

Facultad de Ingeniería Mecánica

Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales

(CEETA)



Trabajo Diploma

*Título: Realizar un análisis energético integral en el
Hotel Villa Las Brujas.*

Autor: Adrian Martínez Duque

Tutor: Dr. Víctor Samuel Ocaña Guevara

Año: 5to

Curso 2016-2017

PENSAMIENTO

“Habrá un antes y un después de la Revolución Energética”.

Fidel Castro Ruz

AGRADECIMIENTOS:

A mi madre y padre por su sacrificio incondicional por mi superación.

A mi hermano y a mi tío Alberto por ser mi máxima inspiración durante todos mis años de estudio.

A mi abuela por el cariño y comprensión durante mi carrera.

A mi abuelo por darme tan buenos consejos.

A todos mis amigos que durante estos 5 años hemos compartido muy buenos momentos.

Al colectivo de profesores de la carrera Ingeniería Mecánica por el honor de formarme como un profesional bajo tan respetado y admirado claustro.

A la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas por acogerme en su seno y pasar momentos inolvidables.

A todos muchas gracias.

Resumen

El sector turístico y en particular los establecimientos hoteleros constituyen un elemento clave en la economía cubana. Además del volumen de recursos humanos e ingresos generados, se ha de considerar que utilizan una notable cantidad de energía, que requiere un control de la demanda y el estudio de mejoras de su eficiencia. Una reducción en el consumo de estos edificios no solo supone la disminución de sus costes económicos y mejora de su competitividad; si no que implica minimizar el impacto energético y medioambiental asociado a la actividad turística.

En el presente trabajo se desarrolló un análisis energético integral al Hotel Villa Las Brujas Cayo Santa María, en el cual se hace referencia a la determinación de la demanda en las instalaciones del sector del turismo y se profundiza en la actualidad de la eficiencia energética tanto el ámbito internacional como nacional. Se puntualizó sobre los factores que influyen directamente sobre la demanda de energía y se comentó acerca de los portadores energéticos renovables que se pudieran utilizar en estas edificaciones con el fin de llegar al menor consumo de energía eléctrica generada por combustible emisores de gases de efecto invernadero. Se hace una descripción de un sistema de Gestión Total de Eficiencia Energética y se aplica las herramientas que este contiene determinando las áreas mayores consumidoras y el portador con mayor demanda. Se utiliza el programa informático RETScreen para realizar un análisis de los calentadores y paneles solares más eficientes y económicos para ser colocados sobre el establecimiento, con el fin de disminuir el consumo de electricidad y aumentar la eficacia de la instalación.

Summary

The tourism sector and in particular hotel establishments are a key element in the Cuban economy. In addition to the volume of human resources and revenues generated, they must be considered to use a significant amount of energy, which requires demand control and efficiency improvements. A reduction in the consumption of these buildings not only supposes the reduction of their economic costs and improvement of their competitiveness; If not that implies minimizing the energy and environmental impact associated with tourism.

In the present work an integral energy analysis was carried out to the Hotel Villa las Brujas Cayo Santa María in which reference is made to the determination of the demand in the facilities of the tourism sector and the current scope of energy efficiency International as national. The factors that directly influence energy demand were discussed and renewable energy carriers that could be used in these buildings were mentioned in order to reach the lower consumption of electricity generated by greenhouse gas emitters. A description of a Total Energy Efficiency Management system is made and the tools it contains are applied, determining the major consumer areas and the most demanded carrier. The RETScreen software is used to perform an analysis of the most efficient and economical solar heaters and panels to be placed on the premises, in order to reduce electricity consumption and increase the efficiency of the installation.

Índice

Introducción.	9
Capítulo 1: Gestión energética en el sector turístico.	12
1.1- Introducción.	12
1.2- Breve reseña sobre el crecimiento del sector energético en Cuba.	12
1.3- Actualidad de la gestión energética en el sector del turismo Internacional.	14
1.4- Actualidad nacional.	15
1.5- Gestión energética.	16
1.5.1- Métodos de gestión energética.	17
1.5.2- Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía.	18
1.6- Caracterización de la demanda de energía eléctrica.	19
1.6.1- Factores que influyen sobre la demanda de energía eléctrica.	20
1.7- Evaluación de la disponibilidad de recursos energéticos.	22
1.8- Energías renovables utilizadas en el mundo.	23
1.8.1- Energía eólica.	25
1.8.2- Energía solar.	25
1.8.3- Energía hidráulica.	26
1.8.4- Biomasa.	27
1.9- Disponibilidad de los portadores energéticos renovables en el hotel.	28
1.9.1- Energía solar térmica.	28
1.9.2- Energía solar fotovoltaica.	31
1.10- Conclusiones Parciales.	31
Capítulo 2: Metodología para la implementación de la Tecnología Gestión Total Eficiente de la Energética.	33
2.1- Introducción.	33
2.2- Conceptos básicos.	33
2.2.1- Indicadores Energéticos.	33
2.2.2- Grupo de Mejora	33
2.3- Etapas para la ejecución de un sistema de gestión energética.	34
2.4- Herramientas utilizadas para la consumación de la Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).	34
2.4.1- Diagrama de Pareto.	35
2.4.2- Histograma:	35

2.4.3- Selección Ponderada:	36
2.4.4- Gráficos de control:	36
2.4.5- Estratificación:	37
2.4.6- Diagrama Energético – Productivo.....	38
2.4.7- Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E – P vs. T).....	38
2.4.8- Diagramas de dispersión y correlación.....	39
2.4.9- Diagramas de consumo – producción (E vs. P).....	39
2.5- Herramientas de nivel medio.....	40
2.5.1- Prueba de la Necesidad.....	40
2.5.2- Auditorías energéticas:.....	41
2.6- Eficiencia energética.....	41
2.6.1- Objetivos de la implementación de la eficiencia energética.....	42
2.7- Software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen.....	42
2.8- Conclusiones parciales.....	43
Capítulo 3: Análisis energético integral del Hotel Villa Las Brujas.....	44
3.1- Introducción.....	44
3.2- Características del Hotel Villas Las Brujas.....	44
3.2.1- Historia del centro.....	45
3.2.2- Objeto Social.....	46
3.2.3- Misión.....	46
3.3- Implementación de las herramientas que conforman una TGTEE.....	46
3.3.1- Determinación de las áreas mayores consumidoras.....	47
3.3.2- Estructura de los consumos de energía eléctrica.....	49
3.4- Medidas propuestas para aumentar el ahorro de la electricidad en el hotel.....	52
3.5- Determinación de las áreas y disponibilidad de la energía solar para la instalación de celda fotovoltaica y calentadores de agua solares.....	52
3.6- Aplicación del software RETScreen para aumentar la eficiencia energética mediante el aprovechamiento de energía renovable.....	52
3.6.1- Análisis de proyecto de eficiencia energética mediante el software RETScreen.....	53
3.6.2- Análisis para la generación de electricidad.....	53
3.6.3-Análisis del proyecto para la generación de calor.....	56
Conclusiones generales.....	60
Recomendaciones.....	61

Bibliografía	62
Anexos	65

Introducción.

El turismo es una actividad económica que en las últimas décadas ha ganado gran protagonismo en muchos lugares del mundo, llegando a convertirse en una de las principales fuentes de ingresos para determinados destinos, como ha ocurrido en Cuba.

La actividad turística no es un fenómeno nuevo en Cuba. Desde finales del siglo XIX ya numerosos norteamericanos visitaban La Habana con motivos de paseos y negocio. En 1919 se crea la Comisión Nacional para el Fomento del Turismo y desde los años 30 del siglo XX el turismo internacional en Cuba se vio incrementado, en relación con una cierta prosperidad económica del país. Como es sabido, el turismo recibido por aquella época estaba vinculado fundamentalmente al juego y la prostitución, en gran medida por los turistas norteamericanos, entre 1930 y 1958, Cuba fue el principal destino turístico del Caribe. (Burgui, 2016).

Desde principios de los años noventa empiezan a incrementarse todos los indicadores turísticos. En 1990, Cuba recibía el 3% de los visitantes del Caribe, y en el 2003 recibió el 11%. El rápido crecimiento del turismo, junto al declive de la industria azucarera y de la agricultura, ha hecho que esta industria se haya convertido en el sector principal de la economía cubana desde 1990. Ya en 2009, según la Oficina Nacional de Estadísticas, Cuba recibió casi 2.500.000 de turistas. Los principales países de origen son Canadá, España, Italia y Reino Unido. (OptimaGrid, 2015).

Actualmente, Cuba se encuentra entre los primeros destinos turísticos de su entorno, dado que a los grandes atractivos naturales y paisajísticos se añade un acervo multicultural riquísimo, así como el interés que muchos turistas tienen por conocer más de cerca la historia y la situación real por la que atraviesa el país. (Zhou et al., 2016).

El ahorro de energía se ha transformado en una prioridad a nivel mundial, lo que se traduce en una mejor utilización de los recursos disponibles, ya sea para la generación de energía eléctrica como para su distribución y consumo. Además, esto supone un ahorro de recursos naturales para salvaguardar el medio ambiente y fomentar un desarrollo sustentable. Por este motivo, debemos ser responsables y hacer una utilización moderada de la energía. (Tejeda, 2016).

Actualmente la principal forma de obtención de electricidad es a partir de fuentes no renovables de energía. Producto del propio desarrollo y del uso desmesurado de esta energía se avizora, para un futuro cercano, lo que debe llamarse la extinción de estos combustibles por lo que se ha convertido en una premisa la búsqueda de alternativas: las fuentes renovables de energía y el mejor

aprovechamiento de esta. Un hotel muestra su calidad mediante los servicios que este pueda prestar a los clientes, estos dependen de las condiciones existentes en la instalación. Un componente alto en el costo de prestación de servicios es el costo energético.(Tejeda, 2016).

Para el análisis de la eficiencia energética en el sector hotelero se emplea con frecuencia el índice en kilowatt hora por habitación día ocupada (kWh/HDO).

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

El Hotel Villa Las Brujas, es el más antiguo en explotación y prestación de servicios en cuanto a turismo y alojamiento en el cayo, pero esto no implica que no pueda poseer un gran nivel de automatización y aprovechamiento de las energías renovables para la correcta prestación de servicios a los clientes mediante: el calentamiento de agua, la elaboración de los alimentos y el alumbrado, lo que evidencia el interés por el ahorro energético.

Según lo anteriormente mencionado, resulta necesario la realización de estudios energéticos integrales a las instalaciones de la industria turística. La determinación de la demanda eficiente a partir de los estudios de eficiencia energética, el comportamiento y las características de la demanda en función de los factores que sobre ella influyen y las acciones para alcanzarla permitirá verificar las potencialidades de participación de las energías renovables en el cubrimiento de la demanda energética con portadores de energía renovable. Por otro lado, la determinación de la disponibilidad de portadores energéticos, sus características y posibles tecnologías de transformación permitirá alterar la matriz energética del sector para así incrementar la sostenibilidad energética del mismo.

De esta manera puede concluirse que existe la necesidad de contar con un procedimiento que permita determinar la demanda eficiente de energía, la disponibilidad de portadores energéticos renovables y las tecnologías de transformación energéticas que permitirían aumentar la participación de las energías renovables en el sector del turismo.

HIPÓTESIS

El diagnóstico integral del comportamiento energético del Hotel Villa Las Brujas permitirá la obtención de una serie de resultados, mediante los cuales se podrán realizar nuevas inversiones en tecnologías altamente eficientes y el uso de fuentes renovables de energía, lo que puede contribuir al mejoramiento de los índices técnicos económicos con la consecuente mejora de su rentabilidad.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis energético integral en el Hotel Villa Las Bujas, que permita la determinación de la demanda eficiente de energía y empleo de fuentes renovables de energía con vistas a mejorar la gestión energética de la instalación y la reducción de los índices de consumo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una revisión bibliográfica sobre los métodos para la determinación y caracterización de la demanda energética en instalaciones del sector turístico, determinando los factores que influyen sobre la demanda de energía y además la evaluación de la disponibilidad de portadores energéticos renovables.
2. Propuesta de procedimiento integrado para la realización de estudios energéticos integrales para el sector turístico.
3. Validación del procedimiento, estudio del caso Hotel Villa Las Bujas.

Capítulo 1: Gestión energética en el sector turístico.

1.1- Introducción.

En la actualidad urge la necesidad de llevar a cabo una política energética orientada al ahorro y la eficiencia energética acorde con el desarrollo sostenible, fomentando las inversiones encaminadas a una disminución de los costos energéticos y la reducción del impacto ambiental originado por el uso de la energía.

La promoción de la eficiencia energética en todos los sectores de la economía nacional es una de las prioridades del proceso actual de reestructuración de la economía cubana, con el firme objetivo de disminuir la intensidad energética y actuar en la línea de los compromisos adquiridos, en relación a la disminución de gases de efecto invernadero y el desarrollo de fuentes de energía renovables.

1.2- Breve reseña sobre el crecimiento del sector energético en Cuba.

En enero de 1959 se abrió un nuevo capítulo en la historia del país, con el establecimiento de un gobierno revolucionario cuyo propósito declarado era efectuar profundas transformaciones sociales en pro de los sectores menos favorecidos de la población.

En armonía con aquel propósito, de inmediato se tomaron medidas para impulsar la electrificación rural, originalmente por medio de la Comisión Nacional de Fomento se establecieron nuevas normas y procedimientos tendientes a reducir el costo de las redes rurales de electricidad; se inició la fabricación en el país de postes de hormigón armado y lineajes para sustituir los que antes se importaban y se adiestraron antiguos guerrilleros de origen campesino como linieros. (Ecured, 2014).

Sobre tales bases, y por cuenta del Estado se llevó el servicio eléctrico a núcleos poblacionales en regiones apartadas. Al quedar la totalidad del servicio eléctrico en manos del Estado, a partir de 1960, la electrificación se orientó institucionalmente hacia fines del contenido eminentemente social de beneficio para la economía nacional. En particular se multiplicaron las redes eléctricas rurales contando al efecto con la colaboración voluntaria y desinteresada de no pocos linieros jubilados.

Desde entonces se han venido dando pasos para resolver la situación del resto de la población como son: plantas microhidroeléctricas, paneles fotovoltaicos y solares. Desde la década de los 80

se ha seguido la política de llevar la electricidad únicamente a los asentamientos poblacionales no solo por razones eléctricamente económicas sino con el fin de promover incluso en las zonas más alejadas una vida en comunidad que facilite el acceso a todos los beneficios sociales de que disfruta el resto de la población particularmente la educación y el servicio médico gratuito.

Ya en 1989 se obtiene una potencia instalada de 2 967, 5 MW, que es un 530% de incremento con respecto a 1959 que solo había una capacidad instalada de 470, 6 MW. El desarrollo de la industria eléctrica en Cuba se apoyó en un programa inversionista de construcción de varias termoeléctricas, lo que trajo consigo un salto en el incremento de las capacidades de generación y en la producción de energía eléctrica. (SIMÓN AGUSTÍN LARRAÍN VIAL, 2007).

Las principales termoeléctricas que tiene el país son: Máximo Gómez (Mariel), Antonio Guiteras (Matanzas), Carlos Manuel de Céspedes (Cienfuegos), 10 de Octubre (Nuevititas), Antonio Maceo (Santiago de Cuba), Santa Cruz (La Habana), Felton (Holguín), Otto Parellada (Ciudad de La Habana) y Antonio Maceo (Regla).

La producción de electricidad se divide en servicio público y a la autogeneración (le corresponde a los centrales azucareros, a las empresas productoras de níquel, y otras como el papel y el cemento). Con el derrumbe del campo socialista en Europa, se agudiza la situación económica en nuestro país y se ve seriamente afectado el sector energético, lo que provoca un llamado a crear una conciencia de ahorro de energía, y por ello se emiten diferentes programas electro energético.

