



UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Mecánica

Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales

CEETA

Trabajo de Diploma

**Estudio de la Eficiencia Energética en el Hotel
Barceló Premium Cayo Santa María Beach Resort**

Autor: Alexander Ortega Quiñones

Tutor: MSc. Bárbaro Fidel Medina Álvarez

Consultantes: Ing. Alfredo Leyva Céspedes

Ing. Dayán Arbolaez Abreu

2011-2012

Revolución es sentido del momento histórico



PENSAMIENTO

Revolución es sentido del momento histórico



Habr  un antes y un despu  de la Revoluci  Energética

Revoluci  es sentido del momento histórico



DEDICATORIA

Revolución es sentido del momento histórico



- *A mis padres eternos forjadores de mi futuro.
- *A mi madre a quien amo y admiro por ser un gran ejemplo, por su dulzura y sencillez y su forma de ver la vida.
- A mi padre por ser un gran amigo.
- A los dos Gracias por existir.

Revolución es sentido del momento histórico



AGRADECIMIENTO

Revolución es sentido del momento histórico



A mis padres María y Oreste, por estar presente en tan esperado momento, por existir por su dedicación, por su esfuerzo y comprensión, a mi grandes amigos Orbe y Osnel que son un gran ejemplo y han sido unos grandes padres para mi, a mi hermana por contar con su apoyo, a Yordan y Kenia por estar a mi lado apoyándome, a mi novia Yaidelin por su amor, a mi tutor Bárbaro, por su gran apoyo y profesionalidad, además por su dedicación y entrega incondicional, a mis compañeros de estudios y en especial Ernesto y José que de una forma u otra ayudaron a la realización de este trabajo, a todas mis amistades y familiares que de una forma u otra han estado atentos al desarrollo de mis estudios .

Revolución es sentido del momento histórico



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; sino que implica minimizar el impacto energético y medioambiental asociado a la actividad turística.

En el presente trabajo se le da continuidad al estudio sobre el consumo de los principales portadores energéticos en el hotel Barceló Cayo Santa María perteneciente a la Cayería Norte de Villa Clara. Se determinaron los principales índices de eficiencia energética en el hotel aplicando las herramientas del Sistema de Gestión de Eficiencia Energética, siendo el objetivo de la investigación dar continuidad al diagnóstico energético realizado en el hotel desde su puesta en marcha donde en anteriores trabajo se analizaron los años 2009, 2010 y 2011. En este trabajo se expone el análisis realizado en los 3 años. Se presentan los índices energéticos alcanzados por el hotel luego de funcionar con todas las habitaciones ocupadas en relación con la temporada de baja. También se determinó que el portador energético de mayor consumo es la energía eléctrica y la zona dentro de las instalaciones de mayor consumo eléctrico es el edificio principal. En el trabajo se analiza una propuesta de empleo de energía solar fotovoltaica para sustituir parcialmente el consumo de energía eléctrica proveniente de combustibles fósiles en el área de refrigeración.

Abstract

The tourist sector is the actual key element in the Cuban economy. It is necessary to take into account that in this sector a remarkable quantity of energy is used that requires a control of the demand and the study of improvements of its efficiency. A reduction in the consumption of these non-thermal buildings supposes the decrease of its economic costs and it improves its competitiveness; if not that it implies to minimize the energy and environmental impact associated to the tourist activity.

In this project is continuity to the study on the consumption of the main energy payees in the hotel Barceló Cayo Santa María belonging to the islands group of the north Villa Clara. The main values of energy efficiency were determined in the hotel applying the tools of the System of Administration of Energy Efficiency. The main objective of the investigation was continuity of a diagnosed energy carried out in the hotel from their start, where in previous work was analyzed in 2009, 2010 to 2011. In this work was exposed the analysis carried out in the 3 year. The energy indices were presented to the hotel after working with all the busy rooms in relation with the season of low occupation. It was also determined that the energy payee of more consumption is the electric power and the area inside the facilities of more consumption electrician it is the main building. In the work was presented a proposal of employment of photovoltaic solar energy to substitute the electric power consumption coming from fossil fuels partially in the refrigeration area.

Índice

	Pág.
Introducción.....	1
Capítulo 1: Marco Teórico	4
1.1 La gestión energética	4
1.2 Consumo energético en el sector hotelero	5
1.3 Energía en el sector turístico.....	7
1.3.1 Portadores energéticos en el sector turístico cubano	8
1.4 Costos energéticos y competitividad	10
1.5 La gestión energética y los Diagnósticos Energéticos	12
1.6 La gestión energética y los comités de energías.....	12
1.7 Herramientas para Establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía	13
1.7.1 Gráfico de Energía - Producción en el Tiempo (E – P vs. t).....	13
1.7.2 Diagramas de Consumo – Producción (E vs. P)	13
1.7.3- Utilidad de los Diagramas E vs P.....	13
1.7.4 – Diagrama Índice de Consumo – Producción (IC vs. P).....	14
1.7.5 - Diagrama de Pareto.....	14
1.8- Conclusiones Parciales	15
Capítulo II: Caracterización del consumo energético en el hotel Barceló Cayo Santa María	16
2.1 Introducción.....	16
2.2 Definición de los portadores energéticos consumidos en el hotel. Estructura de consumo de los años 2009, 2010 y 2011	18
2.2.1 Análisis del año 2009	18
2.2.2 Análisis del año 2010	21
2.2.3 Análisis del año 2011	24
2.3 Análisis del consumo eléctrico	25

2.4 Grafico de consumo de Energía Eléctrica por HDO en el tiempo de los años 2009, 2010 y 2011	27
2.5 Gráfico de consumo de energía eléctrica –HDO de los años 2009, 2010 y 2011.....	30
2.6 Índice de Consumo vs. HDO en los años 2009, 2010 y 2011	33
2.7. Conclusiones Parciales	36
Capítulo III. Análisis de los resultados y de propuesta de suministro de energía eléctrica empleando fuente renovable de energía.....	37
3.1 Valoración con Relación al Consumo de portadores energéticos	37
3.2 Comparación de los resultados IC vs HDO, en los años seleccionados 2009, 2010 y 2011	40
3.3. Propuesta de alternativa para el suministro de energía renovable al hotel Barceló Cayo Santa María.....	42
3.3.1 Análisis económico de la propuesta	44
3.3.2 Análisis ambiental de la propuesta	45
Conclusiones.....	47
Recomendaciones.....	48
Bibliografía Consultada	49
Anexos	51

Introducción

En el año 2011 el sector turístico continúa siendo uno de los motores que mueven a la economía cubana. Entre otros recursos, los establecimientos hoteleros utilizan una notable cantidad de energía para suministrar los servicios y el confort que ofrecen a sus clientes. Es por ello que el ahorro de energía se convierte en uno de los compromisos que debe asumir el sector hotelero, donde existe todavía un gran potencial para el ahorro energético.

En los trabajos de tesis realizados por (Arbolaez D, 2009) y (Varona A, 2010) en el hotel Barceló Cayo Santa María, perteneciente a la Cayería Norte de Villa Clara, se realizó un estudio de la gestión energética. En el presente trabajo se le da seguimiento a la implementación del sistema de gestión que se viene realizando en el hotel desde su puesta en marcha en el 2009. Se demuestra que aún existen potencialidades de ahorro de energía en el hotel.

Las tecnologías y sistemas de gestión responsables relacionados con el uso racional de la energía en los hoteles se centran en dos grandes campos de actuación: minimizar el consumo de energía y maximizar la eficiencia de las fuentes de energía, implicando a todas aquellas soluciones de gestión orientadas al ahorro de energía, el empleo de dispositivos y las soluciones constructivas que permitan reducir el consumo.

Por ser la eficiencia energética unas de las principales vías de reducción y ahorro de los consumos energéticos. Es de gran importancia este trabajo.

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 ventilación y extracción, de bombeo de agua a temperatura ambiente (ATA) y en el riego además en los sistemas de producción de agua caliente y sistemas de producción de agua fría. La gestión energética como herramienta trata de gestionar de forma específica y eficiente cada uno de los consumos de las distintas energías que se utilizan para la producción de calor, frío, en un determinado edificio o industria, de forma que se reduzca su consumo al mínimo y con ello los costos en \$/mes, manteniendo y mejorando las

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

La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, es una de las posibilidades de reducir los consumos energéticos de las empresas, fundamentalmente con medidas técnico-organizativas y de baja inversión, así como organizar el control y gestión de ahorro y conservación de los portadores energéticos, identificando el grupo de soluciones técnicas más favorables a los problemas de suministro de energía.

En el hotel Barceló Cayo Santa María, perteneciente a la Cayería Norte de Villa Clara se viene aplicando el sistema de gestión energética durante estos 3 años y medio de su puesta en explotación, que demuestran las posibilidades de ahorro de energía en el hotel.

Problema científico

En el hotel Barceló Cayo Santa María se ha implantado un sistema de gestión energética desde el año 2009 con resultados positivos para la instalación, pero solamente partir del 2011 el hotel ha comenzado a trabajar a plena capacidad. No se cuenta con una valoración general de la aplicación del sistema de gestión energética que abarque los tres años de funcionamiento que permita visualizar todos los potenciales de ahorro de energía que conlleven a una gestión más eficiente de los portadores energéticos del hotel.

Hipótesis

La aplicación de las herramientas del sistema de Gestión de Eficiencia de la Energía durante la explotación a plena capacidad y baja capacidad del hotel Barceló Cayo Santa María da la posibilidad de determinar los valores de consumo de los diferentes portadores energéticos y evaluar el comportamiento de los índices de consumo de instalación.

Objetivo general

Determinar los potenciales de ahorros energéticos en el hotel Barceló Cayo Santa María, y hacer un análisis de los 3 años de explotación del hotel, aplicando las herramientas del sistema de Gestión de Eficiencia de la Energía.

Objetivos específicos

1. Realizar un estudio estadístico de los datos de consumo de energía del hotel Barceló Cayo Santa María en los últimos 3 años.
2. Aplicar las herramientas del sistema de Gestión de Eficiencia de la Energía para determinar los potenciales de ahorro de los principales portadores energéticos del hotel en los últimos 3 años de su puesta en marcha.
3. Comparar los potenciales de ahorro de energía eléctrica del año 2011 con los determinados para el hotel en los años 2009 y 2010.
4. Definir los índices de consumos por habitaciones días ocupado de los años 2009, 2010 y 2011.
5. Proponer una alternativa para el empleo de energía renovable en el hotel que permita sustituir parcialmente el suministro de energía eléctrica generada con combustibles fósiles

Posibles impactos de la tesis

Desde el punto de vista económico:

-Reducción de gasto de divisa del hotel y mejor aprovechamiento de los portadores energético del hotel.

Importancia:

En el presente trabajo tiene una gran importancia ya que esta vinculado al programa de ahorro que lleva el país, es un trabajo que da continuación de los anteriores en el 2009, 2010 en el mismo hotel. Permitirá contar con un historial completo de los consumos energéticos del hotel desde su puesta en marcha y conocer los gastos en que incurre la instalación y las nuevas estrategias a trazar.

CAPITULO 1: Marco Teórico

1. 1 La gestión energética

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, etc., en un determinado edificio o industria, para la producción de calefacción, ventilación, aire acondicionado, calentamiento de piscinas, producción de vapor, refrigeración etc., de forma que se reduzca su consumo al mínimo y con ello los costos en \$/mes, manteniendo y mejorando las prestaciones que se requieren, pero respetando toda la normativa técnica, de seguridad y medioambiental en vigor, con el resultado de un importante ahorro de las energías disponibles en razón de la sustitución de máquinas y/o componentes de tecnologías obsoletas, por otras nuevas de alto rendimiento.

La gestión energética posee como objetivo fundamental la obtención de un rendimiento óptimo, minimizando costos sin detrimento de la calidad y/o cantidad de producción en cada uno de los procesos o servicios donde el uso de la energía es indispensable. (Colectivo. 1982)

La gestión energética se puede aplicar a una fábrica, a un edificio de oficinas, a un centro deportivo, a una vivienda, y a cualquier tipo de edificio dónde se requiera un uso de energía.

En el sector hotelero la utilización racional de la energía se puede implementar en varios procesos y equipamientos donde el consumo eléctrico es importante por ejemplo: en los sistemas de alumbrado, de transportación, de ventilación y extracción, de bombeo de agua a temperatura ambiente (ATA) y de riego con bombeo de agua de rehúso además en los sistemas de producción de agua caliente y sistemas de producción de agua fría.

También se presentan como portadores energéticos los combustibles como: el diesel, la gasolina y petróleo, que se utilizan en el sistema de transportación y contra incendio respectivamente, así como el gas LP, cuya utilización esta dada en la cocción de alimentos y en la caldera de la Sala de Máquina.

Para hacer un uso eficiente de la energía y, como consecuencia, para ahorrarla, las acciones se centran en: (Borroto Nordelo 1998)

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

Debido a esto una de las operadoras más importantes en Cuba “Gaviota SA” solicita que en sus hoteles dichos procesos se utilicen de forma eficaz para lograr ahorros de cualquier portador (ALMEST 2006).

Para Cuba, país donde la crisis de 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.

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/utilidad en la explotación del edificio. Según estudios realizados en hoteles el consumo eléctrico del sistema de aire acondicionado representa alrededor del 30% del total, aunque si el sistema no es eficiente, puede representar un porcentaje mayor.

1.2 Consumo energético en el sector hotelero.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en el sector hotelero, se observa que debido a la gran variedad de tipos de establecimientos, número de habitaciones, categoría, situación geográfica, combustibles y fuentes de energía utilizadas, es difícil hacer una distribución estándar del consumo de energía en los hoteles, ya que existe una gran variedad en los porcentajes de consumo de los diferentes servicios que suministran un hotel, debido a estos factores.

Como se conoce actualmente en el mundo, las fuentes de energía no renovables van escaseando y se hace necesario su uso adecuado en las diferentes industrias, entre las que se encuentra la industria del turismo.

Relacionado con esto, surge 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.

