UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTROENERGÉTICA

Eficiencia energética en el hotel Trinidad del Mar

TRABAJO DE DIPLOMA

Autor: Daniel Acebo Medina

Tutor: DrC. Carlos de León Benítez

Cotutor: Ing. Osvaldo Martínez Rodríguez

Santa Clara, Cuba 2015

"Año 57 de la Revolución"

PENSAMIENTOS

“El fin de la educación no es hacer al hombre nulo, por el desdén o el acomodo imposible al país en que ha de vivir; sino prepararlo para vivir bueno y útil en él”.

José Martí.

Publicado en *Patria*, 1982

“Quien no es capaz de desprenderse de un tesoro en un momento de necesidad es como un esclavo encadenado”

JRR Tolkien

"La mediocridad no conoce nada más alto que sí misma, pero el talento instantáneamente reconoce el genio".

Sir. Arthur Conan Doyle

AGRADECIMIENTOS

A Dios, razón, guía y maestro de mi existencia.

A Osvaldo Martínez y Andrés Bandomo porque este ejercicio académico les pertenece tanto como a mí.

A Rocío Ramos, por su presencia constante, por ser la mano amiga que nunca falla.

A David Bermúdez, por una amistad que ha trascendido las fronteras universitarias.

A mi madrastra Mercedes Alborada y mi hermanastra Luisa Sacarrás, por enseñarme que para querer no es preciso llevar la misma sangre.

A Carlos Luis Sotolongo, por prestarme sus palabras y por su apoyo incondicional.

A mi tía Mirella Medina, sobran las palabras. Los agradecimientos nunca serán suficientes.

A mis padres, por traerme al mundo.

A mi tutor, por comprometerse con este ejercicio.

RESUMEN

El presente trabajo está referido a la necesidad que existe en el polo turístico de Trinidad de optimizar el índice de consumo de todos los portadores energéticos. De manera particular este trabajo orientado al ahorro de energía eléctrica para ello se realiza un esbozo de la importancia del turismo para Cuba territorio, con gran potencial turístico al respecto a mediano y largo plazo. A su vez, se presentan resultados obtenidos de la aplicación de una Gestión Económica Eficiente en cuanto a energía eléctrica en el hotel "Trinidad del Mar". Se realizó una caracterización general y energética de la instalación hotelera, determinándose la estructura de consumo de la energía eléctrica que va a ser el portador energético de estudio. Por último, se trazó una estrategia para descender de los 30.0 kWh/HDO (kilowatt hora vs. habitación-día-ocupada), índice de consumo eléctrico establecido para un hotel 4 estrellas.

Para realizar los diagnósticos sobre el uso eficiente de la energía, este estudio dirigido al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos, para esto se utilizaron guías de ahorro y eficiencia energética en establecimientos hoteleros, se verificó el cumplimiento de las normas cubanas para el sector turístico, y se empleó tecnología de punta mundial, suministrada por la Comercializadora para el Sector turístico (ITH), que eleva el estándar de los hoteles (Llamas 2009).

Las tecnologías más utilizadas para reducir los índices de consumo son el aprovechamiento de fuentes renovables de energía (FRE), la aplicación de la cogeneración, el control y regulación de la energía, y establecimiento de planes de mantenimiento adecuados.

Índice

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVO GENERAL 1

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2

HIPÓTESIS 2

Tareas técnicas 2

CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESTADO DEL ARTE 3

1.1 Introducción 3

1.2 Evolución y desarrollo del turismo. 3

1.3 Variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de los hoteles. 6

1.4 Crecimiento del turismo en Cuba. 7

1.5 Reflexiones sobre el consumo energético en el sector hotelero cubano. 9

1.6 Tecnologías de punta, empleadas en hoteles cubanos, con alta eficiencia energética, uso de enfriadoras compactas con recuperación de calor y uso de colectores solares. 10

1.7 Consideraciones generales para la evaluación del comportamiento de los consumos de energía eléctrica en una instalación turística. 13

1.8 Conclusiones parciales. 14

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL HOTEL, PUESTOS CLAVES Y DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO. 15

2.1 Introducción: 15

2.2 Características de la instalación hotelera. 15

2.3 Caracterización energética del centro 17

2.4 Estructura de consumo de portadores energéticos (electricidad) 21

2.5 Determinación de los puestos claves. 24

2.6 Establecimiento de los índices de consumo 30

2.7 Diagnóstico energético. Caracterización y potencialidad de ahorro de energía de los sistemas tecnológicos 31

2.8 Estado actual de la instalación. Perspectivas 36

2.9 Iluminación. 36

2.10 Conclusiones parciales..... 41

CONCLUSIONES GENERALES 43

RECOMENDACIONES..... 44

Bibliografía 45

ANEXOS..... 48

INTRODUCCIÓN

Los recursos renovables de energía se agotan en el planeta Tierra, por lo que todos los países del mundo requieren de austeridad en su consumo. De manera especial las grandes potencias derrochadoras, y los precios de los combustibles fósiles se elevan en el mercado internacional. Cuba no escapa de dicha problemática. Ante tal situación se requiere de políticas energéticas ecológicas en armonía con la naturaleza, el empleo de fuentes renovables de energía y el uso óptimo y racional de la energía consumida. Actualmente, en Cuba, se invierte cada días más, para cumplir con estas metas, aún queda mucho camino por andar; Cuba, es un archipiélago, con condiciones naturales y sociales excepcionales para el desarrollo del turismo y políticas certeras que garantizan excelencia, disfrute, bienestar y seguridad a los clientes.

El sector turístico, con múltiples establecimientos hoteleros a lo largo y ancho del país y en crecimiento de sus capacidades, utiliza una gran cantidad de energía (principalmente eléctrica) para poder brindar servicios y confort a los clientes. Es por ello que debemos asumir un control sobre el ahorro energético como uno de los principales costos de una instalación.

Gran parte de los hoteles presentan índices relativamente bajos de eficiencia energética (Gabaldón 2006), que muchas veces es debido a no realizar medidas de ahorro por descuido de los profesionales del sector de soluciones tecnológicas para la reducción del consumo (Acosta 1992; Barkin 1998; CEPAL 2004).

Con la aplicación de las nuevas tecnologías para el ahorro de energía en instalaciones industriales y de servicios, es posible elevar la eficiencia en el consumo de electricidad en dichas instalaciones(Guimaraes 1994).

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio energético integral del hotel “Trinidad del Mar” con el fin de proponer un conjunto de medidas técnico-organizativas que propicien el mejoramiento de los indicadores del consumo de energía eléctrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un estudio bibliográfico de la temática vinculada a la eficiencia energética en el sector del turismo.
2. Realizar un estudio de diagnóstico de las condiciones actuales del sistema eléctrico de la instalación.
3. Determinar las áreas de mayor influencia en los consumos de energía de la instalación.
4. Evaluar alternativas de mejoras relacionadas con el equipamiento de las áreas identificadas.
5. Proponer un plan de medidas para la mejora de los indicadores de consumo de energía en la instalación.

HIPÓTESIS

Un diagnóstico integral de la situación energética en el hotel Trinidad del mar conjuntamente con la propuesta de un conjunto de medidas técnico –organizativas puede propiciar un mejoramiento de la gestión energética de la instalación con la consecuente elevación de los índices de rentabilidad.

Tareas técnicas

1 Recopilación de la información correspondiente a los datos del esquema de suministro eléctrico de la instalación.
2 Caracterización de las carga en el hotel.
3 Medición de parámetros de consumo de las cargas fundamentales.
4 Análisis de facturas de los periodos característicos (Temporada de alta y baja).
5 Determinación de los índices de consumo.
6 Determinación de los puntos claves de consumo de electricidad.
7 Análisis de alternativas tecnológicas para el mejoramiento de la eficiencia energética.
8 Evaluación técnico económica de las propuestas.
9 Elaboración del plan de medidas.

CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESTADO DEL ARTE

1.1 Introducción

Este capítulo aborda la evolución que ha tenido el turismo, las características idóneas que tiene el Caribe para el desarrollo del mismo, los factores que influyen su progreso como son las condiciones climáticas, el tipo de turismo y las categorías del hotel; se reflexiona sobre el consumo energético en instalaciones hoteleras cubanas, se ofrecen ejemplos del uso de calentadores solares en Cuba, y se analiza el comportamiento de los consumos de energía eléctrica en una instalación hotelera.

1.2 Evolución y desarrollo del turismo.

Todas las opiniones de expertos e informaciones profesionales parten de que el recreo y las vacaciones abarcan un entorno de más del 70% del movimiento turístico mundial. Dentro del turismo vacacional la primacía la tiene el turismo de sol y playa, que para algunos expertos representa el 80% del turismo vacacional mundial.

Este tipo de turismo es el que ha prevalecido durante toda la segunda mitad del siglo XX y que ha llevado a la industria turística a los primeros planos de la economía mundial por sus niveles de crecimiento mayores que las del PIB (medida macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país durante un período determinado de tiempo, normalmente un año) mundial, el aporte en divisas y, en otros casos, por la creación de empleos.

El Caribe es el destino por excelencia de sol y playa, distinguiéndose por aguas más cálidas, limpias, tranquilas y exóticas, donde las actividades vinculadas al mar, los deportes náuticos y los cruceros han tenido preeminencia y se corresponden esencialmente con la imagen alcanzada y consolidada durante, prácticamente, toda la segunda mitad del siglo XX (Martos 2002).

En el turismo internacional existe una creciente tendencia al desarrollo de los hoteles ecológicos. En Europa ya existen experiencias y en países, como Costa Rica (con mayor desarrollo), Panamá y República Dominicana, se abren camino estas ideas y con realizaciones concretas, como es la cadena de hoteles Cayuga, por solo señalar un ejemplo. Los diseños bioclimáticos, la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables de energía son conceptos básicos que identifican un hotel ecológico. Los

diseños bioclimáticos, aprovechando los recursos disponibles como el sol, la vegetación (fig. 1.1 techos verdes), la lluvia, el viento y el calor geotérmico, se utilizan para disminuir impactos ambientales y reducir considerablemente los consumos de energía y agua (Menéndez 2013).

Fig. 1.1 Techos Verdes

Se maximiza el uso de materiales de construcción –bioconstrucción- que provienen de fuentes y tratamientos ecológicos. Como el adobe, la arcilla, la cal y las fibras vegetales, entre otros, con más de un siglo de experiencia en Cuba, que se combinan con diseños sostenibles y arte ambiental.

Son incorporados en el diseño las más modernas técnicas de eficiencia energética, con iluminación a través de tecnología LED (Muthu, Schuurmans et al. 2002), cocción de alimentos por medio de inducción magnética y otras del más bajo consumo energético. Generalmente, en los hoteles ecológicos se emplea una mezcla de tecnologías que aprovechan las fuentes renovables de energía, como paneles fotovoltaicos de alta eficiencia (fig.1.2), calentadores solares de tubos al vacío para el calentamiento de agua, aire acondicionado solar entre otras tecnologías (Menéndez 2013).

Fig. 1.2 Paneles fotovoltaicos en habitaciones de un hotel.

También se prioriza el uso de biodigestores para procesar las excretas humanas y convertirlas en energía, y de pequeños aerogeneradores de cornisa u otros, en aquellos lugares donde el viento reinante lo justifica, así como tecnología geotérmica para aprovechar el calor de la tierra (Altomonte, Coviello et al. 2003). Mediante la integración de estas tecnologías de fuentes renovables es posible que todo el consumo sea cubierto con generación propia y no contaminante, lo cual convierte a las instalaciones en «hoteles cero emisiones» (produce toda la energía que consume) o «energía plus» (produce más energía que la que consume), según el caso. También existen las opciones de uso de autos eléctricos, híbridos, con biocombustibles, bicicletas o un «gimnasio verde», donde el equipamiento utilizado, genera la energía del local y de una parte del hotel (fig.1.3) (Menéndez 2013).

Fig. 1.3 Modelo de un hotel ecológico.

En esos hoteles se tiende al máximo ahorro del agua, la purificación y el tratamiento de las aguas negras, además de la reducción de los desechos sólidos no reciclables. En esas

instalaciones se hace énfasis en el adecuado aprovechamiento del agua, con tecnologías modernas que permitan su máximo ahorro, haciendo uso responsable del líquido (Poveda 2007). El agua de lluvia se recoge en aljibes para determinados usos y se asegura que toda agua albañal que sale del hotel mantenga las condiciones del ecosistema circundante. Como norma no se utilizan bolsas plásticas y se evita el uso de otros materiales no reciclables (Menéndez 2013).

En estos últimos años el turismo en Cuba se ha convertido en uno de los sectores más importantes para el desarrollo integral del país y el de mayor crecimiento dinámico, además de ser una gran fuente de empleos y de constituir el motor impulsor de gran parte de las industrias nacionales (Cuchí and Wadel 2007). De ahí que elevar gradualmente y sistemáticamente los índices de eficiencia constituye uno los grandes retos de esta industria, significando que entre sus líneas de trabajo priorizadas se conciban los procesos de mejoras continuas de calidad como vía para incrementar la productividad y los ingresos para asegurar altos niveles de competitividad y posicionamiento favorable en el mercado.

El turismo cubano, que no está exento de la actual contracción económica internacional, sigue inmerso en la búsqueda de alternativas que le permitan mostrar al visitante un destino donde se combinen valores naturales, culturales e históricos con la excelencia del servicio y la calidad en las ofertas.

