emisión mensual de 27 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente.
- Cumplimiento de la NOM-007-ENER-1995.

**Tabla 129: Inversión inicial necesaria, beneficios económicos y ambientales logrados con la sustitución de equipos eléctricos propuesta en el hotel Centenario de Huamantla.**

EQUIPO A SUSTITUIR	NUMERO	POTENCIA DE CONSUMO (W)	TIEMPO DE USO (HRA/DÍA)	ACTUAL	CON SUSTITUCIÓN	AHORRO	AHORRO	INVERSION (\$)	TIEMPO DE	EMISIONES
				CONSUMO MENSUAL (KWh)	CONSUMO MENSUAL (KWh)	ENERGÉTICO (KWh/MES)	ECONÓMICO (\$/MES)		RECUPERACIÓN	EVITADAS
LUMINARIA EXTERIOR 400W	3	180	8	179	121.0	58.2	163.07	\$1,290.00	8	27.4
TOTAL				179	121	58	163	1290	8	27

Nota: Las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente se calcularon con un factor de 0.4698KgCO<sub>2</sub>/KWh según datos del 2008 según el programa de Gases de Efecto Invernadero para México.

Los beneficios anuales serán el ahorro de 698.9 KWh, 1956.9 pesos y casi 330 kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente evitadas (Tabla 130):

**Tabla 130: Beneficios anuales obtenidos por la sustitución de equipo eléctrico en el hotel Centenario de Huamantla.**

AHORRO ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	698,9	KWh
AHORRO ECONÓMICO ANUAL	1956,9	PESOS
EMISIONES ANUALES EVITADAS	328,3	KgCO <sub>2</sub> /AÑO

## 5.5.2 Energía térmica.

### 5.5.2.1 Agua caliente sanitaria

Se propone abastecer esta necesidad en un 50% por medio de calentadores solares de tipo Heat Pipe que tengan una eficiencia de 71% y con un área de captación de radiación solar de 4 m<sup>2</sup> <sup>62</sup>. En la ciudad de Tlaxcala, Tlaxcala la radiación solar media es de 4062.5 KCal/(m<sup>2</sup>día)<sup>63</sup>. Ver Anexo 4 con la ficha técnica.

De la misma forma que se realizó con el Hotel Costa y Sol los resultados revelan que se necesitan 180270 KJ por día de energía térmica, 14.9 m<sup>2</sup> de área total de captación y una inversión total del sistema solar propuesto de 99338.63 pesos M.N. (tabla 131).

**Tabla 131: Dimensionamiento y costos del sistema de calentamiento solar de agua en el hotel Centenario de Huamantla.**

VOLUMEN DIARIO NECESARIO	2970	LITROS/DÍA
ENERGÍA NECESARIA TOTAL	360540	KJ/DÍA
ENERGÍA NECESARIA 50%	180270	KJ/DÍA
IRRADIACIÓN DIARIA	4062.5	Kcal/m2día
TIPO DE COLECTOR PROPUESTO	COLECTOR TIPO HEAT PIPE	
EFICIENCIA DEL COLECTOR	71%	
AREA DEL COLECTOR	4	m <sup>2</sup> .
AREA TOTAL NECESARIA	14.9	m <sup>2</sup> .
NUMERO DE COLECTORES NECESARIOS	4.0	
PRECIO UNITARIO COLECTOR SOLAR	13680	PESOS
PRECIO DE LOS COLECTORES	54720	PESOS
COSTO DEL TERMOTANQUE	33499	PESOS
PRECIO DE LA INSTALACION	2000	PESOS
INVERSION TOTAL SISTEMA SOLAR	90218.63	PESOS

Se ahorrarán en promedio 2,896 pesos mensuales ó 34,747 pesos anuales por el calentamiento del agua sanitaria con energía solar. La garantía de los colectores es de 10 años en defectos de fabricación, entonces la evaluación económica se hará a 10 años. La tasa interna de retorno en estas condiciones es de 44%, por lo que es conveniente emprender el proyecto (Tabla 132). Del análisis de flujo de efectivo, se concluye que se paga en menos de 4 años (Tabla 133).

<sup>62</sup> [www.mexicosolar.com](http://www.mexicosolar.com)

<sup>63</sup> <http://www.ecotec2000.de/espanol/sun7.htm>

**Tabla 132: Tasa Interna de Rendimiento del proyecto de instalación de calentadores solares tipo Heat Pipe en el Hotel Centenario de Huamantla.**

	PRECIO DE COMBUSTIBLE	INVERSION/FLUJOS DE EFECTIVO	TIR
INVERSION		-\$90,218.63	44%
AÑO 1	6.71	\$34,747.43	
AÑO 2	7.25	\$37,527.23	
AÑO 3	7.83	\$40,529.40	
AÑO 4	8.45	\$43,771.76	
AÑO 5	9.13	\$47,273.50	
AÑO 6	9.86	\$51,055.38	
AÑO 7	10.65	\$55,139.81	
AÑO 8	11.50	\$59,550.99	
AÑO 9	12.42	\$64,315.07	
AÑO 10	13.42	\$69,460.27	

**Tabla 133: Análisis del flujo de efectivo del proyecto de instalación de calentadores solares de cobre en el Hotel Centenario de Huamantla.**

AÑO	INVERSION	INTERÉS	AHORRO	SALDO
1	-\$90,218.63	-\$13,532.79	\$34,747.43	-\$69,003.99
2	-\$69,003.99	-\$10,350.60	\$37,527.23	-\$41,827.37
3	-\$41,827.37	-\$6,274.11	\$40,529.40	-\$7,572.07
4	-\$7,572.07	-\$1,135.81	\$43,771.76	\$35,063.87
5	\$35,063.87	\$5,259.58	\$47,273.50	\$87,596.95
6	\$87,596.95	\$13,139.54	\$51,055.38	\$151,791.87
7	\$151,791.87	\$22,768.78	\$55,139.81	\$229,700.46
8	\$229,700.46	\$34,455.07	\$59,550.99	\$323,706.51
9	\$323,706.51	\$48,555.98	\$64,315.07	\$436,577.56
10	\$436,577.56	\$65,486.63	\$69,460.27	\$571,524.47

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

### 5.5.2.2 Secado de ropa

Se propone la instalación de un secador solar de ropa para ahorrar hasta el 100% de la energía que utiliza para este propósito. El secador solar es similar al propuesto para el hotel Costa y Sol. Se requiere un área de 25m<sup>2</sup> y una inversión de 100,000 pesos M.N.

La evaluación económica se realizará a 10 años. La tasa interna de retorno en estas condiciones es de 19%, por lo que es conveniente emprender el proyecto (Tabla 134). Del análisis de flujo de efectivo, se concluye que se paga en menos de 8 años (Tabla 135).

**Tabla 134: Tasa Interna de Rendimiento del proyecto de instalación del secador solar de ropa en el Hotel Centenario de Huamantla.**

	PRECIO DE COMBUSTIBLE	INVERSION/FLUJOS DE EFECTIVO	TIR
INVERSION		-\$100,000.00	19%
AÑO 1	6.71	\$17,859.87	
AÑO 2	7.25	\$19,288.66	
AÑO 3	7.83	\$20,831.75	
AÑO 4	8.45	\$22,498.29	
AÑO 5	9.13	\$24,298.15	
AÑO 6	9.86	\$26,242.00	
AÑO 7	10.65	\$28,341.36	
AÑO 8	11.50	\$30,608.67	
AÑO 9	12.42	\$33,057.37	
AÑO 10	13.42	\$35,701.95	

**Tabla 135: Análisis del flujo de efectivo del proyecto de instalación del secador solar de ropa en el Hotel Centenario de Huamantla.**

AÑO	INVERSION	INTERÉS	AHORRO	SALDO
1	-\$100,000.00	-\$15,000.00	\$17,859.87	-\$97,140.13
2	-\$97,140.13	-\$14,571.02	\$19,288.66	-\$92,422.50
3	-\$92,422.50	-\$13,863.37	\$20,831.75	-\$85,454.13
4	-\$85,454.13	-\$12,818.12	\$22,498.29	-\$75,773.96
5	-\$75,773.96	-\$11,366.09	\$24,298.15	-\$62,841.90
6	-\$62,841.90	-\$9,426.29	\$26,242.00	-\$46,026.19
7	-\$46,026.19	-\$6,903.93	\$28,341.36	-\$24,588.75
8	-\$24,588.75	-\$3,688.31	\$30,608.67	\$2,331.61
9	\$2,331.61	\$349.74	\$33,057.37	\$35,738.71
10	\$35,738.71	\$5,360.81	\$35,701.95	\$76,801.48

Nota: la tasa de interés que se considera es del 15%.

El resumen de las propuestas para la energía térmica y sus evaluaciones económicas y ambientales son entre otras (tabla 136):

- La inversión total de querida es de 190,219 pesos.
- La inversión se recuperaría en un periodo de 6 años en promedio.

**Tabla 136: Resumen de los beneficios energéticos, económicos y ambientales del Programa de ahorro de Energía propuesto para la energía térmica en el Hotel Centenario de Huamantla.**

EQUIPO ACTUAL/EQUIPO SUSTITUIDO/NECESIDAD CUBIERTA	AHORRO ENERGÉTICO (L. DE GAS LP)		AHORRO ECONÓMICO		INVERSION NECESARIA	EMISIONES EVITADAS KgCO <sub>2</sub> .	
	MENSUAL	ANUAL	MENSUAL	ANUAL	PESOS	MENSUAL	ANUAL
CALENTADOR A GASLP/COLECTORES SOLARES/AGUA CALIENTE SANITARIA	431	5,177	2,896	34,747	99,339	727	8,729
SECADORA DE ROPA/SECADOR SOLAR/NECESIDAD CUBIERTA	222	2,661	1,488	17,860	137,500	374	4,487
TOTAL	653	7,838	4,384	52,607	236,839	727	8,729

## CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos, se puede hacer una división en dos categorías para generalizar los resultados en los 5 hoteles y llegar a la conclusión de la manera en que usan la energía. Una de las divisiones es en hoteles de centros de playa tradicionales en las que entra el hotel Costa y Sol y el hotel Colonial Los Arcos. La otra división es la de hoteles de ciudades del interior de la República en la que entra el hotel El Refugio, Parque Natural Los Manantiales y Centenario de Huamantla.

Hoteles de centros de playa:

- La mayor parte de la energía para funcionar la obtienen de la electricidad.
- De un 40 a un 73% de la energía la utilizan para el enfriamiento de espacios.
- De un 15 a un 25% de la energía la utilizan para el calentamiento de agua.
- De un 0 a un 13% de la energía la utilizan para la preparación de alimentos.
- El resto de la energía la utilizan para iluminación, refrigeración, energía mecánica, televisiones, etc.