En la dirección de ahorro energético a través de los equipos de climatización se han encaminado varias investigaciones, por ejemplo la Alianza para el Ahorro de Energía (Alliance to Save Energy) con los sistemas de caudal variable en los hoteles, utilizando para esto variadores de velocidad donde los ahorros son de hasta el 50% de la energía en los mismos, dependiendo de la instalación, ubicación, demanda, etc. en comparación con los sistemas tradicionales.(Aguirre 2005)

También se conoce que en los establecimientos hoteleros de la comunidad Valenciana se han establecido dichos planes basados en las normativas europeas, estas normas se centran en el uso de bombas accionadas por motores de velocidad variable que permite modificar las características de funcionamiento de los sistemas de bombeo, adaptándolos a condiciones de utilización muy distintas de las especificadas en el diseño, sin que el rendimiento del sistema varíe sustancialmente. (Lapeña 2003)

Se plantea que se obtienen ahorros del 20-30% de la energía utilizada en este apartado mediante sectorización por zonas, el uso de sistemas autónomos para el control de la temperatura, la regulación de las velocidades de los ventiladores y de las bombas de agua, además de la utilización de sistemas de gestión centralizada. Se conoce también que al reducir la temperatura por debajo de la temperatura de confort, aumentan los costos por concepto de energía, por lo que se hace necesario verificar que la temperatura de la zona a enfriar se encuentra en el rango de confort.

La cadena andaluza Fuerte Hoteles vuelve a demostrar su compromiso con el medio ambiente a través de la implantación de un nuevo sistema de ahorro de energía a través de un nuevo sistema de iluminación (Hoteles, 2009)

Las bombillas dicroicas, con una potencia de 50 vatios y una vida útil de tan sólo 3.000 horas fueron reemplazadas por lámparas LED, con una potencia de 9 vatios y una vida útil de 50.000 horas, es decir, un 94 por ciento más duraderas, una medida con la que estiman alcanzar un ahorro energético del 67 por ciento frente al consumo actual de lámparas

La energía solar térmica es un sistema de ahorro energético muy importante, en instalaciones donde existen importantes consumos de ACS (Agua Caliente Sanitaria), como es el caso de hoteles, también puede utilizarse para apoyo a la calefacción o para climatización de piscinas, entre otros usos.

En los últimos tiempos el crecimiento de los costos energéticos ha pasado a ser parte preocupante y creciente dentro de los costos de producción y los métodos tradicionales de administración de los recursos energéticos no logran bajarlos sin realizar grandes inversiones en cambios de tecnología. Existe un camino de baja inversión que logra reducir y controlar los costos energéticos actuales en la industria y los servicios

1.3 Energía en el sector turístico

La distribución del consumo energético, entre energía eléctrica y energía térmica, demandada por un hotel, depende de varios factores: del tipo de hotel, de su situación, categoría, los servicios que ofrece, etc. En Cuba es favorable ya que es un país del Caribe.

La energía solar, además de ser renovable y no contaminar el Medio Ambiente, es una energía muy abundante en Cuba. Su utilización contribuye a reducir el efecto invernadero producido por las emisiones de CO₂ a la atmósfera, así como el cambio climático provocado por el efecto invernadero. En el país, las instalaciones turísticas utilizan cada vez mejor los recursos energéticos, como es el caso del Hotel Nacional de Cuba. Sin embargo, el índice de consumo utilizado actualmente en los hoteles turísticos en Cuba no constituye en todos los casos un indicador

efectivo para evaluar la eficiencia energética, por tal motivo Cabrera y col, 2005 analizan las posibles causas de ello y proponen la obtención de un nuevo índice de consumo de energía eléctrica, introduciendo el concepto de «habitación-día-ocupada-equivalente». (Osmel Cabrera Gorrin, 2005)

1.3.1 Portadores energéticos en el sector turístico cubano.

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 prestar (CIDTUR 2007). En Cuba, en las cadenas CUBANACÁN, Gran Caribe, Isla Azul y Horizontes, este indicador oscila entre 8 y 16 % y puede llegar hasta 20 % en hoteles que tienen una infraestructura muy atrasada y bajos niveles de comercialización.

Las áreas que consumen más energía eléctrica en un hotel son la climatización y el alumbrado. Para hoteles del Caribe en particular, el consumo de climatización puede representar alrededor de 65 % del total del consumo de electricidad, debido fundamentalmente a las altas temperaturas, mientras que el consumo en equipos de refrigeración representa alrededor de 14 %, el alumbrado 11 %, ventiladores y bombas 12 % y la producción de agua caliente 7 % aproximadamente

Tabla 1.1 Indicadores energéticos utilizados por las diferentes cadenas hoteleras cubanas

Cadena hotelera	Electricidad kWh/HDO	Agua M3/HDO	Diesel 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

La iluminación es el apartado que representa un mayor consumo eléctrico dentro de un hotel, dependiendo su porcentaje del tamaño del hotel, del uso principal a que se destina, y del clima de la zona donde está ubicado. Este consumo puede oscilar entre un 12% y un 18% del consumo total de energía, y alrededor de un 40% del consumo de la energía eléctrica.

Es por ello que cualquier medida de ahorro energético en iluminación tendrá una repercusión importante en los costos de funcionamiento del hotel. Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 30% y el 50% en el consumo eléctrico de alumbrado, merced a la utilización de componentes más eficaces, al empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural. Además puede haber un ahorro adicional si el hotel tiene aire acondicionado, ya que la iluminación de bajo consumo energético presenta una menor emisión de calor.

Por otro lado, el ahorro energético en iluminación no debe estar reñido con la calidad del servicio y los sistemas de iluminación del hotel han de proporcionar el nivel luminoso adecuado para cada actividad, creando un ambiente agradable y una buena sensación de confort.

1.4 Costos energéticos y competitividad

El costo de la producción o prestación de servicios de su hotel puede definirse como la expresión monetaria de los recursos de todo tipo empleados en el proceso de atención a los huéspedes y usuarios institución.

Las condiciones de competitividad demandan una mayor eficiencia en la operación de la instalación turística de los hoteles, siendo el parámetro costo / Ingreso de la instalación el más importante. Datos obtenidos en diferentes hoteles de California y Cuba reflejan que ella oscila entre 0.70-0.80 centavos por dólar de ingreso. (Travel 96, Campos 2000)

En este sentido, un componente alto y con facilidad de abatir es el costo energético que en instalaciones internacionales oscila entre el 4% al 7% (Travel 96), mientras que en Cuba este indicador alcanza valores desde los 8% y el 16 % de los ingresos y pueden llegar hasta el 20% (Horizontes 2000).

En el sector hotelero para poder analizar y llegar a conclusiones sobre los resultados de la gestión energética, es necesario realizar una profunda evaluación y análisis e indicadores energéticos tales como:

- % gastos de energéticos vs. Ingresos.
- Consumo físico energético /m².
- Consumo físico energético /habitación ocupada. (kWh/HDO)

% gastos energéticos vs. Ingresos.

Autores (Travel 96, González 2002, Looper 2010, entre otros) consideran que una instalación hotelera para que funcione eficientemente, desde el punto de vista energético, necesita menos del 5% de sus costos con respecto a los ingresos para cubrirlo. Las distribuciones de gasto de energéticos contra ingresos oscilan en función de los tipos de hoteles y la categoría que ellos posean, así como del tipo de servicio a prestar. Los datos de referencia incluyen a todo tipo de portador y el agua.

En Cuba los hoteles de las cadenas CUBANACAN, GRAN CARIBE, HORIZONTES este indicador oscilan entre el 8 y el 16 % pudiendo llegar hasta el 20% en hoteles con una infraestructura muy atrasada de su equipamiento tecnológico (que unidos

al consumo de energía producen altos niveles de ruidos y bajo confort) y bajos niveles de comercialización donde los costos fijos de los componentes energéticos son muy elevados y por ende es muy difícil mantener una adecuada productividad de los costos totales con respecto al nivel ocupacional del hotel.

Consumo físico energético /m²

En Estados Unidos y México el promedio de los costos de energía en la industria del hospedaje esta cerca de 16 dólares por pie² aproximadamente \$175 / m² anualmente. La hotelería gasta 500 dólares por habitación por año por petróleo y electricidad (Looper 2000). En hoteles mexicanos de lujo suelen pagar hasta \$4000/ pie² anualmente en costos energéticos.

En el caso cubano este indicador es poco utilizado y generalmente se aplica el consumo físico por habitación ocupada.

Consumo físico energético /habitación ocupada. (kWh/HDO)

En el sector hotelero, existe una tendencia mundial de expresar el índice de eficiencia energética en kilowatt hora por Habitación día ocupada (kWh/HDO). En Cuba lo consideran de la misma manera, no obstante en ocasiones existen diferencias entre los valores de estos índices con respecto a instalaciones internacionales y entre las instalaciones del propio país.

Las marcas de calidad en el consumo de electricidad no están normadas ni legisladas en Cuba y solo se utilizan indicadores que se han enriquecidos por las diferente cadenas teniendo en cuenta el historial de consumo desde su fundación en 1994.

Como se muestra en la tabla 1, no existe uniformidad en las marcas establecidas, y solo en el caso del agua existe consenso y esto se debe a que existe una norma que rige el suministro de agua a las instalaciones turísticas, en el resto se han establecidos sobre bases empíricas, considerando criterios de funcionamiento eficiente de los servicios técnicos de varios hoteles y en la practica estas marcas están funcionando como parámetros fijos sin que previamente se hayan realizados estudios minuciosos de la planta física actual de cada hotel.

1.5 La gestión energética y los Diagnósticos Energéticos

El diagnóstico energético es un análisis operativo funcional de cómo consume la energía una empresa para obtener productos y servicios finales.

De acuerdo a la profundidad y alcance del diagnóstico energético se acostumbra a clasificarlo en diferentes grados o niveles, por los diferentes autores que abordan este tema, algunos señalan dos niveles, otros tres, e incluso algunos especifican cuatro niveles. En nuestro caso en darle continuidad al nivel 2, para posteriormente continuar con un nivel 3.

1.6 La gestión energética y los comités de energías

Los comités están formados por personal de todas las áreas involucradas, y tienen como funciones promover, asistir técnicamente y controlar todo lo referente a la gestión energética. De acuerdo con las funciones que se le asignen pueden tener un carácter consultivo o ejecutivo y puede ser temporal o permanente. (Borroto Nordelo 2002)

-Las ventajas más importantes de esta alternativa son las siguientes: (Borroto Nordelo 2002)

- Se involucra a las áreas en la concepción y ejecución de las acciones.
- Se logra un mayor apoyo de las áreas.
- Facilita la comunicación entre departamentos y la retroalimentación al coordinador.
- Agiliza la aplicación de las acciones y medidas.
- Constituye un foro para la generación y revisión de ideas.

-Como desventajas pueden señalarse: (Borroto Nordelo 2002)

- Se dificulta el establecimiento de responsabilidades.
- Se limitan las posibilidades de capacitación intensiva y de contar con personal especializado.
- Se amplían las funciones y responsabilidades del personal que participa, lo cual puede generar actividades negativas.
- Respuesta lenta ante situaciones imprevistas.

1.7 Herramientas para Establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía.

Se describen a continuación las principales herramientas de la TGTEE que se emplean en una determinada empresa (Borroto Nordelo 2002).

1.7.1 Gráfico de Energía - 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 por meses. Es útil porque se muestran los períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción.

Generalmente debe ocurrir que un incremento de la producción produce un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa.

Comportamientos anómalos son:

- 1 Incrementa la producción y disminuye el consumo de energía.
- 2 Decrece la producción y aumenta el consumo de energía.

1.7.2 Diagramas de Consumo – Producción (E vs. P).

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

Este gráfico de E vs. P puede realizarse por meses transcurridos, y por años, considerando en cada caso los servicios asociados al período en cuestión. Por ejemplo: en un hospital se puede graficar el consumo de electricidad o de combustible versus los días pacientes atendidos.

1.7.3- Utilidad de los Diagramas E vs P.

- 1 Determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la producción en un período.
- 2 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. Permite determinar la energía no asociada al proceso de servicio en una empresa.

El valor del porcentaje de energía no asociada al servicio debe ser tan pequeño como sea posible.

1.7.4 – Diagrama Índice de Consumo – Producción (ic vs. P).

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico E vs. P y la ecuación,

$E = m.P + E_o$, con un nivel de correlación significativo.

La expresión de la función $IC = f(P)$ se obtiene de la siguiente forma:

$$E = m.P + E_o$$

$$IC = E/P = m + E_o/P$$

$$IC = m + E_o/P$$

$$E = m.P + E_o$$

Donde:

E - consumo de energía en el período seleccionado

P - producción asociada en el período seleccionado

m – pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción.

E_o – intercepto de la línea en el eje y, que significa la energía no asociada a la producción.

$m.P$ – es la energía utilizada en el proceso productivo.

Se emplea para establecer metas de índices de consumos en función de un servicio planificado por las condiciones de mercado y evaluar el comportamiento de la eficiencia energética de la empresa en un período dado.

1.7.5 - Diagrama de Pareto.

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.

El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado

1.8- Conclusiones Parciales

- 1- Para lograr un servicio de alta calidad en el sector hotelero es necesario consumir comparativamente más energía por persona que en otros servicios. (Al cliente no se le puede exigir por el ahorro)
- 2- La eficiencia energética en el sector hotelero es fundamental para lograr disminuir los costos de operación y obtener las utilidades esperadas.
- 3- La gestión de los recursos energéticos no debe considerarse como una tarea a corto plazo, es una tarea a mediano y largo plazo que debe significar implantar y controlar la forma en que cualquier empresa use o planifique de forma racional los recursos energéticos, lo que permitirá la obtención de elevados u óptimos rendimientos.
- 4- En Cuba existen experiencias de empleo de índices de consumo energéticos en algunos hoteles, pero no están estandarizados igual entre las diferentes cadenas del país.

Capítulo II: Caracterización del consumo energético en el hotel Barceló Cayo Santamaría

2.1 Introducción

El hotel “Barceló Cayo Santa María” tiene de explotación 3 años y cinco meses, con la categoría de 5 Estrella, el sistema de servicio todo incluido, administrado por el Grupo de Turismo Gaviota y la Cadena Barceló Premium, está ubicado en la Cayería Norte del municipio Caibarién provincia Villa Clara.

El hotel está estructurado en dos zonas: Zona “Trinidad Colonial”, ubicada en la parte Oeste y la zona “Matanzas Beach” en la parte Este. Las mismas pueden funcionar de forma independiente.