1.3 Variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de los hoteles.

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, la categoría y el tipo de servicio que prestan. En Cuba, en las cadenas Cubanacán, Gran Caribe Islazul 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. Por su parte, 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 (Martins 2000).

Es importante conocer las variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de los hoteles para tratar de abatir el impacto de ellas sobre el consumo total en los países del Caribe donde las temperaturas exteriores son elevadas y los niveles de confort son los mismos para todas las personas, una de las variables de mayor incidencia en el consumo lo son:

El Clima: Es la más importante en el consumo de energía eléctrica. En los países del trópico en ocasiones se puede consumir en una misma habitación hasta 10 veces más energía en verano, comparándolo con el consumo de invierno; esto está muy relacionado, en el caso cubano, con la época del año donde los meses de julio y agosto son los de mayor calor. En meses como mayo y junio, septiembre y octubre las temperaturas promedios son inferiores, debido al refrescamiento de las temperaturas exteriores producido por el incremento de la lluvia.

Categoría del Hotel: 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 utilizado equipos climatizadores de ventana de menor eficiencia que los equipos centralizados utilizados en hoteles 4 y 5 estrellas. Si conocemos 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, seguida por la iluminación. En ambos casos el consumo de la energía eléctrica depende del régimen de explotación a que es sometida, la cantidad de turistas, el tiempo de estancia en ella, costumbres y hábitos de consumo de cada turista (Leff 1994; González 1999; Lapeña 2001; Cabrera 2002).

Conociendo estos factores, en muchos hoteles se ha implementado la estrategia de trasladar la animación al horario de mayor demanda del sistema electroenergético nacional, donde el precio de la energía casi se duplica al doble con el objetivo de tratar de alejar a los clientes de los lugares de mayor consumo, (habitación) y desplazar el consumo de forma general. (Cabrera 2002)

1.4 Crecimiento del turismo en Cuba.

Fue en la década del 90 cuando el desarrollo del turismo internacional alcanzó ritmos casi imposibles de imaginar. El flujo turístico se multiplicó 5 veces, pasando de 34 000

en 1990 hasta sobrepasar el 1 600 000 de USD en 1999. Los ingresos brutos derivados del turismo alcanzaron la cifra de 1 900 millones de dólares. La tasa de crecimiento anual, un 19 % en los visitantes y un 26 % en los ingresos brutos, han sido la más alta en toda la región del Caribe. Estadísticas elaboradas por (Triana 1999; Cerdán and Chávez 2000) del Centro de Estudios de la Economía Cubana reflejan que el turismo en Cuba creció desde 1990 hasta 1999 de 12000 a 34000 el número de habitaciones, los ingresos brutos crecieron de 240 millones de USD a 1 959 millones de USD, alcanzándose un arribo de turistas cercanos al 1 600 000 al año. Además se prevé un crecimiento sostenido del sector de un 16%, que para el año 2020 posibilitará 50000 nuevas habitaciones y sea capaz de admitir entre 5 y 7 millones de turistas año. Como es lógico dicha infraestructura debe tener garantizada un suministro eléctrico adecuado de unos 547.5 GW.h anuales, que representaría aproximadamente el 5 % del consumo de Cuba del año 2001 (Triana 1999; Chávez 2005).

En cuanto a los hoteles, si descontamos los de dos estrellas, resulta apreciable la construcción acorde con estándares de medio y alto de confort en el plano internacional. De esta forma mientras que 1990 había solamente 75 hoteles de 3 estrellas o más, en 1996 esa cifra se elevó a 128; y en 1999 fue de 141 instalaciones. Lo anterior arroja un crecimiento aritmético del 188% entre, 1990 y 1999. Por su parte, el número de habitaciones pasó de 11 600 superiores a dos estrellas en 1990, a más de 26 000 en 1999, lo que significa un crecimiento cercano al 227% (Triana 1999; Cabrera 2002).

El diseño de la oferta hotelera en Cuba incluye un grado relativamente alto de concentración de las cadenas hoteleras en determinados segmentos de calidad. Así para las cuatro principales cadenas, "Cubanacán" y "Gran Caribe" cubren en lo fundamental (alrededor del 91% en 1998) la oferta de 5 estrellas. Por su parte, Horizontes es la cadena con mayor número de instalaciones de tres estrellas (46.7**%** del total) y también de dos estrellas (66%). "Gaviota", la menor compañía en cuanto a número de instalaciones, se encuentra representada básicamente en la categoría cuatro estrellas, con el 14,8% del total de instalaciones. En este segmento, "Horizontes" y "Cubanacán" cubren el 83% restante. Los ingresos totales por turistas disminuyen de forma absoluta a partir de 1996. Así en 1990 estos eran de $948.00 dólares ascendiendo hasta un pico de $1 476.00 dólares en 1995, para iniciar un descenso que se mantiene hasta 1999, donde el ingreso total por turista fue de alrededor de 1 250.00 dólares (González 1999; Triana 1999; Cabrera 2002) .

El flujo turístico es por naturaleza estacional, a la inversa con el verano y las altas temperaturas, siendo para Cuba el mes de mayor arribo de turistas el de diciembre y el de menor arribo junio. La variación en cuanto al número de turistas indica que diciembre recibe, como promedio, entre el 166% y el 200% de turistas de lo que lo hace el mes de junio. En general los picos máximos de turistas van de noviembre a marzo o abril, coincidentes con la zafra azucarera en el país. Esta peculiaridad hace que, aunque disminuyan los factores ociosos en la economía, con el aumento de la actividad turística se acentúe en relativo su carácter cíclico o estacional y favorezca a un menor consumo energético por habitación ocupada (Guimaraes 1994; Betanzos 2009).

1.5 Reflexiones sobre el consumo energético en el sector hotelero cubano.

En Cuba la industria turística ha constituido uno de los sectores en que se ha producido un fuerte proceso inversionista, lo que posibilitó la construcción de un número elevado de hoteles en los diferentes polos turísticos. En estas instalaciones se ha orientado la realización de trabajos que conduzcan a lograr una explotación eficiente. Para ello se necesita desarrollar la "iniciativa de los territorios, realizando eficazmente todas las inversiones con los indicadores de eficiencia planificados, reduciendo los costos y gastos sin afectar la calidad del servicio"(Silva and Milanés 2010).

Las medidas de ahorro energético aplicables a los hoteles, que van desde las medidas más sencillas como sustitución de lámparas hasta las más complejas como la cogeneración (Bohdanowicz, Churie-Kallhauge et al. 2001), la energía solar y los sistemas de gestión energética, en muchos casos se acompañan de estudios prácticos de rentabilidad que proporcionan al empresario del sector hotelero una visión del nivel de inversión y del período de amortización de las mismas; una actuación decidida por parte de los gestores puede generar ahorro de energía, beneficios de índole económico y contribuir al sostenimiento de un entorno natural en aras de propiciar una mayor calidad de vida (Önüt and Soner 2006; Alvarez 2009).

En el grupo de tecnologías más empleadas para elevar la eficiencia energética se encuentran el aprovechamiento de la energía solar, la aplicación de la cogeneración, el control y la regulación de la energía, el mantenimiento adecuado, la utilización de la luz natural, interruptores automáticos de ocupación y el aislamiento térmico (Lapeña 2001).

Las fuentes renovables de energía coexisten, se ayudan y se suman en el desarrollo sostenible y en el respeto a la naturaleza. Es imposible hablar de un desarrollo sostenible basado en fuentes no renovables de energía (Wilson and Ten 2002) .

Dentro de las aplicaciones de la energía solar se destaca su fiabilidad técnica y su rendimiento en el calentamiento de agua, con fines sanitarios, con colectores solares en instalaciones del turismo, donde se requiere disponibilidad de agua caliente a cualquier hora del día. Además, para consumo de agua caliente sanitaria de hasta 500 litros al día se recomienda la utilización de colectores solares termosifónicos modulares (Wilson and Ten 2002).

El indicador gastos energéticos vs ingresos, si bien es un indicador global integrador y útil, no permite evaluar los resultados específicos en cuanto a eficiencia en la utilización de los energéticos, ni permite diagnosticar y corregir las causas que puedan provocar su deterioro. Es por ello que el monitoreo y control de la eficiencia energética debe basarse en índices de consumo físicos que relacionen el consumo de portadores energéticos con los servicios prestados (Ali, Mustafa et al. 2008; Borroto and Gorrín 2002).

Estudios precedentes han señalado la influencia de otros factores no relacionados con la ocupación del hotel, sobre el consumo de energía eléctrica, lo cual limita la utilización del índice de consumo kWh/HDO para la implementación de un sistema efectivo de monitoreo y control energético, así como su aplicación en la evaluación de las mejoras energéticas en períodos diferentes (Cabrera 2002; Borroto and Gorrín 2002).

1.6 Tecnologías de punta, empleadas en hoteles cubanos, con alta eficiencia energética, uso de enfriadoras compactas con recuperación de calor y uso de colectores solares.

En 150 hoteles cubanos existen instaladas 180 máquinas enfriadoras compactas con recuperación de calor de diversas marcas y modelos, principalmente las marcas, FRIOCLIMA (Españolas) y CLIMAVENETA (brasileñas). Su función es la producción de agua helada, generada en la enfriadora, que dispone de compresores de media y gran potencia, empleando el ciclo refrigerador con sus sistemas de condensadores, y el uso de ventiladores forzados de enfriamiento para cumplir dicha función. El intercambio del frío se produce en el evaporador (chiller), por donde circula agua, la cual se enfría y es recirculada por bombas del circuito primario en un ciclo cerrado. Estas aguas seden su frío latente a aguas recirculadas por bombas del circuito secundario, que son las encargadas de

bombearla por a través de tuberías aisladas térmicamente por todas las habitaciones y locales del hotel que, empleando los emisores o impulsores del frío, denominados fans coil, climatizan los espacios designados; en este ciclo de refrigeración se desprende calor, y este sistema tiene la posibilidad de recuperarlo a través de intercambiadores de calor de gas refrigerante caliente a agua recirculada por un circuito primario cerrado, que luego en intercambiadores de calor de placa, ceden calor a agua recirculada por bombas del circuito secundario que la impulsan por tuberías debidamente aisladas térmicamente, prestando el servicio de agua caliente a todas las habitaciones y locales designado del hotel. El agua no usada es recuperada e incorporada nuevamente al ciclo de recirculación por bombas del circuito de retorno (Jacob and Groizard 2007). Dicho sistema posee este ciclo combinado con alta eficiencia, como se muestra en la figura 1.6.

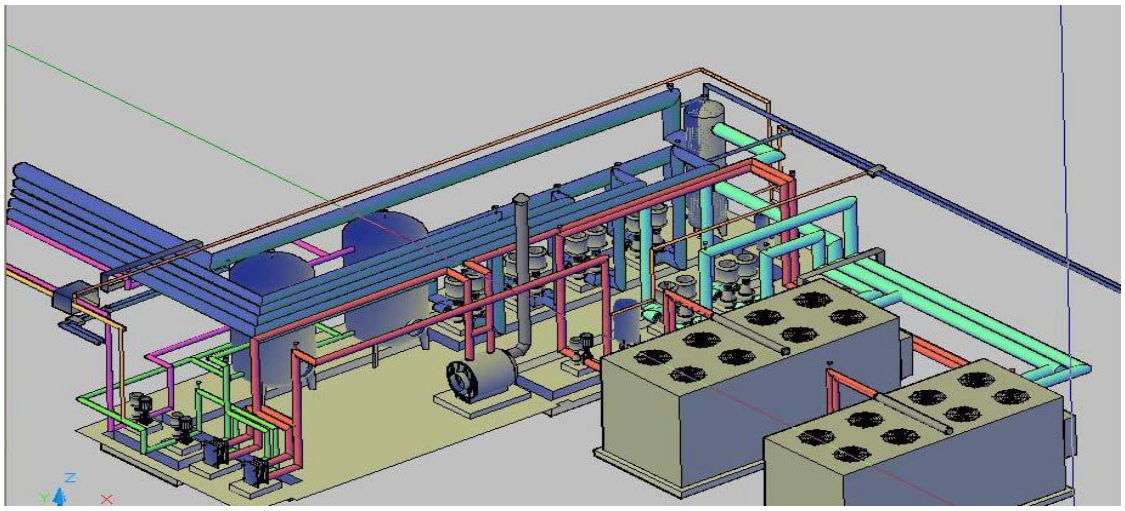

Fig. 1.6 Diagrama de un sistema de clima centralizado, con 2 máquinas enfriadoras compactas y su sistema de bombeo de agua helada y agua caliente, por la recuperación del calor.

Dentro del grupo de tecnologías más empleadas para elevar la eficiencia energética se encuentran, además, el aprovechamiento de la energía solar con el montaje de colectores solares, el control y regulación de la energía, un mantenimiento adecuado y el aislamiento térmico.

Existen referencias en diferentes provincias de Cuba con instalaciones de sistemas de colectores solares en sus hoteles, como en Las Tunas (Monreal and Hammond 1999). Sobresale la instalación de cerca de un centenar de calentadores solares, ubicados en los hoteles “Las Tunas” y “Brisas Covarrubias”, los cuales permiten un ahorro notable de la

electricidad tradicional por el calentamiento de agua. También en Ciego de Ávila, en el Hotel "Sierra Maestra" con 77 calentadores termosifónicos de 200 litros y otro en el Hotel "Morón", con 36 calentadores termosifónicos de 200 litros, además de 13 proyectos que están en diferentes fases (Kumar, Kumar et al. 2008).