Hoteles de ciudades del interior:

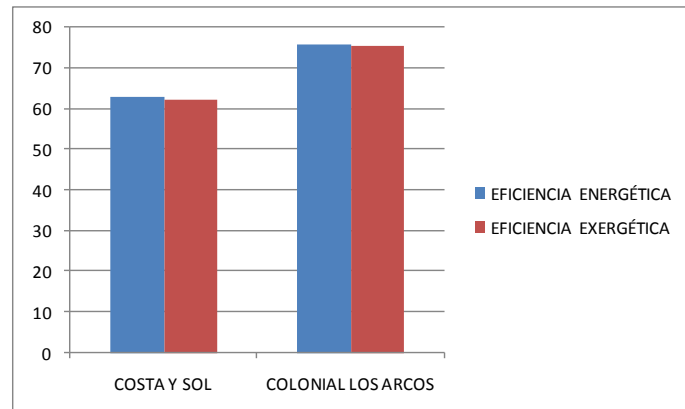
- La mayor parte de la energía para funcionar la obtienen de los combustibles fósiles como el gas LP.
- De un 38 a un 56% de la energía la emplean para el calentamiento de agua.
- De un 0 a un 24% de la energía la emplean para el secado de ropa.
- De un 7 a un 25% de la energía la emplean para la preparación de alimentos.
- De un 5 a un 34% de la energía la emplean para la iluminación.
- El resto de la energía la ocupan para refrigeración, energía mecánica, televisiones, etc.

Con respecto a la eficiencia energética y exergética, los hoteles de centros de playa presentan valores mayores que están en el intervalo de 63.1 a 75.9% para la eficiencia energética y de 62.3 a 75.6% para la eficiencia exergética, lo que es debido al uso intensivo de la electricidad que da los valores mayores de eficiencia para los diversos usos finales de un hotel (Figura 49). En este aspecto, los hoteles de ciudades del interior presentan generalmente valores muy bajos de eficiencia que están en el intervalo de 27.5

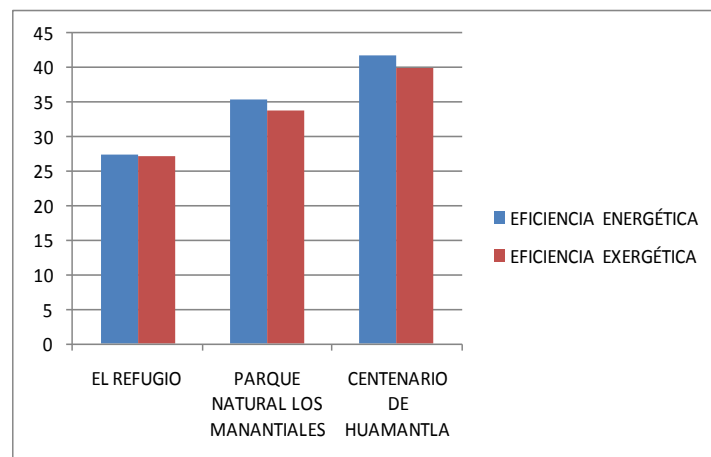


a 41.7 % para la eficiencia energética y de 27.1 a 39.9% para la eficiencia energética, lo que es debido al uso intensivo de combustibles fósiles como el gas LP (Figura 50).

**Figura 49: Eficiencias encontradas en los hoteles de playa**



**Figura 50: Eficiencias encontradas en los hoteles del interior**



Todos los hoteles excepto el hotel Parque Natural Los Manantiales usan equipos eficientes para iluminación, lo que da una idea de que la forma más barata de lograr incrementar la eficiencia energética en las instalaciones hoteleras es mediante el uso de luminarias eficientes. Esto se refleja en que en la mayoría de los casos se cumple la NOM-007-ENER-1995 que se refiere a la Densidad de Potencia eléctrica máxima permisible en edificios no residenciales dentro de los cuales se encuentran las instalaciones hoteleras.

Los hoteles de centros de playa tienden a tener consumos normalizados de electricidad mayores (623 a 1035KWh/(hab\*mes)) a los de los hoteles de ciudades del interior (41.25 a 112KWh/(hab\*mes)), debido a que los primeros tienen una alta carga eléctrica instalada en los equipos de aire acondicionado. El mismo comportamiento se observa en la normalización de consumos de electricidad (KWh/(m<sup>2</sup>\*mes)).

Es por lo anterior que la oportunidad más grande de incrementar la eficiencia energética en los hoteles de centros de playa es mediante la instalación de equipos de aire

acondicionado de alta eficiencia que ya existen en el mercado y en los cuales la inversión puede recuperarse en menos de un año. Posterior a esta oportunidad está la instalación de calentadores solares de agua con lo cual se puede ahorrar hasta un 80% el consumo de combustibles fósiles en un año y en este tipo de equipos la recuperación de la inversión se da en menos de 5 años. La mayoría de este tipo de hoteles opta por estas tecnologías de energía térmica para disminuir el consumo de combustibles fósiles.

En los hoteles de ciudades la oportunidad de ahorro de energía más grande de incrementar la eficiencia energética de manera general en el uso de la electricidad está en la sustitución de equipos para iluminación, que al igual que en el caso anterior la inversión se recupera en menos de un año. Posterior a esta oportunidad está la instalación de calentadores solares de agua con lo cual se puede ahorrar hasta un 80% el consumo de combustibles fósiles en un año y en este tipo de equipos la recuperación de la inversión se da en menos de 5 años. La mayoría de este tipo de hoteles opta por estas tecnologías de energía térmica para disminuir el consumo de combustibles fósiles.

En ambos casos el secador solar de ropa propuesto puede sustituir completamente el uso de gas LP para este propósito, ya que sólo se necesita tener el suficiente espacio.

Los beneficios por la implementación del programa de ahorro de energía son de tres tipos: energéticos, económicos y ambientales.

Otras conclusiones adicionales derivadas del proceso para obtener información, análisis y del seguimiento de los programas de ahorro de energía propuestos que son importantes son:

- \* Existe resistencia y desconfianza por parte de los encargados de los hoteles. Debido a ello no se pudo recabar la información para estudiar otros casos.
- \* El presente trabajo es una herramienta muy importante para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.
- \* Se requiere establecer un programa de seguimiento de las medidas implementadas para verificar que realmente los ahorros obtenidos coinciden con los esperados.
- \* La manera más rentable de incrementar la eficiencia energética en un hotel es mediante la sustitución de equipos eléctricos.
- \* La eficiencia energética siempre será mayor o igual a la exergética debido a que en la eficiencia exergética se contabilizan las irreversibilidades que existen en todo proceso de transformación energética.

## REFERENCIAS.

- Agencia Valenciana de la Energía (AVEN) “Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana”. C/ Colón, 1-4ª, 46004. Valencia, España, 2008. Págs. 15-25.
- “Balance Nacional de Energía”, SENER. México 2008. Págs. 30 – 37, 92.
- Basel Agency for Sustainable Energy (BASE) – CONUEE. “Análisis de mercado para la aplicación de tecnologías de energías renovables y eficiencia energética en hoteles en México, y mercado potencial para el sector financiero”. México. Junio 2009. Págs. 9-33,
- Bohdanowicz Paulina, Martinac Ivo. “Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels-Case study of Hilton International and Scandic in Europe”. En Energy and Buildings 39 (2007) de Elsevier. Pags 82-95.
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD). “Nuestro futuro común”. Oxford, Reino Unido 1987. Oxford University Press. Págs. 13-48.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). México 30 de Marzo de 1999.
- Durán Ramírez Ricardo “Evaluación del ahorro de energía en proyectos piloto en equipos de aire acondicionado tipo ventana en el sector doméstico”. FIDE. México 2002. Págs. 1-6.
- Eficiencia Energética en el Sector Hotelero, Experiencia Costa Rica, Estudio de Caso. Desarrollado por la Fundación Red de Energía BUN-CA en el marco de la estrategia regional de eficiencia energética. ISBN 9968- 904-08-2, octubre de 2006. Págs. 3 – 20.
- G. Xydis, C. Koroneos, A. Polyzakis. “Energy and exergy Analysis of the Greek hotel sector: An application”. En Energy and Buildings 41 (2009) de Elsevier. Pags 402-406.
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía de España), “Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria en edificios y viviendas”. Págs. 13-89.

- NOM-003-ENER-2000. “Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial”. Págs. 1 – 16.
- NOM-007-ENER-1995. “Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales”. Págs. 17 – 21.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-011-ENER-2006, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado. Págs. 7 - 30.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-021-ENER/SCFI-2008, Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado. Págs. 5-17.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-023-ENER-2010, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado. Págs. 1-14.
- Lima Velasco Juan Ignacio. “Ahorro de Energía Eléctrica (Implementación metodológica)”. Editorial Éxodo. México 2003. Págs. 22-53.
- OLADE, CEPAL, GTZ. “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Quito. Ecuador. Julio de 2000. Págs. 5-21.
- Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC). “Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, Chapter 2: Stationary combustion. 2008. Págs. 6-23.
- “Sistema Nacional de Información Turística (SNIT)”. “Sistemas de Información Turística Estatal (SITE)”. Elaboración Transénergie/IPSE. SECTUR. Págs. 1 -34.
- Valenzuela Villegas Félix “Estudio de iluminación de la planta sales del valle del parque industrial de Ciudad Obregón Sonora”. Impulso (revista de electrónica, eléctrica y sistemas computacionales). México 2005. Págs. 71-74.

- Valero Capilla Antonio. “Curso de termoeconomía”. Vol 1. Universidad de Zaragoza. España 1994. Págs. 1-55.
- United Nations Development Programme. “World Energy Assessment, Energy and the challenge of sustainability”, New York. 2000. Págs. 1-37.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Agencia Internacional de Energía ([www.iea.org](http://www.iea.org)). Consultada en mayo de 2011.
- Asociación Mexicana de Distribuidores de Gas Licuado y Empresas conexas A. C. En (<http://www.asocimex.com.mx/precioqlp.php>). Consultado en Octubre de 2011.
- “Comparación de proyectos de energía renovable” disponible en: (<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/AENOR1161788118.81>). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Consultado en abril de 2011.
- Comisión Federal de Electricidad (CFE). [www.cfe.gob.mx](http://www.cfe.gob.mx). Consultada en septiembre 2011.
- Comisión Federal de Electricidad. “Tablas de consumo de energía de electrodomésticos comunes”  
en:  
<http://www.cfe.gob.mx/sustentabilidad/ahorroenergia/Paginas/Tabladeconsumo.aspx>.  
Consultado en mayo de 2011.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx). Consultada en octubre 2011.
- Comisión Reguladora de Energía [www.cre.gob.mx/](http://www.cre.gob.mx/). Consultado en abril de 2011.
- Cosecha solar en lugares selectos de la República Mexicana. En <http://www.ecotec2000.de/espanol/sun7.htm>. Consultado en abril de 2011.

- Estrategia Nacional de Eficiencia Energética de Costa Rica. “Estudio de caso del Hotel San Bosco”. En [www.bun-ca.org](http://www.bun-ca.org). Consultada en marzo de 2011. Págs. 1-15.
- Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (FIDE). [www.fide.org.mx](http://www.fide.org.mx). Consultado en abril de 2011.
- Herrera Reyes Miguel, “Conceptos básicos de seguridad en las calderas”, en <http://fireinvestigation.blogspot.com/2006/09/conceptos-bsicos-de-seguridad-en.html>, consultado diciembre de 2011.
- Laundry and dishwasher info.com. En <http://www.laundry-and-dishwasher-info.com/How-to-start-a-Laundry.html>. Consultado en abril de 2011.
- Organización Mundial del Turismo. “Lo que todo gestor turístico debe saber; Guía práctica para el desarrollo y uso de indicadores de turismo sostenible”. 1997. Disponible en: <http://www.world-tourism.org>. Consultado en marzo de 2011. Págs. 24-45.
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). Revista del consumidor. “Estudio sobre las secadoras de ropa para uso doméstico”. Mayo de 2008. En [http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est\\_08/44-52%20secadoras%20OKMM.pdf](http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_08/44-52%20secadoras%20OKMM.pdf). Consultado en abril de 2011. Págs. 44-52.
- Programa de gases de efecto invernadero en México. <http://www.geimexico.org/index.html>. Consultada en abril de 2011.