A los efectos de compactación del hotel en época de baja turística se ha previsto que se cierre la zona Oeste, de esta forma puede continuar la operación hotelera con la zona “Matanzas Beach” donde se ubican todos los servicios indispensables para el funcionamiento autónomo.

El edificio principal está localizado en el centro de la instalación y cuenta con diferentes áreas para la atención directa al cliente, con servicios básicos tales como: Lobby, Lobby Bar, Restaurantes de Especialidades, Restaurantes Buffet, Salas Polivalentes, Parqueos, etc.

Cuenta también con un teatro de animación y edificios comunes como Parrilladas, Sport Club, Baby Club, zonas de Canchas Deportivas, Punto Náutico, Puntos de Bebidas y acceso a la playa.

Cuenta con 21 edificios habitacionales con un total de 1308 habitaciones, equivalentes a 1332 módulos habitacionales. En la tabla 2.1 se muestra la distribución del las habitaciones por bloques.

Tabla 2.1. Distribución del las habitaciones por bloques.

Objetos de obra	Cantidad de Bungalow	Habitación		
		Estándar	Suite	Total
Bungalow Tipo 1 “60 habitaciones Estándar” Matanzas	9	540		540
Bungalow Tipo 2 “66 habitaciones Estándar + 6 habitaciones Suites” Matanzas	2	132	12	144
Bungalow Tipo 1 “60 habitaciones Estándar” Trinidad	8	480		480
Bungalow Tipo 2 “66 habitaciones Estándar + 6 habitaciones Suites” Trinidad	2	132	12	144
Total de habitaciones	21	1284	24	1308
Total de Módulos		1284	48	1332

En el estudio realizado por Arbolaez en el 2009 se considero solamente la zona Matanzas Beach, donde se ubicaban los consumos mayoritarios del hotel. Posteriormente Varona en el 2010 en su tesis de graduación abarcó todo el hotel incluyendo la zona de Trinidad Colonial. En ambos casos se escogieron para el estudio solamente los meses de alta turística. El diagnostico que se realiza en este trabajo abarca el hotel completo incluyendo las dos zonas Matanzas Beach y Trinidad Colonial y contempla la estadística de todos los meses de cada año, incluyendo los datos del 2011.

2.2 Definición de los portadores energéticos consumidos en el hotel.

Estructura de consumo de los años 2009, 2010 y 2011.

Para el análisis de los portadores energéticos consumidos se tomaron los registros de los últimos 3 años y se realizó una comparación con los datos obtenidos. A partir de los datos estadísticos recopilados, los portadores energéticos no renovables fueron:

*Energía Eléctrica

*Gas licuado del petróleo (GLP)

*Diesel

*Gasolina

En el hotel se utiliza la energía solar como portador energético renovable en los colectores solares ubicados en la cubierta de los bungalow, para el calentamiento de agua utilizada en las habitaciones

2.2.1 Análisis del año 2009

Tabla 2.2.1 Consumo de Portadores Energético del año 2009.

	Electricidad TCC	GLP TCC	Diesel TCC	Gasolina TCC	total	Electricidad	GLP	Diesel	Gasolina	HDO*
Enero	227.7	1.6	1.2	0.8	231	98.48%	0.67%	0.52%	0.32%	405
Agosto	212.9	5.3	1.2	0.3	220	96.89%	2.41%	0.56%	0.14%	312
Marzo	207.3	8.5	1.3	0.7	218	95.19%	3.91%	0.59%	0.31%	571
Abril	207.9	6.4	1.4	0.6	216	96.14%	2.94%	0.63%	0.29%	386
Febrero	189.1	7.2	1.2	0.7	198	95.39%	3.65%	0.62%	0.34%	536
Julio	191.7	5.0	1.2	0.3	198	96.75%	2.50%	0.60%	0.15%	256
Mayo	157.9	4.6	1.3	0.6	164	96.02%	2.78%	0.81%	0.38%	171
Junio	154.8	3.9	1.2	0.7	161	96.36%	2.42%	0.77%	0.45%	166
Diciembre	144.1	4.7	1.1	0.3	150	95.92%	3.14%	0.75%	0.20%	222
Septiembre	135.9	3.8	1.2	0.3	141	96.22%	2.71%	0.86%	0.21%	132
Noviembre	116.6	4.2	1.0	0.3	122	95.52%	3.40%	0.84%	0.25%	151
Octubre	110.4	3.3	1.0	0.3	115	95.94%	2.90%	0.89%	0.26%	96
Total	2056.1	58.4	14.5	5.9	2135	96.31%	2.74%	0.68%	0.28%	

*HDO habitaciones promedio diario.

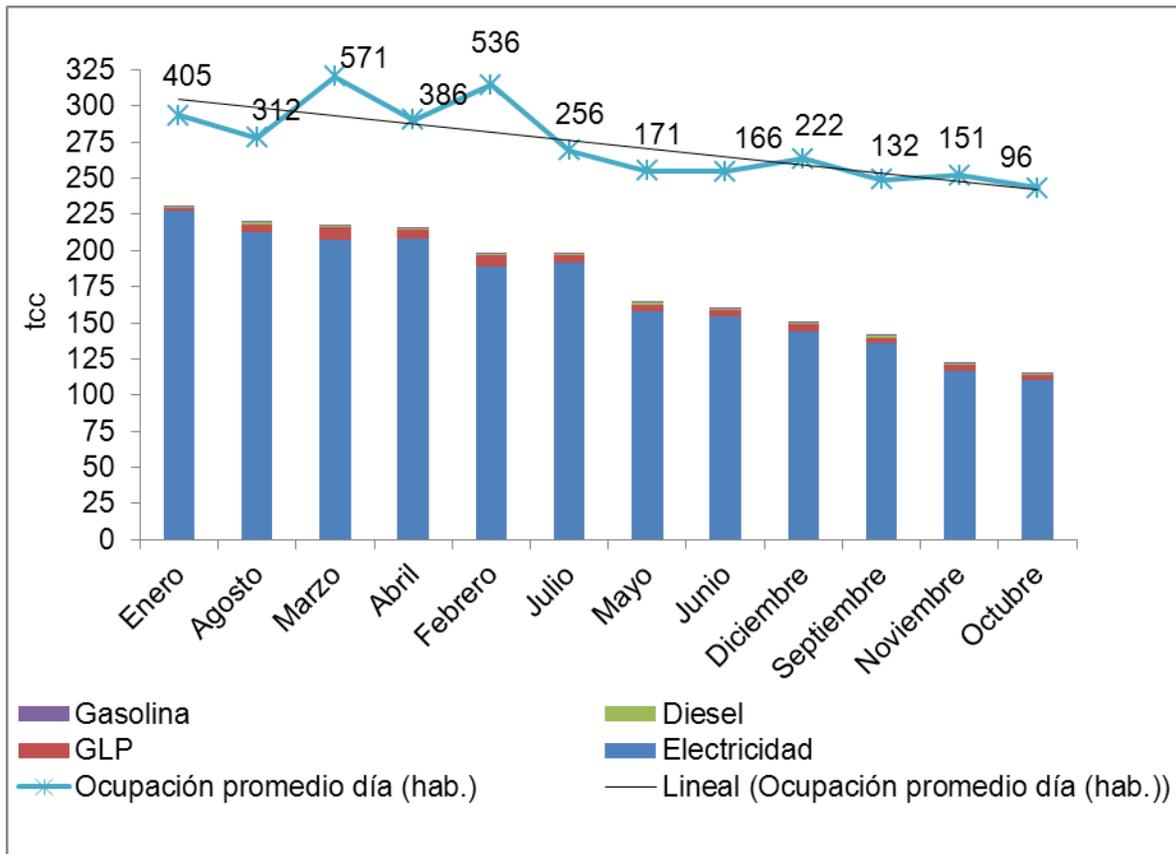


Fig. 2.1: Pareto de Estructura de Consumo del año 2009.

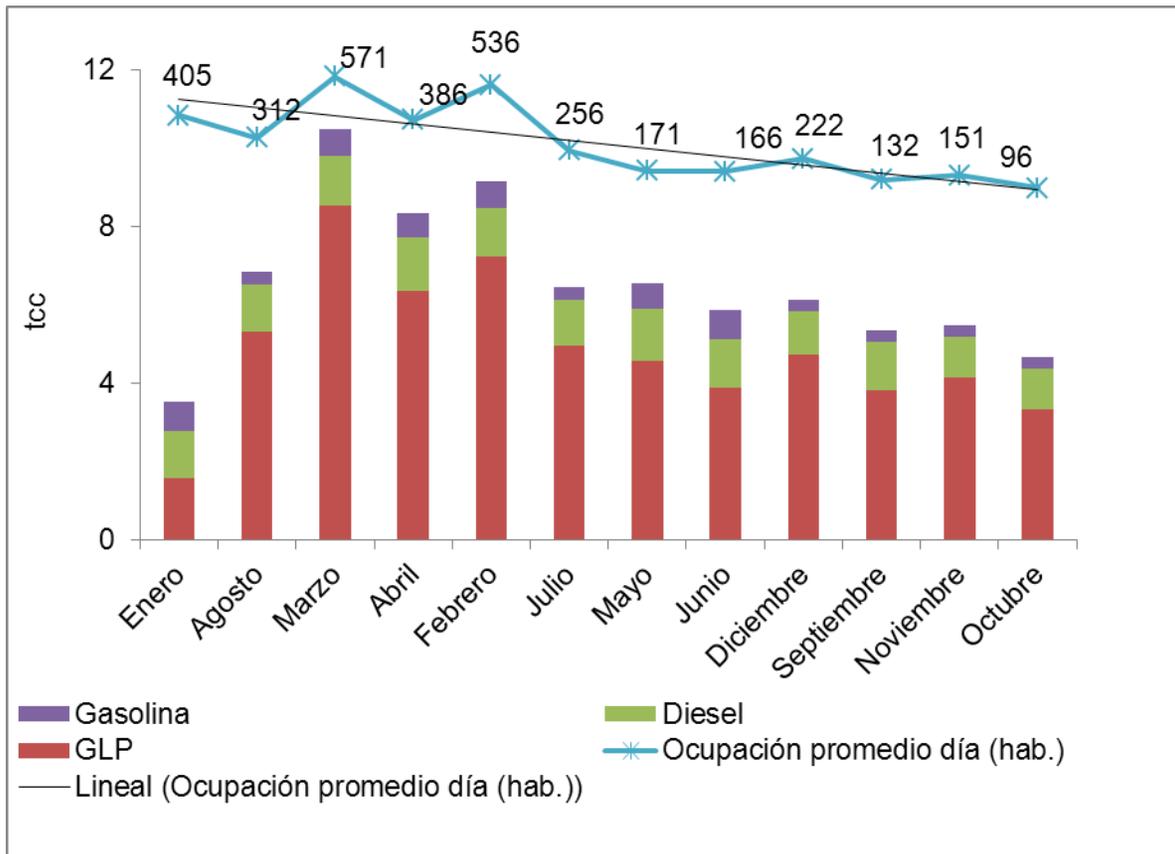


Fig. 2.2: Pareto de Estructura de Consumo del año 2009.

En este análisis se sumó los 12 meses del año 2009 con el objetivo de ver el comportamiento de los consumos más representativos durante el período analizado. En la figura 2.1 se observa que el portador que en todos los meses posee el mayor porcentaje de consumo es la energía eléctrica. En este año el mayor consumo correspondió a los meses de mayor ocupación del hotel. En el gráfico de la figura 2.2 se presenta la relación existente entre los consumos energéticos de los otros portadores con las HDO (habitaciones día ocupado). Se observa que en el mes de agosto a pesar de que la ocupación del hotel bajó, los consumos de todos los portadores aumentaron al igual que lo hizo el principal portador energético que es la energía eléctrica en el gráfico de la figura 2.1. Esto se explica porque agosto un mes de verano y de alta temperatura promedio, lo cual incrementa los consumos por climatización. También se puede observar

como en los demás meses del año los consumos de todos los portadores estuvieron en correspondencia con el nivel ocupacional.

2.2.2 Análisis del año 2010

Tabla 2.2.2 Consumo de Portadores Energéticos del año 2010.

	Electricidad TCC	GLP TCC	Diesel TCC	Gasolina TCC	total	Electricidad	GPL	Diesel	Gasolina	HDO*
Marzo	278.1	9.1	1.2	0.8	289	96.15%	3.14%	0.42%	0.29%	881
Abril	264.1	8.6	1.3	0.8	275	96.12%	3.12%	0.46%	0.30%	668
Enero	233.2	7.7	0.8	0.8	242	96.18%	3.17%	0.33%	0.32%	610
Febrero	232.3	7.5	1.2	0.8	242	96.09%	3.11%	0.48%	0.32%	846
Agosto	221.0	5.3	1.2	0.3	228	97.00%	2.33%	0.54%	0.13%	400
Julio	199.7	5.0	1.2	0.3	206	96.88%	2.41%	0.57%	0.15%	354
Mayo	165.8	4.6	0.8	0.3	172	96.63%	2.70%	0.49%	0.17%	163
Junio	159.9	3.9	1.2	0.7	166	96.47%	2.34%	0.75%	0.44%	207
Diciembre	152.1	4.7	1.1	0.3	158	96.13%	2.98%	0.71%	0.19%	343
Septiembre	143.5	3.8	1.2	0.3	149	96.41%	2.57%	0.81%	0.20%	241
Noviembre	119.4	4.2	1.0	0.3	125	95.62%	3.32%	0.82%	0.24%	213
Octubre	118.2	3.3	1.0	0.3	123	96.21%	2.72%	0.83%	0.24%	284
Total	2287.3	67.7	13.3	6.1	2374.3	96.33%	2.85%	0.56%	0.26%	

*HDO habitaciones promedio diario.

