



Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
Dr. Antonio Núñez Jiménez
Facultad Metalurgia-Electromecánica



TRABAJO DE DIPLOMA

*En opción al título de
Ingeniero Eléctrico*

Título:

*Diagnóstico Energético del Hotel
Miraflores.*

Autores:

*Lázaro Yulixeis Cortina Belet.
Davielquis Cortina Coba.*

Tutores:

*Msc. Reineris Montero Laurencio
Ing. Marilaidis Reyes Locadio*

Moa 2007

Dedicatoria

Lázaro Cortina Belet

Este trabajo está dedicado a mis padres Neris Belet Cosme y Pedro Cortina Montero por haberme dado la vida, y guiarme siempre por el camino correcto.

A mi novia Isabel Thomas Arca por representar tanto para mí, y no separarse ni un solo momento de mi lado cuando estaba realizando este trabajo.

A mis suegros María Antonia Arca Núñez y Felipe Jorge Thomas Pérez que aunque no haga mucho que los conozca han sido tan especiales, que para mí son dos padres más.

A mi familia que siempre me ha brindado apoyo y confianza.

A mis amigos y todas las demás personas que me quieren.

Davielquis Cortina Coba

Dedico este trabajo de diploma, fruto de mis más grandes esfuerzos a lo largo de la carrera con todo el amor y cariño que se merecen :

A mis padres Julia Coba Mestre y David Salvador Cortina Góngora que me trajeron al mundo y llevaron por el camino correcto.

A mis compañeros de aula por toda la ayuda que me brindaron en estos 5 años

A mi segundo padre Maiquel Suárez por estar siempre dispuesto cuando lo necesité.

A toda mi familia por haber confiado en mi en todo momento.

A los “arrieros del camino”, que no voy a mencionar sus nombres pero saben que aunque pronto no estaremos juntos siempre ocuparán un lugar especial en mi corazón.

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Lázaro Yulixeis Cortina Belet

Calle 19 # 19

Santa Rita Mayarí Holguín.

Davielquis Cortina Coba

Naranjo Agrio Sagua de Tánamo Holguín

A: Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

Facultad de Metalurgia y Electromecánica

Departamento de Eléctrica

Moa - Holguín

Nosotros, autores de este trabajo de diploma titulado: “*Diagnóstico Energético del Hotel Miraflores*”, certificamos su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

Lázaro Cortina Belet
(Diplomante)

Davielquis Cortina Coba
(Diplomante)

Msc Reineris Montero Laurencio
(Tutor)

Ing. Marilaidis Reyes Locadio
(Tutora)

Agradecimiento

La gratitud es uno de los sentimientos más hermosos de la vida, por eso queremos corresponder de todo corazón a todas aquellas personas que posibilitaron de una forma u otra la realización y culminación de este trabajo de diploma y siendo así le estaremos eternamente agradecidos a:

Nuestros tutores Marilaidis Reyes Locadio y Reineris Montero Laurencio, por su dedicación y disposición para lograr los objetivos de este trabajo.

Al técnico eléctrico del hotel, Rafael Silot Llorente por toda la ayuda que nos brindó durante todo este tiempo.

Al estudiante Joaquim Tavares Henriques Leitao por su disposición y ayuda en la realización de las mediciones.

PENSAMIENTO

Ningún estudiante obtiene un éxito relevante si realiza simplemente lo que se le encomienda, es la cantidad, y calidad de su trabajo final lo que determina su mayor distinción.

Charle Kendall Adams

Resumen

El siguiente trabajo de diploma “Diagnóstico Energético del Hotel Miraflores” recoge un estudio de los diferentes portadores energéticos y se expone un plan de medidas para el uso racional de los mismos con el objetivo de lograr un ahorro energético.

En el capítulo I, se hace referencia a la situación Energética de la explotación hotelera en Cuba, informaciones sobre la cadena Islazul y una breve descripción del Hotel Miraflores. Se muestran los indicadores energéticos utilizados por las diferentes cadenas hoteleras cubanas y se aborda sobre las herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética en Hoteles.