**BIBLIOGRAFÍA.**

- Cámara de diputados. “Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE)”. México 2011.
- Cámara de diputados. “Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE)”. México 2008. En [www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf).
- Cámara de diputados. “Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía” (LAERFTE)”. México 2008.
- Cengel. Boles. “Termodinámica”. Editorial. Mc Graw Hill. Sexta edición. México 2009.
- Comisión Nacional para el uso Eficiente de la Energía (CONUEE). “Estudio de mercado para financiar eficiencia energética y aplicación de energía renovable en hoteles”.
- CONUEE. “Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles” México, 2009.
- CONUEE. “Proyecto Oportunidades de negocio en energía sustentable y eficiencia energética y mercado potencial para el sector financiero”. México 2009.
- Coss Bu Raúl. “Análisis y evaluación de proyectos de inversión” Segunda edición. Editorial Noriega-limusa. México 1986.
- Díaz Mata Alfredo –Aguilera G Víctor Manuel. “Matemáticas Financieras”. Segunda Edición. Editorial Mc. Graw Hill. Ejercicios Propuestos. 1998.
- Duffie. John A. Beckman William. “Solar Engineering of Thermal Processes” Edit. Wiley. Third Edition. USA. 2006.
- Enríquez Harper. “Instalaciones eléctricas domésticas convencionales y solares fotovoltaicas”. Editorial Limusa. México 2010.
- Estadísticas del sector eléctrico”. 2009. SENER.

- Lincoyan Protus G. “Matemáticas Financieras”. Cuarta Edición. Editorial Mc Graw Hill. Cuarta Edición. Ejercicios Propuestos. 1,997.
- Perales Benito Tomás. “Instalación de Paneles Solares Térmicos”. Tercera edición. Edit. Alfaomega. Madrid, España. 2008.
- Perales Benito Tomás. “Guía del instalador de energías renovables”. Editorial Limusa. México 2007.
- Presidencia de México. El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND). México 2007.
- Rolle Kurt C. “Termodinámica” Edit. Pearson Prentice Hall. Sexta edición. México 2006.
- Sánchez Maza Miguel Ángel. “Energía Solar Térmica”. Editorial Limusa. México 2008.
- SECTUR. “Programa Sectorial de turismo 2007-2012”. En [www.sectur.gob.mx/PDF/PST2007-2012.pdf](http://www.sectur.gob.mx/PDF/PST2007-2012.pdf). Consultado en abril 2011.
- SENER-CONUEE. “Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía”. México 2010.
- SENER. “Estrategia Nacional para la Transición Energética y aprovechamiento Sustentable de la Energía”. México 2011.
- SENER. “Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables”. México 2009.
- Sistema de Cuentas Nacionales de México. INEGI. México 2011.



ANEXO

1

HOJA DE PRESENTACIÓN DEL  
PROYECTO



## ECONOMÍA ENERGÉTICA

*Hacia un ahorro de energía en instalaciones del sector turismo.*

¿Consideras que pagas una factura muy alta por la energía eléctrica y gas LP ó diesel que consumes en tus instalaciones?

Ahorrando energía además de conseguir un ahorro económico, también ayudarás a mejorar el ambiente, ya que reducirás las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global.

El cuidado de nuestro planeta es responsabilidad de todos, ahorrar energía se traduce en beneficios económicos y hace la diferencia en el cuidado del medio ambiente.

La Universidad Nacional Autónoma de México en conjunto con la Universidad Veracruzana y la Universidad Autónoma de Campeche invitan al **SECTOR TURISMO** a participar en el programa de **“PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES DEL SECTOR HOTELERO”** a través de la realización de un diagnóstico energético en instalaciones. Con base en este diagnóstico se presentan los potenciales posibles y rentables para alcanzar un ahorro energético que contribuya no sólo al medio ambiente, sino también a la economía de cada empresario.



El objetivo de este proyecto es realizar 150 diagnósticos gratuitos, para concluir con un sitio web, de fácil acceso, en el que cada empresario y/o interesado en el tema pueda realizar su propio diagnóstico energético. Este sitio además contará con una base de datos de proveedores y fichas técnicas de los diferentes equipos y materiales eficientes y/o ahorradores con los que se puede mejorar la calidad de los servicios y espacios.

Contáctanos.

Universidad Nacional Autónoma de México

Proyectos de Ahorro de Energía

I.S.A. Samuel Alejandro Martínez Montejo.

Tel. (55)58972655; 5526742696.

[amisaencb@hotmail.com](mailto:amisaencb@hotmail.com)

**AHORRANDO ENERGÍA, CONTRIBUYE A SU ECONOMÍA.**

**¡Por el cuidado del medio ambiente!**

ANEXO

2

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN  
ENERGÉTICA

## CUESTIONARIO DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_ Hora inicio: \_\_\_\_\_ Hora término: \_\_\_\_\_  
Nombre del entrevistador: \_\_\_\_\_

### **Datos Generales del Hotel**

Nombre del Hotel: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Dirección: Calle: \_\_\_\_\_ Número: \_\_\_\_\_

Colonia: \_\_\_\_\_ Código Postal: \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Teléfono Celular: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_ Sitio web: \_\_\_\_\_

Años de funcionamiento del hotel: \_\_\_\_\_ Categoría: \_\_\_\_\_

Número de habitaciones: Sencilla: \_\_\_\_\_ Doble: \_\_\_\_\_ Triple: \_\_\_\_\_ Suite: \_\_\_\_\_ Gran turismo: \_\_\_\_\_ Especial: \_\_\_\_\_ Boutique: \_\_\_\_\_ Cuádruple: \_\_\_\_\_ Quíntuple: \_\_\_\_\_ Séxtuple: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_ NUMERO TOTAL: \_\_\_\_\_

¿Cuál es la superficie total del Hotel? \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>. De la cual \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> corresponde a cuartos, \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> espacios públicos y \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> a otros espacios.

¿Cuántos edificios tiene? \_\_\_\_\_ ¿Cuántos niveles tiene cada uno de los edificios? \_\_\_\_\_

¿Cuántas habitaciones existen por cada nivel? \_\_\_\_\_

Número de huéspedes por habitación: \_\_\_ personas. Ocupación promedio anual: \_\_\_\_%

¿Qué porcentaje anualmente representan los gastos de energía del gasto total del hotel? \_\_\_\_\_%

¿Cuántos empleados tiene? \_\_\_\_\_

¿Cuáles son las épocas de mayor afluencia turística? Semana Santa Junio-Agosto  
Diciembre Puentes Festivales ó eventos.

¿Las instalaciones fueron diseñadas para uso de hotel o éste fue adaptado a la construcción? Fue diseñado para hotel Fue adaptado

### Características de las habitaciones

Llene las siguientes tablas con las características de las habitaciones según su tipo

TIPO	Número de habitaciones	Dimensiones (m <sup>2</sup> )	Equipamiento eléctrico			
			Tipo de Lámparas	Potencia y tiempo de uso	Número	Antigüedad
			Incandescente			
			Fluorescente			
			Halógeno			
			Lámpara de buró			
			Ahorrador			
			Reflectores			
			<b>Equipo Eléctrico</b>	<b>Tipo, Potencia y tiempo de uso</b>	<b>Número</b>	<b>Antigüedad</b>
			Aire acondicionado			
			Televisión			
			Ventilador de techo			
			Radio			
			Secadora de pelo			
			Plancha			
Calefacción						
Frigobar						
Cafetera						
Sistema de apagado automático de lámparas.						
			<b>Tipo de Lámparas</b>	<b>Potencia y tiempo de uso</b>	<b>Número</b>	<b>Antigüedad</b>
			Incandescente			
			Fluorescente			
			Halógeno			
			Lámpara de buró			
			Ahorrador			
			Reflectores			
			<b>Equipo Eléctrico</b>	<b>Tipo, Potencia y tiempo de uso</b>	<b>Número</b>	<b>Antigüedad</b>
			Aire acondicionado			
			Televisión			
			Ventilador de techo			
			Radio			
			Secadora de pelo			
Plancha						
Calefacción						

			Frigobar			
			Cafetera			
			Sistema de apagado automático de lámparas.			
<b>TIPO</b>	Número de habitaciones	Dimensiones (m <sup>2</sup> )	<b>Equipamiento eléctrico</b>			
			<b>Tipo de Lámparas</b>	<b>Potencia y tiempo de uso</b>	<b>Número</b>	<b>Antigüedad</b>
			Incandescente			
			Fluorescente			
			Halógeno			
			Lámpara de buró			
			Ahorrador			
			Reflectores			
			<b>Equipo Eléctrico</b>	<b>Tipo, Potencia y tiempo de uso</b>	<b>Número</b>	<b>Antigüedad</b>
			Aire acondicionado			
			Televisión			
			Ventilador de techo			
			Radio			
			Secadora de pelo			
			Plancha			
			Calefacción			
			Frigobar			
			Cafetera			
			Sistema de apagado automático de lámparas.			
			<b>Tipo de Lámparas</b>	<b>Potencia y tiempo de uso</b>	<b>Número</b>	<b>Antigüedad</b>
			Incandescente			
			Fluorescente			
			Halógeno			
			Lámpara de buró			
			Ahorrador			
			Reflectores			

			<b>Equipo Eléctrico</b>	<b>Tipo, Potencia y tiempo de uso</b>	<b>Número</b>	<b>Antigüedad</b>
			Aire acondicionado			
			Televisión			
			Ventilador de techo			
			Radio			
			Secadora de pelo			
			Plancha			
			Calefacción			
			Frigobar			
			Cafetera			
			Sistema de apagado automático de lámparas.			
<b>TIPO</b>	Número de habitaciones	Dimensiones (m <sup>2</sup> )	<b>Equipamiento eléctrico</b>			
			<b>Tipo de Lámparas</b>	<b>Potencia y tiempo de uso</b>	<b>Número</b>	<b>Antigüedad</b>
			Incandescente			
			Fluorescente			
			Halógeno			
			Lámpara de buró			
			Ahorrador			
			Reflectores			
			<b>Equipo Eléctrico</b>	<b>Tipo, Potencia y tiempo de uso</b>	<b>Número</b>	<b>Antigüedad</b>
			Aire acondicionado			
			Televisión			
			Ventilador de techo			
			Radio			
			Secadora de pelo			
			Plancha			
			Calefacción			
			Frigobar			
			Cafetera			
			Sistema de apagado automático de lámparas.			

¿Todas las habitaciones cuentan con agua caliente? Si No

¿Qué tipo de tecnología utiliza para calentar el agua.