La demanda de calentadores solares para el 2011, conciliada con el SIME y los OACE asciende a 5 487 equipos, de ellos 5 203 se producirán en la fábrica. En Santiago de Cuba existen 22 hoteles del MINTUR, de los cuales 14 utilizan colectores solares para el calentamiento, combinados con algún tipo de apoyo (sistema híbrido) ya sea eléctrico, con gas o fuego directo. Específicamente en Sancti Spíritus, se encuentran instalados más de 300 de estos colectores solares de tubos de vidrio al vacío, que se han convertido en una solución importante al lograr reducir el consumo de portadores energéticos a más de la mitad.

En el territorio trinitario están instalados en el Hotel "Ancón" 2 baterías de colectores, una de 77 unidades marca CHROMAGEN, de 2,9 m² de área de intercambio, con apoyo de calderas ALASTOR de diésel, para el modulo habitacional viejo y otra de 21 colectores marca LPC 47-1530 de tubos al vacío, con apoyo de resistencia eléctricas en los tanque acumuladores. En el Hotel "Costa Sur" existe una batería de 72 colectores marca CHROMAGEN de 2,6 m² de área de intercambio, con apoyo de calderas ALASTOR de diésel. En el hotel la Ronda existe una batería de 12 colectores marca CHROMAGEN de 2,6 m² de área de intercambio, con apoyo eléctrico en sus tanques de expansión. En las figs. 1.6-1; 1.6-2; 1.6-3 se muestran las baterías de colectores solares de los hoteles "Ancón" y "Costa Sur", respectivamente.

Fig. 1.6-1. Batería de 77 colectores solares del Hotel Ancón

Fig. 1.6-2. Batería de 21 colectores solares del Hotel Ancón

Fig. 1.6-3 C. Batería de 72 colectores solares del Hotel Costa Sur

Están propuestos como inversión en este año 2015, como medida de ahorro energético, la sustitución de todos los calentadores eléctricos de las habitaciones del hotel Las Cuevas por unidades de colectores solares de tubos al vacío y el montaje en el hotel Villa María Dolores de una batería de colectores solares de tubos al vacío, que reponen todo el sistema de calentadores eléctricos de cada una de las habitaciones.

1.7 Consideraciones generales para la evaluación del comportamiento de los consumos de energía eléctrica en una instalación turística.

Estudios preliminares confirman la importancia de estos indicadores y la necesidad de obtener modelos que relacionen el consumo de energía eléctrica de las instalaciones hoteleras con indicadores de las variables anteriormente analizadas.

Asesorar periódicamente todos los espacios donde existan equipos que consuman corriente eléctrica y verificar que se estén usando eficientemente. Tener conocimiento, estar actualizado y no temer a las inversiones en tecnologías.

En el sector hotelero se emplean con mucha frecuencia el índice de gastos energéticos vs ingresos, los índices de consumo por habitación-día-ocupada (kWh/HDO), así como índices de consumo por unidad de área construida (kWh/m2-año) (Borroto and Gorrín 2002).

Los sistemas que consumen más energía eléctrica son climatización (42%) y alumbrado (36%), mientras que los motores, elevadores, refrigeración y servicios de lavandería consume cada uno entre un 5-7% de energía. Por esto se explica aquí lo necesario de insistir en el uso de la tecnología en la iluminación (lámparas LEDs), sistema de agua caliente (calentador solar) y en la climatización.

1.8 Conclusiones parciales.

1. Las distribuciones de gastos 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. En Cuba, en los hoteles de las cadenas Cubanacán, Gran Caribe y Horizontes, este indicador oscila entre el 8 y el 16%, pudiendo llegar hasta el 20% en hoteles con una infraestructura muy atrasada de su equipamiento tecnológico y bajos niveles de comercialización.
2. En Cuba se relacionan por orden de importancia la siguiente estructura de costos energéticos: electricidad 65-75%, diésel 10-15%, gas licuado 8-12% y otros hasta un 5% del costo total, demostrando que el área de mayor incidencia a aplicar mejoras y reducción de costos energéticos es la electricidad.
3. Las tecnologías más utilizadas para reducir los índices de consumo son el aprovechamiento de la energía solar, la aplicación de la cogeneración, el control, la regulación de la energía, el mantenimiento adecuado y utilización de la luz natural, interruptores automáticos de ocupación y aislamiento térmico.
4. El indicador fundamental para el estudio energético de las instalaciones turísticas que se emplean en las investigaciones realizadas en este sector es kWh /HDO.
5. La variante de empleo de sistemas de iluminación eficientes así como el mejoramiento del sistema de agua caliente y clima deben ser evaluadas como alternativas competentes.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL HOTEL, PUESTOS CLAVES Y DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.

2.1 Introducción:

En este capítulo se realiza primeramente la caracterización de la gestión energética del hotel, después se determinan los puestos claves, luego se establecen los índices de consumo, posteriormente se hace un diagnóstico energético y un análisis profundo en la iluminación, servicio del agua caliente y en la climatización de toda la instalación hotelera.

2.2 Características de la instalación hotelera.

El hotel "Trinidad del Mar" se encuentra ubicada en la península de Ancón, en un entorno natural de playa, en la costa sur de la provincia Sancti Spíritus, en el municipio Trinidad el hotel realiza su servicio fundamental en las ventas de alojamiento, y gastronomía, para ello cuenta con 242 habitaciones agrupadas en 7 módulos habitacionales, todas climatizadas con servicio de sistema de clima centralizado, construidas de hormigón, madera y marquetería de plástico y cristal de 2 y 3 plantas, categorizado como un hotel 4 estrellas, con un nuevo y autóctono mobiliario, baño privado y jacuzzi, servicios de agua potable y agua caliente las 24 horas, prestaciones de servicio telefónico y servicios habitaciones, con cajas de seguridad y llavines magnéticos y TV vía satélite, se prevé como inversión el sistema de ahorro energético de habitaciones inteligentes.

En las figs. 2.2-3 y 2.2-4 se muestran bloques habitacionales del hotel Trinidad del Mar. El mismo brinda servicios de lavandería, snack bar, piscina para adultos (fig. 2.2-1) y niños (fig. 2.2-2), piscina de hidromasaje, bares, restaurante buffet y especializados, áreas de espectáculos, gimnasio, tiendas, casa de infancia, parqueo, servicios médicos las 24 horas, cancha de tenis, cambio de moneda, servicio de renta de autos, buró de turismo donde ofertan opcionales como: recorrido de ciudad, paseos a caballo y actividades náuticas y de buceo, entre otras, y de manera especial el disfrute de la playa natural en la costa del Caribe.

Fig. 2.2-1 Área de la piscina de Adultos

Fig. 2.2-2 Área de la piscina de niños

Fig. 2.2-3 Vista de un bloque habitacional F del hotel "Trinidad del Mar".

Fig. 2.3-4 Vista del sistema de arquitectura, bloque habitacional C

Esta descripción unido a una concepción de la animación turística sustentada en espectáculos de música y danza campesina, revistas de música popular cubana y grupos folklóricos de la ciudad, integran en sentido peculiar el entorno del hotel "Trinidad del mar", que se enriquece de manera excepcional (Pérez 2012) .

2.3 Caracterización energética del centro

Los portadores energéticos que se consumen en esta instalación hotelera son los siguientes:

1. Electricidad
2. Diésel
3. Gas licuado
4. Gasolina
5. Aceites lubricantes

El sistema eléctrico de la instalación, cuenta con una subestación, que tiene un banco de transformadores, con 2 transformadores trifásicos de entrada de 400 kVA, de 13kV/380V, estrella/estrella, con 2 celdas de alta tensión OSMASABAL, y conexión a la pizarra principal P.G.D., pasando por los 2 paneles de interruptores transferenciales de los grupos electrógenos Nº 1 y Nº 2, con salidas de barras a los interruptores automáticos que se derivan en los circuitos secundarios, como se muestra en la fig. 2.3-1, que representa el diagrama monolineal del hotel, el factor de potencia del sistema es 0,99; como se muestra en figura 2.3-2, se emplea para garantizar dicho valor un banco de capacitores de 120 CkVA, a 380V, mostrado en la figura 2.3-3.

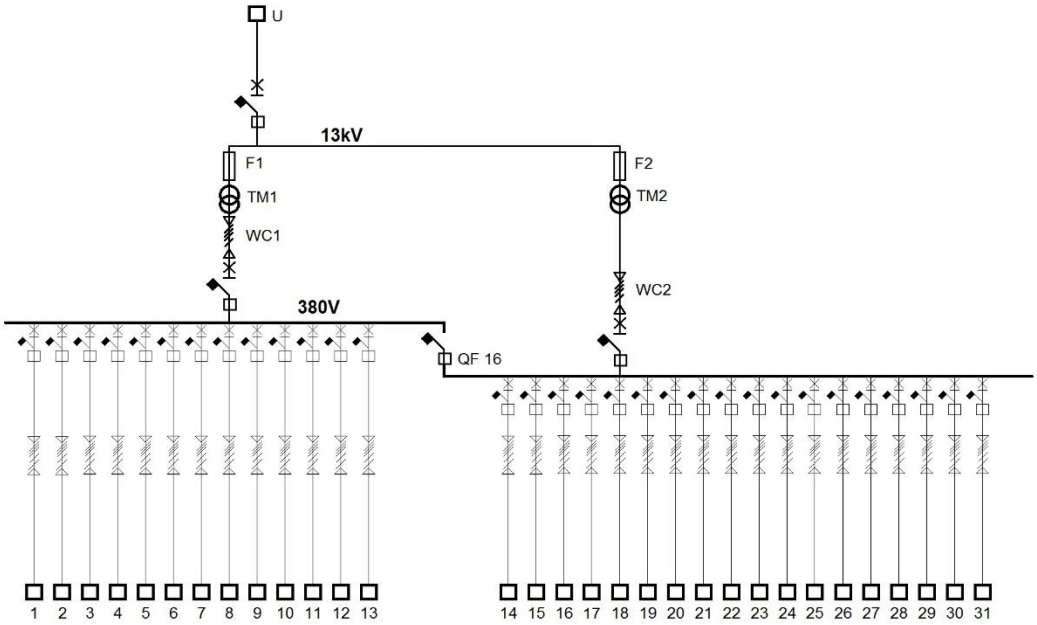

Figura 2.3-1

Leyenda

U: SEN (Sistema Electroenergético Nacional)	**Vn=13kV**	**P=1006kW**	**Q=333kVAR**
TM1: Transformador de entrada	13kV/380V	Sn=1250kVA	
TM2: Transformador de entrada	13kV/380V	Sn=1250kVA	
WC1:	380V	In: 1600A	
WC2:	380V	In: 1600A	
1: Parrillada	Sn=37kVA	cosθ=0.87	In=56.2A
2: Recepción	Sn= 37kVA	cosθ=0.87	In=56.2A
3: Piscina	Sn=37kVA	cosθ=0.87	In=56.2A
4: Reserva	Sn=37kVA	cosθ=0.87	In=53.4A
5: Ranchón	Sn=47kVA	cosθ=0.87	In=71.4A
6: Hidromasaje	Sn=47kVA	cosθ=0.87	In=71.4A
7: Bloque Energético	Sn=13kVA	cosθ=0.87	In=19.8A

8: Bloque Energético	Sn=13kVA	cosθ=0.87	In=19.8A
9: Capacitor1	Sn=120kVA	Q=120kVAR	In=173.2A
10: Unidad Enfriadora	Sn=232.4kVA	cosθ=0.89	In=335.4A
11: Ama de Llave	Sn=91.95kVA	cosθ=0.87	In=132.7A
12: Aire Acondicionado	Sn=126.4kVA	cosθ=0.87	In=182.4A
13: Cocina Restaurante	Sn=150kVA	cosθ=0.87	In=227.9A
14: Bloque E	Sn=13kVA	cosθ=0.87	In=18.8A
15: Garita	Sn=13kVA	cosθ=0.87	In=19.8A
16: Reserva	Sn=13.86kVA	cosθ=0.87	In=20A
17: Equipo Energético	Sn=50kVA	cosθ=0.87	In=76A
18: Bloque F	Sn=50kVA	cosθ=0.87	In=76A
19: Bloque G	Sn=50kVA	cosθ=0.87	In=76A
20: Bloque H	Sn=41kVA	cosθ=0.87	In=62.3A
21:Mantenimiento	Sn=20kVA	cosθ=0.87	In=30.4A
22: Bloque A	Sn=38kVA	cosθ=0.87	In=57.7A
23: Bloques B y C	Sn=52kVA	cosθ=0.87	In=79A
24: Bloque D	Sn=48kVA	cosθ=0.87	In=72.9A
25: Hidroneumático	Sn=40kVA	cosθ=0.87	In=60.8A
26: Ama de Llaves	Sn=41kVA	cosθ=0.87	In=62.3A
27: Capacitor2	Sn=120kVA	Q=120kVAR	In=173.2A
28: Recepción	Sn=38.5kVA	cosθ=0.87	In=58.5A
29: Ranchón	Sn=39kVA	cosθ=0.87	In=59.3A
30: Parrillada	Sn=30kVA	cosθ=0.87	In=45.6A
31: Reserva	Sn=215.50kVA	cosθ=0.87	In=311A

Figura 2.3-2. Panel de medición del factor de potencia

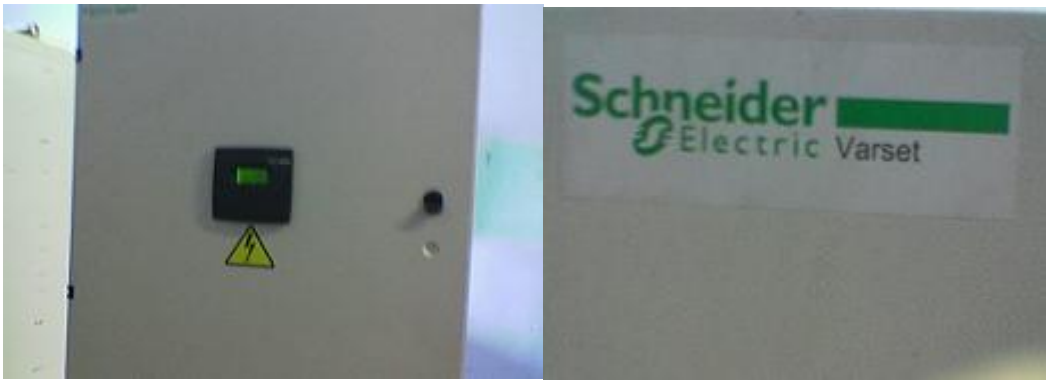

Figura 2.3-3 Foto del panel de capacitores.