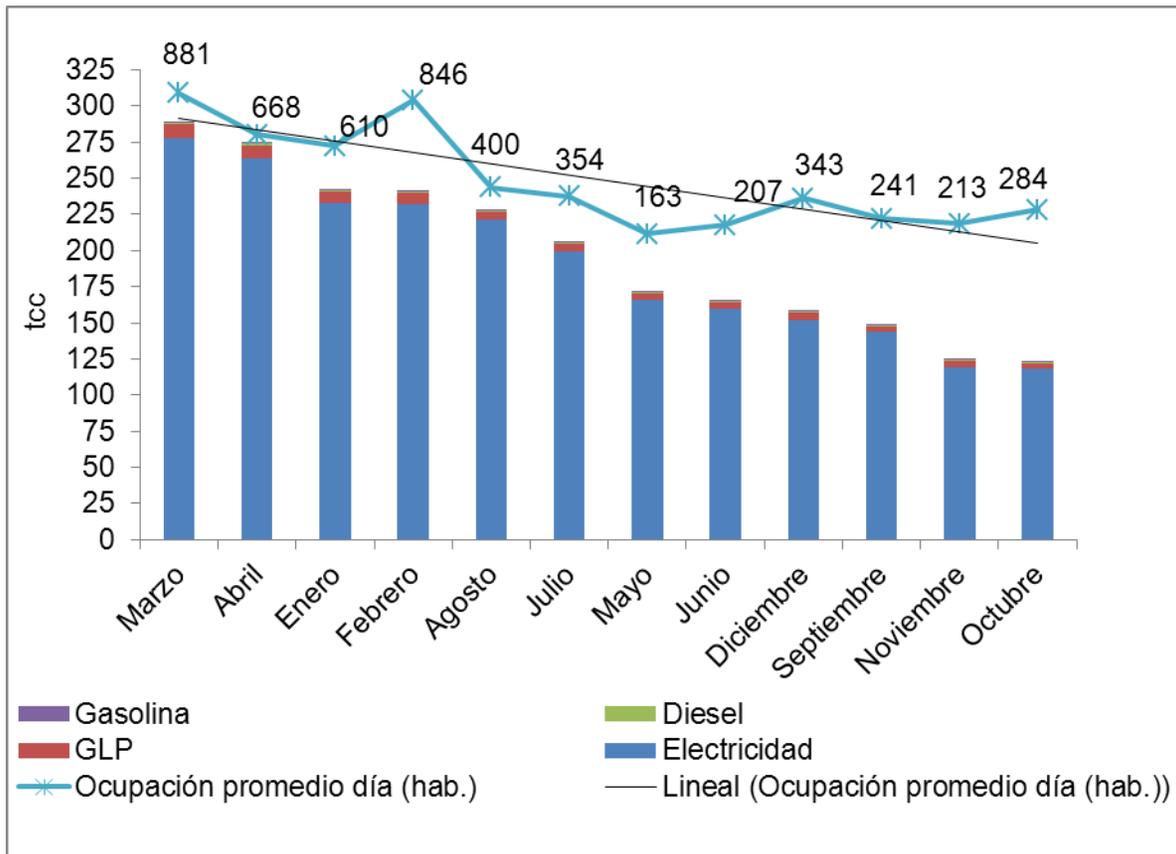


Fig.2.3: Pareto de Estructura de Consumo del año 2010

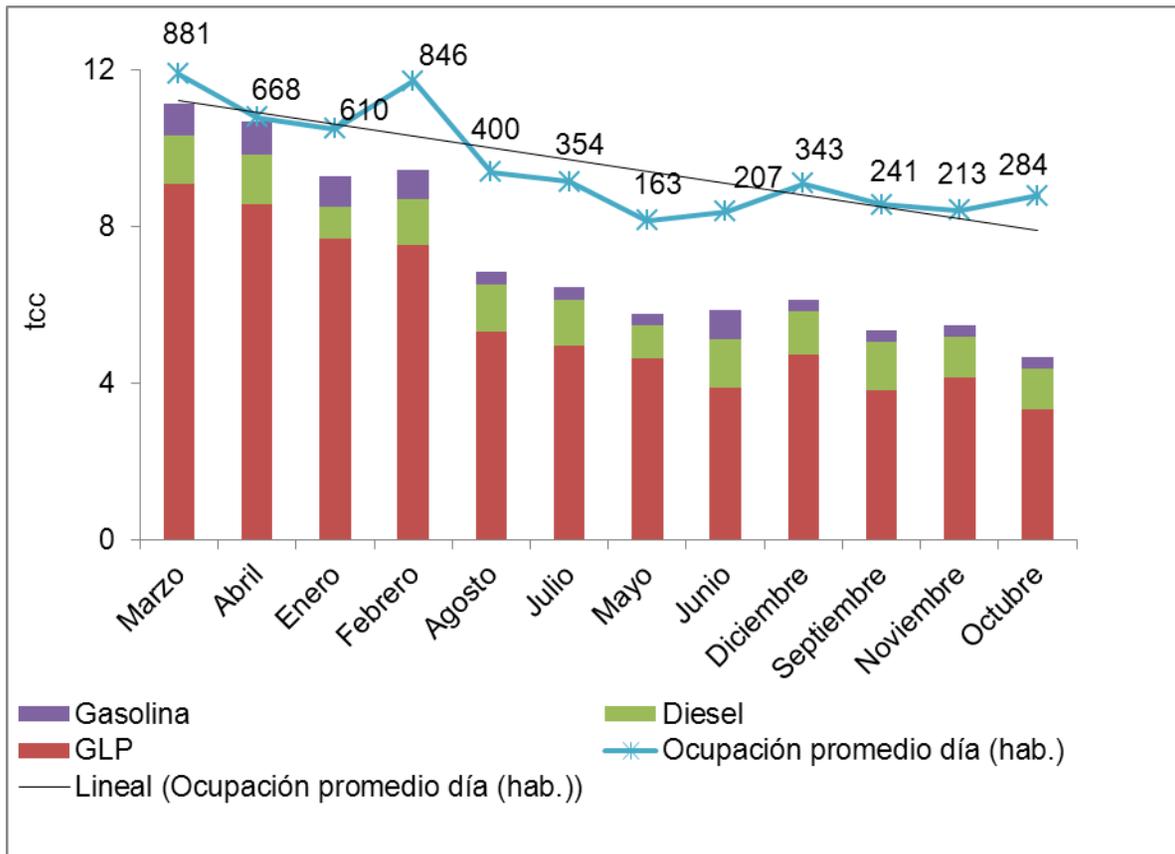


Fig. 2.4: Pareto de Estructura de Consumo del año 2010

En el año 2010 se analizaron los 12 meses con el objetivo de ver el comportamiento de los consumos más representativos. Se observa que los consumos por potadores siguen un comportamiento similar al del año 2009. En este año lo más representativo es que crece el número de ocupación del hotel con respecto al año 2009 y por lo tanto también aumenta el consumo de todos los portadores. También hay que señalar que el mes de marzo es el de mayor ocupación de turista. Algo significativo fue el mes de febrero, que es el segundo mes del año con mayor ocupación de turista dentro del hotel y sin embargo sus consumos energéticos son menores que otros meses con menor nivel de ocupación.

2.2.3 Análisis del año 2011

Tabla 2.2.3. Consumo de Portadores Energéticos del año 2011

	Electricidad TCC	GLP TCC	Diesel TCC	Gasolina TCC	total	Electricidad	GPL	Diesel	Gasolina	HDO*
Agosto	221.1	5.8	1.3	0.3	228	96.76%	2.55%	0.55%	0.14%	399
Abril	207.9	5.8	1.4	0.6	216	96.37%	2.70%	0.63%	0.29%	706
Marzo	204.6	8.5	1.3	0.6	215	95.16%	3.95%	0.59%	0.29%	983
Enero	204.5	1.6	1.2	0.7	208	98.30%	0.75%	0.58%	0.36%	812
Julio	199.8	4.7	1.2	0.3	206	97.53%	2.26%	0.56%	0.15%	340
Febrero	194.3	7.2	1.3	0.6	203	95.52%	3.54%	0.62%	0.31%	925
Mayo	166.5	4.7	1.4	0.6	173	96.15%	2.69%	0.79%	0.36%	204
Junio	159.9	3.5	1.3	0.7	165	96.68%	2.11%	0.76%	0.45%	235
Diciembre	152.3	4.7	1.2	0.3	158	96.13%	2.94%	0.73%	0.20%	403
Septiembre	143.5	3.5	1.2	0.3	148	96.65%	2.35%	0.78%	0.21%	149
Noviembre	119.3	4.7	1.1	0.3	125	95.19%	3.71%	0.84%	0.25%	191
Octubre	118.2	3.5	1.1	0.3	123	96.05%	2.83%	0.86%	0.26%	142
Total	2092.1	58.2	14.4	5.9	2171	96.38%	2.68%	0.66%	0.27%	

*HDO promedio de habitación por día .

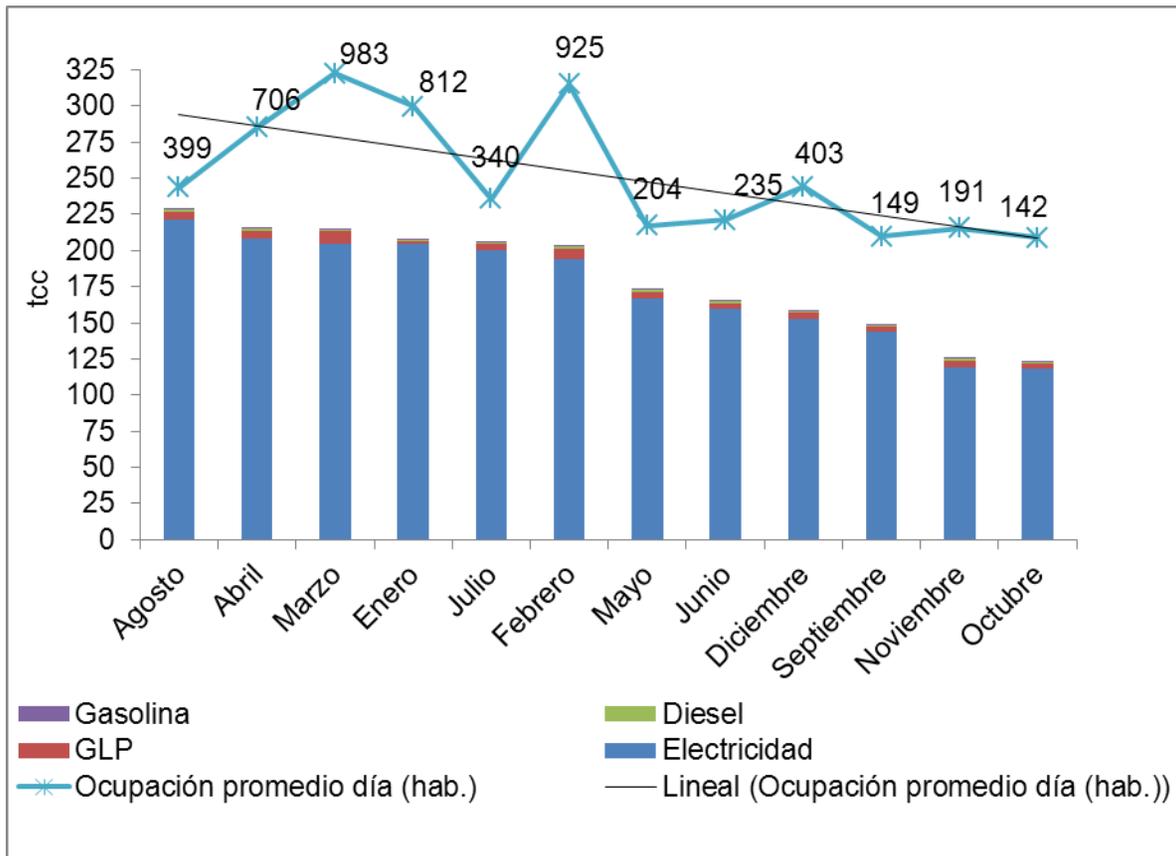


Fig.2.5: Pareto de Estructura de Consumo del año 2011.

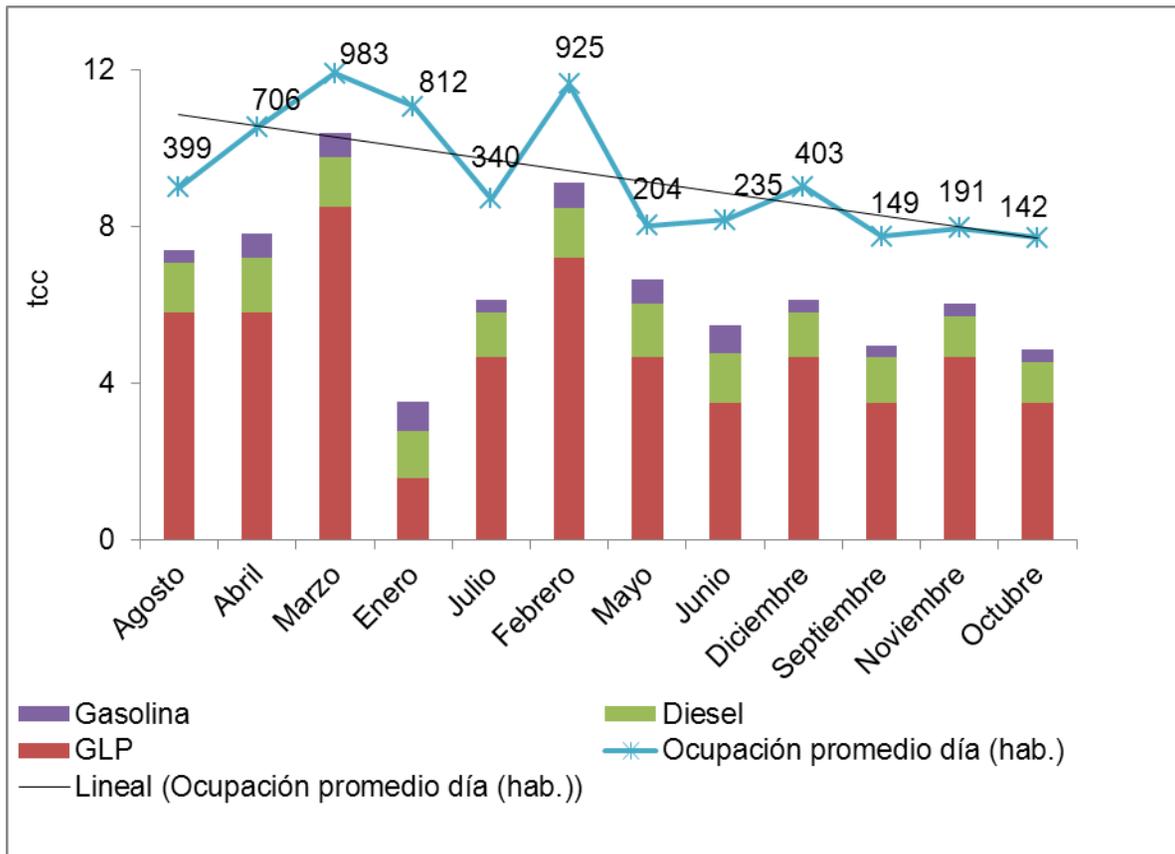


Fig. 2.6: Pareto de Estructura de Consumo del año 2011.