Se implementa entonces una estrategia para cubrir la demanda de energía eléctrica y compensar la escasez de combustible, surge así el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), en el año 1997, el cual contribuyó a reducir las tasas de crecimiento, que en estos momentos registraba el consumo y la máxima demanda del sistema.

Según (Ecured, 2014) en Mayo del 2004 el Sistema Electro Energético Nacional se vio seriamente afectado, al producirse una avería durante un mantenimiento planificado de la termoeléctrica Guiteras, causando severas afectaciones a la economía nacional. En ese contexto surge, como iniciativa del Comandante en Jefe Fidel Castro, la llamada Revolución Energética.

Esta se basó en un programa de sustitución de las viejas Centrales termoeléctricas por generadores eléctricos, a fin de disponer de un sistema eléctrico sin fallas y suficiente para la nación, y en la renovación de los viejos equipos electrodomésticos. Sin embargo, lo que comenzó como solución a un problema crítico se ha convertido en una estrategia de empleo racional de la energía. El

objetivo fundamental de este proceso era transformar radicalmente el proceso de generación y ahorro de electricidad, el cual se inició aceleradamente en el 2005.

En los últimos años la sociedad cubana ha reducido su dependencia energética de los combustibles fósiles fomentando el uso de fuentes de energía alternativas y renovables. Es una tarea urgente debido a la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales, además, la sociedad no puede continuar desarrollándose a partir de fuentes de energía que se van agotando. (Lamar., 2012b).

1.3- Actualidad de la gestión energética en el sector del turismo Internacional.

El sector turístico en su conjunto y la industria hotelera en particular están protagonizando el despertar de un nuevo modelo de negocio basado en la sostenibilidad, la eficiencia energética, y la satisfacción del cliente. La fuerte competitividad entre destinos, y también entre empresas turísticas, ha impulsado un creciente interés del sector por la actividad de las empresas de servicios energéticos. En consecuencia, la sostenibilidad, considerada no solo desde el punto de vista medioambiental, sino, como un elemento más de mejora de la calidad de la oferta turística y de mejora de su competitividad, se está consolidando en todo el sector.(Tejeda, 2016).

El sector turístico se caracteriza por ser un consumidor intensivo de energía y de recursos que presenta unas fuertes expectativas de crecimiento. La Organización Mundial del Turismo (OMT) calcula en 74,4 MM los turistas que visitarán España frente a los 57 actuales para el año 2020 y, a nivel mundial, la cifra se verá incrementada en un 60%, hasta los 1.600 millones.(Shaikh et al., 2016)).

En la actualidad existe una marcada tendencia al crecimiento turístico y la sostenibilidad ha surgido como un elemento diferenciador entre destinos, pero en el futuro pasará a ser imprescindible. La gestión energética como herramienta trata de buscar de forma específica y eficiente, cada uno de los consumos de las distintas energías que se utilizan para la producción de calorías, frigorías, kilowatt hora (kW-h), etc., en un determinado edificio o industria, para la producción de calefacción, ventilación, aire acondicionado, calentamiento de piscinas, producción de vapor, refrigeración etc.(Jimenez, 2006).

De esta forma se someterá su consumo al mínimo y con ello los costos en \$/mes, manteniendo y mejorando las prestaciones que se requieren, pero respetando toda la normativa técnica, de seguridad y medioambiental en vigor, con el resultado de un importante ahorro de las energías

disponibles en razón de la sustitución de máquinas y/o componentes de tecnologías obsoletas, por otras nuevas de alto rendimiento.(María.” and David Bermúdez Cedeño, 2015).

De todo lo anterior se evidencia la importancia que poseen para las instalaciones hoteleras los diferentes sistemas eléctricos, sin los cuales las mismas no podrían funcionar, al mismo tiempo se imponen la necesidad de lograr una eficiencia energética que permita, sin afectar los intereses de los clientes consumir la energía realmente necesaria a un mínimo costo. Aunque los sistemas eléctricos que se utilizan son comunes para todas las instalaciones no siempre aparecen con la misma estructura porcentual en cuanto a su utilización. (Reguera, 2016).

Para aumentar la competitividad las empresas requieren optimizar su proceso productivo mediante:(Di Leo et al., 2015).

- Usando equipos de alta eficiencia como motores eléctricos, bombas, etc.
- Automatizando sus procesos mediante dispositivos electrónicos y de computación (microcontroladores, computadores, PLC, etc.).
- Reduciendo los costos vinculados con la continuidad del servicio y la calidad de la energía.
- Reduciendo las pérdidas de energía.
- Evitando los costos por sobredimensionamiento y tarifas.
- Evitando el envejecimiento prematuro de los equipos.

Medidas como regar el jardín con el agua acumulada a partir del aire acondicionado, la instalación de lámparas fluorescentes compactas o ahorrativas, el aprovechamiento de la luz natural en las áreas públicas e instalación de reductores de presión de agua, son algunas de las medidas implementadas por distintos hoteles. (Desarrollo, 2013).

1.4- Actualidad nacional.

El impulso de la eficiencia energética en todos los sectores de la economía nacional es una de las prioridades del proceso actual de reestructuración de la economía cubana, con el firme objetivo de disminuir la intensidad energética y actuar en la línea de los compromisos adquiridos, en relación con la disminución de gases de efecto invernadero y el desarrollo de fuentes de energía renovables.

Existe una tendencia al desarrollo de herramientas de gestión para el personal encargado de planificar y controlar el consumo de energía en instalaciones hoteleras, para lo cual han sido

elaboradas guías y procedimientos que apoyan esta tarea con el fin de lograr una mejor y más responsable utilización de este portador energético, aportando a su vez diferentes alternativas para la mejora de las instalaciones y dando a conocer las nuevas tecnologías que han surgido en el mercado.(Aceituno, 2011).

La generación eficiente de energía constituye uno de los motores que impulsan las transformaciones estructurales de la economía cubana que se desarrollan mediante la implementación de los Lineamientos aprobados en el Sexto Congreso del Partido.

Para hacer un uso eficiente de la energía y, como consecuencia, para ahorrarla, las acciones se centran en:

- ✓ Utilización racional de la energía.
- ✓ Recuperación de la energía.
- ✓ Sustitución de la energía

Debido a esto, según (S.A., 2011) una de las operadoras más importantes en el país “Gaviota S.A” solicita que en los hoteles, dichos procesos se utilicen de forma eficaz para lograr ahorros de cualquier portador. Para el país la crisis con los suministros energéticos ha repercutido en mayor o menor grado en todos los sectores de la actividad económica. Esta situación ha obligado al Estado a tomar diversas medidas y programas cuyo alcance ha sido sectorial y nacional.

El pago en divisas de los portadores energéticos ha promovido en muchas empresas el interés por buscar sistemas de administración de consumos más eficientes, y por invertir en tecnologías novedosas que con un menor gasto energético aporten mayor productividad como las basadas en energía renovable. Las condiciones de competitividad actual demandan una mayor eficiencia en la operación de los hoteles, siendo el más importante, entre otros parámetros, la relación entre costo/beneficio en la explotación del edificio. (María.” and David Bermúdez Cedeño, 2015).

1.5- Gestión energética.

La gestión energética en instalaciones empresariales incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización; actividades que se ponen en práctica a través de: la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización.

La Gestión Energética o Administración de Energía, abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para

satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. (María.” and David Bermúdez Cedeño, 2015).

Un sistema de gestión energética se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

Según (Aníbal Borroto Nordelo 1, 2005) los objetivos principales de la gestión de eficiencia energética.

- Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa no es sólo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo.
- Es más importante un sistema continuo de identificación de oportunidades que la detección de una oportunidad aislada.
- Para el éxito de un programa de ahorro de energía resulta imprescindible el compromiso de la alta dirección de la empresa con esa administración.
- Debe controlarse el costo de las funciones o servicios energéticos y no solo el costo de la energía primaria.
- El costo de las funciones o servicios energéticos debe controlarse como parte del costo del producto o servicio.
- Concentrar los esfuerzos en el control de las principales funciones energéticas.
- Organizar el programa orientado al logro de resultados y metas concretas.
- Realizar el mayor esfuerzo dentro del programa a la instalación de equipos de medición.

1.5.1- Métodos de gestión energética.

Los métodos de gestión energética aplicados hasta el momento a nivel mundial entienden necesario desarrollar una cultura organizacional para el uso eficiente de la energía energética a nivel empresarial. Estará dirigida en términos sectoriales estratégicos a lograr la sostenibilidad energética y ambiental de los procesos productivos, y en términos tácticos empresariales a incrementar el nivel de competitividad empresarial.(Anibal E. – Borroto Nordelo, 2013).

- ❖ Tiene como objetivos inmediatos: reducir costos, impacto ambiental y elevar competitividad.
- ❖ Son basados en el modelo general de mejora continua.

- ❖ El liderazgo de la implementación y aplicación del modelo está en la gerencia.
- ❖ Existe una entidad colectiva que dirige y evalúa la implementación y operación del modelo: Comité de Energía, Equipo de Mejora Energética u otras.
- ❖ Existe un representante de gerencia que organiza y controla las actividades del modelo en la empresa.
- ❖ Utilizan la figura de equipos de mejora temporales para implementar programas, tareas o medidas de eficiencia energética.
- ❖ Indican la necesidad de capacitación y /o entrenamiento de recursos humanos.
- ❖ Incluyen la necesidad de sistemas de información y divulgación de la Gestión Energética.
- ❖ La mayor parte de los modelos enfocan su gestión en cambios organizacionales, preparación de los Recursos Humanos, cambios tecnológicos, mantenimiento, mejora de equipos, cambios de los procedimientos operacionales y de gestión.

1.5.2- Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía.

La GTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas y software especializado, que, aplicadas de forma continua, con la filosofía de la gestión total de la calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía y a la reducción de los costos energéticos y la contaminación ambiental asociada.(Aníbal Borroto Nordelo 1, 2005).

Esta vía de gestión energética, además de obviar parte de las causas que provocan baja eficiencia energética en las empresas, generalmente tiene baja efectividad por realizarse muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y el equipamiento requerido, por limitaciones financieras para aplicar los proyectos; pero sobre todo, por no contar la empresa con la cultura ni las capacidades técnico administrativas necesarias para realizar el seguimiento y control requerido y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas. Las siguientes herramientas son utilizadas para establecer un sistema de gestión total eficiente de la energía. (Borroto, 2006).

1. Diagrama Energético – Productivo
2. Diagrama de Pareto
3. Histograma
4. Estratificación
5. Gráficos de Control
6. Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo

7. Diagramas de Dispersión y Correlación
8. Diagramas de Consumo – Producción
9. Diagrama Índice de Consumo – Producción
10. Gráfico de Tendencia o de Sumas Acumulativas

La elevación de la eficiencia energética puede alcanzarse por dos vías fundamentales, no excluyentes entre sí:

- Mejor gestión energética y buenas prácticas de consumo.
- Tecnologías y equipos eficientes.

Cualquiera de las dos reduce el consumo específico, pero la combinación de ambas es la que posibilita alcanzar el punto óptimo.(Borroto, 2006).

1.6- Caracterización de la demanda de energía eléctrica.

Demanda: Es la cantidad de potencia que un consumidor utiliza en un período de tiempo. La demanda de una instalación eléctrica en los terminales receptores, es tomada como un valor medio en un intervalo determinado. El período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda. La duración que se fije en este intervalo dependerá del valor de demanda que se desee conocer. Para establecer una demanda es indispensable indicar el intervalo de demanda ya que sin él no tendría sentido práctico. La demanda se puede expresar en kVA, kW, kVAR, A, etc. La variación de la demanda en el tiempo para una carga dada origina el ciclo de carga que es una curva de carga (Demanda vs tiempo). (RAMÍREZ, 2013).

La demanda energética de una instalación es la energía que este requiera para que en su interior un usuario pueda disfrutar de unas determinadas condiciones de confort. Esta energía incluirá entre otras, la energía necesaria para la calefacción, la ventilación, refrigeración, producción de agua caliente y la iluminación. Salvo excepciones se consume más energía que la estrictamente requerida por el sistema para suministrar la demanda. (Juan Carlos de Pablo Olaiz, 2014).

(SIMÓN AGUSTÍN LARRAÍN VIAL, 2007) dice que en los hoteles varía considerablemente la demanda de energía dependiendo de los meses, en temporada de altos ingresos de clientes el consumo de iluminación, agua caliente y climatización aumenta significativamente con respecto a los meses de poco acceso de clientes a la instalación por lo que la demanda se puede clasificar básicamente de dos tipos:

- Luminosa, para los requerimientos de confort lumínico.
- Eléctrica, para las aplicaciones (diferentes aparatos) con alimentación eléctrica como pueden ser los utilizados para la cocina, los calentadores eléctricos y los de refrigeración.

La demanda energética dependerá de factores como el tipo de hotel, localización, categoría o los servicios que ofrece, e influirá en el tipo de energía consumida: térmica o eléctrica.

Teniendo en cuenta los servicios que puede ofrecer un hotel, la distribución del consumo energético se reparte generalmente entre:

- ✓ Instalaciones térmicas de calefacción y refrigeración (45%).
- ✓ Instalaciones de producción de agua caliente sanitaria (ACS) (23%).
- ✓ Instalaciones de iluminación (15%).
- ✓ Servicio de lavandería y cocina (12%).
- ✓ Otros (5%).

El gasto de energía de sus instalaciones puede representar entre un 3-6% del total de los costos de explotación. Por otro lado, parece que también existe un desconocimiento de las instalaciones energéticas y su gestión, por parte de los empresarios y trabajadores que las utilizan. Esto significa que el nivel de eficiencia energética de los hoteles actuales es bajo.

1.6.1- Factores que influyen sobre la demanda de energía eléctrica.

Es importante conocer las variables que influyen en el consumo de energía eléctrica en los hoteles para de esa forma tratar de abatir el impacto de ellas sobre el consumo total. En países como Cuba, donde las temperaturas exteriores son elevadas y los niveles de confort son los mismos para todas las personas, algunas de las variables de mayor incidencia en el consumo de electricidad son:(Desarrollo, 2013)

Categoría: En función de la categoría de la instalación turística son diferentes los estándares de calidad y oferta que debe recibir el cliente. El nivel de equipamiento tecnológico no es el mismo, por ejemplo, en hoteles hasta 3 estrellas son utilizados equipos climatizadores de ventana a diferencia de los equipos centralizados utilizados en hoteles 4 y 5 estrellas y si se conoce que la carga fundamental en los hoteles es la climatización ello implicará una diferencia sustancial al analizar los indicadores de los diferentes hoteles.

Tipo de turismo: El máximo consumo de energía de una habitación lo representa la climatización seguido por la iluminación y en ambos casos el consumo o no de la energía eléctrica depende del

régimen de explotación a que es sometida, la cantidad de turistas y el tiempo de estancia en ella, costumbres y hábitos de consumo de cada turista

Factores geográficos: Las características de consumo de energía eléctrica de una zona de consumo varían con la temperatura, humedad y velocidad de viento, las cuales son distintas para cada estación del año y zona geográfica donde se encuentre.

Todos los factores climáticos afectan la demanda de electricidad pero entre todos la temperatura es el más relevante debido a que los consumidores tienen comportamientos diferentes dependiendo de esta variable, es decir, en ciudades calurosas se incrementa el uso de aire acondicionado, ventiladores y refrigeradores mientras que en ciudades frías existe una mayor utilización de calentadores de agua y calefacción, incrementándose el consumo de electricidad en verano o invierno respectivamente. (María.” and David Bermúdez Cedeño, 2015).

Clima: Como antes se ha mencionado los factores climáticos inciden el comportamiento de la demanda de electricidad. Cuba es un país que se encuentra en el trópico por lo que no desarrolla estaciones climáticas, pero su relieve le permite diversas temperaturas. La causa de mayor variabilidad climática en el país se debe al fenómeno conocido como "el Niño" y su fase opuesta "la Niña".