Esta instalación tiene instalado dos grupos electrógenos (fig. 2.3-4) de 455 kVA, que produjo en el año 2014-2015 a un promedio de 2.01 g/kWh de diésel, y en total generó 43680 kWh, en este período, solo trabaja cuando falta el suministro eléctrico del sistema electroenergético nacional, el G.E.E. (Grupos Electrónicos de Emergencia) es Brasileño, marca Heimer, sus datos se exponen en la Tabla I.

Tabla I. Grupos Electrógenos de Emergencia

Grupos Electrógenos de Emergencia	Cant	Marca del grupo	Potencia kVA	cos Ø	f	v	n
Grupos Electrógenos Nº 1 HEIMER	1	HEIMER Silent	455	0,8	60 Hz	380 v	1800
Grupos Electrógenos Nº 2 HEIMER	1	HEIMER Silent	455	0,8	60 Hz	380 v	1800
CAPACIDAD TOTAL DE GENERACIÓN INSTALADA = 910 kVA							

Figura 2.3-4 Foto de uno de los Grupos Electrógenos instalados de 455kVA / 380V

2.4 Estructura de consumo de portadores energéticos (electricidad)

En el anexo 1 aparece la Tabla XVIII que indica el comportamiento de los consumos de electricidad durante los meses del año 2014-2015, también se pueden observar las habitaciones días ocupadas (HDO) y el porciento ocupacional del hotel, con esos datos se construyeron los gráficos 2.4-1 y 2.4-2.

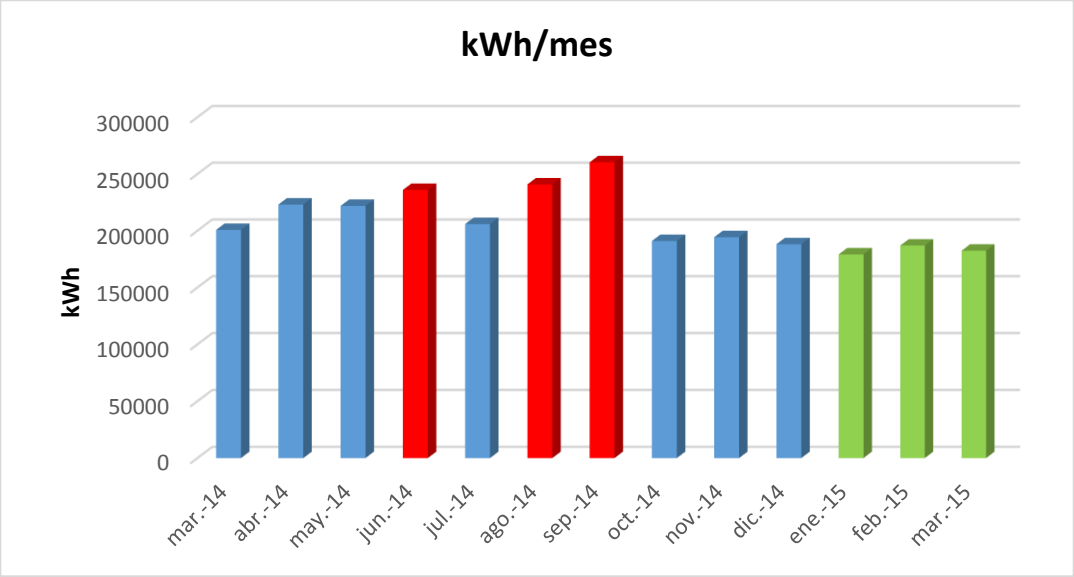

Gráfico 2.4-1 Comportamiento del consumo eléctrico (años 2014-2015).

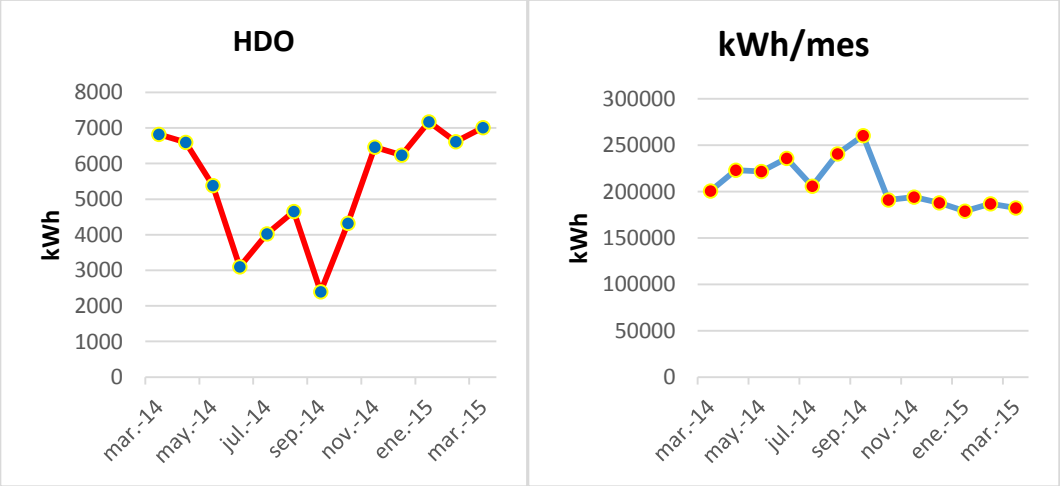

Gráfico 2.4-2 Consumo eléctrico y HDO (habitaciones día ocupadas) por meses en los años marzo 2014-2015.

Se muestra en la Tabla II. el comportamiento de los gastos energéticos, en este caso los más representativos, en los meses de marzo 2014 a marzo 2015, contra ingreso monetario total, obtenidos de los cierres de balances económicos de hotel , y comparados con los indicadores bases de planificación y diseños para cada instalación, de acuerdo a sus características, para la cadena Cubanacán, a la cual pertenece este Hotel Trinidad del Mar, con las características de un hotel de playa, los índices previstos son entre el 8% y 16% de los gastos energéticos contra los ingresos totales, para la industria hotelera mundial más desarrollada, son entre el 5% y 6%.

Tabla II Comportamiento de los gastos energéticos

Meses	1. INGRESO TOTAL por meses	2.1 Gasto de energía eléctrica	2.2 Gasto de combustible Diésel	2.3 Gasto de Gas licuado-combustible	2.4 Gatos Energético Total	% gasto total/ Ingreso
MAR 2014	**636620,25**	**52749,20**	**1722,10**	**4794,52**	**59265,82**	**9,3**
ABR 2014	**623319,35**	**58627,54**	**1675,68**	**4673,68**	**64976,89**	**10,4**
MAY 2014	**550909,95**	**58315,84**	**1422,97**	**4015,80**	**63754,60**	**11,6**
JUN 2014	**414501,14**	**62018,09**	**946,89**	**2776,45**	**65741,43**	**15,9**
JUL 2014	**469851,98**	**54102,95**	**1140,07**	**3279,34**	**58522,36**	**12,5**
AGO 2014	**507011,01**	**63285,37**	**1269,76**	**3616,95**	**68172,08**	**13,4**
SEP 2014	**372809,07**	**68416,01**	**801,39**	**2397,66**	**71615,05**	**19,2**
OCT 2014	**487626,28**	**50193,34**	**1202,10**	**3440,83**	**54836,28**	**11,2**
NOV 2014	**615028,65**	**51065,88**	**1646,74**	**4598,35**	**57310,97**	**9,3**
DIC 2014	**601489,17**	**49436,44**	**1599,49**	**4475,34**	**55511,27**	**9,2**
ENE 2015	**657376,81**	**47076,38**	**1794,54**	**4983,11**	**53854,02**	**8,2**
FEB 2015	**624392,93**	**49135,26**	**1679,42**	**4683,43**	**55498,11**	**8,9**
MARZ 2015	**647833,57**	**47948,65**	**1761,22**	**4896,42**	**54606,30**	**8,4**
TOTAL AÑO	**7208770,14**	**712370,93**	**18662,37**	**52631,88**	**783665,18**	**10,9**

Los estudios, mediciones y registros del consumo de potencia, en la PGD principal, realizados durante el trabajo, nos aportan los datos para mostrar el gráfico de carga del sistema eléctrico del hotel, que tiene dos comportamientos, uno en invierno con el huso horario estándar del este y otro en verano y el huso del horario de verano y un intenso calor, con temperaturas promedio por el día de más de 32ºC y por la noche de 22-23ºC, como se representa en los gráficos 2.4-3 y 2.4-4 respectivamente.

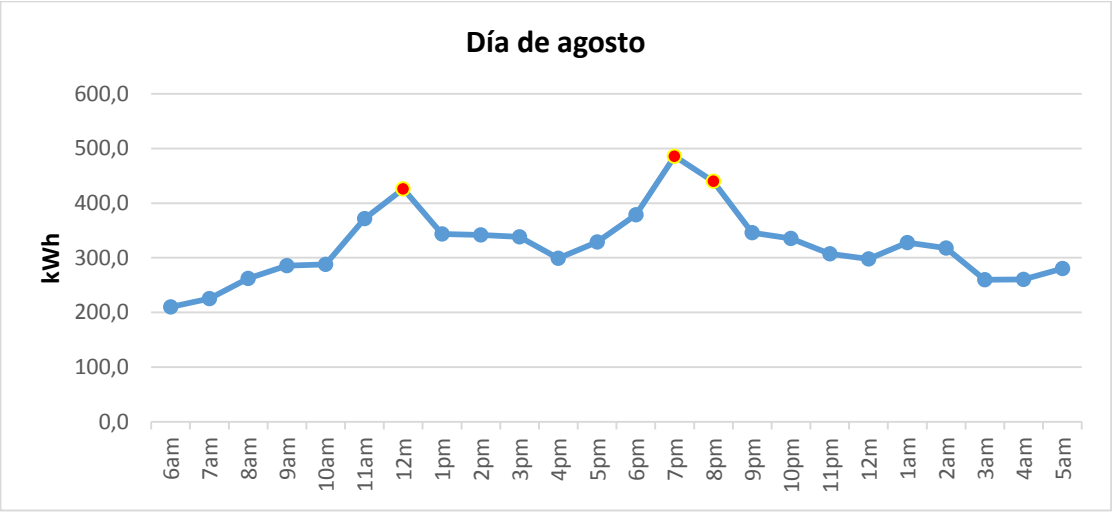

Gráfico 2.4-3 Promedios del mes de agosto (temporada de verano)

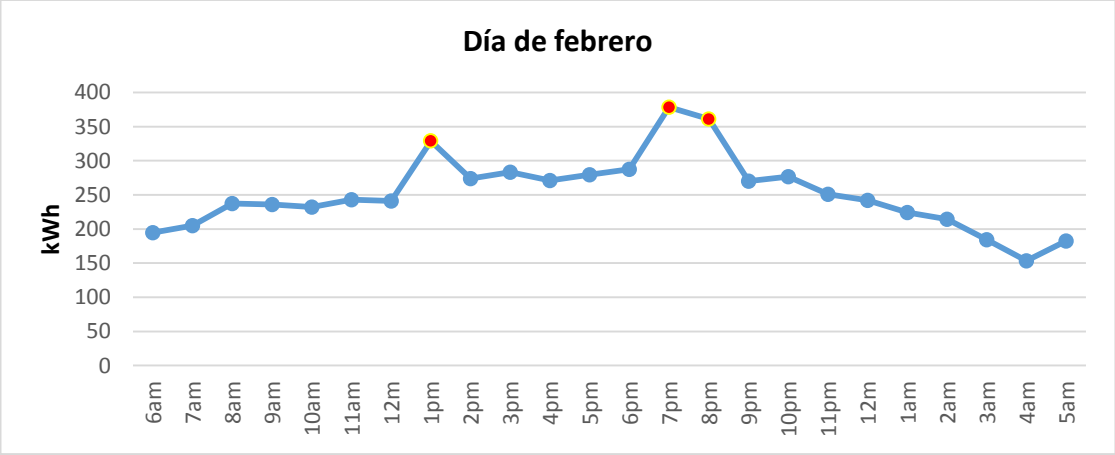

Gráfico 2.4-4 Promedios del mes de febrero (temporada de invierno)

2.5 Determinación de los puestos claves.

En todas las instalaciones hoteleras y extrahoteleras de Cuba, está implementada la resolución 150/2012 del Ministerio de Turismo, que establece las normativas e instrucciones para los sistemas de mantenimiento de todos sus activos. Se ha organizado todo el equipamiento que poseen los hoteles en sistemas tecnológicos, a partir de la instrucción Nº 1 y su anexo Nº1, de la propia resolución 150, tomando en consideración estas normativas, se ordenan las cargas instaladas en el hotel por los sistemas tecnológicos que posee y la determinación de sus áreas claves.