En las figuras 2.5 y 2.6 que representan la estructura de consumo del año 2011 se puede ver como ocurre algo significativo: en el mes de agosto se incrementan mucho los consumos energéticos del portador electricidad y no sucede lo mismo en los demás portadores. En este año agosto no fue uno de los meses mayor ocupación turística dentro del hotel, pero por primera vez se le ofertó reservaciones al turismo nacional y creció el consumo con respecto a los otros años. Además, agosto es uno de los meses de mayor calor y los consumos de los equipo de refrigeración y climatización aumentan grandemente.

2.3 Análisis del consumo eléctrico

Para realizar este análisis fue necesario recopilar los datos técnicos de todo el equipamiento energético, el hotel cuenta con nueve CGD con alimentación doble y capacidad de 500 kVA excepto el CGD 1 del Edificio Principal que tiene una

capacidad de 2000 kVA. Cada una de ellas es responsable de energizar los equipos de los siguientes objetos.

CGD 1 *Edificio Principal (Cocina, Cámaras frías, Restaurantes, Áreas de servicio, lavandería, oficinas administrativas)*

Zona Trinidad

CGD 1 *BW 24, BW 25 y PARRILLADA*

CGD 2 *BW 21, BW 22, BW 23, PISCINA y ACUABAR*

CGD 3 *BW 20, BW 29, BW 30 y CANCHAS DEPORTIVAS*

CGD 4 *BW 26, BW 27, BW 29, sport club y punto náutico*

Zona Matanzas

CGD 5 *BW 1, BW 2, BW 3, CLUB INFANTIL, CANCHAS DEPORT y SPORT CLUB*
CGD 6 *BW 4, BW 6 y BW 7*
CGD 7 *BW 5, PARRILLADA y PISCINA*
CGD 8 *BW 8, BW 9, BW 10 y TEATRO*

En los anteriores trabajos de (Arbolaez D, 2009), (Varona A, 2010) se demostró que el área de mayor consumo es el CGD 01, que abarca toda la parte del edificio principal (Cocina, Cámaras frías, Restaurantes, Áreas de servicio, lavandería, oficinas administrativas), debido a esto es el lugar que se debe llevar a cabo la mayor tarea organizativa y la toma de medidas para disminuir los consumos energéticos. Por esta razón, no es necesario hacer un análisis, ni comparación por cada uno de los CGD para ver cuál es el área de mayor consumo dentro del hotel.

2.4 Gráfico de consumo de Energía Eléctrica por HDO en el tiempo de los años 2009, 2010 y 2011.

En la figura 7 se muestra la variación simultánea del consumo energético con las Habitaciones Días Ocupadas (HDO) en el tiempo realizado en el periodo de los 3 años de explotación. De forma general los gráficos permiten identificar periodos en que se producen comportamientos anómalos en la variación de las HDO. Como se muestra un incremento de las HDO produce un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa.

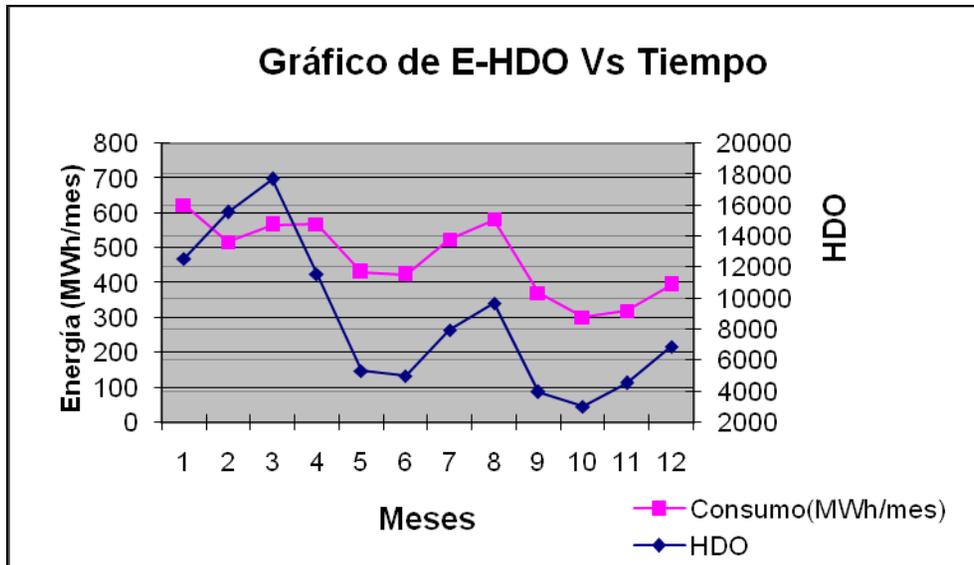


Fig. 2.7. Relación de Consumo Energía Eléctrica con las HDO Vs Tiempo en los meses analizados 2009.

En la figura 2.7 se observa que el nivel ocupacional de enero a marzo aumenta, siendo el mes de marzo el de mayor índice ocupacional, y se ve como los restantes meses del año disminuye el nivel ocupacional. Y en la curva de energía eléctrica se ve como existe una correspondencia entre la energía eléctrica y las HDO. Donde no se ve una correspondencia fue en el mes de mayo donde disminuye el nivel ocupacional y el consumo de energía eléctrica se mantiene igual. Pero es un mes donde las temperaturas ambientales fueron altas, lo que trajo como consiguiente que los equipos de clima y refrigeración tengan que funcionar mucho más tiempo para vencer la carga térmica.

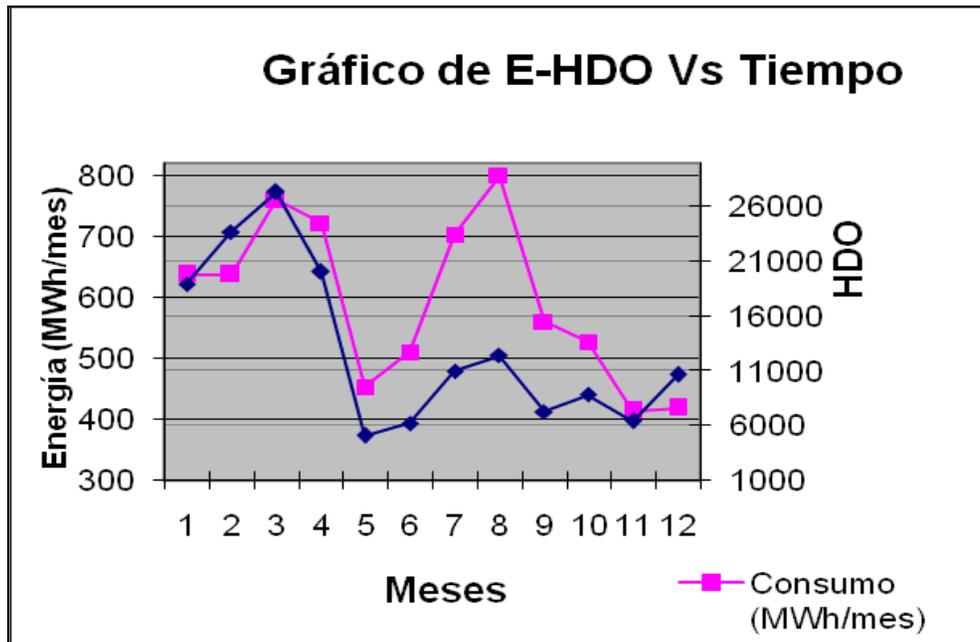


Fig.2.8. Relación de Consumo Energía Eléctrica con las HDO Vs Tiempo en los meses analizados 2010.

En la figura 2.8 se muestra que en los meses de enero a marzo aumenta en nivel ocupacional del hotel, debido que son los meses donde crece el número de turistas. Se observa como después de marzo, la curva disminuye grandemente. En el mes de agosto crece un poco el nivel ocupacional del hotel y se dispara la curva de los consumo de energía eléctrica, esto se justifica porque es un mes donde las temperatura se mantienen muy altas ya que es un mes de verano.

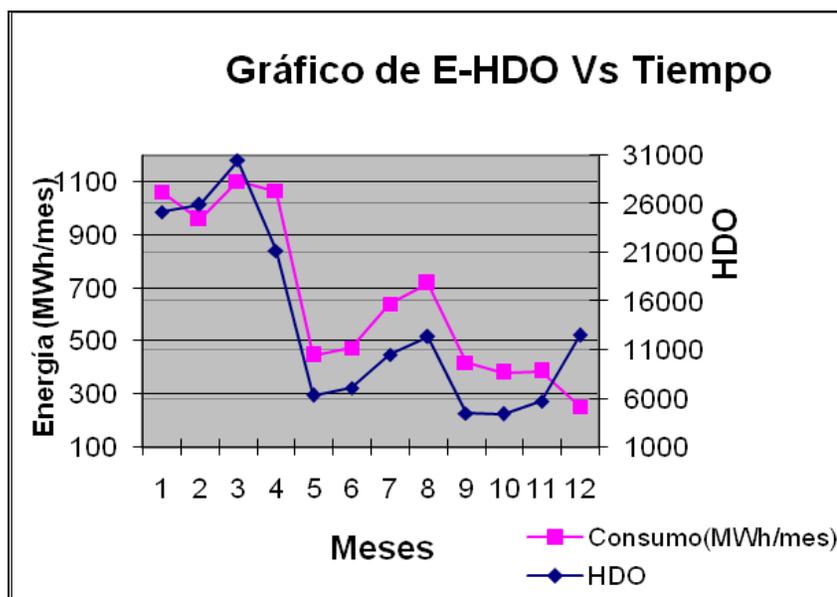


Fig.2.9. Relación de Consumo Energía Eléctrica con las HDO Vs Tiempo en los meses analizados 2011.

En la figura 2.9 se observa que la curva de electricidad se corresponde con el nivel ocupacional, por lo que no se identifica ningún comportamiento anómalo ya que el consumo aumenta y disminuye junto con el HDO. Esto es posible porque después de 2 años de experiencia de funcionamiento el hotel ha ganado en profesionalidad en la gestión de la energía.

2.5 Gráfico de consumo de energía eléctrica –HDO de los años 2009, 2010 y 2011

A continuación se presenta la relación existente entre energía eléctrica consumida y las HDO asociados a este portador en el periodo estudiado mediante gráficos.