Hábitos de consumo: Este factor abarca el comportamiento de la población en cuanto al consumo de electricidad debido a la carencia de cultura de ahorro o consumo eficiente del servicio, frecuencia de utilización de electrodomésticos, dispositivos de cómputo y comunicación principalmente, también incluye las conductas adoptadas por los consumidores en días festivos, laborales, fines de semana con festivos, semana santa o vacaciones.

Utilización de terrenos: Este aspecto es importante pues se parte del hecho que al construirse o utilizarse más terrenos entonces habrá un incremento de la demanda de electricidad, en este factor se relacionan los datos de oferta y demanda del suelo para urbanizaciones, parques, avenidas, centros comerciales entre otros y posteriormente se transforma en información de demanda eléctrica, a través de las curvas de carga características. Entre los métodos de pronóstico de demanda de energía eléctrica se encuentra, un método que utiliza el uso de la Tierra para determinar la demanda futura de electricidad.

1.7- Evaluación de la disponibilidad de recursos energéticos.

Experiencias internacionales demuestran que una instalación hotelera que funcione eficientemente, desde el punto de vista energético, debe consumir entre 5 y 7 % de sus ingresos para cubrir los gastos energéticos, indicador que varía en función del tipo de hotel y la categoría que ellos posean, así como del tipo de servicio que se ha de prestar.(Hong et al., 2015).

En Cuba, en las cadenas Cubanacán, Gran Caribe, Gaviota, Isla Azul y Horizontes, este indicador oscila entre 8 y 16 % y puede llegar hasta 20 % en hoteles que tienen una infraestructura muy atrasada de su equipamiento tecnológico (aires acondicionados de baja eficiencia como los BK 1500 y BK 2500, que unidos al consumo de energía producen altos niveles de ruidos y bajo confort) y bajos niveles de comercialización.(Medina).

Indicadores energéticos utilizados por las diferentes cadenas hoteleras cubanas. Ver tabla 1.

Tabla 1.1: Indicadores energéticos.

Cadena hotelera	Electricidad en kW.h/HDO	Agua M ³ /HDO	Diésel L/HDO	GLP L/HDO
Gran Caribe	14-30	0.8-1	0.65-0.7	1.9
Horizontes	35-40	0.8-1	2.5	1.9-2
Gaviota	35-40	0.8-1	2-3.5	1.9-2
Cubanacán	30-60	0.8-1	-	1.5-2
Isla Azul	27-60	0.8-1	2-2.5	1.5-2

Los principales portadores energéticos no renovables utilizados en el sector turístico:

- 1 Electricidad
- 2 Gas licuado
- 3 Diésel
- 4 Aceites
- 5 Gasolina
- 6 Grasas

Debido al agotamiento y el poder de contaminación que poseen estos portadores se está provocando un auge que promueve el uso de las energías renovables, las cuales no son más que un recurso natural que se puede restaurar por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo por los seres humanos. La radiación solar, las mareas, el viento y la energía hidroeléctrica

son recursos perpetuos que no corren peligro de agotarse a largo plazo. Los recursos renovables también incluyen materiales como madera, papel, cuero, etc. si son cosechados en forma sostenible. (Juan Sebastian Gómez M. a* 2015).

1.8- Energías renovables utilizadas en el mundo.

La energía renovable es cualquier forma de energía de origen solar, geofísico o biológico que se renueva mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su tasa de utilización. Se obtiene de los flujos continuos o repetitivos de energía que se producen en el entorno natural y comprende tecnologías de baja emisión de carbono, como la energía solar, la hidroeléctrica, la eólica, la mareomotriz y del oleaje, y la energía térmica oceánica, así como combustibles renovables tales como la biomasa. Para una descripción más detallada, véanse tipos específicos de energías renovables que aparecen en este glosario como, por ejemplo, la biomasa, la energía solar, la energía hidroeléctrica, la energía oceánica, la energía geotérmica o la energía eólica.

Es fundamental que la sociedad vaya reduciendo su dependencia energética de los combustibles fósiles fomentando el uso de fuentes de energía alternativas y renovables. Es una tarea urgente debido a la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales, además, la sociedad no puede continuar desarrollándose a partir de fuentes de energía que se van agotando. El uso de combustibles fósiles (carbón y petróleo fundamentalmente) no se ajusta a la idea de un desarrollo sostenible. Son numerosos los efectos negativos que su uso provoca tanto en la calidad del aire como en la salud pública, además del agravante problema del calentamiento del planeta. (Ayoub et al., 2014).

Utilizar fuentes de energías renovables ayudará a asegurar el abastecimiento de energía en el futuro y a reducir el impacto del hombre en el medio ambiente.

El aprovechamiento por el hombre de las fuentes de energías renovables (especialmente la solar, eólica e hidráulica) data de épocas antiguas, aunque en los últimos años, debido al incremento del precio de los combustibles fósiles y a los graves problemas medioambientales derivados de su explotación, estamos frente a un renacimiento de este tipo de energías. El desarrollo de las energías renovables tiene su origen en la crisis del petróleo de la década de los años 70, cuando la sociedad empezó a tomar conciencia de que los recursos fósiles se agotarían algún día y que su uso continuado podría desestabilizar los ecosistemas naturales del planeta y el clima global. (Colmenar-Santos et al., 2014).

Según el proyecto europeo Hotel Energy Solutions -HES-, la capacidad de energías renovables está aumentando en todo el mundo, contando con 280 GW durante el año 2014 (excluyendo las grandes centrales hidroeléctricas), lo que representa un aumento del 75 % en relación al año 2008. (Hong et al., 2017).

Además del uso directo de la energía solar, la mayoría de las fuentes de energía renovable se originan en la radiación solar: la energía hidráulica es originada por el ciclo hidrológico; la energía eólica es originada por las corrientes de aire caliente provocadas por la luz solar que calienta más los trópicos que las regiones polares, relacionada con esta la energía undimotriz (olamotriz) generada por las olas que son provocadas por el viento; y la energía de biomasa que es originada por la fotosíntesis en las plantas. Existen otras dos fuentes de energía renovables que no dependen de la radiación solar: la energía mareomotriz y la energía geotérmica.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que, bajo la denominación de energías renovables, se engloban una serie de fuentes energéticas que a veces no son nuevas (como la leña o las centrales hidroeléctricas), ni renovables en sentido estricto (que si la tasa de utilización es mayor a la de renovación no se puede operar de forma renovable), y, en algunos casos, incluso su impacto ambiental puede llegar a ser importante (por ejemplo, embalses para usos hidroeléctricos o los monocultivos de biocombustibles).

En cuanto a las energías renovables aplicables al turismo, según la OMT (Organización Mundial del Turismo), 2014 explica varios estudios que han explorado hasta dónde las fuentes de energías renovables pueden ser utilizadas por el turismo, arribando a la conclusión de que el uso de fuentes de energías renovables es generalmente factible económica y técnicamente, por lo que este sector en Cuba está invirtiendo en este recurso por las beneficencias que genera.(Shaikh et al., 2016).

Estas fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes. Entre las primeras podemos mencionar las provenientes de: el viento (energía eólica), el calor de la Tierra (energía geotérmica), los ríos y corrientes de agua dulce (energía hidráulica o hidroeléctrica), las olas (energía undimotriz), los mares y océanos (energía mareomotriz) y la que nos brinda el Sol (energía solar).

Algunas de las energías renovables existente son:

1.8.1- Energía eólica.

La energía que genera el viento se usa con distintos propósitos, como la generación de electricidad, carga de baterías o el bombeo de agua. Las turbinas movidas por el viento convierten la energía cinética en otras formas de energía. Las grandes turbinas modernas se utilizan en sistemas de abastecimiento general en grandes extensiones de tierra con molinos de viento para producir energía eléctrica (parques eólicos). Las pequeñas turbinas (micro turbinas eólicas) se usan para abastecer a propietarios de viviendas para cubrir algunas necesidades energéticas o, incluso, y dependiendo del tamaño, para que un edificio genere parte de su propia energía. (Lamar., 2012a).

La energía eólica es de interés para aquellas áreas con velocidades del viento en promedio de más de 5 - 5,5 metros por segundo. Hay diferentes sistemas para la energía eólica, desde aquellos de pequeña escala a mediana escala (100-700 kW.) y los de gran escala (más de 5 MW de salida). Los negocios turísticos requieren aplicaciones pequeñas (energía mini eólica, utilizando micro turbinas eólicas), a no ser que una región invierta colectivamente en unidades mayores. Los requisitos más importantes en instalaciones de aplicaciones pequeñas son la simplicidad en el diseño, la fiabilidad y la limitación de las emisiones acústicas. Aparte, son equipos que pueden trabajar con velocidades de viento bajas, lo que supone una ventaja sobre las grandes turbinas. (María Victoria Lucarelli Lasalvia, 2010)

Sin embargo, se debe comparar estos sistemas con los sistemas de energía solar para ver cuál es más conveniente. Por otro lado, aunque los molinos de viento producen electricidad sin causar contaminación, a veces son criticados por otros impactos medioambientales, por ejemplo las afectaciones de ruido o visuales. Asimismo, la energía eólica tiene la desventaja de que es necesario tener el respaldo de otras fuentes de energía en los períodos en los que la velocidad del viento es insuficiente, además, necesita un mayor mantenimiento que los sistemas de energía solar.(Lamar., 2012a).

1.8.2- Energía solar.

La energía solar es la radiación térmica que emite la capa externa del Sol. En la vecindad inmediata de la atmósfera de la Tierra, esa radiación, denominada irradiancia solar, tiene una magnitud de 1.367 W/m^2 , en promedio, respecto de una superficie perpendicular a los rayos solares. Al nivel del terreno (especificado por lo general como el nivel de una superficie marina situada directamente bajo el Sol), la irradiancia resulta atenuada por la atmósfera, quedando reducida a unos 1.000 W/m^2 con cielo despejado y en torno al mediodía (situación que se denomina ‘a pleno

sol'). En el exterior de la atmósfera, la energía del Sol es transportada mediante ondas electromagnéticas con longitudes de onda de entre 0,25 y 3 μm . (María Victoria Lucarelli Lasalvia, 2010).

Esta fuente de producción energética se clasifica en cuatro grandes tipos de energía solar: 1) la energía solar térmica, utilizada para la calefacción activa y pasiva de edificios, el calentamiento del agua en viviendas y comercios, el calentamiento de piscinas y la obtención de calor para los procesos industriales; 2) la generación de electricidad fotovoltaica por conversión directa de la luz solar mediante células fotovoltaicas; 3) la generación de electricidad mediante la energía por concentración para obtener, por medios ópticos, fluidos o materiales a alta temperatura que alimentan motores y generadores eléctricos, y 4) técnicas que utilizan la energía solar para producir combustibles utilizables.

1.8.3- Energía hidráulica.

La energía potencial acumulada en los saltos de agua puede ser transformada en energía eléctrica. Las centrales hidroeléctricas aprovechan la energía de los ríos para poner en funcionamiento unas turbinas que mueven un generador eléctrico. Uno de los recursos más importantes cuantitativamente en la estructura de las energías renovables es la procedente de las instalaciones hidroeléctricas, una fuente energética limpia y autóctona, pero para la que se necesita construir las necesarias infraestructuras que permitan aprovechar el potencial disponible con un costo nulo de combustible. El problema de este tipo de energía es que depende de las condiciones climatológicas. (Colmenar-Santos et al., 2014).



Ilustración 1.1: Hidroeléctrica (Presa de las Tres Gargantas).

En este caso un ejemplo de hotel que utiliza esta energía está el Hotel Hanabanilla situado al sur de la provincia, en la región montañosa del municipio Manicaragua. El cual por sus condiciones naturales posee un embalse en sus cercanías, el cual tiene instalada la mayor central hidráulica del país.

1.8.4- Biomasa.

La palabra “biomasa”, como se utiliza en la actualidad, no se refiere a los combustibles fósiles, sino al material producido sobre la Tierra por los procesos de crecimiento biológico en el presente. La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis vegetal, que a su vez es desencadenante de la cadena biológica. Mediante la fotosíntesis las plantas que contienen clorofila transforman el dióxido de carbono y el agua de productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y a su vez sirven de alimento a otros seres vivos.(Desarrollo, 2013)

El aprovechamiento de la biomasa con fines energéticos tiene dos vertientes: valorización energética de desechos y cultivos energéticos.

La civilización actual genera continuamente grandes cantidades de residuos. La mayoría de estos son residuos orgánicos, que se conocen como “Biomasa residual” y que es un enorme potencial para producción de energía. Los procesos de conversión de la biomasa a energía se clasifican según las características físicas, químicas y energéticas de la materia orgánica que hay que convertir.

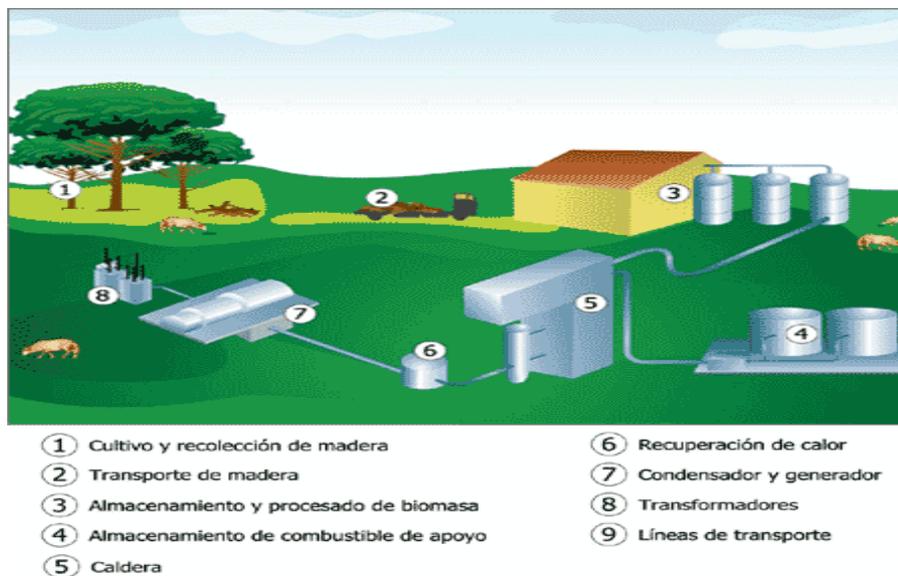


Ilustración 1.2: Producción de energía a partir de la biomasa.

Con la utilización de los portadores energéticos renovables en el sector del turismo, este será mucho más factible para las empresas que lo dirigen, y podrán realizar mayores inversiones en cuanto a calidad del servicio se refiera.

1.9- Disponibilidad de los portadores energéticos renovables en el hotel.

Por las condiciones existentes en Cuba, la energía solar sería el único portador energético renovable que se podría utilizar en la instalación hotelera objeto de estudio. Mediante esta forma de energía se pondrían en uso, en el establecimiento los diferentes equipos necesarios como colectores solares y celdas fotovoltaicas para la contribución de un aumento de la gestión de eficiencia energética. A continuación se expondrá las funcionalidades de estos equipos.

1.9.1- Energía solar térmica.

El componente principal de los sistemas activos de energía solar térmica es el colector solar. Un colector solar de placa consiste en una plancha de color negro provista de conducciones por las que circula el fluido que se calentará.

Los sistemas de energía solar térmica son los más comúnmente utilizados en turismo, éstos suponen un gran ahorro energético pues la tecnología está bien desarrollada y pueden instalarse con rapidez. Sin embargo, hay una alta dependencia al buen acceso a la insolación o incidencia solar, algo que no es posible si las edificaciones contiguas lo impiden. Dependiendo del clima, los calentadores de agua solares pueden proveer por lo menos la mitad de los requerimientos de agua caliente de un establecimiento a lo largo del año. Puede ser que se necesite calor adicional en los días nublados, cuando la demanda de agua caliente es alta o en invierno.