El capítulo II, determina las regularidades de la gestión energética. Se analiza el comportamiento de los portadores energéticos del hotel así como el consumo de energía comprendido entre enero de 2004 y abril de 2007. También se trabajó en el Sistema de Suministro Eléctrico realizando un levantamiento de las cargas instaladas, se evalúa el sistema de iluminación existente y se calcula la potencia a instalar a la entrada de la instalación hotelera.

El capítulo III, no es más que una valoración económica de la propuesta de cambio del transformador. Y la propuesta de un plan de medidas organizativas y de inversión para un mayor ahorro y control de los distintos portadores.

Summary

This thesis is a Electrical Diagnosis done in the Hotel Miraflores, a study of the different types of electrical appliance and make a plan for the use of proper use energy for the same objects to save electrical energy.

In the chapter I, reference is make for the electrical situation in the hotels in Cuba, information about the corporation Islazul and brief description of the Hotel Miraflores. Indication of electrical energy are shown for the different corporation of Cuban Hotels and the different types of the electrical systems they uses.

In chapter II, determine the regulation energetic program. The performance of the electrical appliance are analyze in the hotel. The consume of energy between January 2004 and April 2007. Also we worked on the Electric Supply System and collect the information of old the power entering the hotel.

In the chapter III, is not more than the economic cost and proposition or the change and a plan proposition to organize the way to deal whit the changer to save energy and better use of electrical appliance.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I Algunos elementos de la Gestión Energética en Hoteles.	
Introducción	3
1.1 Situación energética de la explotación hotelera en Cuba.....	4
1.2 Informaciones de la cadena hotelera Islazul.....	11
1.3 Descripción del Hotel Miraflores	13
1.4 Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética en Hoteles.....	14
Capítulo II Determinación de las regularidades de la Gestión Energética.	
Introducción.....	19
2.1 Comportamiento del consumo de los portadores energéticos del Hotel.....	19
2.1.1 Comportamiento histórico del consumo de energía eléctrica.....	21
2.1.2 Índice de consumo de electricidad.....	24
2.1.3 Gráficos de control de la electricidad y Gráfico de consumo contra producción (HDO).....	28
2.2 Sistema de Suministro Eléctrico.....	29
2.2.1 Levantamiento de cargas instaladas.....	30
2.2.2 Cálculo de la potencia a instalar en la entrada del Hotel Miraflores.....	33
2.2.3 Pérdidas de transformación.....	35
2.2.4 Análisis de la facturación eléctrica.....	37
2.2.5 Análisis de las mediciones realizadas en los diferentes circuitos en nodo principal, los ramales principales y los equipos de mayor demanda.....	37
2.3 Evaluación del Sistema de Iluminación.....	44
2.3.1 Principales problemas que afectan la eficiencia del sistema de alumbrado actual.....	44
2.4 Sistema de Agua Caliente Sanitaria.....	45
2.4.1 Calculo del consumo de agua caliente.....	45
2.5 Análisis del consumo de GLP.....	47
Conclusiones.....	49

Capítulo III Valoración Técnico Económica y Plan de Medidas.

Introducción.....	50
3.1 Comportamiento de los gastos generales de 2006 en el Hotel Miraflores.....	50
3.2 Plan de medidas para la situación actual y futura del hotel.....	51
3.3 Valoración técnico económica.....	52
Conclusiones.....	53

Conclusiones Generales.....	54
------------------------------------	-----------

Recomendaciones.....	55
-----------------------------	-----------

Bibliografía.....	56
--------------------------	-----------

Anexos

Introducción

La explotación hotelera se caracteriza por la dinámica de las funciones a realizar para satisfacer las necesidades de los clientes. Para garantizar los servicios que se prestan, incide el equipamiento tecnológico. Prácticamente todas las actividades necesitan del consumo de los distintos portadores energéticos y de la eficiencia con que se empleen dependen las marcas de calidad de los mismos.