¿Las habitaciones cuentan con regaderas eléctricas? Si No

**Características de las áreas comunes**

¿Cuenta con sistemas de sensores de presencia en áreas comunes? Si No

Equipos eléctricos adicionales que se encuentran fuera de las habitaciones:

ILUMINACION

Tipo de Lámparas	Potencia	Tiempo de funcionamiento	Número	Antigüedad
Incandescente				
Fluorescente				
Halógeno				
Ahorrador				
Reflectores				

Equipo Eléctrico	Tipo y Potencia	Número	Tiempo de uso	Antigüedad
Cuarto frío				
Hornos de Microondas				
Licadoras				
Potencia				
Lavaloza				
Refrigerador				
Lavadora				
Secadora de ropa				
Extractores de jugos				
Elevadores				
Cafeteras				
Congeladores				
Máquinas de hielo				
Escaleras eléctricas				
Frigobar				

¿Cuenta con sistema hidroneumático? Si No Capacidad: \_\_\_\_\_ Litros \_\_\_\_\_ HP  
Tiempo de operación: \_\_\_\_\_

¿Cuenta con sistema para bombear agua? Si No Potencia: \_\_\_\_\_ HP Tiempo de  
operación: \_\_\_\_\_



### **Energía eléctrica**

La energía eléctrica que utiliza proviene totalmente de CFE? Si No

¿De qué otra forma obtiene energía eléctrica? \_\_\_\_\_

En caso de tener una planta de energía eléctrica, conteste:

¿De qué tipo es? \_\_\_\_\_ ¿De qué capacidad? \_\_\_\_\_ KVA Antigüedad: \_\_\_\_\_

Frecuencia de uso \_\_\_\_\_ Horas de uso diario: \_\_\_\_\_

Tipo de combustible que usa \_\_\_\_\_ Consumo mensual: \_\_\_\_\_ litros

Costo mensual del combustible: \$ \_\_\_\_\_

El Mantenimiento de la subestación se realiza cada: Trimestre Semestre Año  
2 años No se realiza

El mantenimiento de la infraestructura, se realiza: En forma permanente  
Cada semestre Cada año Cada 2 años

### **Uso de combustibles**

Almacena el agua en algún tipo de termo tanque: Si No

¿Cuál es la capacidad del termo tanque? \_\_\_\_\_ Litros

¿A qué temperatura se conserva el agua en el termo tanque? \_\_\_\_\_ °C

¿Es eficiente el servicio de proveedores de combustible? Si No

Para el calentamiento de agua: Tipo de sistema que usa: Caldera Calentador Calentador  
Solar Capacidad: \_\_\_\_\_ Antigüedad: \_\_\_\_\_

Tipo de combustible que usa \_\_\_\_\_ Consumo mensual: \_\_\_\_\_ litros

Costo mensual del combustible: \$ \_\_\_\_\_

¿Existe algún proyecto de expansión del hotel? Si No

¿En qué áreas del hotel existen proyectos de mejora?

---

### **Conocimiento sobre energías renovables y eficiencia energética**

¿Sabe usted qué son las energías renovables y la eficiencia energética? Describir:

\_\_\_\_\_ ¿Se

capacita al personal que labora en el hotel sobre medidas de eficiencia energética? NO

SI ¿Cada qué periodo? \_\_\_\_\_

¿Existe un responsable de eficiencia energética en el hotel? NO SI ¿Quién?

\_\_\_\_\_

¿Se lleva una administración de los consumos energéticos? NO SI  
¿Cómo? \_\_\_\_\_

¿Se concientiza a los usuarios del hotel, sobre eficiencia energética? SI NO  
¿Cómo? \_\_\_\_\_

¿Cuáles energías renovables conoce? Fotovoltaica Eólica Fototérmica Biomasa

¿Considera que estas tecnologías pueden ser de utilidad para el hotel? Si No

¿Cuál ha sido la limitante para que el hotel utilice este tipo de tecnologías? Falta de  
espacio Falta de información Conocimiento Falta de  
presupuesto Costos elevados No funciona ó no funcionó

¿De ser rentables estas tecnologías invertiría en ellas? Si No

¿Conoce los beneficios ambientales de estas tecnologías? Si No

¿Cuenta el hotel con alguna política a favor de la conservación del medio ambiente? Si  
No Ejemplo: Toallas y sábanas Jabón biodegradable No plásticos Reciclado  
de agua Reciclado de agua Focos ahorradores Separación de basura  
Otros \_\_\_\_\_

**NOTA: Con el propósito de hacer este diagnóstico lo mejor posible, se pide de favor que anexe el historial de consumo y facturas de electricidad y otros combustibles durante el periodo de por lo menos un año.**

# ANEXO

## 3

LISTA DE HOTELES CANDIDATOS A QUE  
SE LES REALICE EL DIAGNÓSTICO  
ENERGÉTICO

**LISTA DE LOS HOTELES CANDIDATOS A QUE SE HAGA EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO**

NOMBRE	CATEGORÍA	DIRECCIÓN
<b>HOTEL ANDES</b>	2 ESTRELLAS	STRAUSS 77 COL. VALLEJO C.P. 07870 DELEGACION GUSTAVO A. MADERO TEL. 5517 7679
<b>HOTEL BEETHOVEN</b>	2 ESTRELLAS	BEETHOVEN 219 COL. PERALVILLO C.P. 06220 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5583 4295  5782 1444
<b>HOTEL BELLINI</b>	2 ESTRELLAS	BELLINI 1 COL. PERALVILLO C.P. 06220 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5583 0952  5782 1841
<b>HOTEL CIUDAD REAL</b>	2 ESTRELLAS	16 DE SEPTIEMBRE 26 COL. AZCAPOTZALCO C.P. 02000 DELEGACION AZCAPOTZALCO TEL. 9114 3189  9114 3190
<b>HOTEL CLAVERÍA</b>	2 ESTRELLAS	AV. CUITLAHUAC 3101 COL. OBRERO POPULAR C.P. 02840 DELEGACION AZCAPOTZALCO TEL. 5396 4335  5396 7512
<b>HOTEL CONSULADO</b>	2 ESTRELLAS	AV. MELCHOR OCAMPO 23 COL. ANAHUAC C.P. 11320 DELEGACION MIGUEL HIDALGO TEL. 5535 7286
<b>HOTEL DURANGO</b>	2 ESTRELLAS	AV. JACARANDAS 104 COL. SANTA MARÍA INSURGENTES C.P. 06430 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5583 3225  5583 0293
<b>HOTEL GILBERT</b>	2 ESTRELLAS	AMADO NERVO 37 COL. SANTA MARÍA LA RIBERA C.P. 06400 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5547 9260  5547 9261
<b>HOTEL LA VADA</b>	2 ESTRELLAS	AV. INSURGENTES NORTE 1700 COL. LINDAVISTA C.P. 07300 DELEGACION GUSTAVO A. MADERO TEL. 5577 6513

<b>HOTEL SANTA MARÍA</b>	2 ESTRELLAS	CARPIO 82 COL. SANTA MARÍA LA RIBERA C.P. 06400 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5547 2249  5541 0214
<b>HOTEL SOL</b>	2 ESTRELLAS	AV. CUITLAHUAC 23 COL. PROHOGAR C.P. 02600 DELEGACION AZCAPOTZALCO TEL. 5355 8642  5355 0530
<b>HOTEL TACUBA</b>	2 ESTRELLAS	GOLFO DE GABES 72 COL. TACUBA C.P. 11410 DELEGACION MIGUEL HIDALGO TEL. 5527 5991  5526 6025
<b>HOTEL ALFA</b>	2 ESTRELLAS	FRANCISCO DÍAZ COVARRUBIAS 92 COL. SAN RAFAEL C.P. 06470 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5535 7058
<b>HOTEL CARLTON</b>	2 ESTRELLAS	IGNACIO MARISCAL 32 BIS COL. TABACALERA C.P. 06030 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5566 2911  5566 2912
<b>HOTEL CIES</b>	2 ESTRELLAS	AV. MELCHOR OCAMPO 304 COL. CUAUHTÉMOC C.P. 06500 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5525 3034  5207 8319
<b>HOTEL COMPOSTELA</b>	2 ESTRELLAS	SULLIVAN 35 COL. SAN RAFAEL C.P. 06470 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5566 0733  5566 0734
<b>HOTEL EDISON</b>	2 ESTRELLAS	EDISON 106 COL. TABACALERA C.P. 06030 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5566 0933  5566 0934
<b>HOTEL IBIZA</b>	2 ESTRELLAS	PONCIANO ARRIAGA 22 COL. TABACALERA C.P. 06030 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5566 8155
<b>HOTEL MONTEMAR</b>	2 ESTRELLAS	VALENTÍN GÓMEZ FARIAS 53 COL. SAN RAFAEL C.P. 06470 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5566 6677  5566 6631

<b>HOTEL MUY</b>	2 ESTRELLAS	GABINO BARREDA 135 COL. SAN RAFAEL C.P. 06470 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5546 3537  5703 2060
<b>HOTEL OXFORD</b>	2 ESTRELLAS	IGNACIO MARISCAL 67 COL. TABACALERA C.P. 06030 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5566 0500
<b>HOTEL POSADA REAL DE JUÁREZ</b>	2 ESTRELLAS	TOKIO 66 COL. JUAREZ C.P. 06600 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5533 1159
<b>HOTEL TEXAS</b>	2 ESTRELLAS	IGNACIO MARISCAL 129 COL. TABACALERA C.P. 06030 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5705 6496  5705 0167
<b>MANSIÓN HAVRE HOSTEL</b>	2 ESTRELLAS	HAVRE 40 COL. JUÁREZ C.P. 06600 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5533 1271
<b>SUITES HAVRE</b>	2 ESTRELLAS	HAVRE 74 COL. JUÁREZ C.P. 06600 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5533 5670  5533 5674
<b>HOSTEL VIRREYES</b>	3 ESTRELLAS	JOSÉ MARÍA IZAZAGA 8 COL. CENTRO C.P. 06080 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5521 4180  5521 4187
<b>HOTEL AMBAR</b>	3 ESTRELLAS	SAN JERÓNIMO 105 COL. CENTRO C.P. 06090 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5522 0105  5542 7106
<b>HOTEL ANTILLAS</b>	3 ESTRELLAS	BELISARIO DOMÍNGUEZ 34 COL. CENTRO C.P. 06010 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5526 5674  5526 8141

<b>HOTEL AZORES</b>	3 ESTRELLAS	REPÚBLICA DE BRASIL 25 COL. CENTRO C.P. 06010 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5521 5220
<b>HOTEL CANADÁ</b>	3 ESTRELLAS	5 DE MAYO 47 COL. CENTRO C.P. 06000 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5518 2106  5518 2107
<b>HOTEL CASTROPOL</b>	3 ESTRELLAS	PINO SUÁREZ 58 COL. CENTRO C.P. 06090 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5522 1920  5522 1922
<b>HOTEL CONDE</b>	3 ESTRELLAS	PESCADITOS 15 COL. CENTRO C.P. 06070 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5521 1084  5521 3520
<b>HOTEL DETROIT</b>	3 ESTRELLAS	ZARAGOZA 55 COL. GUERRERO C.P. 06300 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5566 0755  5535 1025
<b>HOTEL DILIGENCIAS</b>	3 ESTRELLAS	BELISARIO DOMÍNGUEZ 6 COL. CENTRO C.P. 06010 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5526 5840  5526 5845
<b>HOTEL FLEMING</b>	3 ESTRELLAS	REVILLAGIGEDO 35 COL. CENTRO C.P. 06050 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5510 4530  5510 4531
<b>HOTEL HIDALGO</b>	3 ESTRELLAS	SANTA VERACRUZ 37 COL. GUERRERO C.P. 06300 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5521 8771  5521 8777
<b>HOTEL MANOLO I</b>	3 ESTRELLAS	LUIS MOYA 111 COL. CENTRO C.P. 06070 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5521 3739  5521 7879
<b>HOTEL MARLOWE</b>	3 ESTRELLAS	AV. INDEPENDENCIA 17 COL. CENTRO C.P. 06050 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5521 9540