Según (Martínez-Molina et al., 2016) los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son:

1. Sistema de captación formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido que circula por ellos; según la localización del hotel y la estación del año será la inclinación que deberán tener los captadores solares; la superficie de captación depende de la demanda.
2. Sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente producida durante el día para suministrar en horas nocturnas y a la mañana del día siguiente; el depósito de acumulación puede incorporar una resistencia eléctrica en su parte superior para calentar agua en períodos de días nublados.

3. Circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de realizar el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación; dependiendo del lugar en el que esté ubicado el hotel, a veces se recomienda el uso de aditivos en el circuito para evitar corrosión y congelamiento en invierno; sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores al agua caliente que se consume.
4. Entre otros está el sistema de regulación y control que se encarga de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.; adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

En cuanto a los captadores o colectores solares, que son el tipo de placa solar que acumula calor para transmitírselo al fluido (agua de los grifos, duchas y circuitos de calefacción) se clasifican en dos grupos principales:

- Colectores sin concentración: utilizados para aplicaciones de energía solar térmica de baja temperatura (menos de 70° C aproximadamente). Un ejemplo de aplicación sería la producción de agua caliente sanitaria. Tienen mayor aplicación en edificaciones que los otros colectores. Los tipos de colectores solares sin concentración (Ver anexo 1) utilizados para la producción de agua caliente sanitaria pueden ser:
 - Colectores solares de placa plana: usan placas planas para recibir el calor del sol y transferirlo al fluido. Generalmente se utilizan para tener agua caliente sanitaria y para calefacción solar. En ocasiones también se utilizan para climatizar piscinas.
 - Colectores solares de tubos de vacío: en ellos se ha hecho el vacío en el espacio que queda entre el cristal protector y la superficie absorbente.
 - Colectores cónicos o esféricos: funcionan como unidad de captación y de almacenamiento simultáneamente.
 - Colector solar termosifónico: son colectores que funcionan sin bomba.
- Colectores de concentración: mediante métodos ópticos concentran los rayos solares para calentar el fluido por encima de los 70 ° C. Se aplican en la energía solar térmica de media y alta temperatura. No tienen mucha aplicación en el turismo.

Asimismo, hay dos tipos de paneles solares térmicos: los paneles solares térmicos tradicionales y los paneles solares termodinámicos que combinan la tecnología de los paneles solares térmicos tradicionales con bombas de calor, de manera que se genera mucho más calor que en los paneles solares térmicos normales, sin embargo, son sistemas costosos que suelen ser útiles en lugares donde no es posible captar suficiente radiación solar. Si el clima es favorable se utilizan solamente paneles solares térmicos tradicionales. Por último, también se puede utilizar la energía solar térmica para refrigeración del hotel.

Un sistema tipo de esta clase, usa la producción de temperaturas altas que aportan los colectores planos de alta eficiencia o los tubos de vacío para alimentar una bomba de calor por absorción. Si bien todavía no es usada ampliamente, la refrigeración solar tiene un enorme potencial de futuro.(Lamar., 2012a).



Ilustración 1.3: Colectores solares.

Los colectores planos se utilizan habitualmente para calentar agua con fines residenciales y comerciales, pero pueden ser utilizados también como dispositivos de calefacción solar activa para proporcionar calor ambiental en el interior de los edificios. Es posible también obtener refrigeración solar, utilizando el calor de los colectores para generar ciclos de refrigeración por absorción. Otras aplicaciones del calor solar son los procesos para el cocinado.

Para abastecer los períodos diurnos y nocturnos o los períodos cortos de cielo nublado, el calor generado se almacena generalmente en depósitos de agua. Utilizando otras fuentes de energía como suplemento, este tipo de sistemas abastece normalmente entre un 40% y un 80% de la demanda de energía térmica de la aplicación final.

1.9.2- Energía solar fotovoltaica.

El procedimiento de conversión fotovoltaica, consiste en situar bajo el sol una lámina fina de material semiconductor (por ejemplo, el silicio). La lámina, denominada también ‘célula’, consta de dos capas diferenciadas que contienen silicio sembrado de impurezas (una capa de tipo “n” y otra de tipo “p”), con una superficie de contacto común.

Los fotones solares que llegan a la célula generan pares electrón-hueco separado espacialmente por un campo eléctrico interno en la interfaz. Se crean de ese modo cargas negativas en un lado de la superficie de contacto, y positivas en el otro. La separación de cargas crea una tensión eléctrica. Al conectar a una carga ambos lados de la célula iluminada, la corriente fluye a través de la carga de uno a otro lado de la célula, generando así electricidad.

La explotación de las propiedades fotovoltaicas para la obtención de energía útil implica algo más que células y módulos; el sistema fotovoltaico, por ejemplo, contendrá frecuentemente un inversor que convierta la corriente continua generada por las células en corriente alterna, compatible con la mayoría de las redes y aparatos. En las aplicaciones no conectadas a la red, los sistemas pueden contener dispositivos de almacenamiento (por ejemplo, baterías). Se está intentando mejorar la fiabilidad de esos dispositivos, reducir su costo y prolongar su vida útil, para que sean del mismo orden de magnitud que los de los módulos.

Los sistemas fotovoltaicos pueden clasificarse en dos grandes grupos, según estén o no conectados a la red. Los sistemas conectados a la red se clasifican, a su vez, en dos tipos: distribuidos y centralizados. Los sistemas distribuidos están constituidos por un gran número de pequeñas centrales eléctricas locales, algunas de las cuales suministran electricidad principalmente a un cliente, mientras que la electricidad restante alimenta la red. Los sistemas centralizados, en cambio, funcionan como grandes centrales eléctricas. Los sistemas no conectados abastecen por lo general a un cliente único o a un pequeño grupo de clientes y a menudo necesitan de un elemento de almacenamiento eléctrico o un generador eléctrico auxiliar.

1.10- Conclusiones Parciales

- 1- La demanda energética en el sector del turismo varía considerablemente dependiendo de los meses, en temporada de altos ingresos de clientes el consumo de iluminación, agua caliente y climatización aumenta significativamente con respecto a los meses de poco acceso de clientes.

- 2- Los factores que pueden llegar a influir en la demanda de una instalación turística pueden ser: categoría de la instalación, tipo de turismo, factor geográfico, clima etc.
- 3- Los portadores energéticos renovables que se pueden utilizar son la energía: solar, la biomasa, eólica y la hidráulica.

Capítulo 2: Metodología para la implementación de la Tecnología Gestión Total Eficiente de la Energética.

2.1- Introducción.

Las Tecnologías de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), han demostrado la posibilidad de reducir los consumos energéticos de las empresas, fundamentalmente con medidas técnico-organizativas de baja inversión, así como organizar el control, gestión de ahorro y conservación de los portadores energéticos, identificando el grupo de soluciones técnicas más favorables a los problemas de suministro de energía.

Esta tecnología consiste en la aplicación de herramientas técnico-organizativas que, aplicadas de forma continua con la filosofía y procedimientos de la gestión total de la calidad, permiten identificar y utilizar todas las oportunidades de ahorro, conservación de energía y reducción de los gastos en los distintos sistemas energéticos de un hotel.

2.2- Conceptos básicos.

A continuación, se describen algunos conceptos importantes a tener en cuenta al momento de implementar la tecnología.

2.2.1- Indicadores Energéticos.

Para evaluar el desempeño o eficiencia de un proceso, se debe relacionar la cantidad de servicio prestado con la cantidad de energía consumida, estas relaciones llevan por nombre indicadores energéticos. Si se consumen diferentes tipos de energía para un mismo producto debe determinarse el consumo equivalente haciendo compatibles los diferentes tipos, este índice permite su comparación con las normas de consumo establecidas para la empresa.(RESTREPO, 2003).

2.2.2- Grupo de Mejora

Este grupo establece determinada organización en la empresa que facilita la ejecución de las TGTEE, esta organización debe combinar los aspectos propios de una estructura formal o funcional existente, con los de otra de carácter informal no descrita en el organigrama general de la empresa, que permite gran flexibilidad al operar.

Estos grupos desarrollan diferentes tipos de funciones como.

- Elaborar el programa de gestión.
- Establecer metas de eficiencia energética.

- Evaluar técnica y económicamente las medidas de incremento de la eficiencia,
- Evaluar, diagnosticar y dar prioridades a los problemas vitales.
- Diseñar e implantar un sistema de inspección al programa de gestión que opere de forma continua.

2.3- Etapas para la ejecución de un sistema de gestión energética.

En general, en todos los sistemas de gestión energética o de administración de energía se pueden identificar tres etapas fundamentales:

- Análisis preliminar de los consumos energéticos.
- Formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía (Planes de Acción).
- Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

Actividades a realizar.

- Recopilación de información y datos.
- Diagnóstico de recorrido en las instalaciones de la empresa.
- Entrevistas a dirigentes, técnicos, operadores y obreros de la empresa.
- Procesamiento de la información.
- Elaboración del Informe Final de la Prueba de la Necesidad.

El análisis preliminar de los consumos energéticos: tiene como objetivo esencial conocer si la empresa efectivamente se viese significativamente beneficiada si implantara un sistema de gestión energética que le permitiera abatir costos por sus consumos de energía, alcanzar una mayor protección ante los problemas de suministro de la energía, reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de sus productos o servicios, y de esta forma elevar sus beneficios.(RESTREPO, 2003).

Contar con un buen sistema de gestión energética resulta particularmente importante para las industrias energointensivas, y en general, para las empresas en las cuales la facturación por energéticos puede llegar a representar una elevada fracción de los gastos totales de operación.

2.4- Herramientas utilizadas para la consumación de la Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).

El propósito de utilizar estas herramientas es que, a partir de datos de consumo y producción suministrados por la empresa, se puedan generar, por una parte, las condiciones de operación típicas para la empresa, y por otra, indicadores de comparación. Según (MONTEAGUDO YANES, 2005) las herramientas básicas fundamentales son las siguientes:

2.4.1- Diagrama de Pareto:

Este está inspirado en el principio conocido como pocos vitales y muchos útiles. Ley 80-20 que reconoce que en los procesos hay unos pocos elementos o causas realmente importantes (20%) que generan la mayor parte del efecto (80%). En otras palabras, del total de problemas que causan la baja o no deseada eficiencia energética de una empresa, solo unos cuantos de ellos afectan de manera vital su competitividad.

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por ciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

La utilidad del diagrama de Pareto es identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como pueden ser; los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos, la de predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce, y la de determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

2.4.2- Histograma:

El histograma es una representación gráfica de la distribución de uno o varios factores que se confeccionan mediante la representación de las medidas u observaciones agrupadas en una escala sobre el eje vertical. El histograma que se presenta más a menudo es aquel que tiene un valor central donde se agrupa el mayor número de observaciones y con frecuencia decreciente a ambos lados del mismo, este se define como “distribución normal”. El histograma permite:

- Obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema.
- Mostrar el resultado de un cambio del sistema.
- Identificar anomalías examinando la forma.
- Comparar la variabilidad con los límites de especificación.

2.4.3- Selección Ponderada:

Es un método que permite a un grupo determinar una escala de prioridad en una lista de elementos no cuantificados, cuya importancia relativa es mensurable solamente a través de las opiniones de distintas personas experimentadas.

2.4.4- Gráficos de control:

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto “Pareto”, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir, existe un valor medio (M) del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar (3σ) del valor medio. (MONTEAGUDO YANES, 2005)

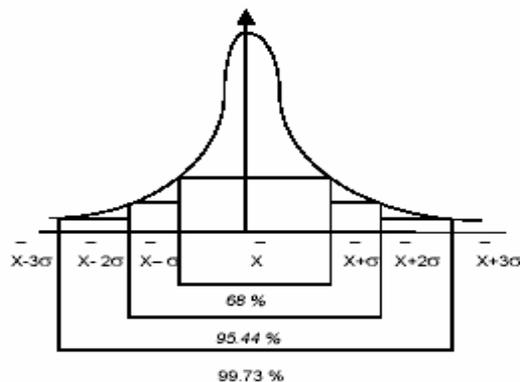


Ilustración 2.1: Campana de Gauss.

Este comportamiento (que debe probarse en caso que no exista seguridad que ocurra) permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influyan en desviaciones del parámetro de salida controlado. El gráfico consta de la línea central y las líneas límites de control. Los datos de la variable cuya estabilidad se quiere evaluar se sitúan sobre el gráfico.

Si los puntos situados se encuentran dentro de los límites de control superior e inferior (ver figura 6), entonces las variaciones proceden de causas aleatorias y el comportamiento de la variable en cuestión es estable. Los puntos fuera de los límites tienen una pauta de distribución anormal y

significan que la variable tuvo un comportamiento inestable. Investigando la causa que provocó la anomalía y eliminándola se puede estabilizar el proceso. Para calcular el valor medio, la desviación estándar y los límites de control se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$LCS = \bar{X} + 3\sigma \text{ límite de control superior de } \bar{X}$$

$$LCS = \bar{X} - 3\sigma \text{ límite de control superior de } \bar{X}$$

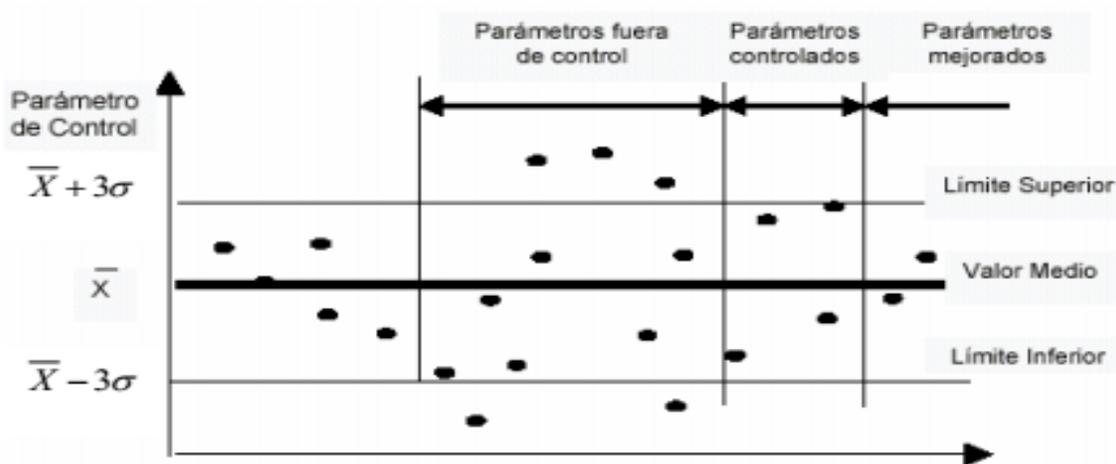


Ilustración 2.2: Gráfico de control.

La utilidad de los gráficos de control es conocer si las variables evaluadas están bajo control o no, conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control, identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos, y conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

2.4.5- Estratificación:

Esta se utiliza cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto, aplicando sucesivamente Pareto a estratos más profundos de la causa general. La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo

particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y otras herramientas de descripción de efectos.

La estratificación es un método de análisis, no consta de un diagrama particular. Consiste en utilizar las herramientas de diagramas para profundizar en las capas interiores de las causas. Si se estratifica un diagrama de Pareto, en cada capa se utiliza un diagrama de Pareto para encontrar las causas particulares más influyentes en el efecto estudiado. Si se estratifica un gráfico de control, se subdivide el gráfico en períodos, máquinas, áreas, etc., para encontrar la influencia de estos elementos en la variabilidad del gráfico. Si se aplica la estratificación a un diagrama de dispersión, se agrupan los puntos por materiales, fabricantes, períodos, etc., para encontrar las causas de una alta dispersión, etc.

2.4.6- Diagrama Energético – Productivo.

Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de materiales (incluidos residuos) y de energía, con sus magnitudes características para los niveles de producción típicos de la empresa. También en el diagrama se muestran los niveles de producción de cada etapa, así como entradas externas al proceso de materiales semiprocesados si los hubiera. Es conveniente expresar las magnitudes de la energía consumida en cada etapa del flujograma por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo.