El hotel Miraflores de la cadena Islazul destinado inicialmente al turismo nacional se enfrenta a un cambio radical en cuanto a los clientes y a la proyección competitiva en el propio entorno del municipio Moa. Para las nuevas condiciones planteadas se realizan un conjunto de inversiones que cambian por completo el esquema energético de la instalación. A partir de esta situación se han realizados cambios urgentes sin ingeniería de detalles que a pesar que mejoran algunas condiciones de explotación no han tenido en cuenta todos los parámetros de racionalidad.

Las mayores afectaciones permanecen en el sistema de suministro eléctrico y el control de los portadores energéticos, insuficiente para realizar una gestión competente para disminuir los gastos de operación manteniendo la calidad.

A partir del desconocimiento de la estructura de la carga instalada, una ejecución acelerada de inversión capital, la no evaluación del comportamiento de las variables eléctricas, la nueva situación de la iluminación y el pobre control energético se propone los objetivos del presente trabajo de diploma:

Objetivo general

Realizar el Diagnóstico Energético del Hotel Miraflores.

Objetivos específicos:

- Evaluar el comportamiento de los portadores energéticos.
- Caracterizar el Sistema de Suministro Eléctrico.
- Evaluar el actual sistema de Iluminación del Hotel.

- Verificar el empleo del GLP.
- Realizar algunas consideraciones del sistema de agua caliente sanitaria

Estos objetivos permitirán resolver el siguiente problema:

Problema

Desconocimiento de las características energéticas fundamentales del Hotel Miraflores que permita proyectar una Gestión Energética competente.

Hipótesis:

Con el Diagnóstico Energético del Hotel Miraflores se contará con las bases para la Gestión Energética de la instalación.

Tareas

- Estudio completo del sistema de distribución de energía eléctrica, desglosado por circuitos y ramales principales.
- Determinación del comportamiento de las principales magnitudes eléctricas (voltaje, corriente, potencia, energía, factor de potencia, etc.) en los circuitos principales y en los equipos de mayor demanda.
- Evaluación de las reservas energéticas del portador electricidad.
- Comprobar los niveles de Iluminación en las diferentes áreas del Hotel comparándolos con los valores de las normas.
- Medición y evaluación de los consumos de GLP.
- Propuesta de un plan de medidas para la disminución del consumo de los diferentes portadores energéticos.

Capítulo I: Algunos elementos de la Gestión Energética en hoteles.

Introducción.

El crecimiento constante del sector turístico en Cuba cobra una importancia cada vez mayor en la economía cubana. Dada sus características naturales, Cuba es un destino turístico muy atractivo, que promoverá actividades económicas provechosas y generará consumos energéticos específicos relacionados con las necesidades y exigencias de los turistas.

La principal función de los hoteles es dar el máximo confort a sus clientes y para ello, se necesita energía, la cual en muchos casos no se le da el uso adecuado. Esta situación nos conlleva a hacer una referencia a la explotación energética en los hoteles de nuestro país, a tener informaciones sobre la cadena Islazul y una breve descripción del Hotel Miraflores, en el cual está basado nuestro trabajo. Además de mostrar los indicadores energéticos utilizados por las diferentes cadenas hoteleras cubanas, y se aborda sobre las herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética en Hoteles.

1.1 Situación Energética de la explotación hotelera en Cuba.

El sector hotelero se caracteriza en general por su elevado, y en ocasiones poco racional, consumo energético. Esto es así porque la principal función del hotel es dar el máximo confort a sus clientes y para ello, se necesita energía. A pesar de todo, existen muchas oportunidades de reducción de consumos, o lo que es lo mismo, de costos económicos, mediante la implantación y realización de mejoras tanto en la distribución y regulación. Los costos energéticos oscilan entre el **3%** y el **10%** de los costos globales del hotel, siendo a su vez la partida de presupuesto más elevada tras los gastos de personal y de alimentación.