<b>HOTEL MUSEO</b>	3 ESTRELLAS	HÉROES FERROCARRILEROS 54 COL. SANTA MARÍA LA RIBERA C.P. 06400 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5705 2224  5705 2412
<b>HOTEL SAN ANTONIO</b>	3 ESTRELLAS	SEGUNDO CALLEJÓN DE 5 DE MAYO 29 COL. CENTRO C.P. 06010 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5512 9906  5518 1626
<b>HOTEL SAN DIEGO</b>	3 ESTRELLAS	LUIS MOYA 98 COL. CENTRO C.P. 06070 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5510 9007  5521 6010
<b>HOTEL SAN MARTÍN</b>	3 ESTRELLAS	EJE CENTRAL LÁZARO CÁRDENAS 84 COL. GUERRERO C.P. 06300 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5526 2659  5529 7414
<b>HOTEL ATLAMPA</b>	3 ESTRELLAS	AV. RÍO CONSULADO 661 COL. ATLAMPA C.P. 06450 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5547 6272
<b>HOTEL BRASILIA</b>	3 ESTRELLAS	AV. 100 METROS 4823 COL. AMPLIACIÓN PANAMERICANA C.P. 07770 DELEGACION GUSTAVO A. MADERO TEL. 5587 8577  5587 8585
<b>HOTEL DEL DORADO</b>	3 ESTRELLAS	AV. 100 METROS 1021 COL. NUEVA INDUSTRIAL VALLEJO C.P. 07700 DELEGACION GUSTAVO A. MADERO TEL. 5586 9000  5586 9623
<b>HOTEL LEPANTO</b>	3 ESTRELLAS	GUERRERO 90 COL. BUENAVISTA C.P. 06300 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5703 0011  5703 3965
<b>HOTEL MARSELLA</b>	3 ESTRELLAS	PERALVILLO 107 COL. MORELOS C.P. 06200 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5529 9256  5529 9255



<b>HOTEL NUEVO LAREDO</b>	3 ESTRELLAS	AV. ALBENIZ 125 COL. VALLEJO C.P. 07870 DELEGACION GUSTAVO A. MADERO TEL. 5355 6789
<b>HOTEL PONTEVEDRA</b>	3 ESTRELLAS	AV. INSURGENTES NORTE 226 COL. SANTA MARÍA LA RIBERA C.P. 06400 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5541 3160  5541 3163
<b>HOTEL TURISMO</b>	3 ESTRELLAS	DELIBES 4439 COL. GUADALUPE VICTORIA C.P. 07790 DELEGACION GUSTAVO A. MADERO TEL. 5355 0694
<b>HOTEL VIGO</b>	3 EST5RELLAS	AV. CUITLAHUAC 151 COL. PROHOGAR C.P. 02600 DELEGACION AZCAPOTZALCO TEL. 5556 0800  5355 9164
<b>HOTEL BONAMPAK</b>	3 ESTRELLAS	MÉRIDA 81 COL. ROMA NORTE C.P. 06700 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5525 9336
<b>HOTEL CASABLANCA</b>	3 ESTRELLAS	COAHUILA 27 COL. ROMA NORTE C.P. 06700 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5264 2538
<b>HOTEL EL CASTRO</b>	3 ESTRELLAS	SINALOA 32 COL. ROMA NORTE C.P. 06700 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 5207 0864
<b>HOTEL EMBASSY</b>	3 ESTRELLAS	PUEBLA 115 COL. ROMA NORTE C.P. 06700 DELEGACION CUAUHTEMOC TEL. 52080859



# Ciudad de México

bienvenido a la página oficial de la Secretaría de Turismo de la Ciudad de México

# ANEXO

## 4

### FICHAS TÉCNICAS DE CALENTADORES SOLARES PROPUESTOS

# Calentador **Solar** Heat Pipe

méxico solar

Heat Pipe



## Componentes y características

- \* Sistema Solar Termosifónico de tubos al vacío con alma de tubos de cobre denominado Heat Pipe.
- \* Colector formado con tubos sellados al vacío y tubería interna de cobre, que le permite trabajar a una presión de hasta 3Kg/cm<sup>2</sup>.
- \* Sin termotanque para sistemas de circulación forzada.
- \* Con termotanque para operación por gravedad.
- \* Hasta 70°C de temperatura.
- \* Calentadores independientes.
- \* Configuraciones para uso industrial ó comercial.

[www.mexicosolar.com](http://www.mexicosolar.com) 01 800 1087 SOL (765)

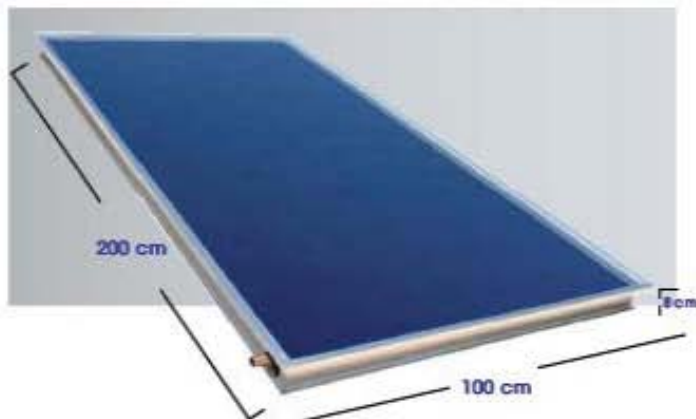
Representante México Solar



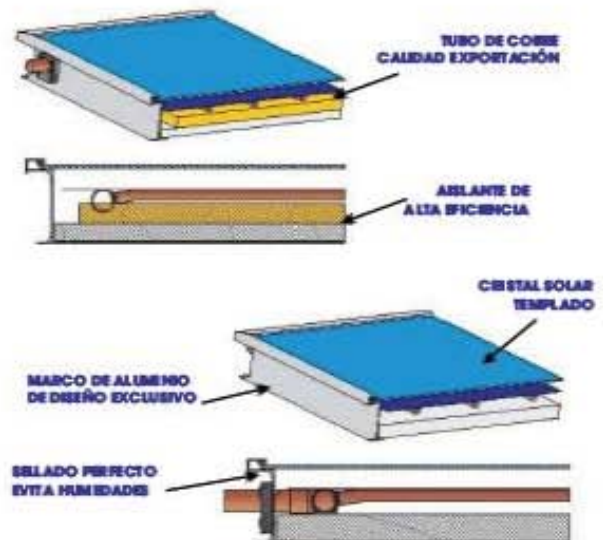
# COLECTOR TÉRMICO SOLAR

méxico solar

MODELO: MXS-2000-LEsc



## sección transversal del colector



## FICHA TECNICA DEL COLECTOR

- Tipo de colector: Plano con marco de aluminio
- Área total del colector[m<sup>2</sup>]: 2.03
- Área absorbidora: 1.81m<sup>2</sup>
- Área de apertura: 1.86m<sup>2</sup>
- L x A x H: 200 x 100 x 8
- Peso(kg): 27
- Capacidad del absorbidor: 2.09lts
- Marco: Marco de aluminio
- Superficie: Aluminio natural
- Placa trasera: Placa de poliuretano con cubierta de aluminio.
- Placa absorbidora (Al): Recubrimiento de PVD
- Porcentaje de absorción(%): 94
- Porcentaje de emisión(%): 5
- Vidrio: Vidrio templado bajo en hierro de 3.2mm
- % de transmisión vidrio: 89%
- Aislante: Placa de poliuretano de 25 mm
- Presión máxima de operación: 10bar
- Máxima temperatura de calentamiento: aprox. 200°C bajo condiciones de prueba.

El marco del colector **MXS-2000-LEsc** esta perfectamente diseñado para usarse en sistemas con presión. De alta eficiencia gracias a que utilizamos los mejores materiales y la tecnología europea que son de la más alta calidad, esto hace que nuestro colector sea único y de peso ligero.



\* Bajo Los Terminos De Garantías Oficiales

[www.mexicosolar.com](http://www.mexicosolar.com)

01800 1087 SOL (765)

Representante México Solar

Archivo: Colector MXS-2000-LEsc

# ANEXO

## 5

### MEDIDAS ADICIONALES DE AHORRO DE ENERGÍA EN LOS HOTELES

A continuación se especifican las medidas adicionales de ahorro de energía para los usos finales más importantes que tiene un hotel extraídas de la “Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles” (CONUEE, 2009).

### **AIRE ACONDICIONADO**

- B) Aumentar la temperatura: ¿Cuántas veces se llega a un lugar donde el aire acondicionado a una temperatura tan baja que parece un congelador? Esto ocasiona que los equipos trabajen más y, por tanto, consuman más energía. Por ello, resulta de suma importancia mantener una temperatura de confort.

Se recomienda una temperatura de 25°C, con una humedad relativa comprendida entre 35 y 65%, ya que las personas no sienten ni frío ni calor. Por ejemplo, situar la posición del termostato en 25°C, en lugar de 23°C, supone un ahorro del 13% en el consumo de energía.

- C) Reducir la ganancia de calor en el hotel: la ganancia de calor del hotel en gran medida es provocada por la radiación solar, que recibe a través de sus techos, paredes, ventanas y puertas, durante todo el día. El disminuir la ganancia de calor significa enfriar una menor cantidad de aire, y por lo tanto, menor consumo de energía eléctrica.

Ventanas y puertas:

- √ Las ventanas son las que permiten la mayor entrada de calor. Esto se debe, a que el vidrio que se utiliza comúnmente, permite el paso de los rayos solares. Los cristales coloreados o reflejantes disminuyen en un 30% aproximadamente, la cantidad de radiación solar que penetra en el interior. El uso de cortinas o persianas reducen también las ganancias de calor.
- √ En habitaciones con aire acondicionado, mantener las cortinas cerradas para reducir la ganancia de calor.
- √ En las entradas principales, instalar puertas giratorias para reducir la penetración del aire exterior.

Pinturas

- √ El uso de pinturas reflejantes en techos y paredes disminuye las ganancias de calor por radiación solar.
- √ Pintar de colores claros las paredes externas. El blanco refleja el 70 u 80% de la radiación solar. Con esta medida, puede reducir hasta un 40% del calor que penetra a través de las paredes.
- √ Pintar la superficie del techo de color blanco, con lo que se disminuirá hasta un 55% la cantidad de calor que se transmite al interior.

## Materiales aislantes

- ✓ Colocar materiales aislantes (5cm de espesor), como: poliestireno, poliuretano o fibra de vidrio en la parte exterior del techo para evitar que este se caliente.
- ✓ Aplicar materiales aislantes a la superficie exterior de las paredes, con lo que se puede reducir hasta un 75% la entrada de calor.
- ✓ Para prolongar su vida útil, el material aislante debe estar protegido de los agentes como la humedad.