La utilidad del Diagrama Energético – Productivo, es que muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de energético, muestra donde se encuentran concentrados los rechazos de materiales y los efluentes energéticos no utilizados, muestra las posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas para reducir los consumos energéticos. Facilita el establecimiento de indicadores de control por áreas, procesos y equipos mayores consumidores. Permite determinar la producción equivalente de la empresa.

2.4.7- Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E – P vs. T).

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y puede establecerse a nivel de empresa, área o equipos. La utilidad de los gráficos E-P vs. T, radica en la muestran de períodos en que se producen comportamientos anormales de la

variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción. Permiten identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.

2.4.8- Diagramas de dispersión y correlación.

Es un gráfico que muestra la relación entre 2 parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico (x,y) si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, que carácter tiene esta.

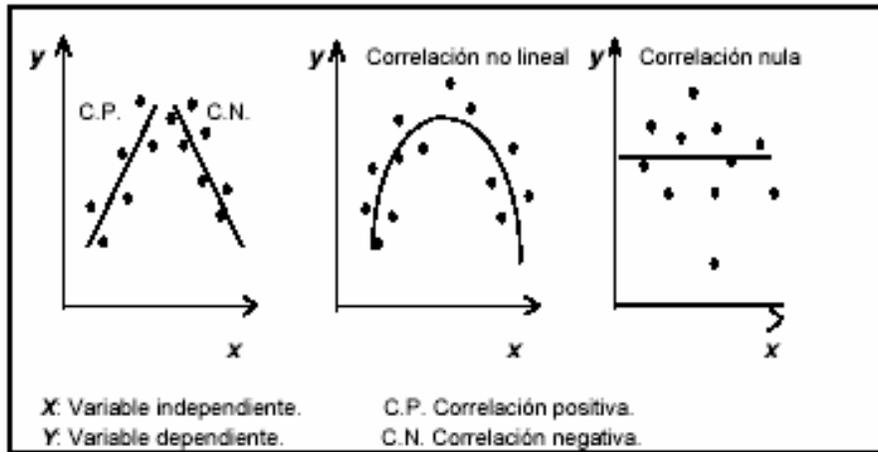


Ilustración 2.3: Tipos de correlación.

La utilidad de los diagramas de dispersión y correlación, es que muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre sí y por tanto si el indicador es válido o no.

- Permite establecer nuevos indicadores de control.
- Permite determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre las variables en cuestión y establecer nuevas variables de control.

2.4.9- Diagramas de consumo – producción (E vs. P).

Para las empresas industriales y de servicios, realizar un diagrama de dispersión de la energía usada por mes u otro período de tiempo con respecto a la producción realizada o los servicios prestados durante ese mismo período, revela importante información sobre el proceso.

Este gráfico de E vs. P puede realizarse por tipo de portador energético, y por áreas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión. Por ejemplo: un hotel turístico se puede graficar el consumo de electricidad o de gas versus la habitación-noche ocupada.

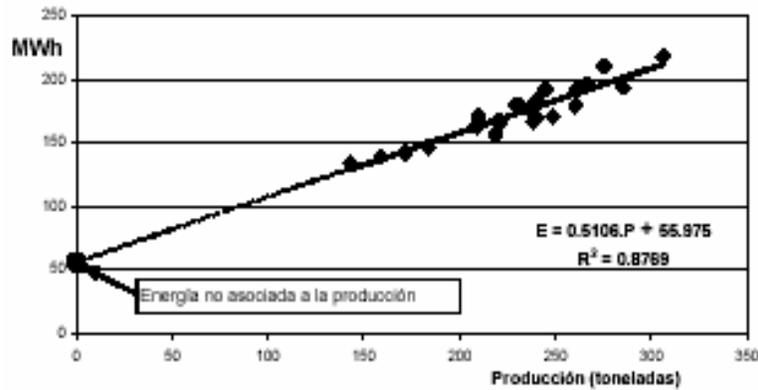


Ilustración 2.4: Diagrama de consumo Electricidad Vs producción.

La utilidad de los Diagramas E vs. P, es determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la producción. Mostrar si los componentes de un indicador de consumo de energía están correlacionados entre sí, y, por tanto, si el indicador es válido o no.

2.5- Herramientas de nivel medio.

Se nombran herramientas de nivel medio, a aquellas que para su aplicación requieren un determinado grado de especialización en la rama energética, de ahí la importancia en la conformación del grupo de gestión. Este tipo de herramientas están dirigidas fundamentalmente a la aplicación de una tecnología para el ahorro y uso racional de la energía; obviamente se apoya en los resultados obtenidos por las herramientas básicas. A continuación, se describen brevemente dos de ellas.(MONTEAGUDO YANES, 2005).

2.5.1- Prueba de la Necesidad.

Corresponde a la herramienta más importante de las denominadas intermedias ya que es aquí donde se detecta a partir de las herramientas básicas si existen o no potenciales que puedan ser aprovechados. Esta presenta como actividades a desarrollar las siguientes:

- Realizar un diagnóstico energético de recorrido.
- Identificación de maquinaria y equipos vitales tales como calderas, hornos, motores, compresores, etc.
- Determinación y análisis de índices energéticos globales.
- Realizar las curvas de comportamiento de los índices de consumo energético de la empresa.
- Realizar un diagnóstico general al sistema de administración energética de la empresa.
- Identificar potenciales y evaluar su impacto en la economía de la empresa.

El tiempo durante el cual se desarrolla esta actividad oscila de 2 a 4 semanas dependiendo del grado de complejidad de la empresa.

2.5.2- Auditorías energéticas:

Estas surgen a partir de los diagnósticos energéticos, recordemos que un diagnóstico energético es la aplicación de un conjunto de técnicas las cuales permiten determinar el grado de eficiencia con que se produce, transporta y usa la energía.

El diagnóstico energético puede ser de 4 tipos:

Diagnóstico de primer grado: consiste en la inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento de rutina diaria que se llevan en cada instalación, así como, el análisis de información estadística de consumos y pagos por concepto de energía eléctrica y combustible.

Diagnóstico de segundo grado: consiste en el desarrollo del balance másico y térmico en condiciones reales de operación de áreas, equipos y sistemas con el objetivo de determinar su eficiencia energética e índices de consumos.

Diagnóstico de tercer grado: Consiste en determinar no solo el uso eficiente de la energía sino también de su disponibilidad. Se desarrolla el balance másico, térmico, exergético, entrópico y termo económico de cada equipo del sistema en las condiciones reales de operación, se determinan las pérdidas de calidad, cantidad de la energía y sus causas.

Diagnóstico de cuarto grado: en este diagnóstico se utilizan técnicas de simulación de procesos con la finalidad de estudiar no solo las condiciones de operación nominales, diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos.

La prueba de la necesidad y las auditorías energéticas no son las únicas herramientas que hacen parte de las llamadas intermedias. Existen otras igualmente importantes tales como contabilidad energética, confección del banco de problemas energéticos, entrenamiento de personal a cargo de equipos, etc.

2.6- Eficiencia energética.

La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía debido a un mayor rendimiento, sin disminuir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.(María Victoria Lucarelli Lasalvia, 2010).

2.6.1- Objetivos de la implementación de la eficiencia energética.

Ahorro energético:

El ahorro energético implica no sólo la reducción del consumo, sino también la reducción de emisiones que afectan al medio ambiente. De todos los costos operativos, el energético es el más fácil de controlar, pero para su reducción es indispensable un control continuo, una gestión adecuada de la información y una asesoría energética efectiva.

Mejora de la productividad:

Las mejoras en la productividad se centran en optimizar el rendimiento de los equipos y de los procesos, facilitando un correcto mantenimiento.(Zaragoza, 2014).

Disponibilidad y fiabilidad:

La supervisión energética permite garantizar la continuidad del suministro, maximizar el tiempo operativo de su proceso productivo, y alcanzar los requerimientos de calidad y tiempos de respuesta (Jimenez, 2006).

2.7- Software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen.

El programa RETScreen ha sido desarrollado por el Departamento de Recursos Naturales de Canadá (Natural Resources Canada, www.nrcan.gc.ca) y cuenta con el apoyo del GEF (Global Environmental Fund), la NASA y otros organismos desarrolladores. Es una herramienta que sirve para el estudio y análisis de sistemas energéticos. No es un programa de simulación, pero sí es una herramienta clave que ayuda en el proceso de diseño de sistemas en que la energía es una variable importante.

Este software reduce significativamente los costos (financieros y de tiempo) asociados con la identificación y el acceso a proyectos de energía potencial. Estos costos, que se manifiestan en la pre-factibilidad, factibilidad, desarrollo e ingeniería, pueden ser barreras sustanciales para el despliegue de tecnologías de energía renovable y eficiencia energética. Ayudando a romper estas barreras, reduce los costos asociados con la implementación de proyectos en las soluciones de tierra y de negociación en energía limpia. (Roman, 2013).

Los modelos de proyectos incluyen eficiencia energética (desde grandes instalaciones industriales hasta viviendas individuales), calefacción y enfriamiento (ej. Biomasa, bombas de calor y calefacción solar de aire/agua), energía (incluyendo energías renovables como solar, eólica, undimotriz, hidráulica, geotérmica, etc. y las tecnologías convencionales como las turbinas de

vapor/gas y los motores recíprocos) y calor y energía combinados (o cogeneración). Dentro de las herramientas de análisis se han integrado bases de datos de productos, proyectos, hidrológicos y climatológicos (esta última incluye 4700 estaciones terrestres y datos de satélites de la NASA, que cubren toda la superficie del planeta), así como enlaces a mapas de recursos energéticos de todo el mundo.

El uso de RETScreen que para el análisis de sistemas energéticos en el hotel será establecido en los siguientes tipos:

- ✓ Sistemas de enfriamiento: utilizando Split y aires acondicionados.
- ✓ Sistemas de Agua Caliente Sanitaria (ACS): en base a sistemas solares. Pero también vemos como esta herramienta ayuda en el dimensionamiento de sistemas convencionales de agua caliente sanitaria.
- ✓ Sistemas Fotovoltaicos: tanto conectados a red como independientes de red.

Con este programa se obtendrán los resultados necesarios para establecer un sistema de gestión energética más eficiente en dicha instalación, obteniendo un aumento en las ganancias y confort de los clientes.

2.8- Conclusiones parciales.

1. La gestión energética actual en el sector turístico apuesta por el empleo de tecnologías eficientes en aras de disminuir los índices de consumo, fundamentalmente vinculadas al uso de energías renovables.
2. La implementación de una eficiencia energética adecuada para el ahorro de energía, el hotel podrá ser más económico y al mismo tiempo mejorar la prestación de servicio que su objetivo principal.
3. El RETScreen es un programa informático, al cual se le introduce una serie de datos y este es capaz de realizar cálculos, con los que se pueden obtener cuales son los equipos de energía limpia más económicos y eficientes para instalarlos en el hotel.

Capítulo 3: Análisis energético integral del Hotel Villa Las Brujas.

3.1- Introducción.

En el presente capítulo se procederá a realizar una pequeña caracterización del hotel Mediante la aplicación de un sistema de GTEE, se determinará el portador energético más consumido y las áreas de mayor gasto de energía. Con la aplicación de esta herramienta se podrá establecer un control más eficiente sobre el consumo de la instalación, mediante esto, se permitirá lograr un mayor ahorro y la búsqueda de nuevos equipos con mayor eficacia que produzcan energía por medios energéticos renovables como son :los paneles y colectores solares respectivamente.

Estos equipos serán escogidos por el programa informático RETScreen, realizando un análisis minucioso con los datos proporcionados en cuanto al costo financiero, cantidad de área disponible para colocarlos y ganancia que se obtendrán a lo largo de los años.

3.2- Características del Hotel Villas Las Brujas.

El Hotel Villa Las Brujas es un recinto de perfil ecológico a modo de posada, está edificado sobre pilotes encima de una formación rocosa en el manglar y presenta villas de cabañas individuales y dúplex enlazadas por un rústico puente de madera. Al final de la hilera de edificios, hay una larga y bella franja de playa intacta con arenas blancas, que casi siempre está despejada puesto que hay sólo 24 habitaciones. El complejo, insertado en la naturaleza virgen, ofrece varios servicios turísticos y cabañas bien equipadas. Las habitaciones en sí, son amplias y bien amuebladas, con baños de mármol y salas de estar aparte, similares a mini-suites. Todas menos cinco tienen vista al mar. De éstas las del segundo piso son las de mejores vistas.



Ilustración 3.1: Vista aérea del hotel.



Ilustración 3.2: Habitaciones con vista al mar.



Ilustración 3.3: Interior de las habitaciones.

3.2.1- Historia del centro.

El Hotel Villa Las Brujas, primero en la cayería norte de Villa Clara y el único del cayó que le da nombre, fue inaugurado el 16 de diciembre de 1999. Aunque su construcción (1997-1999, con el contratista ECOAI no. 1) y administración inicial corrió a cargo del grupo de Recreación y Turismo Rumbos, desde el 2000 y hasta la actualidad ha sido operado por el grupo Gaviota S. A. Posee categoría de 3 estrellas.

Se encuentra en el cayo Las Brujas de la cayería al norte de la provincia de Villa Clara, a 41 km de la ciudad más cercana, Caibarién, sobre el pedraplén Caibarién-Cayo Santa María, exactamente en Punta Periquillo. Dista solamente 3 km del aeropuerto de ese cayo.

3.2.2- Objeto Social.

Tiene como objeto social la prestación de servicios hoteleros y turísticos con la finalidad de brindar un producto con calidad al mercado, rigiéndose por las definiciones y principios generales previstos en la Resolución No. 134 del 30 de Abril de 2013 del Ministro de Economía y Planificación.

3.2.3- Misión.

El Hotel Villa Las Brujas tiene como misión brindar servicios de excelencia en el sector turístico a partir de una óptima explotación de los recursos disponibles y la seguridad de los servicios al cliente.

3.3- Implementación de las herramientas que conforman una TGTEE.

Mediante la ayuda de los trabajadores y especialmente de la dirección se pudo obtener los consumos de los portadores energéticos, así como también las habitaciones ocupadas del año 2016 del Hotel Villa Las Brujas, con los cuales se procedieron a realizar los gráficos necesarios para efectuar un análisis energético integral en la instalación.

Con los datos obtenidos de los portadores energéticos existentes en el hotel (electricidad y gas licuado de petróleo), que por encontrarse estos en unidades de medidas diferentes (MW-h y ML) respectivamente, se convierten ambas a Toneladas de Combustible Convencional (TCC) los cuales se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Estructura de consumo por portadores energéticos del hotel en el año 2016.

No	Portador	U.M.	Consumo	T.C.C,	%	% Acumulado
1	Electricidad	MW-h	403,74	147,77	97,7	97,7
2	GLP	ML	2,824	3,47	2,3	100
Total			406,56	151,24	100	

Con estos datos se procedió a la elaboración del diagrama de Pareto para la determinación del portador de mayor consumo.