La industria hotelera plantea grandes desafíos no encontrados en otros tipos de negocios. De grandes hoteles a moteles pequeños, suministran una gran variedad de servicios. Además de las habitaciones y otras áreas públicas, el hotel debe mantener la disponibilidad de salas de conferencias, restaurantes, gimnasios, centros de recreación, piscinas, oficinas y tiendas. También se incluyen los servicios de cocina, cuartos de lavandería y de mantenimientos. Estos servicios demandan una gran cantidad de energía eléctrica. Pero son necesarios para las operaciones realizadas en un hotel.

Debido a que en los hoteles y moteles se ofrecen estos servicios, se debe lograr el confort y bienestar del cliente. El cliente tiene varias preferencias, es decir, le es permitido cambiar la temperatura de la habitación a su agrado, uso ilimitado en cantidades de agua caliente, abrir puertas y ventanas mientras los equipos de climatización están siendo utilizados o dejar las luces encendidas mientras la habitación no está siendo ocupada. Ellos desean el servicio de habitación a cualquier hora y acceden al restaurante, oficinas de negocio, sala de conferencias y almacenes. Todas estas acciones afectan grandemente el consumo de energía.

El consumo de energía de habitaciones de huéspedes es de 40-80 % de la energía total de una propiedad, dependiendo también de varios factores; los hoteles más grandes

tienden a ser de alto servicio, mientras operan los salones de baile y restaurantes que también consumen energía.

Analizando el consumo de electricidad en Cuba, se observa que la utilización de equipos eléctricos para el acondicionamiento de aire está prácticamente limitada en los edificios de hoteles, algunas oficinas y servicios. Los clientes del sector turístico normalmente consideran el acondicionamiento de aire como un requisito obligatorio, eso se debe al clima tropical.

El mayor consumidor de energía eléctrica en los hoteles, está representado por los sistemas de acondicionamiento de aire. En Cuba la tendencia de estos sistemas está volcada a la centralización del acondicionamiento, dejando atrás la instalación de unidades individuales siempre que la instalación lo justifique económicamente. De los sistemas centralizados, los más utilizados en el país son las enfriadoras de agua (Chillers) o sistemas todo agua como también se les conocen en los cuales su principio de funcionamiento se basa en bombear agua helada hacia los locales que se deseen climatizar, en los cuales a través de unidades terminales (Fan- coil) se logra intercambiar calor entre la carga térmica de los locales y el agua fría, la cual retorna con un incremento de temperatura a las unidades enfriadoras para que le sea disminuida su temperatura y posteriormente sea bombeada otra vez a los locales.

Por ser estas unidades altas consumidoras de energía eléctrica, son un punto de estudio clave en las instalaciones hoteleras, es por eso que tanto el personal de mantenimiento de las cadenas como centros de estudios vinculados a la gestión eficiente de la energía, enfoquen sus investigaciones hacia estos sistemas, con el objetivo de establecer mejoras operacionales que permitan explotar el sistema reduciendo los costos energéticos.

Fue notorio el papel del turismo como reanimador de varios sectores de la economía durante la década 1990 -1999. La estrategia aplicada permitió apoyar aquellas

producciones que garantizaban las actividades del turismo sin arriesgar su competitividad y calidad de los servicios.

Según una muestra significativa de hoteles en diferentes regiones de Cuba, se verifica que los principales consumos energéticos se hacen en sistemas de iluminación, de acondicionamiento de aire y equipos de cocinas.

En cuanto a la utilización de energía solar para calentar el agua, la misma es prácticamente inexistente, pese a que se disponen de condiciones naturales muy favorables. La calefacción del agua sanitaria se realiza en la actualidad fundamentalmente por vía eléctrica.