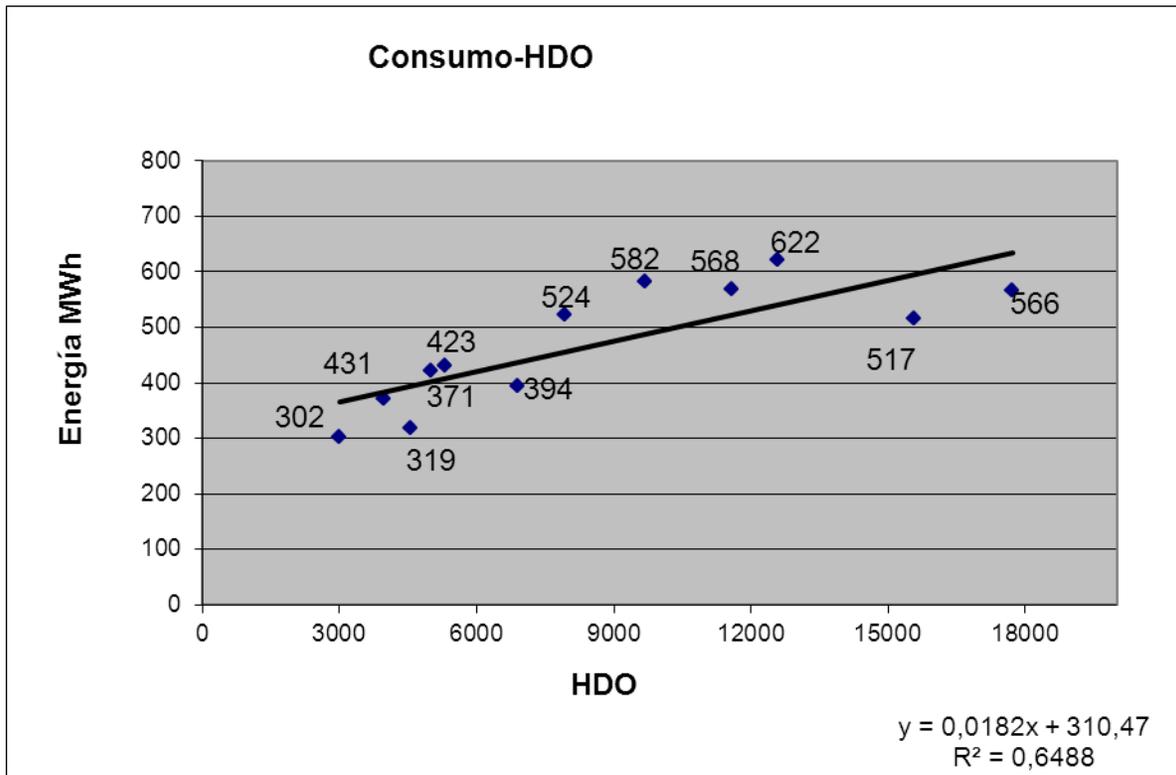


Fig.2.10. Relación de Consumo de EE vs. HDO en el año 2009

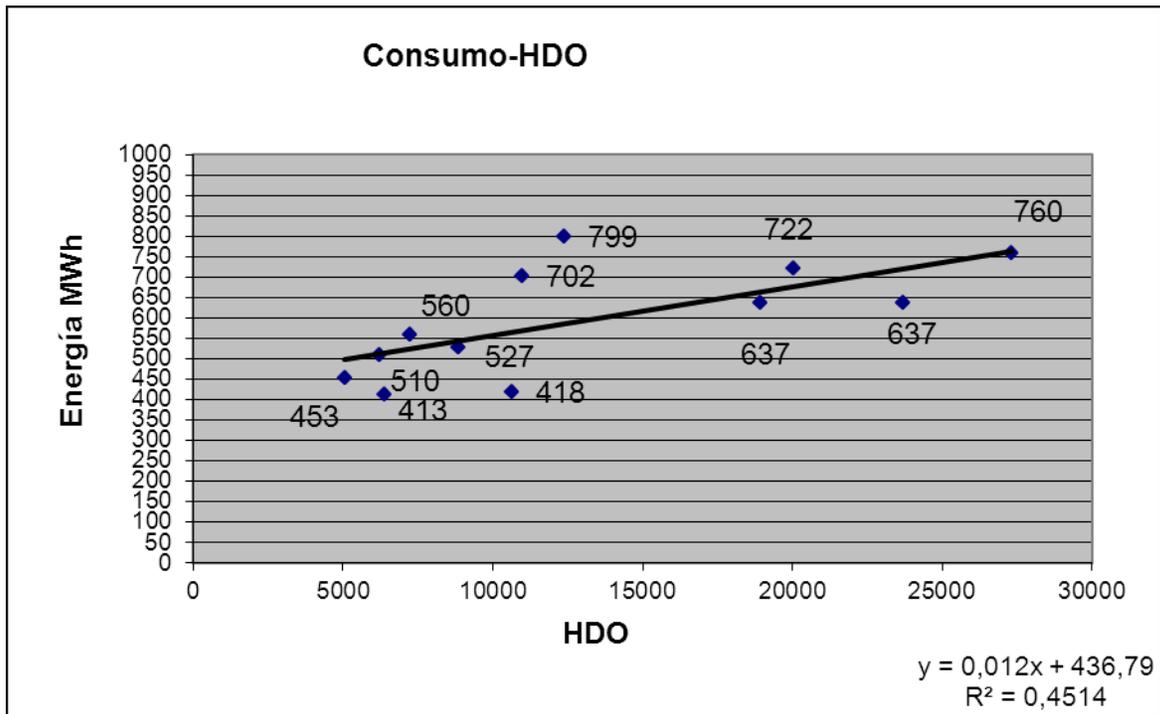


Fig.2.11. Relación de Consumo de EE vs.HDO en el año 2010

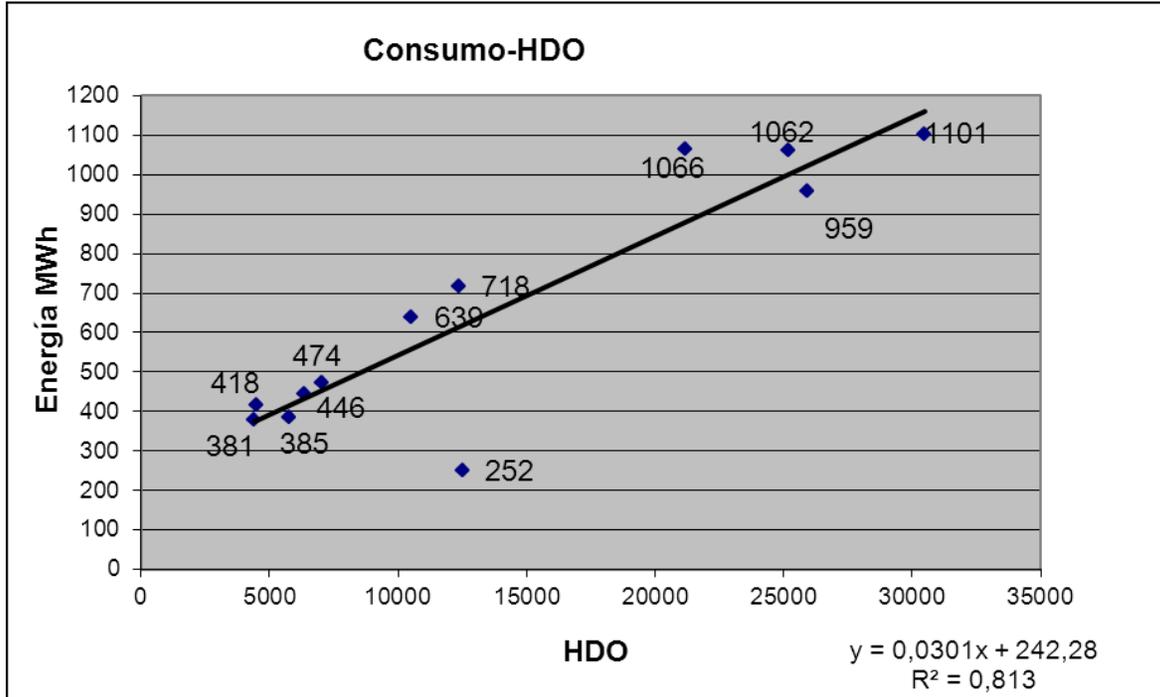


Fig.2.12. Relación de Consumo de EE vs. HDO en el año 2011

A partir de la recta obtenida en cada gráfico se puede determinar el punto de intercepción en el eje de la energía eléctrica consumida. Esta energía no está asociada directamente al nivel ocupacional de las habitaciones. La obtención de este valor posee un significado importante para el hotel porque es precisamente sobre este indicador donde existen potenciales de ahorro de energía en la instalación. Si se calcula el valor en divisas que paga el hotel de la energía no asociada al servicio del turismo, se determina que para el año 2009 la intercepción corresponde al valor de 310.47 MWh, siendo el valor correspondiente en divisas que paga el hotel por ese concepto de 46 570.5 CUC, a precios promedios de 0.15 CUC/kWh. Porcentualmente la energía consumida por la instalación y que no está asociada a las HDO es alta siendo de un 66,2 % del consumo medio del hotel para ese año que fue de 468,6 MWh. Para el año 2010 la intercepción corresponde al valor de 436.79 MWh. También se puede ver que para este año el nivel ocupacional de habitación aumento bastante con respecto al año 2009. El valor en divisas calculado para ese año que paga el hotel de la energía no asociada al servicio del turismo significa 65 518.5 CUC, a precios promedios de 0.15 CUC/kWh. Porcentualmente la energía consumida por la instalación y que no está asociada a las HDO es 69.17 % del consumo medio del hotel para ese año que fue de 631.5 MWh. Para el año 2011 el valor de la energía no asociada fue de 242.28 MWh, a pesar de un incremento superior con respecto a los años 2009 y 2010 del nivel ocupacional, se puede ver como el año de más eficiencia energética debido que los trabajadores obtienen una mayor cultura en el ámbito energético. Y el valor en divisas que paga el hotel en este año fue 36 342 CUC, a precios promedios de 0.15 CUC/kWh. Porcentualmente la energía consumida por la instalación y que no está asociada a las HDO es 36.79 % del consumo medio del hotel para ese año que fue de 658.5 MWh.

2.6 Índice de Consumo vs. HDO en los años 2009, 2010 y 2011.

En las figuras se muestra cómo se comporta el índice de consumo vs. HDO de los años analizados. Se observa la influencia de la cantidad de HDO sobre el índice

de consumo. La construcción de este gráfico se realiza a partir de los parámetros determinados en los gráficos de los consumos.

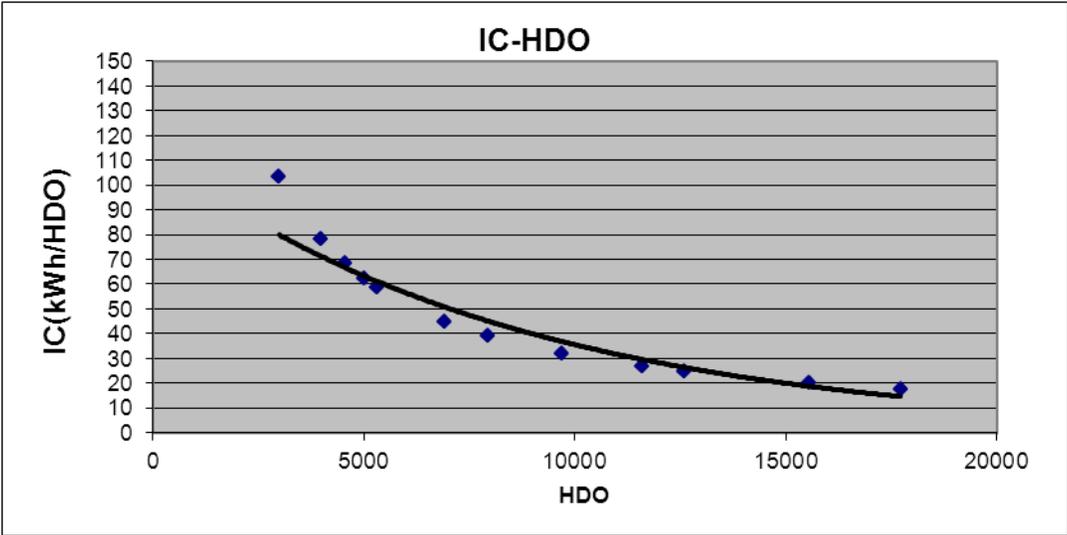


Figura 2.13. Índice de Consumo vs. HDO en los meses analizados 2009.

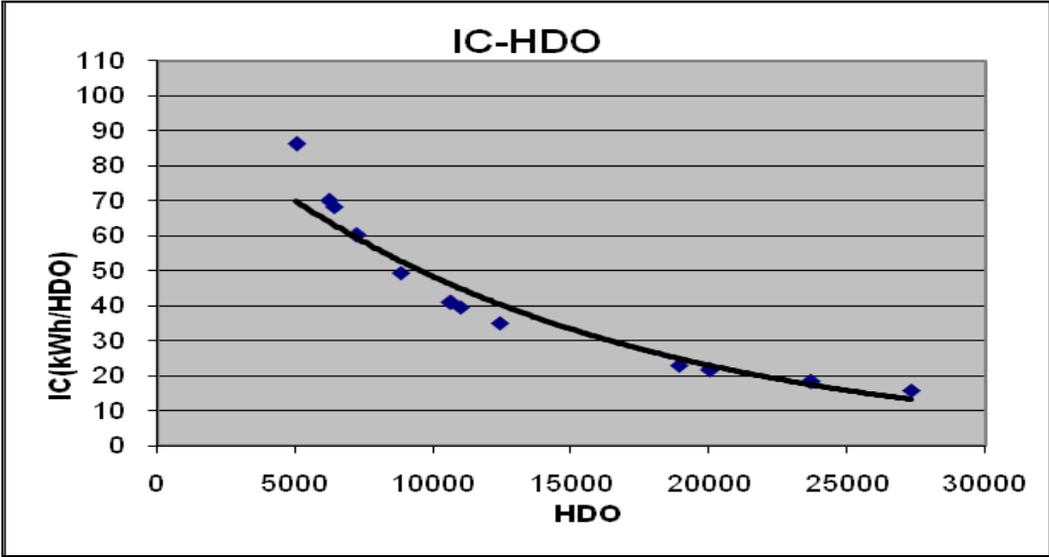


Figura 2.14. Índice de Consumo vs. HDO en los meses analizados 2010.

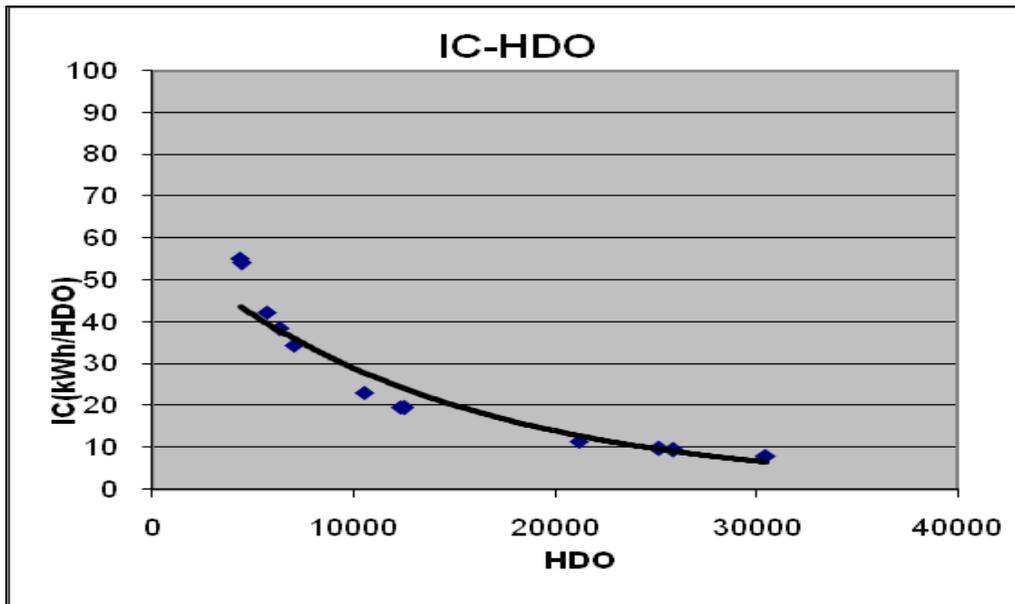


Figura 2.15. Índice de Consumo vs. HDO en los meses analizados 2011.

En las figuras 2.13, 2.14 y 2.15 se muestra como el índice de consumo aumenta al disminuir las HDO. En la medida que el número de turista 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. En cada gráfico IC vs. HDO existe un punto donde comienza a elevarse significativamente el índice de consumo. Este punto se puede denominar punto crítico de operación del hotel. Ocupaciones por encima del punto crítico no cambian significativamente el índice de consumo; sin embargo, por debajo del punto crítico este se incrementa rápidamente. En los 3 años de análisis del hotel se puede observar que para el índice de consumo estar en lo establecido por la cadena Gaviota el mismo debe ser superior a los 8000 HDO. Si el nivel ocupacional del hotel disminuye de este valor el índice de consumo se dispara notablemente.

2.7. Conclusiones Parciales.

1. En los tres años de funcionamiento del hotel el comportamiento del consumo de portadores energéticos con relación al nivel ocupacional del mismo (HDO) es similar en los meses de enero, febrero, marzo y abril. Este comportamiento no es así en el mes de agosto donde en los 3 años de análisis es uno de los meses de mayor consumo energético con un nivel ocupacional relativamente bajo.
2. En todos los años el 80% del consumo eléctrico del hotel está concentrado en los (sistema de metro contador) correspondientes al CGD 1, CGD 7 y CGD 8.
3. En el año 2011 disminuyó el valor de la energía no asociada a al nivel ocupacional del hotel (HDO). Esto demuestra que el hotel ha incrementado la eficiencia energética con respecto a los años anteriores, observándose como el personal del hotel ha adquirido una conciencia más profesional en los temas de eficiencia energética.