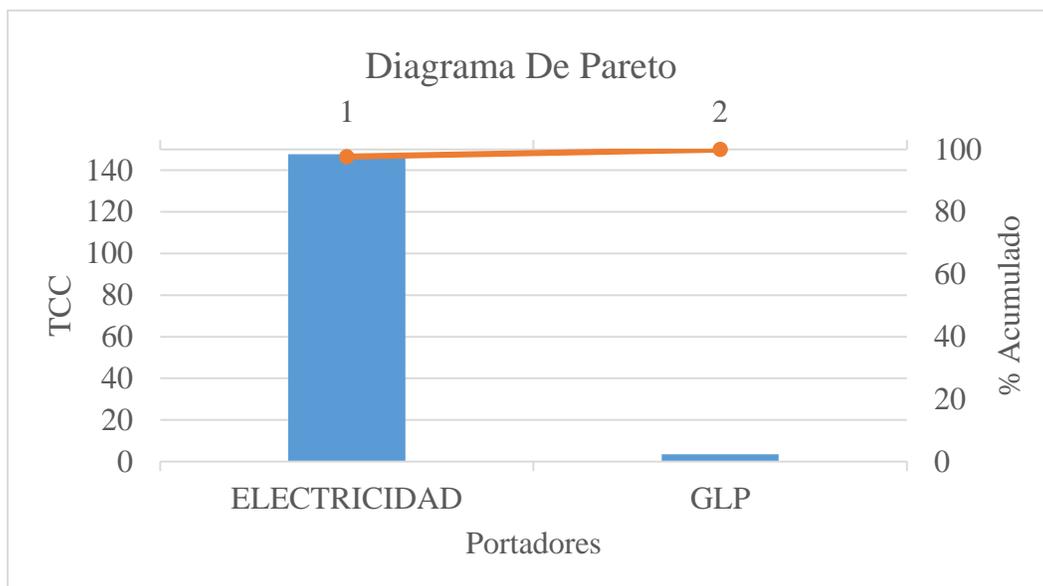


Grafico 3.1: Estructura de Consumos Energéticos 2016.

En este diagrama se puede observar el comportamiento de los portadores energéticos en el año 2016, siendo la electricidad el portador que más incide en la eficiencia energética del hotel, representando más del 95% del consumo de estos. Su uso es de vital importancia en el servicio que presta el hotel pues de ella depende la iluminación, la explotación de los equipos de clima, las cámaras frías, los equipos de cocina, es decir juega un papel determinante.

3.3.1- Determinación de las áreas mayores consumidoras.

La siguiente tabla 3.2 muestra los puestos clave de consumo, así como la energía consumida y el porcentaje que representa esta del total de todas las áreas.

Tabla 3.2: Puestos claves de consumo de electricidad del hotel en el año 2016.

Equipos	Consumo (MW-h)	%	% Acumulado
Clima	115,4	49,02	49,02
Cámaras frías	65	27,61	76,64
Cocina	32	13,59	90,23

Iluminación	23	9,77	100,00
Total	235,4	100	

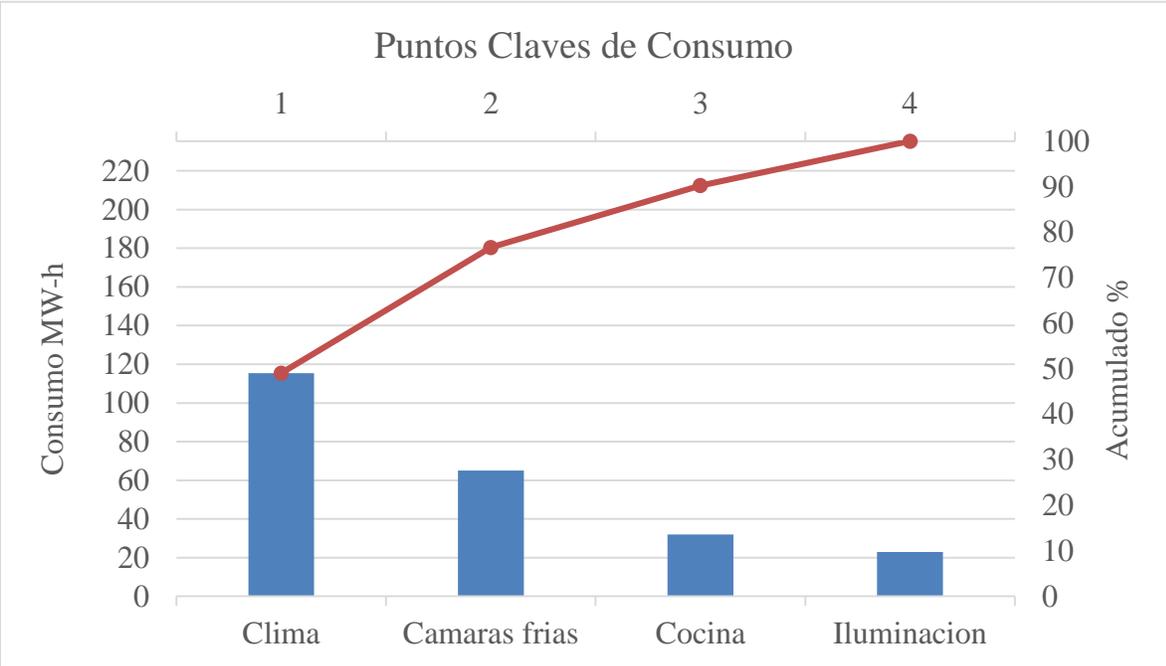


Gráfico 3.2: Estructura de Consumos Energéticos 2016.

En el gráfico 3.2 se puede apreciar las áreas que más inciden en el consumo de electricidad del hotel, los equipos de clima y las cámaras frías para la conservación de alimentos son los principales consumidores de energía.

El clima es el factor que más influye en el consumo representando el solo un 49.02 % del total del consumo, esto se debe al equipamiento instalado en el hotel, las cámaras frías son otros de los principales consumidores aunque también existe un manejo inadecuado por parte del personal encargado en cada área, como por ejemplo: no se cercioran que las puertas estén bien cerradas al salir de la cámara, se entra y se sale muchas veces.

La cocina cuenta con equipos que también consumen como el horno, freidoras, etc. La iluminación es otro parámetro a seguir y se han sustituido algunas luminarias y las otras están en planes de renovación por tecnología LED.

3.3.2- Estructura de los consumos de energía eléctrica.

Como la energía eléctrica es el portador más utilizado para el funcionamiento del hotel se realiza la caracterización del comportamiento energético de la entidad en el año 2016 mediante un gráfico de control.

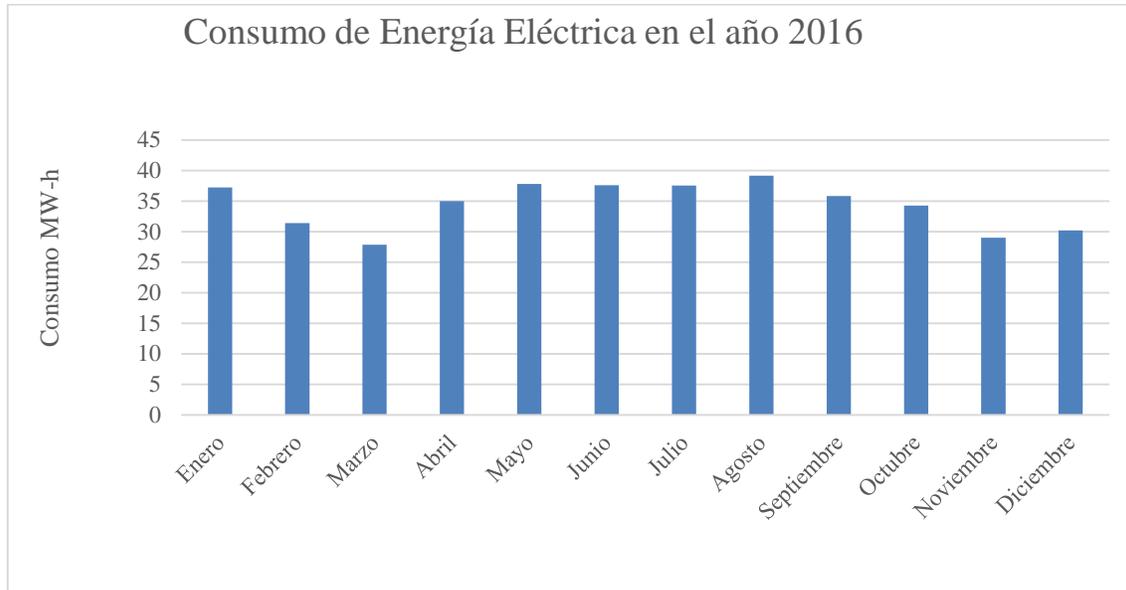


Gráfico 3.3: Consumo de energía eléctrica para el año 2016.

En la figura anterior se representa el consumo de energía eléctrica para el año 2016 siendo los meses de verano los de mayor consumo, ya que este aumenta debido al incremento de la temperatura en la isla y los equipos de climatización y refrigeración; equipos altamente consumidores; son más utilizados que en otra época del año.

Con la energía eléctrica consumida en los meses del año 2016 se procede a construir el gráfico de control para determinar la estabilidad de esta durante ese período de tiempo.

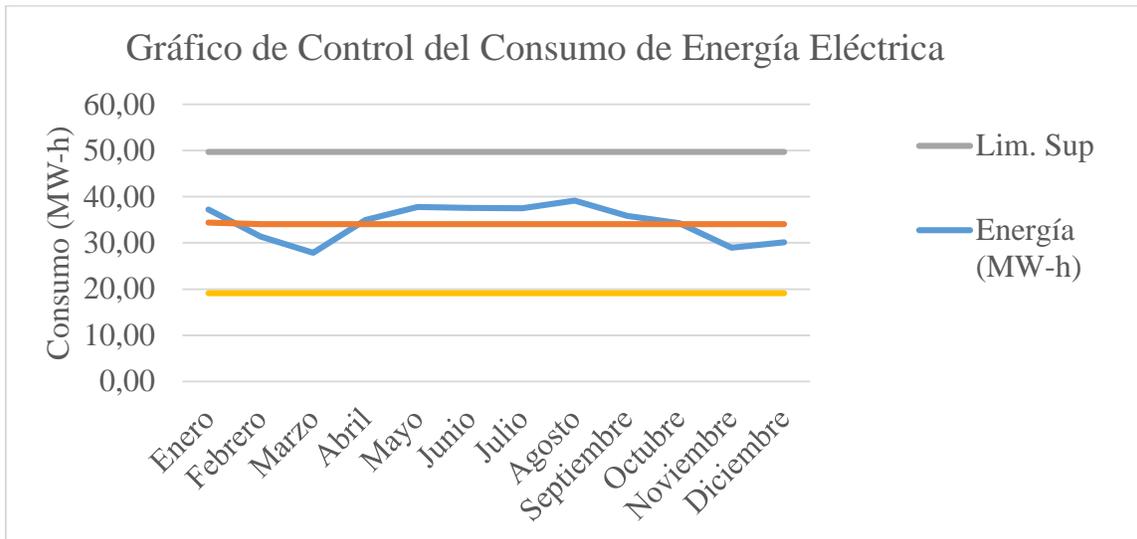


Gráfico 3.4: Gráfico de Control.

Al observar el gráfico de control del consumo de la energía eléctrica del hotel en el que se puede apreciar un comportamiento dentro de los límites inferiores y superiores pero no tiene un comportamiento estable, pues la misma está en función de muchos factores, como las Habitaciones Días Ocupadas (HDO).

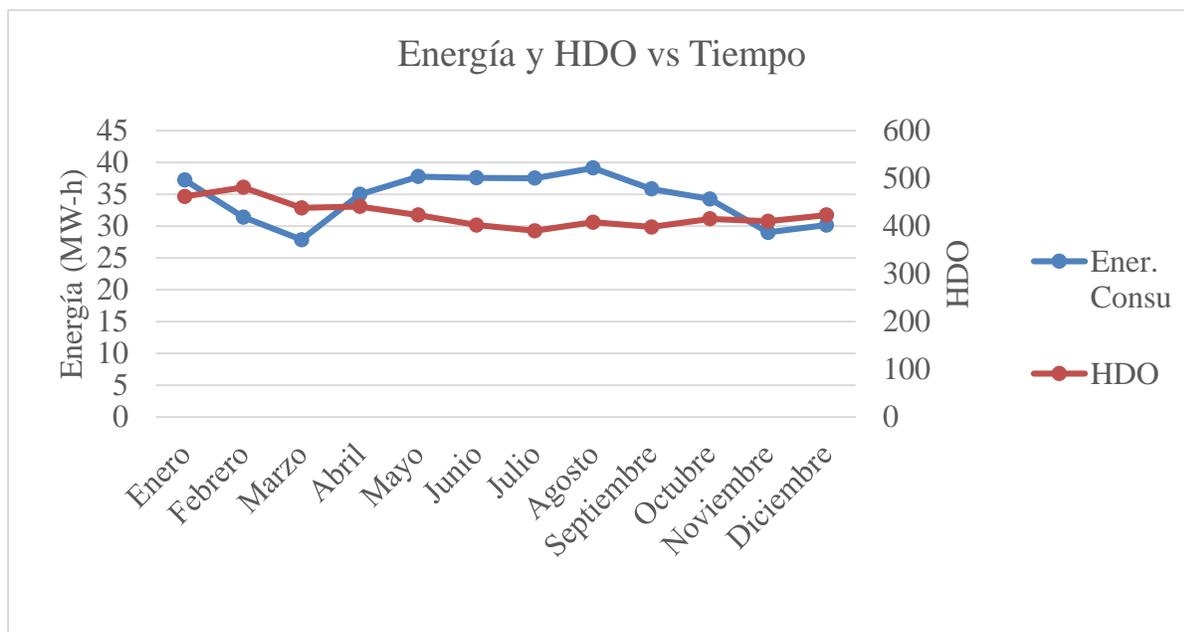


Gráfico 3.5: Consumo de Energía en función de la producción realizada.

En el gráfico 3.5 se puede observar la correspondencia de los consumos de la energía eléctrica y las Habitaciones Días Ocupadas (HDO) en el tiempo, por ejemplo en los meses de enero a marzo hubo cierta relación, de marzo a abril no fue así pues el índice de las HDO comenzó a descender

paulatinamente mientras la energía se comportó con cierto incremento, siendo estos meses de baja turística en el territorio factor por el cual disminuye la ocupación del hotel y es el tiempo escogido para realizar mantenimientos generales debido a lo cual se incrementa un poco el consumo de energía eléctrica.

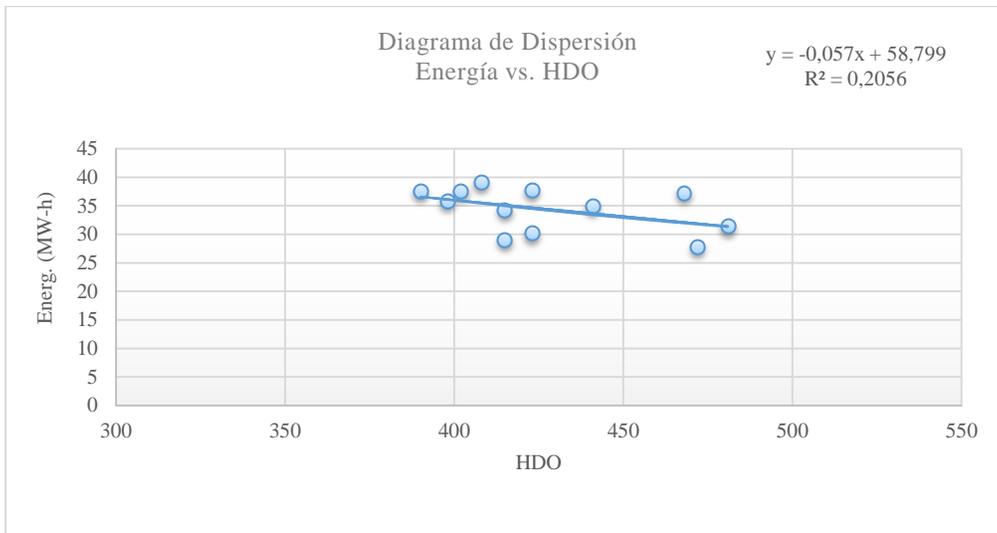


Gráfico 3.6: Consumo de Energía en función de la producción realizada.

En el gráfico 3.6 se puede apreciar un valor del coeficiente de correlación $R^2 = 0.20$, muy bajo con respecto a los adecuados que son $R^2 \geq 0.75$, esto señala una débil correlación entre los parámetros representados, lo cual no representa una adecuada línea de base energética, provocando que el índice no sea confiable.