El crecimiento constante del sector turístico en Cuba cobra una importancia cada vez mayor en la economía cubana. Dada sus características naturales, Cuba es un destino turístico muy atractivo, que promoverá actividades económicas provechosas y generará consumos energéticos específicos relacionados con las necesidades y exigencias de los turistas.

La actividad turística prevé en Cuba un crecimiento sostenido del sector de un 16%, que para el año 2010 posibilitará 50 000 nuevas habitaciones con la capacidad de admitir entre 5 y 7 millones de turistas año. Como es lógico toda esta infraestructura debe tener garantizado un suministro eléctrico adecuado de unos 547.5 GWh anuales que representa aproximadamente el 5 % del consumo de Cuba del año 2001.

Existe un flujo turístico que 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. Creándose altos consumos de energía en meses donde la ocupación es baja como por ejemplo en verano.

Las temporadas turísticas representan una de las informaciones más importantes para

enmarcar los regímenes de explotación de los hoteles. A continuación reflejaremos los períodos en que se enmarcan las temporadas los cuales inciden en el comportamiento del consumo de los portadores energéticos:

- Temporada alta: del 8 de Enero al 6 de Abril y del 17 de Diciembre al 7 de Enero.
- Temporada Media: del 16 de Abril al 13 de Julio y del 3 de Septiembre al 16 de Diciembre.
- Temporada baja: del 7 al 15 de Abril y del 14 de Julio al 2 de Septiembre.

Algunos autores plantean que una instalación hotelera para que funcione eficientemente, desde el punto de vista energético debe garantizar menos de un **5%** de sus costos totales para cubrir los gastos energéticos.

En Cuba en las principales cadenas Hoteleras (CUBANACAN, GRAN CARIBE, HORIZONTES) este indicador oscila entre el 8 y el 16 % pudiendo llegar hasta el 20 % en Hoteles con un atrasado equipamiento tecnológico (aires acondicionados de ventana con baja eficiencia, iluminación incandescente, etc.) y bajos niveles de comercialización, donde los costos fijos son muy elevados. Es por tanto que los costos fijos que se generan por los componentes energéticos son elevados y por ende se hace muy difícil lograr una adecuada productividad de los costos totales con respecto al nivel ocupacional del Hotel.

En el sector hotelero, existe una tendencia mundial de expresar el índice en Kilo Watt hora por Habitación día ocupada (KWh / HDO). En Cuba lo consideran de la misma manera, no obstante existen grandes diferencias en magnitudes.

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 1.1, 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 establecido sobre bases empíricas, considerando criterios de funcionamiento eficiente de los servicios técnicos de varios hoteles y en la práctica estas marcas están funcionando como parámetros fijos sin que previamente se hayan realizado estudios minuciosos de la planta física actual de cada hotel.

Tabla 1.1: Indicadores energéticos utilizados por las diferentes cadenas hoteleras cubanas.

Cadena Hotelera	kWh/HDO	M³/HDO	Diesel LTS/HDO	GLP LTS/HDO
Gran Caribe S.A.	14 - 30	0,8 - 1	0,65 - 0,7	1,9
Horizontes S.A.	35 - 40	0,8 - 1	2,5	1,9 - 2
Gaviota S.A.	35 - 40	0,8 - 1	2 - 3,5	1,9 - 2
Cubanacan S.A.	30 - 60	0,8 - 1	-	1,5 - 2
Islazul S.A	27 - 60	0,8 - 1	2 - 2,5	1,5 - 2

En todos los estudios realizados y la bibliografía consultada se relacionan por orden de importancia la siguiente estructura de costos de energéticos: Electricidad (65- 75%), diesel (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 por energéticos es la electricidad.