Capítulo III. Análisis de los resultados y de propuesta de suministro de energía eléctrica empleando fuente renovable de energía.

3.1 Valoración con Relación al Consumo de portadores energéticos.

Los resultados de la aplicación de las herramientas del sistema de gestión energética en el Hotel Barceló Cayo Santamaría durante un periodo de 3 años de explotación, permitieron realizar las siguientes valoraciones:

De los 4 portadores que se utilizaron en el hotel en el período estudiado, el portador electricidad es el que presenta más del 96.5 % en cada uno de los 3 años seleccionado y por tanto cualquier medida encaminada al control y ahorro de este portador decide la eficiencia energética del hotel.

Se destaca como el consumo de electricidad aumenta del 2009 al 2010 y sin embargo decrece ligeramente en el 2011 a pesar de que en los dos últimos años el hotel funcionó con disponibilidad de todas sus instalaciones. La explicación a esta situación está relacionada en primer caso con el hecho de que el hotel funcionó a plena capacidad en el 2010 con respecto al 2009 y por tanto crece el consumo. En el segundo caso este comportamiento se explica porque teniendo similar nivel de explotación se puso en práctica el plan de medidas recomendado para el aumento de la eficiencia energética del hotel por Varona y Arbolaez. Se destacan las siguientes medidas:

Medidas implementadas en el hotel para la elevar la eficiencia energética.

1. Se implementó totalmente el control automático del hotel que permite controlar por horarios los circuitos de alumbrados y de los sistemas de aire acondicionados centralizados además de supervisar los equipos de alto consumo incluyendo la iluminación.
2. Se desenergizan en los horarios diurnos los circuitos de iluminación no contemplados en la automática, por ejemplo; apliques y lámparas en el Buffet, en los espejos de agua etc., utilizándose interruptores horarios para cada circuito.

3. Se separaron los circuitos de lámparas de la piscina (altas consumidoras) con el circuito de las bombas de recirculación. Se Pusieron en automática los circuitos de iluminación.
4. Se reprogramaron los bancos, manteniéndose la bonificación de las CGD por buen factor de potencia.
5. Se cambiaron las lámparas dicroicas de alto consumo por ahorradoras de energía en todas las áreas y habitaciones.

El personal de servicio del hotel elevó su profesionalidad y compromiso con la explotación eficiente del hotel. Se observó que la eficiencia energética en la instalación está directamente relacionada con la explotación eficiente de los equipos altos consumidores de energía eléctrica, principalmente en el edificio principal de servicio para lo cual es decisivo la creación de conciencia de ahorro de los trabajadores del hotel.

Adicionalmente quedan por implantarse en su totalidad las siguientes medidas.

- Ampliar el control automático y la supervisión en las cámaras frías.
- Colocar brazos mecánicos en puertas o controlar a través de contactos de puerta el uso de las manejadoras y equipos de clima.
- Implementar la automática y la unión al sistema supervisor en el sistema de agua caliente de los bungalows.
- Cambio de lámparas dicroicas por lámparas ahorradoras o tecnología LED.

La estratificación de los consumos de energía se llevó a cabo hasta las diferentes áreas y equipos consumidores en los trabajos anteriores. En el presente trabajo se determinó la distribución del consumo de energía eléctrica por servicios prestado en todo el hotel. Esta distribución se muestra en la figura 3.1:

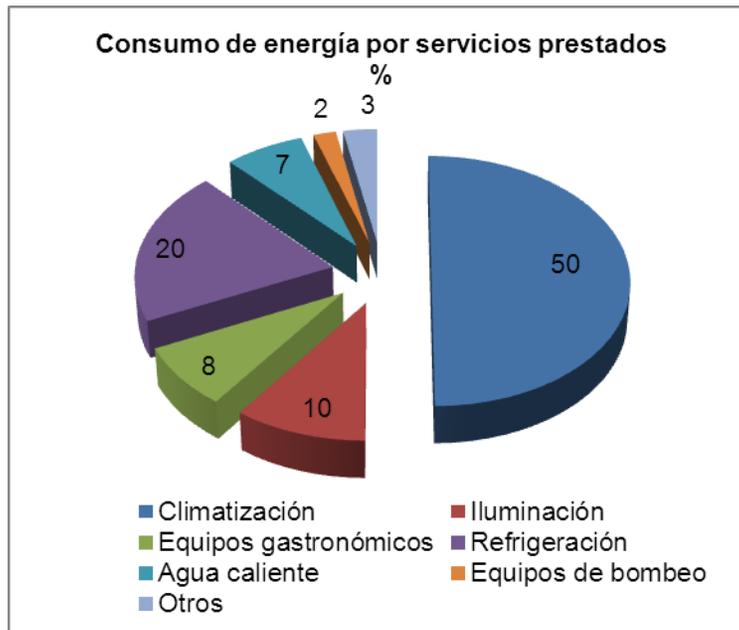


Figura 3.1. Distribución de consumos de energía por servicios prestados.

Como se puede observar en la figura 3.1 la climatización es el mayor consumidor de la energía eléctrica, ya que en esta región del Caribe la temperatura promedio diaria es más alta que en otras regiones del mundo, el clima cálido influye en que el turista emplee los equipos acondicionadores de aire con mucha frecuencia. Otro consumo destacado y que hay que tener en cuenta en la eficiencia energética del hotel es la refrigeración ya que las exigencias de un hotel de 5 estrellas como el Barceló Cayo Santa María exige del empleo de más de 15 cámaras frías para la conservación de los diferentes productos. Las mismas se abren con mucha frecuencia durante el tiempo de preparación de alimentos y eso provoca un aumento de los consumos.

Los porcentajes de consumo de los demás portadores energéticos prácticamente no deciden sobre la eficiencia energética del hotel en su totalidad, pero se debe tener un cuidadoso seguimiento al GLP durante la etapa de alza turística al incrementarse el número de comensales.

3.2 Comparación de los resultados IC vs HDO, en los años seleccionados 2009, 2010 y 2011.

La realización de este trabajo permitió realizar comparaciones de los índices de consumos en los tres años completos de explotación del hotel a diferencia de los trabajos anteriores que solamente tenían en cuenta los meses de alta turística. En la figura 3.2 se muestra cómo se comporta el índice de consumo en los años analizados. La construcción de este gráfico se realiza con el objetivo de demostrar el comportamiento de este importante parámetro en este periodo. Se marca con dos líneas negras continuas el rango de índice de consumo con que opera la cadena Gaviota a la cual pertenece el hotel.

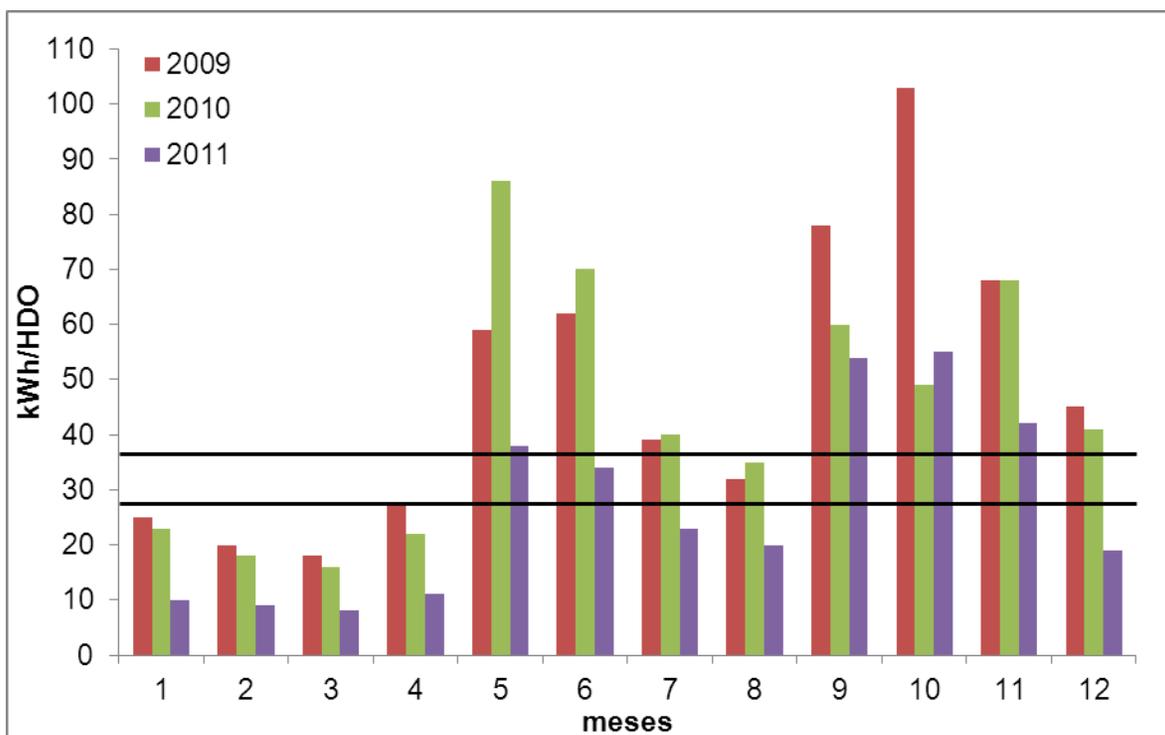


Fig. 3.2 Relación de Índice de Consumo vs meses

Se observa que para los tres años de análisis en los meses de alta turística, o sea de enero a abril, el índice de consumo se encuentra por debajo del rango de los índices exigido por la cadena Gaviota. Esto se debe a que el índice de consumo está estrechamente relacionado con el nivel ocupacional del hotel. En los meses de mayo en adelante, a medida que el número de turista en el hotel se reduce disminuye el consumo total de energía, pero el gasto energético por unidad de

producto aumento. Esto se debe que crece el peso relativo de la energía no asociada a las HDO respecto a la energía que si está asociada a las habitaciones ocupadas.

Se puede observar como en el año 2011 los índices de consumos fueron mucho mejor que los del 2009 y 2010. Incluso en los meses de julio, agosto y diciembre del 2011, los índices de consumo están para ese año por debajo de las marcas establecidas. Y esto se debe a una conciencia más amplia de ahorro del personal del hotel.

Los elementos principales que afectan la validez del actual índice de consumo son:

1. No tomar en consideración en el índice la influencia de la temperatura ambiente sobre el consumo de electricidad del sistema de climatización. Esta variable es la más importante ya que aumenta la energía eléctrica en un hotel turístico, en el que la climatización puede representar más del 60 % del consumo total de electricidad. La temperatura y la humedad del aire ambiente son determinantes en la carga térmica a vencer por el equipo de climatización e influyen además en la eficiencia del mismo.
2. Considerar habitaciones de diferentes tamaños y consumos energéticos como iguales a los efectos del índice. En un hotel las cargas de enfriamiento pueden ser muy diferentes entre habitaciones, dependiendo de su tamaño, características y su orientación, etc.
3. No considerar en el índice la influencia de otros servicios que presta el hotel y que tienen alto consumo energético, como son los salones de eventos, tiendas, etc. Estos servicios representan una demanda adicional de energía, en muchos casos elevada, y sin embargo no se reflejan en las HDO.
4. El tipo de turismo: los hábitos de consumo varían mucho en dependencia del origen del destino analizado, así como el tiempo de permanencia en la instalación hotelera en función del tipo de turismo (especialidad, de negocio, etc.)

3.3. Propuesta de alternativa para el suministro de energía renovable al hotel Barceló Cayo Santa María.

Con el objetivo de hacer sustentable el suministro de energía del hotel se realizó un análisis de la demanda energética diaria en diferentes épocas del año. A partir de datos obtenidos de los paretos se determinó que el mes de marzo es el de mayor consumo en cada uno de los años considerados en el estudio. En la figura 3.3 se muestra la distribución estimada de la demanda de energía diaria de un día típico del mes de marzo del 2011. Se observa que el pico de mayor consumo se alcanza en el horario de 7:00pm a 8:00pm, en el cual están funcionando todas las instalaciones del hotel de forma simultánea, a la que se le suman el alumbrado y el sistema de climatización de los restaurantes.

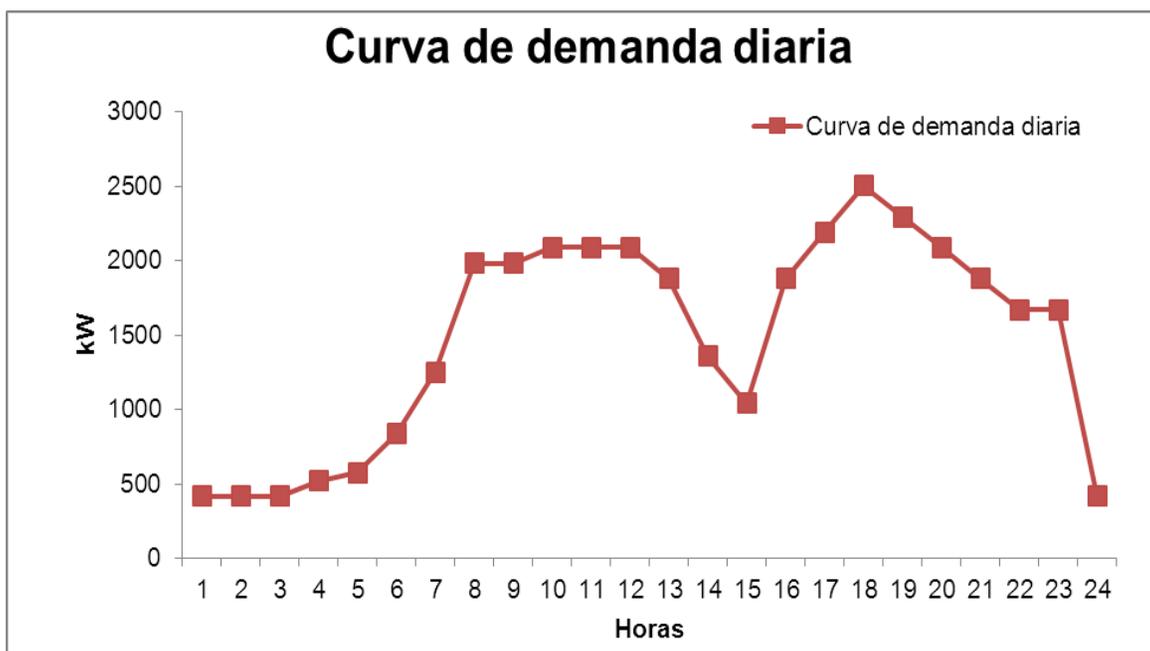


Figura 3.3 Curva de demanda de suministro eléctrico diario

A partir de la demanda diaria se analizó la propuesta de sustituir el suministro de energía correspondiente los servicios de refrigeración de las cámaras frías las cuales constituyen el 20% del total de la energía consumida diariamente. Para determinación de la distribución horaria de demanda de electricidad en refrigeración de las cámaras frías se tuvieron en cuenta que durante los horarios

de la noche y la madrugada las cámaras frías permanecen cerradas y el consumo disminuye al mínimo. En la figura 3.4 se presenta la curva de demanda de energía para la refrigeración. En el horario de preparación de los alimentos a partir de las 7:00am comienza a elevarse el consumo de energía eléctrica por estar frecuentemente abriéndose las puertas de las cámaras hasta alcanzar un valor máximo de 500 kW en el horario de las 12:00pm.