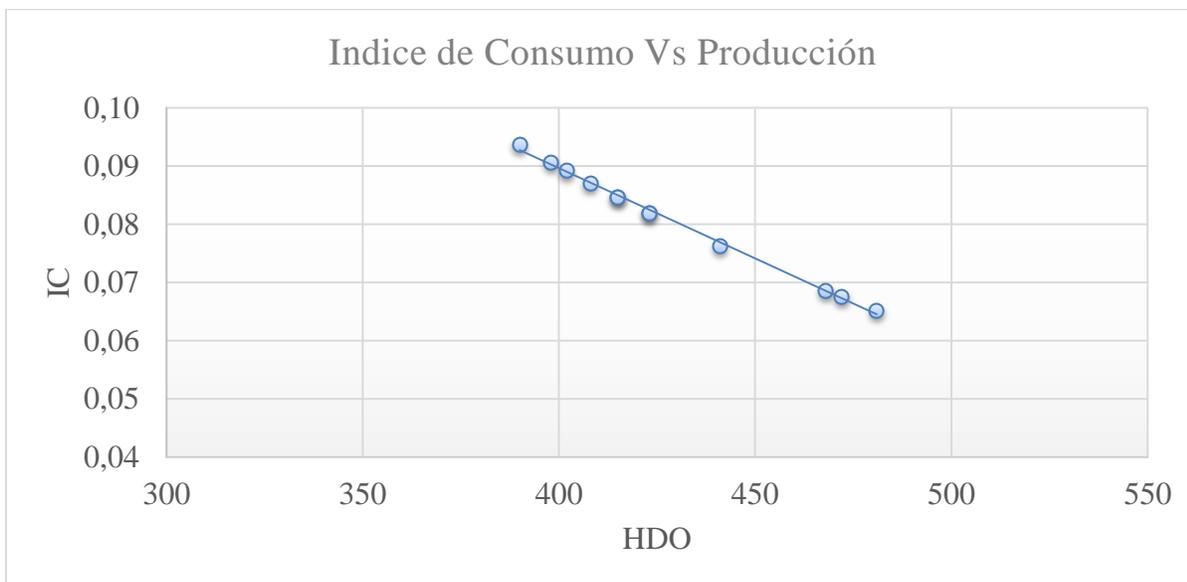


Gráfico 3.7: Índice de Consumo de Electricidad vs HDO.

El gráfico 3.7 muestra que cuando el número de turistas en el hotel se reduce debe disminuir el consumo total de energía, pero el gasto energético por unidad de producto aumenta. Esto se debe a que aumenta el peso relativo de la energía no asociada a las HDO respecto a la energía que si está asociada a las habitaciones ocupadas. Si la HDO aumenta, por el contrario, el gasto por número de HDO disminuye.

3.4- Medidas propuestas para aumentar el ahorro de la electricidad en el hotel.

Existen una serie de medidas a seguir para poder aumentar la eficiencia energética en el futuro como son:

1. Instalar tecnologías que permita disminuir el consumo de portadores energéticos.
2. Rediseñar los sistemas de energía eléctrica y de suministro de agua para que trabajen con más eficiencia.
3. Cambio de lámparas dicroicas por lámparas ahorradoras o tecnología LED.
4. Instalación de paneles y colectores solares permitiendo brindar un servicio con menor consumo de energía eléctrica.
5. Dar cursos y preparar al personal para que se cree una conciencia de ahorro.
6. Ampliar el control automático y la supervisión en las cámaras frías.
7. Colocar brazos mecánicos en puertas o controlar a través de contactos de puerta el uso de las manejadoras y equipos de clima.

3.5- Determinación de las áreas y disponibilidad de la energía solar para la instalación de celda fotovoltaica y calentadores de agua solares.

Como la instalación está constituida por pequeñas edificaciones rusticas y con diferentes formas de estructura, el valor del área total es 1032 m², este dato fue suministrado por la dirección del hotel ya que por la estructura del techo se hace complicado tomar las mediciones.

Como el software a utilizar posibilita con sus herramientas una serie de mediciones, se toman las de Santa Clara por ser estas las más cercanas al hotel que el programa posee.

3.6- Aplicación del software RETScreen para aumentar la eficiencia energética mediante el aprovechamiento de energía renovable.

Teniendo en cuenta las posibilidades de ahorro que existen en la instalación se desarrolla un proyecto de mejora de la eficiencia energética mediante el software, que permite realizar un estudio técnico económico con vistas a disminuir los costos económicos, consumos energéticos y el impacto ambiental del Hotel Villa Las Brujas. Esta herramienta es normalmente empleada para

este tipo de estudios en los países del primer mundo. Para su aplicación son considerados los datos meteorológicos que ofrece el programa, el tipo de instalación y es utilizado la variante de cálculo por el método 2, que emplea un análisis financiero que toma en consideración el análisis de sensibilidad en cuanto al precio del combustible.

3.6.1- Análisis de proyecto de eficiencia energética mediante el software RETScreen.

El análisis del proyecto de eficiencia energética centra fundamentalmente la energía eléctrica, responsable del 97,7 % de los gastos económicos anuales de la entidad, atribuible a los portadores energéticos.

Premisas técnicas y económicas para el desarrollo del proyecto, caso de los paneles solares.

- Sistema de climatización.
- Equipos de cocina.
- Poca preparación del personal.
- Luminaria.
- Posible sustitución de equipos.
- Agua para baño.
- Agua para los equipos de cocina.

3.6.2- Análisis para la generación de electricidad.

Mediante los datos obtenidos se procede a realizar el análisis de los costos, emisiones de GEI y el estudio financiero.

3.6.2.1- Análisis de los costos.

Los precios unitarios de los portadores energéticos se toman de las facturas canceladas por parte de hotel a la UNE y CUPET.

Precio de la energía eléctrica = 0,21 CUC/kW-h.

Precio del GLP (Gas licuado del petróleo)= 0.40 CUC/l.

En el caso base, sistema actual del Hotel Villa Las Brujas posee una demanda de electricidad para el año 2016 de 412 738 kW-h, con una tarifa de 0,21 CUC/kW-h, lo que equivale a un costo total de \$ 86 674,98.

Para el caso propuesto con las mejoras de eficiencia energética se prevé disminuir la demanda de la electricidad consumida que se obtiene de la red nacional hasta en 162 070 kW-h menos que los

antes expuestos. Lo que supondría un ahorro de \$ 34 034,7 siendo evidente que la aplicación de paneles solares es completamente factible para la instalación.

En la siguiente tabla 3.3 se muestran los resultados de la aplicación del programa informático, obteniendo el modelo del panel solar y las cantidades de unidades por área que posee el hotel.

Tabla 3.3: Características del proyecto fotovoltaico.

Proyecto	Fotovoltaico			
Tipo		mono-Si		
Capacidad de generación eléctrica	kW	108,00		
Fabricante	Canadian Solar			
Modelo	mono-Si - CS6X-300M - MaxPower			360 unidad(es)
Eficiencia	%	15,6%		
Temperatura normal de operación de las celdas	°C	45		
Coefficiente de temperatura	% / °C	0,40%		

3.6.2.2- Análisis ambiental de la propuesta.

En la tabla 3.4 se muestran los valores que se le introducen al programa RETScreen para que realice el análisis de reducción de emisiones de CO₂.

Tabla 3.4: Caso base sistema eléctrico.

País - Región	Tipo de combustible	Factor emisión de GEI (Excl. T y D)	Pérdidas T y D	Factor emisión de GEI
		tCO ₂ /MWh	%	tCO ₂ /MWh

Cuba	Todos los tipos	1,012	5,0%	1,065
------	-----------------	-------	------	-------

Después el programa realiza los cálculos necesarios para dar los siguientes valores que se observan en la tabla 3.5, en el anexo 5 se muestra el resto de los valores utilizados.

Tabla 3.5: Resumen de emisión de GEI.

Caso base emisiones de GEI	Caso propuesto emisiones GEI	Reducción anual bruta de emisiones GEI	Derechos de transacción por créditos GEI	Reducción de emisiones GEI anual neta
tCO₂	tCO₂	tCO₂	%	tCO₂
172,6	5,2	167,4	3%	162,4

Esta reducción de emisión anual de 162 tCO₂ es equivalente a 377 barriles de petróleo crudo no consumido lo que demuestra la importancia de la explotación de la energía renovable.

3.6.2.3- Análisis financiero de la propuesta.

Para este análisis se definieron los siguientes valores para cada parámetro.

Tasa de inflación 2%.

Tiempo de vida del proyecto 25 años.

Relación de la deuda 50%.

Tasa de interés de la deuda 8%.

Duración de la deuda 15 años.

Los costos iniciales totales se dividieron en estudio de factibilidad en \$ 2 160, desarrollo en otros de \$ 5 000, ingeniería en \$ 10 800 y Sistema eléctrico de potencia en \$ 222 000 teniendo en cuenta que no existan incentivos ni donaciones.

Analizando la viabilidad financiera (Ver figura 3.8) de este proyecto se obtuvo que en costos anuales totales donde se incluye el pago de la deuda, costo del combustible y gastos en operación y mantenimiento los gastos son de \$ 20 922, el pago simple de retorno del capital es de 9,6 años, mientras que los ahorros y rentas anuales totales son de \$ 32 414 el pago de la deuda durante 15 años es de \$ 14 622 por año como se muestra en el anexo 4.

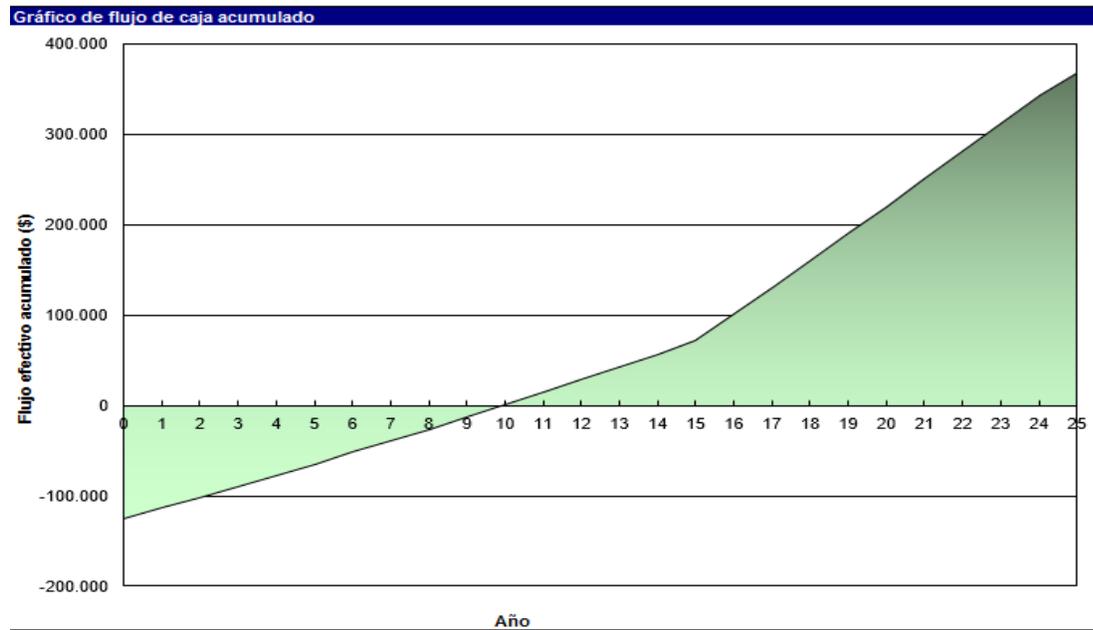


Gráfico 3.8: Flujo de caja acumulado.

El gráfico de flujo de caja acumulado muestra como el capital regresa a la entidad tan solo en 9,6 años, y de ahí en adelante genera ingresos mayores que los actuales, lo que hace rentable al proyecto de mejora de la eficiencia energética utilizando paneles solares.

3.6.3-Análisis del proyecto para la generación de calor.

El análisis realizado para la generación de calor nos muestra, de manera general, resultados como los mostrados en la tabla 3.8:

Tabla 3.8: Características de la carga.

	Unidad	Caso base	Caso propuesto
Tipo de carga		Hotel/Motel	
Número de unidades	Unidad	54	

Tasa de ocupación	%	90%	
Uso diario de agua caliente - estimado	L/d	3.684	
Uso diario de agua caliente	L/d	3.600	3.600
Temperatura	°C	60	60
Días de operación por semana	d	7	7

En la tabla 3.8 se muestran las características de la demanda de agua caliente existentes en el hotel. Los datos tomados para realizar esta caracterización son tomados de las mediciones que proporcionaron los directivos de dicha instalación.

En la siguiente tabla 3.6 se reflejan los resultados de la aplicación del software RETScreen para la instalación de colectores solares, los que serán utilizados para la obtención de agua caliente para el uso de los clientes y en el área de la cocina.

Tabla 3.9: Caso propuesto para la generación de vapor.

Calentador solar de agua		
Tipo	Evacuado	
Fabricante	Apricus	
Modelo	Apricus AP-10	
Área bruta por colector solar	m ²	1,34
Área de captación de colector solar	m ²	1,17
Coeficiente Fr (tau alfa)		0,42
Coeficiente Fr UL	(W/m ²)/°C	1,17
Coeficiente de temperatura para Fr UL	(W/m ²)/°C ²	0,000

Número de colectores		47
Área del colector solar	m ²	63,07
Capacidad	kW	38,46
Pérdidas varias	%	0,1%

3.6.3.1- Análisis ambiental de la propuesta.

El análisis de emisiones se realizó para el caso de Cuba, tomando un factor de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de 1.012 tCO₂/MW-h, las pérdidas por transmisión y distribución (T y D) de un 12% y un factor de emisión de GEI de 1.150 tCO₂/MW-h. Ver anexo 3.

Para el caso base los GEI emitidos son de 62,1 tCO₂.

Para el caso propuesto se emiten 22,2 tCO₂ GEI.

Esto equivale a una reducción anual bruta de emisiones GEI de 39,9 tCO₂ que es igual a 13,3 toneladas de desechos reciclados.

En la tabla 3.10 se muestra el resumen del análisis de emisiones de GEI dados por el programa RETScreen para la generación de calor.

Tabla 3.10: Resumen de reducción de emisiones de GEI.

Caso base emisiones de GEI	Caso propuesto emisiones GEI	Reducción anual bruta de emisiones GEI	Derechos de transacción por créditos GEI	Reducción de emisiones GEI anual neta
tCO₂	tCO₂	tCO₂	%	tCO₂
62,1	22,2	39,9	3%	38,7

3.6.3.2- Análisis financiero de la propuesta.

En este aspecto se trabajó con parámetros financieros como:

- Tasa de inflación 2%.

- Tiempo de vida del proyecto 25 años.
- Relación de la deuda 25%.
- Tasa de interés de la deuda 20%.
- Duración de la deuda 5 años.

Los costos iniciales totales se dividieron en estudio de factibilidad en \$ 500, desarrollo en otros de \$ 600, ingeniería en \$ 400 y el sistema eléctrico de potencia en \$ 12 346 teniendo en cuenta que no existan incentivos ni donaciones.

Existe un ahorro del costo del combustible de \$ 10 806 en total.

Luego de revisar la viabilidad financiera de este proyecto tenemos que en costos anuales totales donde se incluye el pago de la deuda, costo del combustible y gastos en operación y mantenimiento es de \$ 5 469, el pago simple de retorno del capital es de 2,5 años y el repago del capital es de 2,1 año aproximadamente como se muestra en la figura 3.2. Ver los valores en el anexo 2.