Los sistemas que consumen más energía eléctrica son: Climatización (42%) y alumbrado (36%), mientras que los motores, elevadores, refrigeración y servicios de lavandería cada uno consume entre un 5-7% de energía. Los resultados anteriores hacen pensar que otros factores además de las HDO tienen influencia en el consumo de energía eléctrica de las instalaciones hoteleras y por tanto el indicador utilizado hasta la fecha de kWh / HDO no muestra la variabilidad del consumo eléctrico de la instalación, por lo que cualquier análisis que se realice utilizando este indicador no ofrece una correcta valoración de su eficiencia

energética, ni debe ser utilizado para el control de mejoras, puesto que los valores de correlación que arrojan las diferentes variables por separado son poco significativos.

Es por ello que en las instalaciones hoteleras, influye notoriamente en la reducción de los consumos energéticos la posibilidad de incluir mejoras tecnológicas en el equipamiento y sistemas. Las mayores potencialidades están en primer lugar en adaptar los consumos a la demanda en cada uno de los servicios y en particular en el flujo de agua fría para brindar el confort a la carga térmica en la climatización centralizada, lo cual se refleja en pocas instalaciones. Esta mejora se logra con la simple incorporación de variadores de velocidad en las bombas de los CSAF.

Es importante conocer las variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de los hoteles para de esa forma 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.

Unas de las variables de mayor incidencia en el consumo son:

El clima: Esta variable es la más importante en el consumo de energía eléctrica y en los países del trópico en ocasiones se puede consumir en una misma habitación hasta 10 veces mas energía en verano comparándolo con el consumo de invierno. Ella está muy relacionada en el caso cubano con la época del año donde los meses de julio y agosto son los de mayor calor del país y meses como mayo, junio, septiembre y octubre, las temperaturas promedios son inferiores debido al efecto del incremento de la lluvia y con ello ocurre un descenso de las temperaturas exteriores.

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 utilizados equipos climatizadores de ventana de menor eficiencia que los equipos centralizados

utilizados en hoteles 4 y 5 estrellas y 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.

Las normas de consumo para ellos son muy diferentes cuando en hoteles normales se usa \$16 / pie², en hoteles de lujo puede que llegue a \$4000 / pie². Para construcciones pequeñas, los costos de energía de las habitaciones tienden a ser mayores, porque ellos generalmente no prestan servicios de salones de conferencias o áreas comunes. Los hoteles grandes tienden a prestar estos servicios además de salones de baile, restaurante, entre otros; los cuales consumen energía también.

Tipo de Turismo: El máximo consumo de energía de una habitación lo representa la climatización seguido por la iluminación y en ambos casos el consumo o no de la energía eléctrica depende del régimen de explotación a que es sometida, la cantidad de turistas y el tiempo de estancia en ella, costumbres y hábitos de consumo de cada turista.

Conociendo estas cuestiones en muchos hoteles se ha implementado la estrategia de trasladar la animación al horario de mayor demanda y pico del sistema electro- energético nacional donde el precio de la energía casi se duplica, con el objetivo de tratar de alejar a los clientes de los lugares de mayor consumo (Habitación) y desplazar el consumo de forma general.

Estudios preliminares realizados por Campos (1994) y Monteagudo (2002), 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.

1.2 Informaciones de la cadena hotelera Islazul.

A lo largo y ancho del archipiélago cubano, Hoteles Islazul ponen a su disposición un producto único que lo hará sentirse como en familia. Instalaciones hoteleras y extrahoteleras de playa, ciudad y naturaleza, diseñadas con el firme propósito de complacer los más exigentes gustos, con un servicio personalizado, avalado por la calidad con que se brinda, y la vinculación de estas a la cultura e idiosincrasia cubanas, son los rasgos que Islazul ofrece y que la distinguen.

Esta cadena hotelera cuenta en toda Cuba con 46 hoteles para un total de 3924 habitaciones que se comercializan a nivel internacional, distribuidos en 33 hoteles entre 13 provincias y 13 hoteles entre 2 polos turísticos. Estas habitaciones pueden ser matrimoniales, junior suites, para cortas y largas estancias, dobles y simples, y para discapacitados entre otras.