En las tablas referidas a continuación, exponemos las cargas por cada sistema tecnológico.

Tabla III Sistema tecnológico

SISTEMA TECNOLÓGICO ARQUITECTURA	**Hab.**	**Iluminación. Lámparas PL 9 W**		**TV cable 55 W**		**Aire de ventana o Split 1700 W**		**Minibares de P= 230 W**		**Secadoras de Pelo de P= 1000 W**		**Sistema de Clima Centralizado Fans Coil de 61 W**		**Cerraduras Magnéticas y Cajas Fuerte**
BLOQUE HABITACIONAL	Cant	Cant	Watt	Cant	Watt	Cant	Watt	Cant	Watt	Cant	Watt	Cant	Watt	Cant
Carga de Habitaciones	241	1245	17,4	241	13,3	138	235	241	55,4	241	241	103	6,3	241
CARGA TOTAL INSTALADA= 568,0 kW														

Se ubica este sistema como un puesto clave, con amplias potencialidades de ahorro energético, mostrado en la fig. 2.3-1, este sistema.

Tabla IV

SISTEMA TECNOLÓGICO ARQUITECTURA	Hab	Iluminación. Lámparas PL 9W		Iluminación. Lámparas PL 14W		Iluminación. Lámparas Fluorescentes 20 y 40W		Lámparas de Piscina 70W		Split de 1 t , 1,5 t y 3 t de 2200/2600 /3100W		Aire Acond de Ventana 1900W	
ÁREAS PÚBLICAS Y OFICINAS	Cant	Cant	Watt	Cant	Watt	Cant	Watt	Cant	Watt	Cant	Watt	Cant	Watt
Carga alumbrado, frío de áreas públicas, administrativas y de servicio	241	104	0,93	299	2,85	156	4,00	15	1,05	20	46,1	23	43,7
CARGA TOTAL INSTALADA= 98,63 kW													

Se ubica este sistema como un puesto clave, con amplias potencialidades de ahorro energético, como se muestra en la fig. 2.3-2.

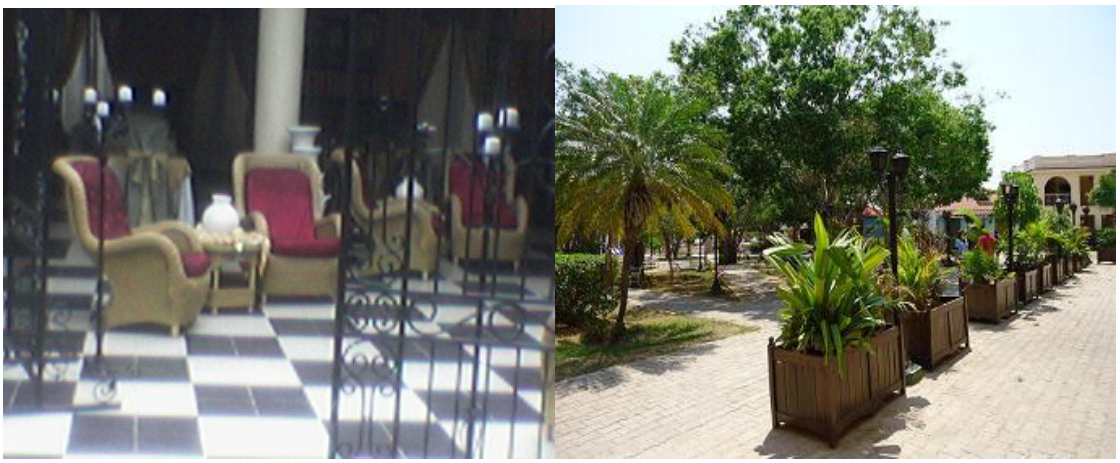

Fig. 2.5-2 Vista del sistema de arquitectura, áreas públicas

Tabla V Sistemas tecnológicos de refrigeración

SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE REFRIGERACIÓN	Motocompresor		Ventilador Condensador		Ventilador Evaporador		Control de Frio DIGITALIZADO
CAMARAS FRÍAS	Cant	kW	Cant	kW	Cant	kW	
SUBTOTAL POTENCIA CÁMARAS FRÍAS	13	24,7	13	2,52	18	4,5	SI
EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN							
SUBTOTAL POTENCIA REFRIGERACIÓN	36	6,63					
		31,33		2,52		4,5	
CARGA TOTAL INSTALADA= 38,35 kW							

Tabla VI Equipos gastronómicos, cocina y tintorería

EQUIPOS GASTRONÓMICOS, COCINA Y TINTORERÍA	Cant	kW
Potencia Total equipos de Gastronómicos , Cocina y Tintorería	43	47,5
CARGA TOTAL INSTALADA= 47,5 kW		

Tabla VII Sistema tecnológico gestión hotelera equipos de computación

SISTEMA TECNOLÓGICO GESTIÓN HOTELERA EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	Cant	kW
Potencia Total instaladas equipos de Computación	41	2,78
CARGA TOTAL INSTALADA= 2,78 kW		

Tabla VIII Sistema tecnológico piscina

SISTEMA TECNOLÓGICO PISCINA	Cant	kW
Potencia Total Equipos de Piscina	14	15,75
CARGA TOTAL INSTALADA= 15,75 kW		

Tabla IX Sistema tecnológico ventilación

SISTEMA TECNOLÓGICO VENTILACIÓN FORZADA EQUIPOS DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN	Cant	kW
Potencia Total Equipos de Ventilación y Extracción	9	9,9
CARGA TOTAL INSTALADA= 9,9 kW		

Tablas X Sistema tecnológico residuales y pluviales

SISTEMA TECNOLÓGICO RESIDUALES Y PLUVIALES PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUALES	Cant	kW
Potencia Total Equipos de la Planta de tratamiento de Residuales	5	28,3
CARGA TOTAL INSTALADA= 28,3 kW		

Tabla XI Sistema tecnológico equipos de bombeo de agua potable y agua para extinción de incendio

SISTEMA TECNOLÓGICO EQUIPOS DE BOMBEO DE AGUA POTABLE Y AGUA PARA EXTINCIÓN DE INCENDIO	Cant	kW
Potencia Total de bombas	9	34,6
CARGA TOTAL INSTALADA= 34,6 kW		

Fig. 2.5-3 Vista del sistema de bombeo de agua potable y extinción de incendio

Tabla XII Sistema de clima centralizado con recuperación de calor

SISTEMA DE CLIMA CENTRALIZADO CON RECUPERACIÓN DE CALOR	Cant	kW
Máquinas Enfriadoras	2	242,0
Manejadoras y Fans Coil	93	17,5
Bombas de Agua Helada	8	90,5
Bombas de Agua Caliente	11	30,5
Potencia Total del sistema de Clima Central		
CARGA TOTAL INSTALADA= 380,5 kW		

Se ubica este sistema como un puesto clave, con amplias potencialidades de ahorro energético, se muestra en la figs. 2.5-4 y 2.5-5 respectivamente.

Fig. 2.5-4 Vista del sistema de Clima Centralizado, con 2 enfriadoras, la primera, marca CLIMAVENETA y detrás FRIOCLIMA.

Fig. 2.5-5 Vista del sistema de Clima Centralizado, con los sistemas de bombeo de agua helada, y agua caliente producto de la recuperación de calor

Tabla XIII Equipos de espectáculo

EQUIPOS DE ESPECTÁCULO	Cant	kW
Potencia Total de los equipos de espectáculo	84	5,06
CARGA TOTAL INSTALADA= 5,06 kW		

En los resultados de la Tabla XIV (Resumen)**,** se muestran que los consumos mayores están en los sistemas de Clima Centralizado del hotel, los consumos del sistema habitacional y del sistema de áreas públicas y de servicio, como se exponen en el gráfico 2.5-1 para mayor ilustración que representa los consumos eléctricos por sistemas tecnológicos.

Tabla XIV Resumen

SISTEMA TECNOLÓGICO	Potencia Total instalada en kW	Factor de demanda promedio, día	Consumo promedio kW*fd	% que representa del consumo total
BLOQUE HABITACIONAL	568,0	0,64	363,52	**53,1**
ÁREAS PÚBLICAS Y OFICINAS	98,63	0,42	41,42	**6,1**
EQUIPOS REFRIGERACIÓN	38,35	0,8	30,68	**4,5**
EQUIPOS GASTRONÓMICOS, COCINA Y TINTORERÍA	47,5	0,28	13,3	**1,9**
EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	2,78	0,32	0,89	**0,1**
EQUIPOS DE PISCINA	15,75	0,74	11,66	**1,7**
EQUIPOS DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN	9,9	0,6	5,94	**0,9**
PLANTA TTO DE RESIDUALES	28,3	0,95	26,89	**3,9**
BOMBEO DE AGUA POTABLE Y AGUA PARA EXTINSIÓN DE INCENDIO	34,6	0,62	21,45	**3,1**
SISTEMA DE CLIMA CENTRALIZADO CON RECUPERACIÓN DE CALOR	380,5	0,44	167,43	**24,5**
EQUIPOS DE ESPECTÁCULO	5,06	0,22	1,11	**0,2**
TOTAL	**1229,39**	**0,56**	**684,29**	**100**

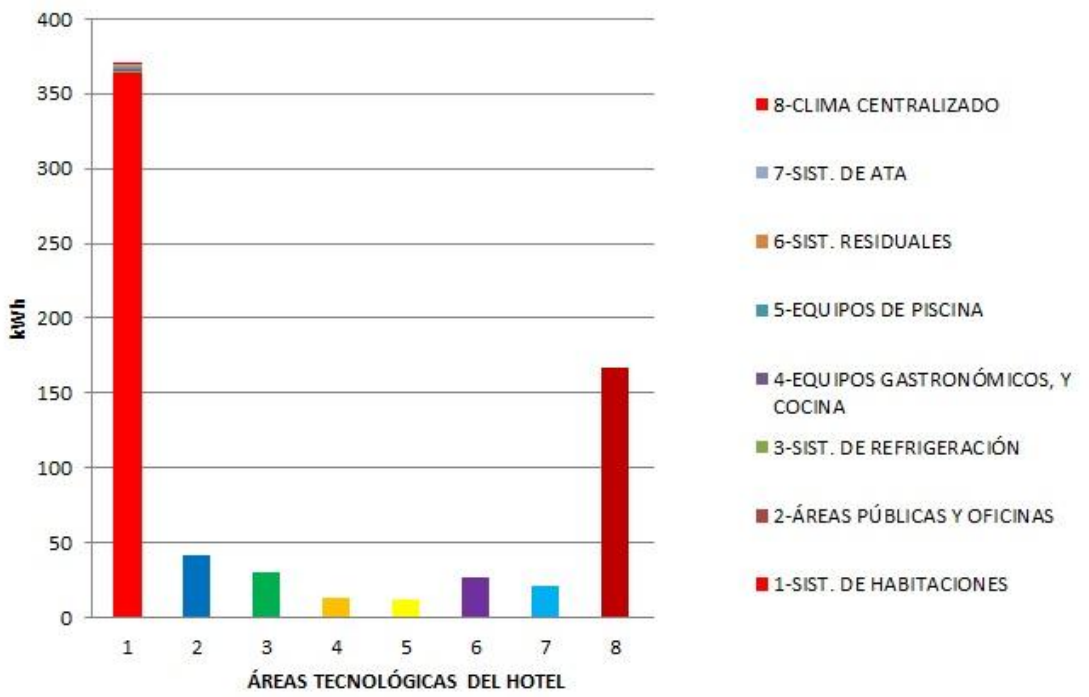

Gráfico 2.5-1 Consumos de Hotel Trinidad del Mar

De este gráfico (2.5-1) podemos extraer, auxiliados de las tablas del anexo 3, las incidencias de las principales fuente de consumo de energía eléctrica, que corresponden a las mismas características de los hoteles de Cuba y del Caribe expuestas en el gráfico 2.5-2.