## D) Eficiencia de equipos y sistemas

El consumo de energía eléctrica de las unidades de ventana es mayor que en un sistema central, ya que en el segundo caso el hotel puede regular la capacidad para operar a mejores eficiencias, mientras que en el primero dependerá del criterio del huésped.

## E) Dar mantenimiento a los equipos.

Entre las prioridades de los hoteles, se debe incluir un programa de mantenimiento preventivo para el sistema de aire acondicionado, ya que este es uno de los que más energía consumen. Esta medida operativa garantiza, por una parte, ofrecer las condiciones de confort requeridas por los huéspedes y, por la otra, lograr que los equipos funcionen a su máxima eficiencia, lo que se traduce en una operación más económica de los mismos. A continuación se proporcionan algunas recomendaciones para los diferentes componentes, con el objetivo de mantener su eficiencia.

### En un equipo de manejadoras de aire central

- ✓ Eliminar las fugas de aire en la manejadora de aire central, alrededor de serpentines, accesos de puertas, contramarcos y juntas; séllelas.
- ✓ Inspeccionar los reguladores automáticos de aire, mantenerlos en buen estado y con parámetros de control adecuado a las condiciones climáticas y estación del año.
- ✓ Cuando el equipo se encuentra apagado, comprobar que los reguladores de aire exterior o conexiones de extracción estén completamente cerrados.
- ✓ Limpiar las aletas en los serpentines.
- ✓ Examinar los filtros de aire electromecánicos, por si hubiera excesiva acumulación de materia extraña en las placas.
- ✓ Limpiar las aspas del ventilador y lubricar los baleros.
- ✓ Ajustar o cambiar las bandas del ventilador para asegurar la tensión correcta.
- ✓ Revisar la velocidad del ventilador de acuerdo a su capacidad.
- ✓ Comprobar la alineación correcta del motor y ventilador.

- ✓ Revisar los motores que sufran sobrecalentamiento, particularmente comprobar su amperaje.
- ✓ Cambiar aislamientos dañados en las tuberías que transportan líquido de enfriamiento.

#### Sistema de distribución de aire

- ✓ Calibrar todos los termostatos y ajustarlos de acuerdo con las recomendaciones de confort.
- ✓ En sistemas de aire acondicionado de volumen variable, ajustar la temperatura del aire de salida de la unidad, para reducir el volumen manejado a un punto mínimo satisfactorio.

#### Unidades de aire acondicionado locales

- ✓ Limpiar o reemplazar los filtros cuando estén sucios
- ✓ Remover polvo, hilacha o cualquier otro tipo de obstrucción en las superficies del serpentín, del condensador y del evaporador.
- ✓ Limpiar la entrada de reguladores y filtros.
- ✓ Lubricar adecuadamente los motores y compresores.
- ✓ Evitar la incidencia directa de la radiación solar sobre el equipo.

#### Planta central de enfriamiento de agua

- ✓ En una instalación múltiple de limpiadores que opere con cargas bajas, no arrancar el segundo enfriador hasta que el primero esté trabajando a su máxima capacidad.
- ✓ Cuando un enfriador se encuentre fuera de servicio, apagar las bombas del condensador y las del agua fría.
- ✓ En los sistemas antiguos, alternar los ventiladores de las celdas en las torres de enfriamiento, según varíe la carga para mantener el agua de condensado a una temperatura constante.
- ✓ Limpiar los tubos del condensador anualmente.
- ✓ Verificar que el compresor y los enfriadores estén operando en condiciones óptimas de acuerdo con las recomendaciones proporcionadas por el fabricante.
- ✓ Cerciorarse de que el sistema de refrigeración no tenga fugas.
- ✓ Revisar con frecuencia los manómetros y termómetros de los equipos.
- ✓ Lubricar todos los baleros, las partes móviles y los motores de transmisión. Verificar la cimentación y anclaje de los motores.
- ✓ Verificar que las bandas de un mismo equipo estén a igual tensión y cambiarlas cuando sea necesario.



- ✓ Verificar el tiempo de purga de la torre de enfriamiento, asegurándose de que la concentración de sólidos disueltos esté en un nivel aceptable.
- ✓ Limpiar las boquillas de los rociadores y de la torre de enfriamiento; remueva las incrustaciones.
- ✓ Asegurarse de que la descarga de aire de la torre no penetre en la entrada de aire de la misma.
- ✓ Revisar el nivel de agua de la torre.
- ✓ En los condensadores enfriados por aire:
  - Revisar las condiciones del refrigerante, eliminar fugas.
  - Mantener limpia la cara del serpentín del condensador; retire hojas o partículas que obstruyan el flujo del aire.
  - Comprobar que la descarga de aire caliente no se introduzca en la entrada del mismo.
  - Lubricar el ventilador y los baleros del motor.
  - Revisar la alineación del ventilador y motor cuando se utilicen bandas.

#### En condensadores evaporativos.

- ✓ Verificar que no haya fugas en el sistema que transporta el refrigerante.
- ✓ Limpiar la superficie del serpentín lavándola y cepillándola.
- ✓ Limpiar las boquillas del rociador o dispositivos de distribución de agua para mantener un flujo uniforme del líquido.
- ✓ Aplicar un tratamiento de agua si los rociadores dejan un depósito en las aletas del serpentín.
- ✓ Asegurarse que no haya comunicación de aire entre la unidad de salida y la de entrada.
- ✓ Confirmar que sea manejada la cantidad correcta de aire de acuerdo las necesidades reales de operación; esta medida ayuda también a la detección de fugas.

### **ILUMINACION**

Algunas medidas de ahorro de energía sencillas y de bajo o nulo costo, como las siguientes, permitirán lograr ahorros de al menos un 10% del consumo de energía eléctrica para iluminación.

- ✓ Utilizar la luz natural: en algunos lugares se puede aprovechar la luz natural, pero en climas calurosos esta acción deberá realizarse por las mañanas o tardes, o bien mediante ventanas y tragaluces que, de acuerdo con su orientación, no aporten grandes ganancias de calor durante el día; en caso contrario, estas tendrán que

contrarrestarse con el aire acondicionado, lo que implicará un mayor consumo de energía eléctrica.

- ✓ Apagar las luces siempre que sea posible. Las luces innecesarias en pasillos y otras áreas pueden desperdiciar una cantidad considerable de energía. En todo caso, es conveniente el uso de lámparas de menor wattaje. Por la noche y cuando las áreas se encuentran desocupadas, vigile que sólo se mantengan encendidas las luces de seguridad o las que tengan otro propósito específico. Esta medida de ahorro, por sí misma, puede pagar los recableados y la compra de sensores de presencia.
- ✓ Reducir la iluminación innecesaria de impacto exterior (anuncios, iluminación excesiva de fachadas y balcones). Cuando el edificio se encuentre iluminado en sus áreas de recreación, señales, entradas, fachadas, paredes y jardines, es posible eliminar por completo algunas de estas luces, o bien usar el menor wattaje posible, instalar lámparas de mayor eficiencia, o reducir el tiempo que iluminan las que actualmente se utilizan.
- ✓ Instalar balastos adecuados y darles mantenimiento.
- ✓ Emplear pinturas y colores que favorezcan ahorro en iluminación.
- ✓ Instalar sistemas de desconexión de las luminarias mediante sensores de presencia, lo que impedirá que permanezcan encendidas en pasillos y lugares cuando no se usen. Para que las luces se enciendan o apaguen en el momento oportuno, cuando hay o no suficiente luz natural se pueden utilizar algunos de los diversos equipos controladores en el mercado, como son:
  - Sensores de presencia
  - Atenuadores (dimmers): Los atenuadores son utilizados básicamente para regular el flujo luminoso de las lámparas; esta atenuación puede reducir el consumo y la demanda de energía eléctrica al limitar la potencia de entrada.
  - Sensores de luz natural
  - Temporizadores (timers). Muchos sistemas de alumbrado exterior y también algunos del interior, son controlados con temporizadores, los cuales apagan las luces automáticamente. Los mecanismos que son activados por fotoceldas, se ajustarán automáticamente por variaciones en el clima cuando hay luz de día. Los que son colocados manualmente para operar fijos en tiempos programados, pueden ser reajustados en cada cambio de estación. Si el sistema tiene un temporizador manual, pudiera estar preparado en forma incompleta o incorrecta, si algunos de los pasadores han sido omitidos. Un típico temporizador de siete días tiene dos pasadores móviles para cada ciclo de encendido y apagado; entonces, preparado de manera apropiada para una semana, puede tener tanto como siete pares de pasadores, cada par en la correcta posición para controlar las luces para cada día. Se debe asegurar que ningún pasador ha sido omitido o puesto en posición incorrecta y que el temporizador se encuentra de acuerdo con la estación y luz del día. Si hay una caída de energía, debe asegurarse reiniciar los relojes después de que la energía haya sido restaurada.

➤ Controles combinados

Algunas recomendaciones para su aplicación son las siguientes:

- Instalar detectores de presencia en zonas de uso poco frecuente, como son: salones de juntas, oficinas, espacios de servicio, baños públicos y escaleras.
  - Utilizar sensores de luz natural en el exterior, los cuales permitirán que los sectores de alumbrado estén apagados o encendidos, según sea necesario.
  - Instalar programadores horarios para el alumbrado de pasillos y escaleras.
  - Los atenuadores son de gran utilidad para el alumbrado incandescente, así como el seccionado de los circuitos, que es recomendable para cualquier tipo de lámparas.
- √ Instalar sistemas de desconexión central de la iluminación en cada unidad de alojamiento, ya sea mediante tarjeta o interruptor, informando al cliente la política de ahorro de energía de la empresa. Esto puede llevarse a cabo mediante una campaña de concientización cuyo objetivo sea modificar los hábitos de los huéspedes y del personal del hotel.

Dado que los hábitos de las personas son muy variados, habrá huéspedes que tengan la cultura de ahorro de energía y serán cuidadosos con el uso de la misma, mientras que otros (que desafortunadamente son la mayoría) tenderán a desperdiciarla. Una manera de evitar el desperdicio es controlando la energía de cada habitación con el uso de la tarjeta electrónica; así, cuando el huésped o empleado sale de la habitación, se desconectan automáticamente los equipos. Otra opción es colocar mensajes en los apagadores y lugares visibles, donde se solicite al usuario se apague la luz y el aire acondicionado en caso de no necesitarlos o al salir de la habitación. También se pueden aprovechar las hojas de presentación de los servicios, tarjetas, trípticos, etc., en los que se invite al huésped a participar en la campaña de ahorro de energía del hotel, así como a hacer uso racional y eficiente de las instalaciones. En estos mensajes es importante resaltar que las medidas tienen el propósito de disminuir el consumo de varios energéticos, agua y jabón, y que un beneficio adicional es disminuir de manera indirecta la emisión de contaminantes como los gases de efecto invernadero que contribuyen de manera muy importante al calentamiento global de nuestro planeta.

- √ Dar mantenimiento y limpieza correctos al sistema de iluminación. Es conveniente conservar limpias las lámparas para mantener la misma cantidad de iluminación en las diferentes áreas. El polvo, grasa y otras acumulaciones de suciedad pueden absorber hasta el 30% de la luz proveniente de lámparas y superficies reflectoras.