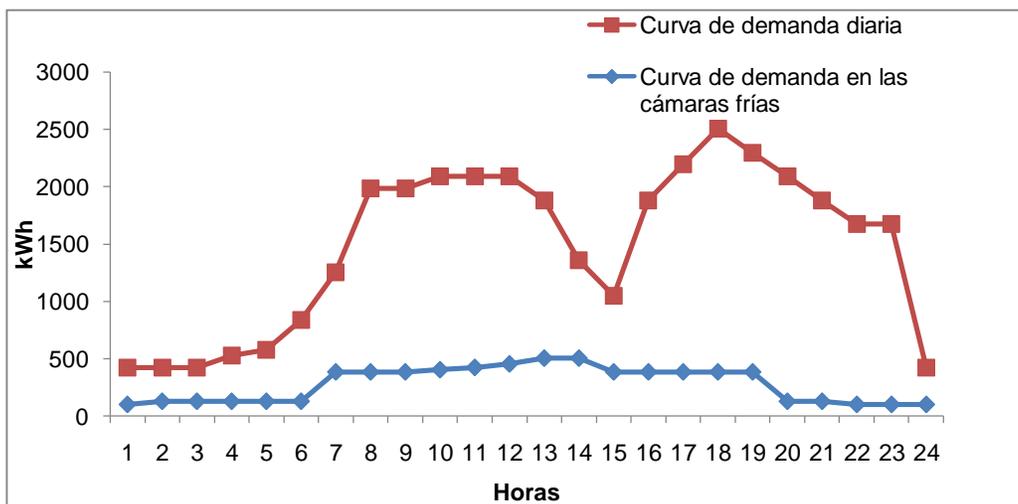


Figura 3.4. Curva de demanda de energía eléctrica de las cámaras frías.

Para suplir esta demanda energética se valoró la alternativa de suministro de electricidad a partir de una fuente de energía renovable, en este caso la solar fotovoltaica. Se empleó en el análisis de la propuesta de suministro de energía eléctrica por fuente solar fotovoltaica el programa de computación RETScreen versión 4.

El RETScreen permite calcular los parámetros técnicos, económicos y ambientales de las propuestas de suministro de energía empleando modelos de energía renovable. A partir de los datos de demanda eléctrica y la ubicación geográfica del hotel en el Cayo Santa María, se propone que el suministro de energía eléctrica se realice con el empleo de paneles solares.

Los datos del panel solar escogido para el suministro de la demanda eléctrica en el área de las cámaras frías se presentan en la figura 3.5

Los precios del panel mono-Si –BP 4175 en el mercado internacional reportados por British Solar de 385.00USD por unidad.

The screenshot shows the RETScreen software interface with the following configuration:

- Sistema: Electricidad
- Tecnología: Fotovoltaico
- Tipo: mono-Si
- Fabricante: BP Solar
- Modelo: mono-Si - BP 4175
- Capacidad por unidad: 175 W
- Número de unidades: 2915
- Capacidad: 510.125 W
- Eficiencia: 13,9 %
- Área de la estructura: 1,26 m²

Figura 3.5. Datos del panel solar mono-Si –BP 4175

Para cubrir la demanda de 510 kW se necesitan 2915 paneles fotovoltaicos los cuales ocupan un área de 3672 m². Esta superficie de paneles solares puede distribuirse en la cercanía del hotel de dos formas: Varias filas a lo largo del parqueo del hotel o en un área concentrada de 60x60 m², lo cual representa un espacio menor que una cancha de futbol y no impacta negativamente sobre el entorno del hotel.

3.3.1 Análisis económico de la propuesta.

Conociendo que el precio del panel en el mercado internacional es de 2.20 USD/W la cantidad total de la inversión es de 1 500 000.00 USD donde está incluido el costo de los 2 915 paneles y los costos por concepto de otras labores.

Conociendo que el precio actual a lo cual el hotel paga la electricidad es de 0,23 USD/kWh y que el sistema propuesto cubre la demanda en un año de 2 160 000 kWh. La cantidad de dinero que se deja de pagar al sistema eléctrico nacional es de 496 800.00 USD. De esta forma se determinó que la inversión se recupera en un período de tres años y seis meses.

Este período de recuperación puede disminuirse si se utiliza parte de la energía que en determinados momentos del día no se esté demandando esa potencia, para las cámaras frías durante la generación se puede considerar de aceptable si se tiene en cuenta que se distribuye esa energía para otros procesos dándole un rango de mayor rentabilidad al proyecto.

Tabla. 3.3.1 Propuesta de generación de energía fotovoltaica en el RETScreen

Modelo de Energía RETScreen - Proyecto de generación eléctrica		Costos iniciales incrementales
Sistema eléctrico de potencia del caso propuesto		
Tecnología	Fotovoltaico	
Tipo de análisis	<input checked="" type="radio"/> Método 1 <input type="radio"/> Método 2	
Fotovoltaico		
Capacidad de generación eléctrica	kW	510,13 \$ 1.000.000
Fabricante	BP Solar	
Modelo	mono-Si - BP 4175	2915 unidad(es)
Factor de utilización	%	45,0%
Electricidad exportada a la red	MWh	2.010,9
Tarifa de exportación de electricidad	\$/MWh	230,00

3.3.2 Análisis ambiental de la propuesta.

En la tabla 3.3.2 se muestra un análisis de reducción de emisiones de CO₂ que realiza el programa de computación.

Se observa que la reducción de CO₂ de la propuesta es significativa y cobra importancia por generarse la energía eléctrica en los generadores que están instalados en el mismo caso. Y esta propuesta evita una reducción anual bruta de emisiones de 1 625 tCO₂ y esto según el programa de computación es equivalente a 330 autos y camiones livianos dejados de utilizar.

La generación de electricidad con paneles fotovoltaicos no genera otros impactos ambientales como los ruidos o residuos de grasa y combustibles que si están presentes en otras alternativas de energía renovable.

Tabla 3.3.2 Análisis de emisiones de CO₂

Análisis de Emisiones					
Caso base del sistema eléctrico (Línea de base)		Factor emisión de GEI (excl. T y D)	Pérdidas T y D	Factor emisión de GEI	
País - Región	Tipo de	tCO ₂ /MWh	%	tCO ₂ /MWh	
Cuba	Todos los tipos	0,808		0,808	
Electricidad exportada a la red	MWh	2.011	Pérd. TyD		
Emisiones GEI					
Caso base	tCO ₂	1.625			
Caso propuesto	tCO ₂	0			
Reducción anual bruta de emisiones GEI	tCO ₂	1.625			
Derechos de transacción por créditos GEI	%				
Reducción de emisiones GEI anual neta	tCO ₂	1.625	es equivalente a	330	Autos y camiones livianos no utilizado

Conclusiones

1. El portador energético más representativo en el hotel en los tres años estudiados es la electricidad, representando como promedio el 96.5 % del total de los portadores energéticos.
2. La energía no asociada al nivel ocupacional del hotel para este período de 3 años de análisis en el año 2009 fue de 310.4 MWh, representando el 66.2 % de la energía media consumida. En el 2010 fue de 436.8 MWh representando el 69.2% y en el año 2011 el valor de la energía no asociada fue de 242.3 MWh, representando el 36.8% de la energía media consumida
3. Se destaca como tendencia que los índices de consumo alcanzados por el hotel en los tres años están en correspondencia con el índice de la firma Gaviota en los meses de alta turística. Fuera de esos meses los índices superan los valores establecidos, con excepción de julio, agosto y diciembre del 2011, donde el hotel mantuvo una mayor eficiencia energética durante todo el año.
4. La inversión en la propuesta de suministro de energía eléctrica para suplir parte de la demanda de las cámaras frías a partir de una fuente solar fotovoltaica se puede recuperar en tres años y seis meses y con ella se dejan de emitir a la atmosfera 1 625 tCO₂.

Recomendaciones

1. El hotel debe encaminar su trabajo en busca de una tendencia a mejorar el índice de gestión energética reduciendo los valores de intensidad energética y creando una mayor conciencia energética en los trabajadores.
2. Se debe comenzar la organización de las zonas para la baja turística alrededor del mes de abril para que en mayo no exista un consumo elevado con respecto a las HDO.
3. Se propone el cambio paulatino de lámparas ahorradoras a tecnología LED, lográndose una reducción del consumo eléctrico de alumbrado.
4. Se debe analizar la propuesta referida en el trabajo, para buscar de alguna manera la forma de reducir los gastos energéticos demandados por las cámaras frías.

Bibliografía Consultada

1. ALMEST. (2006). "Resumen mensual de gastos de las instalaciones hoteleras a la Delegación Centro Gaviota". Caibarién: Delegación Centro ALMEST.
2. Albolaez D. (2009) "Caracterización de los portadores Energéticos del Hotel Barceló Premium Cayo Santa María" Tesis de grado UCLV.
3. AVELLA., Juan Carlos. La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial. Editorial Universidad de Cienfuegos, Cuba, ISBN 959 – 257 – 018 – 3, 1997.
4. BORROTO., Nordelo, A., Monteagudo Yanes J.P. "Al Ahorro de Energía en Sistemas Termomecánicos". CEEMA. Universidad de Cienfuegos. Editorial U.C. Unión Eléctrica. Ministerio de la Industria Básica. La Habana Cuba. 2002.
5. Castellón, S. R. (2000). "Consideraciones sobre el Sector Energético Cubano". Centro de Estudios de la Economía Cubana , 20.
6. Colectivo de Autores. "Gestión Energética Empresarial". CEEMA. Universidad de Cienfuegos. Editorial U.C. Unión Eléctrica. Ministerio de la Industria Básica. La Habana Cuba. 2002.
7. Dr. MONTEAGUDO., YANES J.P. U.C. CEEMA."Diplomado en Gestión Energética, en convenio con la Universidad de Ibagué, Sept. 2004
8. ED. Bases de diseño para el turismo.Parte 8.
9. Neira J.A. (2006). "El Sistema de Gestión Energética". Recogido en www.agtcentral.com
10. Sandoval J. M. (2008) "Instrumentos de Eficiencia Energética en México" México.
11. Colectivo de autores CEEMA de Cienfuegos.(2002) Gestión Energética Empresarial. ISBN 959-257-040-X.
12. Borroto., Nordelo, A., "Herramientas para la Gestión Energética Empresarial"

13. Alvarez O.(2010) “Aspectos conceptuales por la que se debe realizar la Gestión Energética en un Hotel”.
14. Sánchez J. (2010) Gestión integral de la energía en un hotel de Varadero.
15. Landa .J (2006) Influencia del clima y del nivel ocupacional en el consumo de energía eléctrica en una instalación turística.
16. Canadá (2002) Energy Efficiency Planning and Management Guide
17. Monteagudo. J, Yanes .P (2006). Gestión y Economía Energética.
18. Energy Indicators for Sustainable Development Guidelines and Methodologies.
19. ADEME, 1999. Energy Efficiency Indicators: The European Experience. Paris.
20. ADEME, 1999 (The French Environment and Energy Control Agency).
21. Bouwman, L., van Vuuren, D., 1999. Global Assessment of Acidification and.
22. Álvarez. M, Berriz. Manual para el cálculo y diseño de calentadores solares.
23. Cecilia Augustin. (2009-2010). Cálculo de una instalación solar fotovoltaica.

Anexos



Figura 1: Bungalow

Tabla 1: Datos técnicos de los Split Midea.

Equipo	Modelo	Cantidad	Ubicación	Valor Unitario	Cap Frig. (TR)	Cons (kw)	Volt (V)	Corriente (A)
Split tipo mural	CR18	212	Bungalows MT-TR	\$315.00	1.5	1.8	220	6.9
Split tipo mural	CR12	424	Bungalows MT-TR	\$210.00	1	1.45	220	6.6



Figura 2: Ubicación de las unidades condensadoras de los split Midea en cubierta de los Bungalow.



Figura 3: Ubicación de los colectores solares, para la producción de agua caliente en las habitaciones.



Figura 4: Sistema para la producción de agua caliente en los bungalow.



Figura 5: Área que abarca el edificio principal.

Tabla 2: Split ubicados en locales independientes del Edificio Central

Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	País de Fabricación	Ubicación	Valor Unitario	Capacidad Frigorífica (TR)	Consumo Eléctrico (kW)	Voltaje (V)	Corriente (A)
Split System. Tipo Mural	GREE	GSW9-22L/B	14		Lobby y Galería MT-TR, Salas Polivalentes Matanzas y Oficina, Teatro de Animación, Parrillada MT-TR, Punto Náutico	\$214.48	0.75	0.96	220	6.2
Split System. Tipo Cassete	LG	TE2420 AA	2		Lobby Bar MT-TR	\$859.84	2	2.6	220	9.85
Split System. Tipo Cassete	LG	LTC12220AA	2		Administración MT-TR	\$631.72	1	1.4	220	6.2
Split System. Tipo Mural	GREE	GSW 122LA	1		Salas Polivalentes Matanzas y Oficinas	\$240.39	1	1.36	220	5.8



Figura 7: Ubicación de las unidades condensadoras de las cámaras frigoríficas.