De forma general se prestan los siguientes servicios, que varían en dependencia del hotel y su categoría: Habitaciones climatizadas con baño privado, TV vía satélite, minibar y teléfono; restaurante de cocina criolla, restaurante de cocina internacional, restaurante especializado, cafetería, lobby bar; centro nocturno, sauna, piscina para adultos y niños, sala de juegos y videos, tienda, parqueo, cabaret, cambio de moneda, lavandería y alquiler de autos etc.

A continuación se representa una tabla con los diferentes polos turísticos existentes en el país así como cantidad de hoteles /polo y el número de habitaciones por cada hotel.

Tabla.1.2 con la relación de los diferentes hoteles de la cadena así como algunos datos generales

Polos	Número de hoteles	Hoteles	Número de habitaciones
Santa Maria	3	Aparthotel Islazul Atlántico	92
		Villa Islazul Bacuranao	52
		Aparthotel Islazul Las Terrazas	93
Ciudad Habana	4	Hotel Islazul Caribbean	38
		Hotel Islazul Lido	65
		Hotel Islazul Lincoln	134
		Hotel Islazul Colina	80
Pinar del Río	3	Hotel Islazul Vueltaabajo	39
		Hotel Islazul Pinar del Río	162
		Hotel Islazul mirador	30
La Habana	1	Hotel Islazul Las yagrumas	120
Matanzas	1	Hotel Islazul Canimao	
Varadero	10	Hotel Islazul Pullman	16
		Villa Islazul Sotavento	110
		Aparthotel Islazul Varazul	69
		Aparthotel Islazul Mar del Sur	366
		Villa Islazul La Mar	264
		Hotel Islazul Herradura	75
		Hotel Islazul Dos Mares	34
		Hotel Islazul Los Delfines	103
		Hotel Islazul Oasis	147
Villa Clara	3	Hotel Islazul Elguea	135
		Hotel Islazul Hanabanilla	125
		Hotel Islazul Santa Clara Libre	166
Cienfuegos	1	Villa Islazul Yaguanabo	63
Sancti Spiritus	4	Hotel Islazul Zaza	124
		Villa Islazul San José del Lago	67
		Villa Islazul Los Laureles	78
		Villa Islazul Rancho Hatuey	76
Ciego de Ávila	1	Hotel Islazul Morón	152
Camagüey	3	Hotel Islazul Gran Hotel	72

		Hotel Islazul Plaza	67
		Hotel Islazul Colón	48
Holguín	4	Villa Islazul Don Lino	36
		Hotel Islazul Pernik	200
		Villa Islazul El Bosque	69
		Villa Islazul Mirador de Mayabe	24
Granma		H. Islazul Balcón de la Sierra	18
		Villa Islazul Santo Domingo	20
		Hotel Islazul Royaltón	33
Santiago de C.	4	Hotel Islazul Las Américas	70
		Hotel Islazul Libertad	17
		Hotel Islazul Gran Piedra	27
		Hotel Islazul San Juan	111
Guantánamo		Villa Islazul La Lupe	50

1.3 Descripción del Hotel Miraflores.

El Hotel Miraflores perteneciente a la cadena hotelera Islazul se encuentra situado a 204 kilómetros de la ciudad de Holguín en Moa, ciudad que representa uno de los más vertiginosos avances del plano industrial, socioeconómico y cultural en el país. Esta instalación es única en todo el nordeste holguinero.

El Hotel Miraflores fue inaugurado el 13 de agosto de 1987 en la ciudad de Moa, haciendo coincidir con el cumpleaños de nuestro querido comandante en jefe Fidel Castro, doble y fuerte razón para celebrar cada año un aniversario más.

Lleva este nombre por encontrarse situado geográficamente frente al cerro del mismo nombre, el que sirvió de refugio al llevarse a cabo la toma de Moa el 26 de junio de 1958.

Cuenta con 144 habitaciones para el turismo nacional y extranjero, en estos momentos se encuentra enfrascado en una restauración general que permitirá prestar mejores y excelentes servicios a los clientes.