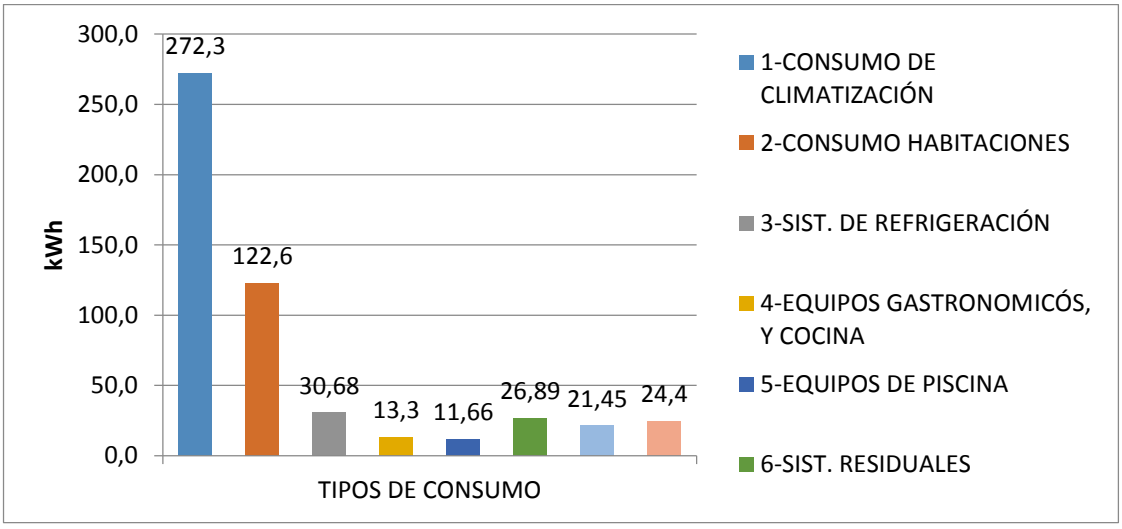

Gráfico 2.5-2 Principales fuente de consumo de energía eléctrica en el Hotel Trinidad del Mar

2.6 Establecimiento de los índices de consumo

En el sector hotelero, existe una tendencia mundial de expresar el índice en kilowatt hora por habitación día ocupada (kWh/HDO). En Cuba se consideran de la misma manera, no obstante existen grandes diferencias en magnitudes. Se puede decir que 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 diferentes cadenas teniendo en cuenta el historial de consumo desde su fundación en 1994.

Como se muestra en la Tabla XV no existe uniformidad en la marca establecida y en la práctica esta marca está funcionando como parámetro fijo sin que previamente se hayan realizados estudios minuciosos de la planta física actual de cada hotel (Cabrera 2002).

Tabla XV Indicadores energéticos utilizados por las diferentes cadenas hoteleras cubanas.

Cadena Hotelera	kWh/HDO
Gran Caribe S.A	14-30
Horizontes S.A	35-40
Gaviota S.A	35-40
Cubanacán S.A	30-60
Islazul S.A	27-60

En el hotel Trinidad del Mar, el indicador kWh/HDO, planificado es de 30 kWh/HDO, por pertenecer a la cadena de Hoteles de playa, Cubanacán S.A. Se ha determinado, a partir de los datos empleados para la confección de los gráficos 2.4-1; 2.4-2; 2.4-3; 2.4-4 del epígrafe anterior, los valores reales obtenidos del índice de kWh/HDO, en el período analizado Marzo/2014- Marzo/2015, y su cumplimento, expresados en la siguiente Tabla XVI.

Tabla XVI

Meses	Consumo kWh/mes	HDO	% ocupación	kWh/HDO	Cumplimiento
MAR-14	200710	6824	91,3	**29,4**	sí
ABR-14	223077	6601	91,3	**33,8**	no
MAY-14	221891	5387	72,1	**41,2**	no
JUN-14	235978	3100	42,9	**76,1**	no
JUL-14	205861	4028	53,9	**51,1**	no
AGO-14	240800	4651	62,3	**51,8**	no
SEP-14	260322	2401	33,2	**108,4**	no
OCT-14	190985	4326	57,9	**44,1**	no
NOV-14	194305	6462	89,4	**30,1**	no
DIC-14	188105	6235	83,5	**30,2**	no
ENE-15	179125	7172	96,0	**25,0**	no
FEB-15	186959	6619	98,1	**28,2**	sí
MAR-15	182444	7012	93,9	**26,0**	sí
DIC-14	188105	6235	83,5	**30,2**	no
Total anual	**2710562**	**70818**	**74,2**	**38,3**	no

2.7 Diagnóstico energético. Caracterización y potencialidad de ahorro de energía de los sistemas tecnológicos

Se elaboró el gráfico 2.7-1, con los datos y resultados obtenidos de la Tabla XVI, mostrando que los índices de consumo de kWh/HDO disminuyen, (líneas en rojo), cuando el porciento de ocupación del hotel (líneas en azul), aumenta, y viceversas, lo que corrobora que con bajos niveles ocupacionales, que corresponden a las temporadas bajas, son necesarios acomodos de cargas, seccionalización de circuitos, para desconectar las cargas innecesarios, que en muchos casos se generan consumo, por indisciplinas operacionales, ordenamiento óptimo del hospedaje, que garantiza evitar consumos innecesarios en módulos habitacionales, donde solo se alojan menos del 10% de su capacidad, reducción de los tiempos de operación en cocina e implementar las medidas especiales de ahorro de energía para temporada baja.

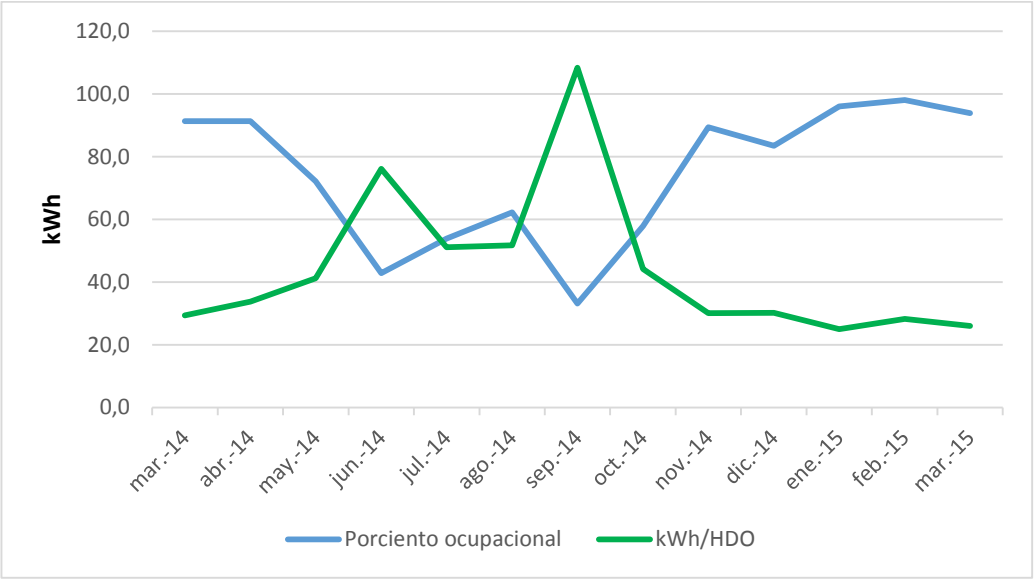

Gráfico. 2.7-1 Índice Consumo kWh/ HDO y porciento de ocupación del hotel, desde marzo 2014 hasta marzo 2015

El Hotel Trinidad del Mar, tiene instalado el sistema de automática, que es un sistema de control automático, con toda la instrumentación de campo y sensores digitales, que envían la información del estado de funcionamiento de todos los equipos tecnológicos, a una Central computarizada, con monitores visualizadores de la operación, y con las variantes de mando local o mando central desde el local donde está ubicado el sistema, sus posibilidades receptoras de datos llegan a ofrecer las lecturas de potencia instantánea y energía consumida/hora, por lo que constituye la central de inteligencia del ahorro energético de la instalación, en el diagnóstico realizado, este sistema está en funcionamiento solo al 30%, por deterioro y roturas de la instrumentación de campo, tiene potencialidad para lograr representativos ahorros de energía eléctrica, fundamentalmente en horas del pico eléctrico nacional, al poder lograr con la desconexión de equipos un óptimo uso de los servicios del hotel.

Al realizar este diagnóstico se comprobó que la instalación tiene montado el sistema automático de ahorro de energía eléctrica en habitaciones, que emplean cerraduras magnéticas, con las posibilidades de desconexión de los circuitos interiores, una vez deshabitado el local, excepto el mini bar, se pudo comprobar que el 44% de este sistema está fuera de servicio, lo que condiciona que se dejen de ahorrar como promedios, 552 kWh día, que representa el 8% del potencial de ahorro energético. Incluimos en las

potencialidades de ahorro, posibles, que las camareras al hacer cada una de las habitaciones, no desconectan los Split, ni las iluminación innecesaria, con una frecuencia mensual de habitaciones hechas de un 66%, del total de habitaciones, se pueden lograr ahorros hasta de un 1,04% de la factura del total del mes.

La conexión de la iluminación exterior del hotel es de forma manual, en ocasiones deficiencias operativas, del servicio de mantenimiento, ocupado de la conexión y desconexión del alumbrado, olvida o retrasa esta acción, extendiéndose el consumo de electricidad del alumbrado innecesariamente, cuando ya existe iluminación natural se pueden calcular ahorros hasta el 0,8% mensual.

Existen en la instalación, 13 cámaras frías de congelación y conservación, con sus unidades condensadoras, el 50%, tiene control digitalizado de frío, con control automático programable, de conexión y desconexión, además de su control de frío, en el cuarto de máquinas, están 10 unidades, 3 de ellas están dispersas, que dificultan su control y revisión por los operarios de mantenimiento. El estado técnico de las cámaras frías, con sus evaporadores es deficiente, por poseer puertas con sus cierres, pisos y juntas de puertas en mal estado, que no garantizan la hermeticidad necesaria.

Existe un plan de medidas de ahorro, para los sistemas eléctricos de la cocina Central, restaurantes y bares, se incumplen en ocasiones con las medidas técnicas – organizativas de operación, existen hornos y mesas calientes con deficiencias en el control de temperatura, y ejecutan su función con conexiones directas de las resistencias, exponiéndose a consumos de energía eléctrica innecesarios.

El sistema de piscinas, que incluyen las piscinas de adultos y de niños y las piscinas de hidromasaje, tiene 5 bombas de recirculación de agua, una bomba de presión y 3 bombas de achique, la bomba de presión (3,0 kW) que actualmente está en funcionamiento, por deterioro de la que lleva por diseño (1,8 kW), no cumple con las características técnicas para realizar esta función, lo que implica un incremento del gasto de potencia de 1,2 kWh.

Los sistemas de ventilación y extracción, aunque son cargas pequeñas, presentan fugas de aire en sus conductos por falta de hermeticidad y deterioros, faltan completamientos de las rejillas en las campanas de extracción, los sistemas de trasmisión por correas motor-ventilador, funcionan con una sola correa, lo que implica resbalamientos sobre las poleas y falta de adecuada tensión, esto implica gastos indebidos de energía eléctrica.

El sistema de evacuación de residuales está en proceso de reposición de sus sistemas de bombeo, por bombas más eficientes, de acero inoxidable, marcas GRUNDFOS.

El sistema de bombeo de agua a temperatura ambiente (ATA), fue repuesto en el mes de noviembre, por un sistema hidroneumático, compuesto de 4 bombas en paralelo, con su tanque hidroacumulador, marca GRUNDOS, tipo HIDRO 4 MPC-F4 20-3, con 4 motores eléctricos de 5,5 kW, los sistemas de redes y accesorios, y su panel eléctrico de mando y control, que incluye el variador de velocidad por frecuencia. Las deficiencias en este sistema se concentran en las serias tupiciones en las tuberías, por altas incrustaciones provocadas por la mala calidad del agua, como se muestra en la figura 2.7-2 que se recibe de la red de acueducto hasta 400 ppm (partes por millón de sales de calcio y magnesio), lo que implican altas perdidas de los fluidos por sus redes y gastos de potencia de bombeo para suplirlas, y con ellos gastos de energía eléctrica hasta de 14%. No existe en el hotel la capacidad suficiente de filtros suavizadores de agua, para dar tratamiento químico al agua de consumo, y eliminar parte de su mala calidad y dureza.

Figura 2.7-2. Fotos de los altos niveles de incrustaciones en tuberías de agua potable a temperatura ambiente

El sistema de Climatización Centralizada, que posee la instalación desde su inauguración en el año 2012, como se mostró en las figuras 2.5-4 y 2.5-5, respectivamente, consta de 2 máquinas enfriadoras de agua compactas, con condensación por aire, la Nº1, marca

CLIMAVENETA, modelo FOCS-CA-DIB 2602 R-134 A, con una caudal de agua nominal (Q = 106 m³/h) y una capacidad de recuperación de calor de 147 kW, con temperatura de salida del agua caliente de sus 2 recuperadores o Desuperheat, de 55ºC, con capacidad frigorífica de 174,5 Tr, y potencia eléctrica de 180kW, la Nº2, marca FRIOCLIMA, modelo CHAW 2109, con características similares a la primera y potencia eléctrica de 160 kW, y que incluyen los sistemas de bombeo en circuitos cerrados, uno primario y otro secundario de agua helada, y los sistema de bombeo de agua caliente, provenientes de la recuperación de calor, que son circuitos cerrados también, uno primario, uno secundario y el circuito de retorno de las habitaciones, con dos Calderas Diésel de apoyo, marca ALASTOR, para garantizar este servicio de agua caliente con la temperatura óptima. Las principales deficiencias de este sistema, lo constituye como sucede en el sistema ATA (agua a temperatura ambiente), la pésima calidad del agua, que ha provocado serias tupiciones por incrustaciones en tuberías de agua caliente, representando mayor gasto de energía eléctrica de bombeo, entre aproximadamente un 2 a un 3.4 % de la energía que consumen las bombas del sistema de ACA (Agua caliente bombeada), deficiente aislamiento térmico en redes de agua caliente, que provocan perdidas de calor, salideros en tuberías de agua helada y de agua caliente, que provocan pérdidas tanto por el consumo de agua, como por exceso de bombeo para suplir los gastos de agua perdida y roturas en las máquinas enfriadoras, como 3 motores de los compresores marca BITZER quemados, roturas de 2 evaporador o chiller, por golpes de agua, o golpes de ariete, e inadecuado montaje del tanque de compensación para evitar que el circuito de agua fría, tome bolsones de aire.