## **CONSERVACION DE ALIMENTOS**

Otras medidas de ahorro de energía son:

- √ En la cocina, precalentar sólo los aparatos que va a utilizar y durante el tiempo que esto requiere (15min de anticipación es suficiente).

- ✓ No encender los quemadores de gas de la estufa cuando aún no va a cocinar.
- ✓ Calentar las planchas sólo cuando vayan a ser utilizadas totalmente.
- ✓ Cubrir las ollas con tapaderas para mantener el calor, así, el tiempo de cocción se reducirá.
- ✓ Reducir la flama tan pronto empiece a hervir lo que se está cocinando, y poner los líquidos a fuego lento (mantener el fuego más alto cuando se alcanza la temperatura de ebullición no ayuda a preparar más rápido los alimentos y sí implica un mayor consumo de energía).
- ✓ Cuando se cocine o se pretenda mantener calientes los alimentos, se deben agrupar las ollas o peroles en una fila compacta, ya que así la pérdida de calor será mínima.
- ✓ Los quemadores deben ser siempre más pequeños que la parte inferior de las cacerolas, ollas o peroles utilizados.
- ✓ Para aumentar la transferencia de calor, procure usar siempre peroles de fondo plano.
- ✓ Reemplace los refractarios de cerámica dañados, pues cualquier rotura hace que disminuya la conducción de calor.
- ✓ Se debe tomar agua caliente de la llave cuando se necesite y no la fría para ponerla a calentar, así ahorrará energía.
- ✓ Revisar con regularidad las unidades que utilizan gas para evitar fugas en la instalación.
- ✓ Cuando las flamas de los quemadores o pilotos sean irregulares o de color amarillo o naranja, quizá estén sucios, o bien la mezcla de aire con el gas no sea la adecuada. Para esto último se recomienda llamar al especialista.
- ✓ Se debe exigir la revisión regular de la presión del gas.
- ✓ Regular los calentadores de gas para un máximo calentamiento y eficiencia de energía; ajustar la flama hasta que esté completamente azul y tenga un cono central firme. La punta de la flama solamente deberá tocar el fondo de los utensilios.
- ✓ Mantener limpios los hornos, superficies de cocción, placas de cocina, placas de cocina, equipos de baño María y marmitas, con el fin de asegurar una buena transmisión de calor.
- ✓ Recubrir los quemadores y planchas con papel aluminio para reducir el consumo de energía y facilitar la limpieza; cuidar que no se obstruyan las salidas de aire.
- ✓ En la cocina se recomienda utilizar, de preferencia, equipos que funcionen con agua caliente de la caldera y/o de calentadores solares, en lugar de usar calentamiento eléctrico.

En la refrigeración y conservación de alimentos:

- ✓ Recordar que el refrigerador debe permanecer cerrado, para evitar que el frío se escape (coloque anuncios alusivos).
- ✓ Verifique que no existan fugas de frío a través de los empaques o del aislamiento. También compruebe que no haya obstáculos que impidan la libre circulación del aire en torno a los serpentines.
- ✓ Mantenga la temperatura indicada, según el producto a conservar o refrigerar. En la mayoría de los casos, los refrigeradores, neveras y cuartos fríos funcionan a una temperatura más baja de la que se requiere; ello ocasiona que los equipos consuman más energía de la necesaria. Por ello, se debe regular el termostato de acuerdo al producto a refrigerar.
- ✓ En locales climatizados, se recomienda que el condensador se coloque en el exterior, para no transferir dentro de ellos el calor que se extrae de los alimentos y bebidas refrigeradas.
- ✓ Es conveniente instalar el refrigerador en un lugar alejado de la cocina y otras fuentes de calor. Además, se debe elegir el frigorífico adecuado a las necesidades de temperatura y capacidad. Si en la cámara se guardan mayores cantidades de alimentos que las consideradas originalmente en el diseño, el compresor trabajará más tiempo del necesario y, por lo tanto, se deteriorará y consumirá más energía.
- ✓ La escarcha y el hielo que se forman en los serpentines disminuyen la capacidad de transmisión de la temperatura y prolongan el tiempo requerido para que esta alcance su nivel adecuado. Si una cámara de almacenamiento refrigerado no cuenta con un sistema de descarchado automático, es necesario limpiar periódicamente los serpentines.
- ✓ Se deben programar periodos de limpieza de las superficies de intercambio térmico en los frigoríficos, para evitar la formación de escarcha en el evaporador.
- ✓ Cuando un refrigerador o nevera tienen problemas para refrigerar por ser viejos o de baja eficiencia, o simplemente son viejos, es recomendable sustituirlos por aparatos nuevos y de mayor eficiencia; esto significa que tendrán la misma capacidad de enfriamiento, pero con un consumo menor de energía.

## **LAVANDERÍA**

- El proceso de lavado ofrece muchas posibilidades de ahorro de energía: se pueden recuperar los calores residuales del agua caliente de los distintos ciclos de enjuague, así como del aire caliente extraído del proceso de secado; las máquinas deben funcionar a la carga nominal, que es en donde el rendimiento energético es mayor, nunca a media carga; también se obtendrán importantes ahorros energéticos si la

producción de agua caliente se realiza de forma centralizada, en lugar de realizarla en cada equipo, ya que de esta manera, los rendimientos son mayores.

- Si el calentamiento del agua en las lavadoras se realiza mediante energía eléctrica, se puede conseguir un importante ahorro energético sustituyendo las resistencias eléctricas por agua caliente de una instalación de energía solar, o procedente de una planta de cogeneración.

## **AGUA CALIENTE**

### Reparar las fugas

Siempre es rentable eliminar el goteo en las llaves mediante el cambio de empaques, regaderas y juntas de tuberías; este problema es ocasionado por el uso y la presión a que está sometido el sistema.

Se deben reparar o reemplazar las válvulas y las llaves que no operan adecuadamente, y cerciórese del buen estado de todas las uniones y empaques.

La mayoría de las reparaciones y sustituciones de llaves, regaderas y juntas se pueden realizar rápidamente y con una mínima inversión.

### Cerrar el suministro de agua caliente en forma temporal o permanente

En los lavamanos y lavatorios, puede suspenderse el suministro del agua caliente, de manera permanente o al menos durante el verano, si así lo permiten los reglamentos locales y estatales, y los empleados no tienen inconveniente para ello.

En lugares donde el agua caliente sólo se usa los fines de semana o durante determinados días, como en vacaciones y días festivos, se puede cerrar el suministro cuando no hay ocupación, especialmente si el calentador es eléctrico y es alto su consumo de energía. Esta medida puede ser tan rentable que por sí misma pague un controlador del tipo temporizador, para que encienda o apague el suministro de agua caliente.

### Eliminar la circulación del agua cuando las áreas o secciones no estén ocupadas.

Ya sea en forma temporal o permanente, apagar el calentador de agua, sobre todo si es eléctrico, en aquellas áreas donde no se requiere su funcionamiento. Si en el hotel se practica la política de llenado de pisos, es decir, que en temporada baja no se usan ciertas secciones o pisos, se deben mantener apagados los calentadores, o bien, instalar temporizadores para regular el tiempo de prendido (por días u horas).

### Eliminar la recirculación del agua caliente en las áreas que no estén ocupadas (temporada baja).

Es común que el sistema de agua caliente incluya una bomba de recirculación, para asegurar que esté disponible todo el tiempo sin periodo de espera (stand-by). Este sistema implica que el líquido está siendo continuamente recalentado para compensar las pérdidas de calor en la tubería.

### Uso del agua caliente durante las horas pico

Si el agua es calentada por medio de electricidad, ya sea parcialmente o con mayor razón si es en forma total, se recomienda almacenarla en tanques térmicos. Además, si el hotel tiene una tarifa eléctrica horaria, se debe organizar fuera de este horario, actividades tales como las de la lavandería y lavado de loza, para ser realizadas en el turno de la noche o muy temprano, para que no coincidan por el uso de las regaderas. Lo anterior puede lograrse con el uso de un temporizador, regule la operación de las resistencias fuera de las horas pico fijadas por la empresa suministradora de energía eléctrica.

### Probar y ajustar los quemadores

Un quemador de gas o diesel puede estar desperdiciando energía si la combustión es deficiente, ya sea por ser ésta incompleta o por exceso de aire mal calibrado. Se debe solicitar al servicio técnico de calderas que realice ajustes periódicos para mejorar y / o mantener la adecuada eficiencia de combustión. Así mismo, tenga presente que este equipo debe someterse a mantenimiento mayor, por lo menos una vez al año; esto, al mismo tiempo que el calentador o caldera son ajustados y probados.

### Limpiar sedimentos en calentadores y calderas

El tanque de almacenamiento de un calentador sufre pérdidas de eficiencia por la acumulación de sedimentos en el fondo del mismo, que actúan como aislante e inhiben la transferencia de calor dentro del calentador o la caldera. Por ello, se recomienda el drenado periódico (purga), lo cual dependerá de la dureza del agua; incluso se justifica algún tratamiento de agua ante condiciones severas en la dureza o contenidos del líquido.

### Instalar y repare aislamientos en las tuberías y tanques de almacenamiento de agua caliente

Si las tuberías de circulación y el tanque de almacenamiento de agua caliente carecen de aislamiento, conviene instalar aislamientos de fácil colocación, como el de tipo tabular que se fija a las tuberías con una cinta. Así, disminuirán las pérdidas de calor, tanto del agua almacenada en el tanque como la que esté circulando en las tuberías. Además, será muy sencillo el mantenimiento del aislante.

### Usar regaderas de bajo flujo.

Sustituya las regaderas antiguas de cinco o más galones por minuto, por las actuales de bajo flujo, se proporcionan de dos a tres galones en ese lapso y que generan un ahorro muy importante tanto en el consumo de agua como de combustibles.

### Instalar llaves de cerrado automático.

Una válvula de llave operada por pulso puede ayudar a que el agua caliente no se use innecesariamente. Donde los requerimientos son considerables, pero también variables, como en el caso de los fregaderos de cocina, la instalación de una válvula operada por el pie puede ser muy útil al permitir que el operario mantenga las manos libres.

El tipo de válvulas de cerrado automático más frecuentemente usadas en los baños, es el que opera por medio de una palanca de mano; aquí se tiene que verificar si es necesario un mecanismo de retardo (por ejemplo, 15 segundos), ya sea por el tipo de uso o bien para cumplir con la normatividad existente.

### Utilizar restricciones de flujo y aereadores en llaves de lavaderos y fregaderos.

Para evitar desperdicios de agua durante el baño, cuando el flujo de agua es bajo, es mejor usar "showerheads" que restrictores en las regaderas; un simple y económico restrictor de flujo tipo disco es suficiente para regaderas. Igualmente, puede ser instalado un aereador (de rocío). Este tipo de restrictores se puede usar también en los lavamanos, combinándolos con rociadores.

### Colocar etiquetas con mensajes de "Cierre la llave del agua caliente"

Se puede gradualmente cambiar los hábitos de consumo, como es utilizar menos agua caliente, si esto se está recordando continuamente de manera diplomática pero enérgica. Al efecto, se pueden colocar etiquetas autoadheribles en los espejos o en partes cercana a las llaves de agua caliente, de manera que resulte visible el mensaje de ahorro.