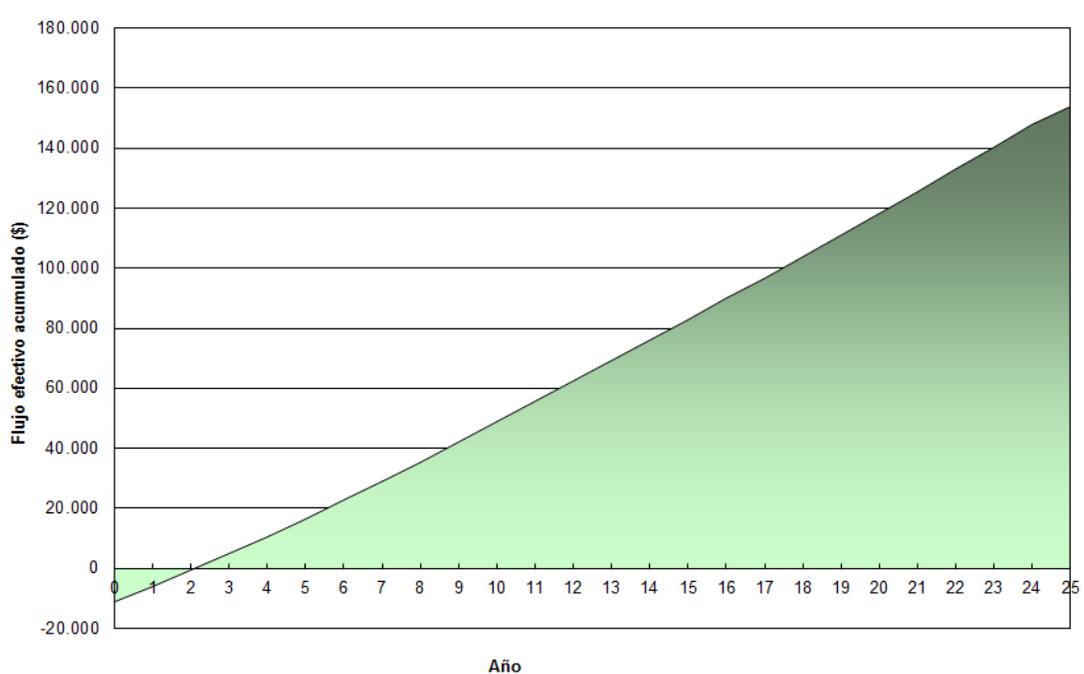


Gráfico 3.9: Flujo de caja acumulado.

El gráfico 3.9 muestra que en tan solo 2.1 año el presupuesto utilizado es recuperado, demostrando que la aplicación de calentadores solares en instalaciones hoteleras es completamente económico y contribuye en gran capacidad a la reducción de GEI.

Conclusiones generales.

1. Se realizó un diagnóstico energético con la utilización de las herramientas del SGTEE lo que permitió evaluar el desempeño energético e identificar los principales portadores energéticos del hotel, el gas licuado y la energía eléctrica, siendo este el portador energético que más incide en la eficiencia energética representando el 97,7 % del consumo energético del hotel.
2. Se determinaron los equipos mayores consumidores de electricidad como son los de clima con un 49,02 %, las cámaras frías con un 27,61 %, los de cocina con un 13,59 % y la iluminación con un 9,77 %.
3. Mediante el análisis de la generación de electricidad con el fin de mejorar la eficiencia energética por el software RETScreen se observa que produce un ahorro de 162 MWh, lo que equivale a \$ 34 034,7. También se dejan de emitir 162.4 tCO₂.
4. Se realizó el análisis de generación de calor por el software RETScreen en el cual se observa que con 47 colectores se abastecerá el agua caliente que necesita el hotel. Este proyecto tendrá un costo inicial de \$ 15 160 y se recuperará en 2,5 años, dejando de producir 38,7 tCO₂.

Recomendaciones

1. Aplicar las medidas propuestas en este trabajo a fin de mejorar los índices de eficiencia energética de la instalación.
2. Realizar un estudio mediante el método de las Horas Grado de la relación del gasto de energía eléctrica con la ocupación promedio, para lograr aumentar el coeficiente de correlación entre las variables HDO y energía eléctrica.

Bibliografía

1. ACEITUNO, D. S. 2011. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL. 93.
2. ANÍBAL BORROTO NORDELO 1, MARGARITA LAPIDO RODRÍGUEZ 2005. La gestión energética: una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial. *Energética* 33.
3. ANIBAL E. – BORROTO NORDELO, M. C. M., MAMADOU – ALPHA BAH 2013. Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001. XXXV, No. 1, 11.
4. AYOUB, N., MUSHARAVATI, F., POKHAREL, S. & GABBAR, H. A. 2014. Energy consumption and conservation practices in Qatar—A case study of a hotel building. *Energy and Buildings*, 84, 55-69.
5. BORROTO, A. E. 2006. GESTIÓN ENERGÉTICA en el Sector Productivo y los Servicios.
6. BURGUI, M. B. 2016. Evolución de la calidad del paisaje a partir del desarrollo turístico en Cayo Santa María.
7. COLMENAR-SANTOS, A., VALE-VALE, J., BORGE-DIEZ, D. & REQUENA-PÉREZ, R. 2014. Solar thermal systems for high rise buildings with high consumption demand: Case study for a 5 star hotel in Sao Paulo, Brazil. *Energy and Buildings*, 69, 481-489.
8. DESARROLLO, C. D. L. N. U. S. C. Y. 2013. Turismo sostenible: contribución del turismo al crecimiento económico y al desarrollo sostenible. 22.
9. DI LEO, S., PIETRAPERTOSA, F., LOPERTE, S., SALVIA, M. & COSMI, C. 2015. Energy systems modelling to support key strategic decisions in energy and climate change at regional scale. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 394-414.
10. ECURED 2014. Crecimiento del sector energético en Cuba
11. HONG, J., LI, C. Z., SHEN, Q., XUE, F., SUN, B. & ZHENG, W. 2017. An Overview of the driving forces behind energy demand in China's construction industry: Evidence from 1990 to 2012. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 85-94.
12. HONG, T., PIETTE, M. A., CHEN, Y., LEE, S. H., TAYLOR-LANGE, S. C., ZHANG, R., SUN, K. & PRICE, P. 2015. Commercial Building Energy Saver: An energy retrofit analysis toolkit. *Applied Energy*, 159, 298-309.
13. JIMENEZ, C. L. 2006. Guía de ahorro energético en instalaciones industriales. 259.

14. JUAN CARLOS DE PABLO OLAIZ, J. M. E. L. 2014. Guía sobre Gestión de la Demanda Energética del Edificio.
15. JUAN SEBASTIAN GÓMEZ M. A* , S. X. C. Q. A., ADRIANA ARANGO M. 2015. Juan Sebastian Gómez M. a* , Sandra Ximena Carvajal Q. a , Adriana Arango M. .
16. LAMAR., I. L. B. 2012a. Estudio del comportamiento energético en el Hotel «Barceló Cayo Santa María». 83.
17. LAMAR., L. B. 2012b. Estudio del comportamiento energético.
18. MARÍA VICTORIA LUCARELLI LASALVIA 2010. Eficiencia energética y energías renovables en los hoteles de Uruguay. 76.
19. MARÍA.", C. S. & DAVID BERMÚDEZ CEDEÑO, M. A. G. R. 2015. Estudio de Eficiencia Energética en construcciones civiles.
20. MARTÍNEZ-MOLINA, A., TORT-AUSINA, I., CHO, S. & VIVANCOS, J.-L. 2016. Energy efficiency and thermal comfort in historic buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 61, 70-85.
21. MEDINA, B. F. Sector hotelero de Cuba.
22. MONTEAGUDO YANES, J. P. G. R., OSCAR GEOVANY 2005. HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN ENERGÉTICA EMPRESARIAL. *Scientia Et Technica*, XI.
23. OPTIMAGRID 2015. Buenas Prácticas para el Ahorro de Energía en la Empresa. 43.
24. RAMÍREZ, A. M. A. 2013. MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL PRONÓSTICO DE DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.
25. REGUERA, A. M. Á. 2016. Estudio de cargas en el Hotel "IberostarEnsenachos.
26. RESTREPO, A. H. 2003. GESTIÓN TOTAL EFICIENTE DE LA ENERGÍA: HERRAMIENTA FUNDAMENTAL EN
27. EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS. *SCIENTIA ET TECHNICA* 21.
28. ROMAN, R. 2013. Retscreen: Un programa para Sistemas Energéticos.
29. S.A., G. 2011. manual de sstt.

30. SHAIKH, P. H., NOR, N. B. M., SAHITO, A. A., NALLAGOWNDEN, P., ELAMVAZUTHI, I. & SHAIKH, M. S. 2016. Building energy for sustainable development in Malaysia: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
31. SIMÓN AGUSTÍN LARRAÍN VIAL 2007. APLICACIÓN METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO EN HOTELES. 164.
32. TEJEDA, R. R. 2016. Estudio de cargas en Hotel Piedra Moviada.
33. ZARAGOZA, C. A. D. O. A. E. 2014. Eficiencia en el uso del agua y la energía. 7.
34. ZHOU, B., LI, W., CHAN, K. W., CAO, Y., KUANG, Y., LIU, X. & WANG, X. 2016. Smart home energy management systems: Concept, configurations, and scheduling strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 61, 30-40.

Anexos

Anexo 1: Comparación de diferentes tipos de calentadores solares.

Variables	Calentador de tubos al vacío termosifónico	Calentador de tubos al vacío de tubos calóricos
Temperatura de trabajo	Moderadas (entre 70 y 80 °C), aunque pueden trabajar a 90 °C	
Eficiencia	70%, a 50 °C 60%, a 60 °C 50%, a 70 °C 40%, a 80 °C	
Sobrepresión de trabajo	0,2 atmósferas	5 atmósferas
Gastos de inversión	150-200 CUC por metro cuadrado	300-400 CUC por metro cuadrado
Gastos de operación y mantenimiento	Muy bajos, casi nulos, si se cumplen las normas instalación y explotación	
Influencia a las incrustaciones	Poco sensible a las incrustaciones	
Resistencia a impactos	Por su forma tubular, son más resistentes a granizadas	
Resistencia al viento	Por su forma tubular, son poco sensibles a vientos altos. La sensibilidad es la del tanque termo.	
Recomendaciones	Se recomiendan tanto para uso doméstico, como comercial e industrial. Si se necesitan altas presiones, ésta debe darse con una bomba conectada después del tanque termo.	Se recomiendan para todos los usos. Son los mejores para instalaciones industriales o de grandes dimensiones.

Variables	Calentador plano con absorbedor de plato	Calentador compacto con absorbedor acumulador
Temperatura de trabajo	Relativamente bajas (menos de 70 °C)	Relativamente bajas (menos de 60 °C)
Eficiencia	50%, a 50 °C 40%, a 60 °C 30%, a 70 °C	50%, a 50 °C 30%, a 60 °C 15%, a 70 °C
Sobrepresión de trabajo	5 atmósferas	5 atmósferas
Gastos de inversión	150-200 CUC por metro cuadrado	80-150 CUC por metro cuadrado
Gastos de operación y mantenimiento	Muy bajos, casi nulos, si se cumplen las normas de instalación y explotación	
Influencia a las incrustaciones	Muy sensible a las incrustaciones	Poco sensible a las incrustaciones
Resistencia a impactos	Depende del vidrio de la cubierta	
Resistencia al viento	Son muy sensibles a vientos altos, tanto el colector como el tanque termo	Si se instalan pegado al suelo, son poco sensibles a vientos altos
Recomendaciones	No se recomiendan para las condiciones de Cuba, principalmente por el efecto de las incrustaciones, y poca durabilidad de su funcionamiento	Se recomiendan para uso doméstico (calentamiento de agua sanitaria)

Anexo 2: Flujo de caja acumulado generación de agua caliente.

Flujos de caja anuales				
Año #	Antes-impuestos	Después-impuestos	Acumulado	
	\$	\$	\$	
0	-11.352	-11.352	-11.352	
1	5.390	5.390	-5.962	
2	5.443	5.443	-519	
3	5.496	5.496	4.977	
4	5.550	5.550	10.527	
5	5.604	5.604	16.131	
6	6.420	6.420	22.551	
7	6.474	6.474	29.025	
8	6.529	6.529	35.555	
9	6.585	6.585	42.140	
10	6.641	6.641	48.780	
11	6.697	6.697	55.477	
12	6.753	6.753	62.231	
13	6.810	6.810	69.041	
14	6.868	6.868	75.909	
15	6.925	6.925	82.834	
16	6.983	6.983	89.817	
17	7.041	7.041	96.858	
18	7.100	7.100	103.958	
19	7.159	7.159	111.117	
20	7.218	7.218	118.336	
21	7.278	7.278	125.614	
22	7.338	7.338	132.952	
23	7.399	7.399	140.350	
24	7.459	7.459	147.810	
25	6.208	6.208	154.018	

Anexo 3: Valores de emisiones GEI de generación de

Caso base del sistema eléctrico (Línea de base)

País - Región	Tipo de combustible	Factor emisión de GEI (excl. T y D)	Pérdidas T y D	Factor emisión de GEI
		tCO2/MWh	%	tCO2/MWh
Cuba	Todos los tipos	1,012	12,0%	1,150

Cambios de línea base en la vida del proyecto

Resumen del sistema GEI en caso base (Línea de base)

Tipo de combustible	Mezcla de combustible %	Consumo de combustible	Factor emisión de GEI	Emisiones GEI	
		MWh	tCO2/MWh	tCO2	tCO2
Electricidad	100,0%	54	1,150	62,1	
Total	100,0%	54	1,150	62,1	

Resumen sistema GEI caso propuesto (Proyecto de calefacción)

Tipo de combustible	Mezcla de combustible %	Consumo de combustible	Factor emisión de GEI	Emisiones GEI	
		MWh	tCO2/MWh	tCO2	tCO2
Solar	64,2%	35	0,000	0,0	
Electricidad	35,8%	19	1,150	22,2	
Total	100,0%	54	0,411	22,2	

Anexo 4: Viabilidad financiera para el proyecto de generación de electricidad.

Viabilidad financiera		
TIR antes de impuestos - capital	%	11,3%
TIR antes de impuestos - activos	%	4,8%
TIR luego de impuestos - capital	%	11,3%
TIR luego de impuestos - impuestos - activos	%	4,8%
Pago simple de retorno del capital	año	9,6
Repago - capital	año	9,9
Valor Presente Neto (VPN)	\$	240.196
Ahorros anuales en ciclo de vida	\$/año	12.303
Relación Beneficio-Costo		2,92
Cobertura - servicio de deuda		1,80
Cost. de produc. de energía.	\$/MWh	132,79
Costo de reducción de GEI	\$/tCO2	(76)

Anexo 5: Valores de emisiones de GEI en el proyecto generación de electricidad.

Resumen del sistema GEI en caso base (Línea de base)						
Tipo de combustible	Mezcla de combustible %	Consumo de combustible		Factor emisión de GEI		Emisiones GEI tCO2
		MWh	tCO2/MWh	tCO2/MWh	tCO2	
Electricidad	100,0%	162	1,065			172,6
Total	100,0%	162	1,065			172,6

Resumen sistema GEI caso propuesto (Proyecto de generación eléctrica)						
Tipo de combustible	Mezcla de combustible %	Consumo de combustible		Factor emisión de GEI		Emisiones GEI tCO2
		MWh	tCO2/MWh	tCO2/MWh	tCO2	
Solar	100,0%	162	0,000			0,0
Total	100,0%	162	0,000			0,0
Electricidad exportada a la red	MWh	162				
				Pérdidas T y D 3,0%		
			5	1,065		5,2
				Total		5,2

Tipo de combustible	Mezcla de combustible %	Consumo de combustible		Factor emisión de GEI		Emisiones GEI tCO2
		MWh	tCO2/MWh	tCO2/MWh	tCO2	
Solar	64,2%	35	0,000			0,0
Electricidad	35,8%	19	1,150			22,2
Total	100,0%	54	0,411			22,2