La dirección de la Cadena Cubanacán, aprobó, suplir las máquinas enfriadoras compactas, por los altos costos de reposición y mantenimiento que les generaba, además de las quejas, reclamaciones e indemnizaciones a grupos de operadores del turismo emisor a estos hoteles. Se han montado 151 Split, en habitaciones, que representa el 63% de la reposición de sistema de clima centralizado por el sistema de clima por expansión directa, esto incrementa el consumo eléctrico del hotel, en la figura 2.7-2, se muestra la comparación del comportamiento del consumo, de un sistema de clima y otro, en la situación actual del 63% de la sustitución de los fanscoil por Split en habitaciones. De hecho, esto implica el uso de una fuente de energía para dar el servicio de agua caliente, que debe ser invertir un una batería de colectores solares.

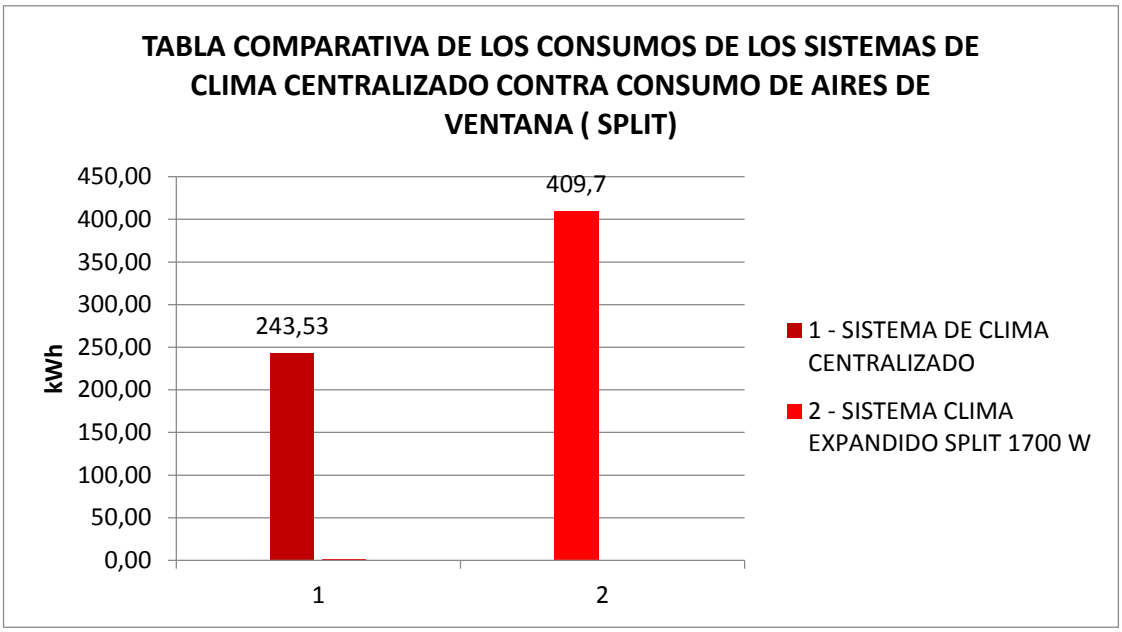

Figura 2.7-2. Muestra la comparación del gasto de energía, para el uso del Clima Central con las Enfriadoras (1), contra el clima expandido con el uso de Split.

2.8 Estado actual de la instalación. Perspectivas

Se han adquirido un nivel de iluminación tipo LEDs, por un valor superior a los 60 000 dólares, que se encuentra en sus almacenes, para reemplazar las lámparas PL, lámpara fluorescentes y lámparas de mercurio de exteriores, aprovechar al máximo la luz natural. Esta propuesto para el año 2015-2016, el completamiento de la inversión y reposición del sistema de Control Automático, y el completamiento del Sistema de ahorro energético en habitaciones, con llavines magnéticos, y la reposición total de todas las redes de agua a temperatura ambiente y agua caliente junto al montaje de una batería de suavizadores que garanticen menos de 40 ppm, de calidad del agua entrando al hotel.

2.9 Iluminación.

La iluminación de un hotel puede oscilar hasta el 12% del consumo total de energía, en este caso el Hotel Trinidad del Mar tiene instalado más de 80% de lámparas ahorradoras, tipo PL, lo que representa el 4% del consumo total del Hotel, con 1245 unidades de lámparas tipo PL, de 9, 14 y 15 W, en habitaciones 705 lámparas en áreas públicas y administrativas, con una carga total instalada de 27,5 kW. Cualquier medida planteada que contribuya a su

ahorro tendrá una repercusión significativa a los costos de funcionamiento del hotel. El uso de la luz diurna tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado, y puede tener implicaciones considerables a nivel de la eficiencia energética (Lapeña 2001; García 2008).

Se comienza valorando la instalación de lámparas existente en las habitaciones y áreas públicas del hotel, para tomar una decisión de sustituirla por lámparas LEDs, se valoran tres aspectos fundamentalmente, costo de inversión, consumo energético y durabilidad, se busca lograr ahorros energéticos sin incumplir las normas vigentes de iluminación, las habitaciones tienen 16,88m² (el cuarto tiene 13.5m² y el baño 3.38m²).

La eficiencia de los bombillos ahorradores es de 42.7 lum/W, tienen una durabilidad de 6000 horas, y su costo es 2.65 CUC, mientras que las lámparas LEDs (posibles a instalar, tipo 624D-2P) tienen una eficiencia de 80 lum/W, una durabilidad de 25000 horas, su costo es de 36.27 CUC, son de 7.5 W y de 90 V a 250 V y son libres de mercurio (Knappschnelder 2008).

Los LEDs emiten luz difusa, por lo que los espacios se iluminan de forma más homogénea, sin bruscos contrastes ni 'aros' de luz, lo que permite una mejor orientación y percepción de los detalles (Broeck, Sauerlander et al. 2007). La luz que generan es azulada (efecto de "luz de día"), con lo que la visión nocturna se ve menos afectada que la iluminación tradicional de colores artificiales, ofreciendo una mejor visión y percepción de la profundidad y los detalles. Cuando se use de forma intermitente también tendrá un menor impacto en la visión nocturna; en cuanto al alcance del haz de luz este llega aproximadamente hasta diez metros sin la utilización de lentes o prismas (Knappschnelder 2008; Robaina 2008) .

En las figuras 2.9-1; 2.9-2 y 2.9-3 se muestran varios tipos de lámparas LEDs.

Fig. 2.9-1 Luminaria LED en proceso de prueba

Fig. 2.9-2 Lámpara LED.

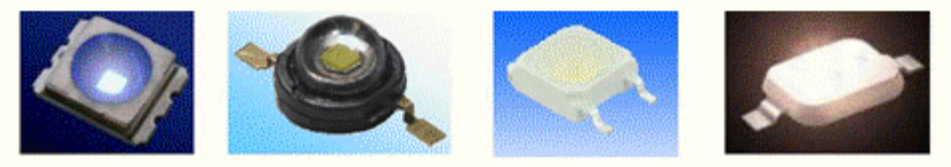

Fig. 2.9-3 Lámparas de iluminación vial que emplean tecnología LEDs.

A continuación en la Tabla XVII aparece una comparación de las lámparas *LEDs* con otros tipos de lámparas y también ofrecemos algunas de las ventajas de esta tecnología (Narboni 2008; Robaina 2008; Gironella 2011):

Tabla XVII Potencia de lámparas LEDs con eficiencias de 80 y 100 lm/W y de lámparas de incandescencia y mercurio, y porcentajes de ahorros

Tipo de lámpara	Potencia total (*)	Potencia y ahorro con LEDs de 80 lm/W		Potencia y ahorro con LEDs de 100 lm/W	
	W	W	Ahorro, %	W	Ahorro, %
Incandescentes	100	17	83	14	86
Incandescentes	150	28	82	22	85
Incandescentes	200	39	81	31	85
Incandescentes	300	78	74	62	79
Incandescentes	500	113	77	91	82
HMM 160 W	160	39	76	31	81
HMM 250 W	250	69	73	55	78
HMM 500 W	500	171	66	137	73
HM 125 W	137	78	43	63	54
HM 250 W	266	162	39	129	51
HM 400 W	425	277	35	221	48

(*) Incluye pérdidas de equipos auxiliares.

Ventajas de las lámparas LEDs

• El bajo consumo de energía

• Cuentan con un alto nivel de fiabilidad y duración con un tiempo de vida mayor de 50 000 horas

• Alta eficiencia en la producción de luz artificial (> 80%) y por tanto reducción de los costos de electricidad.

• Alto factor de potencia (> 0,95 ind).

• Fiabilidad de 95%.

• Tamaño reducido

• Resistentes a choques y vibraciones.

• Reducen la emisión de calor

• No contienen mercurio (el cual al exponerse en el medio ambiente es altamente venenoso)

• Reducen ruidos en las líneas eléctricas

• No les afecta el encendido intermitente (encendido instantáneo)

• Muy buena reproducción de color y temperaturas de color desde los 2 700ºK y hasta 7 000ºK para los de luz blanca.

• No emiten radiación infrarroja ni ultravioleta.

• Operan a baja tensión (no mayor de 48 V de corriente directa).

Cálculos del consumo al año de las lámparas fluorescentes.

Hay 241 habitaciones con 8 lámparas (4 en el dormitorio, 2 en el baño y 2 exteriores) de 14 W cada una con 598 lm, que en total sería una potencia instalada de 17.44 kW.

- ✓ 2392 lm para el cuarto,
- ✓ 1196 lm para el baño y
- ✓ 1196 lm para el exterior.

- En estudios realizados por los hoteleros y su experiencia práctica, se asume que permanecen encendidas como promedio día, 5 lámparas de 14 W, durante 11 horas, lo que representa un consumo diario de 0,770 kWh/día por las 241 habitación, este consumo es de 185,57 kWh/día.
- $\text{E año} = 185{,}57\,\frac{\text{kWh}}{\text{d}} * 365\text{ días} = 67733{,}05\,\frac{\text{kWh}}{\text{año}}$. Por el porcentaje ocupacional en este año analizado que es de 74,2%
- $\text{E año} = 67733{,}05\,\frac{\text{kWh}}{\text{año}} * 0{,}742 = 50257{,}92\,\frac{\text{kWh}}{\text{año}}$

Cálculos del consumo al año de las lámparas LEDs.

- Teniendo en cuenta la luminosidad (600 lm) de estas podemos instalar:

- ✓ 4 en el dormitorio (2400 lm),
- ✓ 2 en el baño (1200lm) y
- ✓ 2 para el exterior (1200lm),
- ✓ 8 en total (4800 lm).

- Se instalarían 8 luces en total y empleando el cálculo anterior, será 5 lámparas LEDs de 7,5 w durante 11 horas, representa un consumo diario de 0,375 kWh/día, `por las 241 habitaciones da 90,37 kWh/día
- $\text{E año} = 90{,}37\,\frac{\text{kWh}}{\text{d}} * 365\text{ d} = 32986{,}87\,\frac{\text{kWh}}{\text{año}}$. Por el porcentaje ocupacional en este año analizado que es de 74,2%.

- $\text{E año} = 32986{,}87\,\frac{\text{kWh}}{\text{d}} * 0{,}742 = 24476{,}26\,\frac{\text{kWh}}{\text{año}}$.

  Comparamos el consumo de las lámparas actualmente instaladas que tienen un consumo de 50257,92 kWh/año con la propuesta del uso de lámparas LEDs, que se calcula un consumo de 24476,26 kWh/año, representa un ahorro de energía eléctrica de 25781,66 kWh/año.

  Cálculos para la inversión en las lámparas LEDs y ahorro obtenido por esta tecnología:

- Para un costo de inversión de 74353 CUC., que son el total de lámparas de 2050 que posee el hotel por 36,27 CUC.
- Con el Ahorro anual de 25781,66 kWh/año por el precio del kWh, que es de 0,262813 CUC, se obtiene un ahorro monetario de 6775,75 CUC.

  CÁLCULO TÉCNICO ECONÓMICO

  Teniendo en cuenta la suma de dinero para la compra e instalación de esta tecnología, el costo de las lámparas ahorradoras, PL y las fluorescente que se requieren el hotel anualmente para reposición y contando con la durabilidad (25000 horas de las lámparas LEDs y 6000 horas de las lámparas fluorescentes), se puede llegar a la conclusión de que es posible realizar el cambio de tecnología puesto que con una inversión de lámparas LEDs y su durabilidad de 4.2 veces, el tiempo de recuperación de la inversión sería de aproximadamente 2,8 años.

2.10 Conclusiones parciales

1. Los meses que reportan el mayor consumo de energía eléctrica en el año son junio, agosto y septiembre, que coinciden con los meses que poseen los mayores índices de gastos energéticos y que corresponden a la temporada de verano. Los meses que tienen los mayores ingresos monetarios en CUC al hotel son enero, y marzo de 2015. El índice de gastos energéticos promedio en este período analizado es de 10.9%, valor dentro del rango aprobado por la cadena Cubanacán.
2. Los puestos claves que mayor incidencia tienen en el consumo eléctrico del hotel son: el sistema tecnológico de habitaciones, el sistema tecnológico de clima centralizado.
3. El índice de consumo planificado de electricidad por habitaciones día ocupada (kWh/HDO), es de 30 kWh/HDO y se obtiene un índice real promedio del año de 38,3

kWh/HDO, lo que significa que se incumple, el consumo de energía eléctrica de este año analizado es de 2,7 GWh/año.