### Usar productos de limpieza que ahorren agua caliente.

En la lavandería y las actividades de limpieza en general, es posible usar poco o nada de agua caliente, si se emplean productos actualmente disponibles en el mercado. Algunos de estos materiales de limpieza todavía requieren agua caliente, pero necesitan menos enjuague o bien pueden ser usados con enjuagues fríos.

### Reemplazar los tanques / depósitos de intercambiadores con diferentes tipos de calentador.

En algunos edificios, el agua es calentada por medio de un sistema central del tipo serpentín, sin que haya un suficiente almacenamiento de líquido. En estos casos, la caldera opera cada vez que se demanda agua caliente, por más pequeña que sea la cantidad. Fácilmente uno puede deducir que esta es una manera muy costosa de obtener agua caliente en poco volumen, especialmente si la caldera es muy grande.

Si se requiere poca cantidad de agua caliente, analizar la conveniencia de cerrar la válvula de serpentín y reemplazarla por un calentador de agua tipo tanque de almacenamiento o por pequeños calentadores locales.

### Instalar nuevos calentadores cerca del punto de consumo

Si se va a reemplazar un calentador viejo o se dispone de una nueva instalación de calentadores de agua, se deben ubicar lo más cerca posible del punto de mayor consumo de agua caliente. Esto reducirá las pérdidas de calor de agua que circula en las tuberías.

### Cambiar a calentadores "locales", tipo tanque aislado

Un sistema central de calentamiento con tuberías largas de distribución puede desperdiciar una gran cantidad de energía calorífica, especialmente si carece de aislamiento, éste se encuentra deteriorado o no es el adecuado. El panorama empeora cuando es relativamente pequeña la demanda de agua caliente, la antigüedad y la eficiencia del sistema actual, se podría evaluar la conveniencia de sustituir el actual por uno o los que se requieran del tipo "tanque de almacenamiento", cercanos a las llaves o puntos de consumo; por ejemplo, un calentador en cada baño.



## **APROVECHAMIENTO DE FUENTES ALTERNAS DE ENERGÍA**

Existen dos tipos de aprovechamiento de energía solar claramente diferenciado con tecnologías muy divergentes, cuya aplicación está también muy definida:

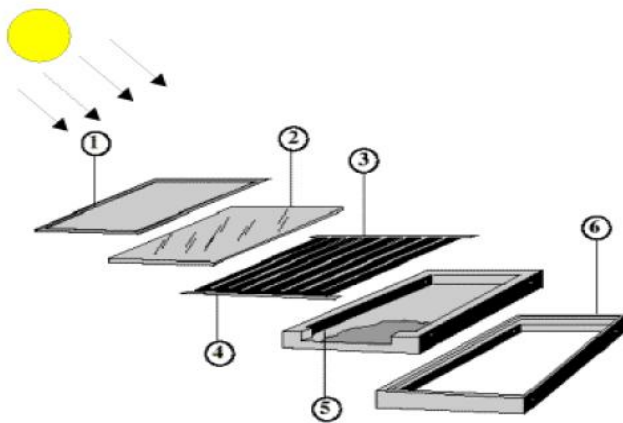
- Energía solar térmica: Es una de las formas más extendidas de aprovechamiento de energía solar y consiste en la producción de agua caliente utilizando captadores solares y más concretamente la producción de agua caliente a baja temperatura, como el agua caliente sanitaria.

Para ello es necesario contar con un sistema colector, un sistema de almacenamiento y un sistema de distribución (Figura 2-A).

Un sistema colector típico de aprovechamiento de energía solar térmica está compuesto por (Figura 1-A):

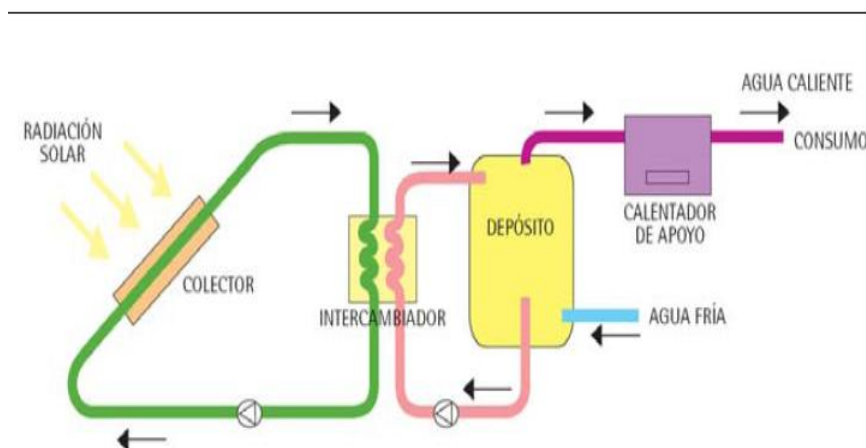
1. Marco de aluminio anodizado.
2. Cubierta de vidrio templado (bajo contenido de hierro).
3. Placa absorbedora (enrejado con aletas de cobre).
4. Cabezales de alimentación y descarga de agua.
5. Aislante, usualmente poliestireno, ó unicel.
6. Caja de colector, galvanizada.

**Figura 1-A: Sistema colector de energía solar térmica**



Fuente: Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles (CONUEE, 2009)

**Figura 2-A: Sistema colector, de almacenamiento y distribución de energía solar térmica.**



Fuente: Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles (CONUEE, 2009)

También se puede aprovechar este sistema para climatización de las albercas.

Para la realización de un análisis para la viabilidad de un sistema de aprovechamiento de energía solar, los factores más determinantes para la rentabilidad del proyecto son los siguientes:

- ✓ El precio del combustible utilizado para la producción del agua caliente. A mayor precio del combustible, mayor el ahorro económico que se obtiene con la instalación solar y menor es el periodo de amortización.
- ✓ El tamaño del hotel, o más concretamente el consumo de agua caliente, que es el que va a determinar el tamaño de la instalación. Cuanto mayor sea la instalación, los costos unitarios para la inversión son menores y mayor es la rentabilidad del proyecto.
- ✓ Las ayudas públicas existentes en cada momento, ya que estas instalaciones requieren de una inversión elevada y los plazos de amortización son un poco elevados, si no se dispone de estas ayudas.
- Energía solar fotovoltaica: La energía solar fotovoltaica está basada en la aplicación del denominado efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre algunos materiales llamados semiconductores, de tal modo que se genera un flujo de electrones en el interior del material y, en condiciones adecuadas, una diferencia de potencial que puede ser aprovechada para generar energía eléctrica.

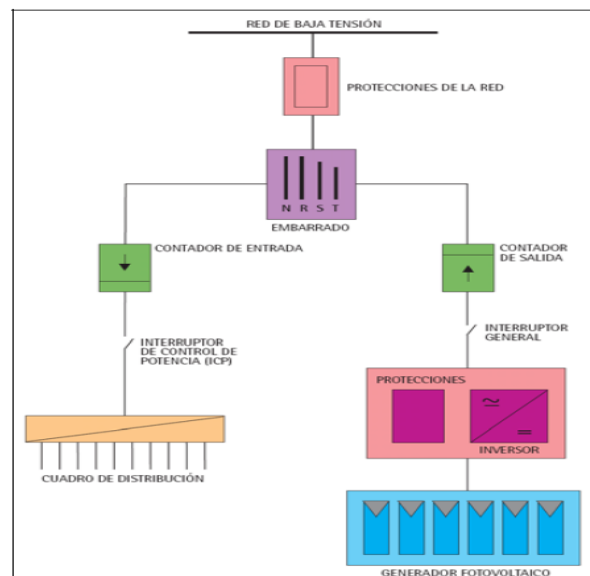
En el caso de edificios conectados a la red, el tamaño del campo colector está limitado únicamente por las dimensiones del área susceptible de alojar los módulos solares.

Aunque en muchos casos se emplean colectores convencionales instalados sobre los tejados de los edificios, cada vez es más frecuente la integración de los sistemas de captación en el propio edificio, como por ejemplo, en forma de tejas o ladrillos, módulos sin

marco o módulos de silicio amorfo semitransparentes empleados en lugar de cristales, etc. Aunque esta integración supone generalmente una pérdida de rendimiento de los colectores, esta se ve compensada por el aumento de las posibilidades de instalación y la apariencia final del edificio.

Uno de los factores favorables de la energía fotovoltaica en conexión a la red, es la posibilidad de generación en ramificaciones terminales de la red de distribución, mejorando la calidad del servicio y cubriendo servicios mínimos en caso de fallo en la red (Figura 3-A). Otra aplicación de la energía fotovoltaica para los hoteles es la utilización de farolas fotovoltaicas para alumbrado exterior.

**Figura 3-A: Sistema fotovoltaico interconectado a la red de distribución.**

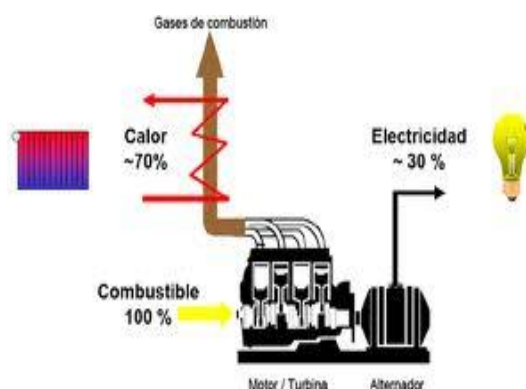


Fuente: Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles (CONUEE, 2009)

## MICROCOGENERACIÓN

Un sistema de cogeneración es un sistema de generación conjunta de electricidad y de energía térmica útil (Figura 4-A), a partir de un único combustible, permitiendo un uso más racional de la energía respecto a las tecnologías convencionales, ya que se disminuye la demanda energética y supone una disminución de las emisiones de dióxido de carbono.

**Figura 4-A: Esquema de un dispositivo de cogeneración**



Fuente: Construible.es en <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?id=4603&c=1&idm=5&pat=5> consultado el 9 de abril de 2011.

El sector hotelero puede combinar sus necesidades de electricidad y energía térmica mediante el uso de microturbinas como sistemas de cogeneración (microcogeneración) obteniendo entre un 70 y 80% de eficiencia en el sistema (Tabla 1-A). Una microturbina es básicamente una planta de poder miniatura, autocontenida, que genera energía térmica y calorífica en rangos desde 30kW hasta 1.2MW en paquetes múltiples (multipacks). Tiene una sólo parte móvil sin cajas ni engranes, bombas u otros subsistemas, y no utiliza lubricantes, aceites o líquidos enfriantes. Estos equipos pueden usar varios tipos de combustibles tanto líquidos como gaseosos, incluyendo gas amargo de pozos petroleros con un contenido amargo de hasta 7%, gas metano, gases de bajo poder calorífico (tan bajo como 350 BTU) emanados de digestores de rellenos sanitarios.

**Tabla 1-A: Eficiencias de diferentes tecnologías de cogeneración existentes.**

Tecnología de cogeneración	Eficiencia Eléctrica (%)	Eficiencia Térmica (%)
Motor recíprocante (aprovechando calor de gases de combustión y calor del sistema de enfriamiento)	40	30
Motor recíprocante (aprovechando calor de gases de combustión y calor del sistema de enfriamiento)	40	20
Microturbina	30	50

Fuente: Guía para el uso eficiente de la energía en hoteles (CONUEE, 2009)