4. El sistema de automática del hotel solo está al 30% de explotación, el sistema de ahorro energético en las habitaciones está al 66% en uso.
5. Existen equipos de cocina y gastronómicos que no cuentan con controles de temperatura, y sus resistencias eléctricas se conectan directo.
6. EL sistema de bombeo de agua presenta deficiencias por las altas tupiciones por incrustaciones en sus tuberías, que representan exceso en gasto de energía del 4%.
7. El empleo de lámparas de alta eficiencia tipo LEDs reporta un beneficio de ahorro de 25781,66 kWh/año.

CONCLUSIONES GENERALES

El estudio energético integral del hotel “Trinidad del Mar” ha permitido proponer un conjunto de medidas técnico-organizativas que propician el mejoramiento de los indicadores del consumo de energía eléctrica.

La variante de empleo de sistemas de iluminación eficientes así como el mejoramiento del sistema de agua caliente y clima se consideran como alternativas competentes para la instalación de acuerdo con los resultados obtenidos.

Los puestos claves que mayor incidencia tienen en el consumo eléctrico del hotel son: el sistema tecnológico de habitaciones que incluye el clima expandido de las habitaciones (151 Split) y el sistema tecnológico de clima centralizado con recuperación de calor.

El índice de consumo planificado de electricidad por habitaciones día ocupada (kWh/HDO), es de 30 kWh/HDO y se obtiene un índice real promedio del año de 38,3 kWh/HDO, lo que significa que se incumple, el consumo de energía eléctrica de este año analizado es de 2,7 GWh/año.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda en función de la disponibilidad económica de la instalación la aplicación de las medidas propuestas con vista a lograr un mejoramiento de los índices de eficiencia energética de la instalación.

Bibliografía

1. Acosta, R. (1992). "Consideraciones sobre el desarrollo sustentable". México.
2. Ali, Y., M. Mustafa, et al. (2008)."Potential of energy savings in the hotel sector in Jordan. ."Energy Conversion and Management" **49**(11): 3391-3397.
3. Altomonte, H., M. Coviello, et al. (2003). "Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe: restricciones y perspectivas." CEPAL.
4. Alvarez, R. R. (2009). "Gestión total eficiente de la energía." 18.
5. Barkin, D. (1998)."Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable. México." Editorial Jus.
6. Betanzos, M. (2009). "Proyecto de ahorro de energía Hotel Fiesta América Mérida." ATPAE: 133-140.
7. Bohdanowicz, P., A. Churie-Kallhauge, et al. (2001). “Energy-efficiency and conservation in hotels-towards sustainable tourism." 4º Simpósio Internacional em Arquitetura da Ásia e Pacífico, Havaí.
8. Borroto, A. and O. C. Gorrín (2002). “Indicadores de eficiencia energética en hoteles turísticos en Cuba”."
9. Broeck, H. V. d., G. Sauerlander, et al. (2007)."Power driver topologies and control schemes for LEDs. In Applied Power Electronics Conference, APEC 2007-Twenty Second Annual IEEE. IEEE." pp. 1319-1325.
10. Cabrera, O. (2002)."Reflexiones sobre el consumo energético en el sector hotelero cubano." **1-7**
11. CEPAL (2004). “Seminario CEPAL: Crisis Alimentaria y Energ ".
12. Cerdán, L. M. and E. S. Chávez (2000). "El turismo en Cuba: Un análisis Geográfico." Geographicalia **1**(53-66).
13. Cuchí, A. and G. Wadel (2007). "Guía de la eficiencia energética para administradores de fincas." Fundación Gas Natural.
14. Chávez, E. S. (2005). “La geografía física y el ordenamiento territorial en Cuba." Gaceta ecológica **76**: 35-51.
15. Gabaldón, A. (2006). "Desarrollo sustentable. La salida de América Latina. Editorial Melvin, Caracas."

16. García, D. A. R. (2008). “Aplicación de la tecnología de gestión total eficiente de la energía en la EPB." Carlos J. Finlay¨.Memorias del 5 taller internacional de energía y medio ambiente. Cienfuegos ISBN 978-859-257-186-0.
17. Gironella, J. (2011). Estimación preliminar del impacto energético por la aplicación de luminarias con LEDs en la iluminación vial de La Habana. Facultad de Ingeniería Eléctrica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE).
18. González, J. M. (1999). "Sistema de gestión integrada de servicio energético." Gestión de hoteles. : 7-14.
19. Guimaraes, R. (1994). "El desarrollo sustentable: ¿Propuesta alternativa o retórica neoliberal?. ." EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales **20**: 61.
20. Jacob, M. and J. L. Groizard (2007). "Technology transfer and multinationals: The case of Balearic hotel chains’ investments in two developing economies." Tourism Management **28**(4): 976-992.
21. Knappschnelder, U. (2008). “LEDs. El Futuro de la Iluminación. Alumbrado de Señalización." **2**.
22. Kumar, U., V. Kumar, et al. (2008). “Development of technological capability by Cuban hospitality organizations." International Journal of Hospitality Management **27**(1): 12-22.
23. Lapeña, A. C. (2001). "Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana." Agencia Valenciana de la Energía Retrieved ‘Plan de Ahorro y Eficiencia Energética de la Comunidad Valenciana.
24. Leff, E. (1994). "Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. Siglo XXI."
25. Llamas, P. L. (2009). "Eficiencia energética y medio ambiente. Información Comercial Española." ICE: Revista de Economía **847**: 75-92.
26. Martins, Á. (2000). Guía de oportunidades de inversión en el sector hotelero cubano.
27. Martos, O. L. P. (2002). Diseño de espacios interiores para el hotel Flamenco 2 en Cayo Coco Ciego de Ávila.
28. Menéndez, M. (2013). "Hoteles ecológicos."
29. Monreal, P. and J. Hammond (1999). "Sea changes: the new Cuban economy." NACLA Report on the Americas **32**(5): 21.

30. Muthu, S., F. J. Schuurmans, et al. (2002). "Red, green, and blue LEDs for white light illumination. Selected Topics in Quantum Electronics." Journal of IEEE **8**(2): 333-338.
31. Narboni, R. (2008). "LEDs. El Futuro de la Iluminación. Alumbrado Público con LEDs." **4**.
32. Önüt, S. and S. Soner (2006). "Energy efficiency assessment for the Antalya Region hotels in Turkey." Energy and Buildings **38**(8): 964-971.
33. Pérez, L. B. (2012). "Calentadores solares en viviendas."
34. Poveda, M. (2007). "Eficiencia energética: recurso no aprovechado." OLADE. Quito.
35. Robaina, D. A. (2008). "Aplicación de la tecnología de gestión total eficiente de la energía en la EPB." Carlos J. Finlay¨.Memorias del 5 taller internacional de energía y medio ambiente. Cienfuegos ISBN 978-859-257-186-0.
36. Silva, R. P. and E. G. Milanés (2010). "Utilización de luminarias más eficientes en el Hotel Breezes, Varadero."
37. Triana, J. C. (1999). "La economía cubana".
38. Wilson, H. D. and A. T. Ten (2002). "Proyectos de agua caliente sanitaria en instalaciones turísticas. Informe técnico CIES, CITMA."

ANEXOS

ANEXO 1

TABLA XVIII

Meses	kWh/mes	HDO	Porciento ocupacional	**kWh/HDO**	Consumo promedio hora	Hab Usadas diarias	Índice de consumo x Hab/hora
mar-14	200710	6824	91,3	**29,4**	278,76	227	1,2
abr-14	223077	6601	91,3	**33,8**	309,83	220	1,4
may-14	221891	5387	72,1	**41,2**	308,18	180	1,7
jun-14	235978	3100	42,9	**76,1**	327,75	103	3,2
jul-14	205861	4028	53,9	**51,1**	285,92	134	2,1
ago-14	240800	4651	62,3	**51,8**	334,44	155	2,2
sep-14	260322	2401	33,2	**108,4**	361,56	80	4,5
oct-14	190985	4326	57,9	**44,1**	265,26	144	1,8
nov-14	194305	6462	89,4	**30,1**	269,87	215	1,3
dic-14	188105	6235	83,5	**30,2**	261,26	208	1,3
ene-15	179125	7172	96,0	**25,0**	248,78	239	1,0
feb-15	186959	6619	98,1	**28,2**	259,67	221	1,2
mar-15	182444	7012	93,9	**26,0**	253,39	234	1,1
TOTAL	**2710562**	**70818**	**74,2**	**38,3**			

ANEXO 2

meses	kWh/mes	HDO	Porciento ocupacional	**kWh/HDO**	Consumo promedio hora	Hab Usadas diarias	Indice de consumo x Hab/hora
mar-14	200710	6824	91,3	**29,4**	278,76	227	1,2
abr-14	223077	6601	88,4	**33,8**	309,83	220	1,4
may-14	221891	5387	72,1	**41,2**	308,18	180	1,7
jun-14	235978	3100	41,5	**76,1**	327,75	103	3,2
jul-14	205861	4028	53,9	**51,1**	285,92	134	2,1
ago-14	240800	4651	62,3	**51,8**	334,44	155	2,2
sep-14	260322	2401	32,1	**108,4**	361,56	80	4,5
oct-14	190985	4326	57,9	**44,1**	265,26	144	1,8

nov-14	194305	6462	86,5	**30,1**	269,87	215	1,3
dic-14	188105	6235	83,5	**30,2**	261,26	208	1,3
ene-15	179125	7172	96,0	**25,0**	248,78	239	1,0
feb-15	186959	6619	88,6	**28,2**	259,67	221	1,2
mar-15	182444	7012	93,9	**26,0**	253,39	234	1,1
	2710562	70818	72,9	44,3	289,59	2361	1,8

Anexo 3

SISTEMA TECNOLÓGICO DE ARQUITECTURA SISTEMA HABITACIONAL	**Cantidad habitac**	**Iluminación. Lámparas PL 9 w**		**TV cable 55 w**		**Aire de ventana o Split p=1700 w**		**Minibares de p=230 w**		**Secadoras de Pelo de p= 1000 w**		**Sistema de Clima Centralizado Fans coil de 61 w**		**Cerraduras Magneticas y Cajas Fuerte**
BLOQUE HABITACIONAL	**Cant**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**	**Cant**
Total Carga de Equipos y Alumbrado de Habitaciones	**241**	**167**	**17,4**	**241**	**13,3**	**138**	**234,6**	**241**	**55,4**	**241**	**241,0**	**103**	**6,3**	**241,0**

Potencia Total instalada en kW	**Factor de demanda promedio**	**Consumo promedio/h**	**% que representa del consumo total**
568,0	**0,64**	**363,52**	**53,1**

SISTEMA DE ARQUITECTURA DEL HOTEL	**Cantidad habitaciones**	**Iluminación. Lámparas PL 9 w**		**Iluminación. Lámparas PL 14 w**		**Iluminación. Lámparas Fluorescentes 20 y 40 w**		**Lámparas de Piscina 70 w**		**Split de 1 t , 1,5 t y 3 t de 2200/2600 /3100 w**		**Aire Acondicionado de Ventana 1900 w**	
ÁREAS PÚBLICAS Y OFICINAS	**Cant**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**	**Cant**	**KW**
Total cargas múltiples de áreas públicas, administrativas y de servicio	**241**	**104**	**0,93**	**299**	**2,85**	**156**	**4,00**	**15**	**1,05**	**20**	**46,1**	**23**	**43,7**

Potencia Total instalada en kW	Factor de demanda promedio	Consumo promedio/h	% que representa del consumo total
98,63	0,42	41,42	6,1

Anexo 4

Cálculos del ahorro anual de potencial e índice de consumo.

- Controlar eficientemente El uso de aires acondicionados y splits en habitaciones.
  - Se encuentran instalados 82 aires acondicionados de 1.23 kW y 32 splits de 3.72 kW.
  - Suponiendo que de las 114 habitaciones existentes, diariamente en el año se ocupen 70 (50 de aires acondicionados y 20 de splits) y estimándose un exceso de trabajo diario de 1 hora.
  - $Ahorro = [61.5\ kW\ (aires\ acondicionados) + 74.4\ kW\ (splits)] * 1\ h\ (exceso) * 365\ d\ (año) = 49.6\ MW.h.$
- Controlar la iluminación de las habitaciones.
  - Están instaladas 1029 luces de 11 W.
  - Permanecen encendidas en todo el día el 25% (257 luces) durante 5 horas.
  - $Ahorro = 257\ (luces) * 11\ W * 5\ h\ (exceso) * 365\ d = 5.16\ MW.h$
- Desconectar las cámaras de congelación y conservación.
  - La potencia instalada de las cámaras es 10.5kW.
  - Desconectando las cámaras durante 3 horas y suponemos que se ahorra el 10% por transferencia de calor (0.3%).
  - $Ahorro = 10.5\ kW\ (cámaras) * 0.3\ h\ (10\ \%\ del\ trabajo) * 365\ d = 1150\ kW.h$
- Índice de consumo general.
  - En el año 2013 se consumió 1034199 kWh y se reportó 27255 HDO por lo que dicho índice fue de 43.05 kWh/HDO.
  - Considerando el potencial de ahorro estimado, el índice de consumo disminuirá a:

$$1034199\ kW.h\ (2013) - 67600\ kW.h = 966599\ kW.h$$

Nuevo índice real de consumo

$$966599\ kW.h \div 27255\ HDO\ (tomamos\ igual\ No\ de\ HDO) = 35.4\ kW.h/HDO$$