Es este hotel el encargado de alojar a los técnicos extranjeros para las obras de la importante expansión del níquel. Al concluir la remodelación todas las habitaciones tendrán un magnífico confort, con amplios y modernos baños, TV por cable, minibar entre otras facilidades.

Misión

En este hotel se trabaja por satisfacer las expectativas del turismo nacional e internacional, distinguiéndose los servicios por su cubanía, calidad y confort; siendo sus directivos altamente profesionales y preocupados por mantener ventajas competitivas y la conquista del entorno contando para ellos con trabajadores caracterizados por su amabilidad, conocimientos y motivación, apoyados por una tecnología que garantiza un crecimiento sostenible.

Visión

Mantener y mejorar la condición de líderes en la calidad de los servicios hoteleros y extrahoteleros en nuestro entorno, logrando a través de una economía activa el fortalecimiento de esta división.

1.4 Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética en Hoteles

Diagrama de Pareto: Es una gráfica en forma de barras que clasifica en forma descendente factores que se analizan en función de su frecuencia, importancia absoluta o relativa. Adicionalmente permite observar en forma acumulada la incidencia total del factor en estudio.

Está inspirado en el principio conocido como pocos vitales y muchos útiles o Ley 80-20, que reconoce que en los procesos hay unos pocos elementos o causas realmente importantes (20%) que generan la mayor parte del efecto (80%). En otras palabras, del

total de problemas que causan la baja o no deseada eficiencia energética de una empresa, sólo unos cuantos de ellos afectan de manera vital su competitividad; y del total de causas de un problema, sólo pocas de ellas son determinantes de gran parte del mismo.

Aplicando el principio de Pareto para resolver el problema del ahorro de energía, el primer paso que se debe dar es localizar prioridades, es decir, en qué energético (electricidad, gas, combustibles) se genera un mayor gasto. Esta localización se hace estratificando el consumo de energía por tipo de energético y representándolo a través del diagrama de Pareto

Histograma: Es una representación gráfica de la distribución de uno o varios factores que se confecciona mediante la representación de las medidas u observaciones agrupadas en una escala sobre el eje vertical. Generalmente se presenta en forma de barras o rectángulos cuyas bases son dadas por los intervalos de clases y las alturas por las frecuencias de aparición de las mismas. Las marcas en la escala horizontal pueden ser los valores límites reales o valores arbitrarios claves. Para que sea más legible, generalmente es mejor indicar los valores límites de las anotaciones aunque las bases de los rectángulos se extienden en realidad desde un valor límite real al siguiente más próximo.

El Histograma que se presenta más a menudo es aquel que tiene un valor central donde se agrupan el mayor número de observaciones y con frecuencias decrecientes a ambos lados del mismo. Este diagrama es definido como “distribución normal”. La distribución normal es aquella que descubre la variabilidad de un hecho cuando interviene solamente la aleatoriedad.

El Histograma es una instantánea de la capacidad del proceso y revela tres características del mismo:

- Centrado: media de los valores obtenidos.
- Distribución: dispersión de las medidas.
- Forma: tipo de distribución.

El Histograma se usa para:

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

El diagrama causa y efecto: Se conoce también con el nombre de Ishikawa por ser quien lo diseñó en 1953, o diagrama de espina de pescado. Su valor principal es que representa de forma ordenada todos los factores causales que pueden originar un efecto específico.

El principio del diagrama consiste en establecer que el origen o causa del efecto puede encontrarse en: los materiales, el método, el equipo o la mano de obra. Si algún elemento fundamental no puede clasificarse dentro de estas cuatro categorías, deberá añadirse por separado. A su vez cada uno de estos factores es afectado por otros. Por ejemplo el factor mano de obra es afectado por: número de trabajadores, capacitación, supervisión, condiciones ambientales. También cada uno de ellos está influido por otros y algunos de estos por otros más. El diagrama puede llegar a ser muy complejo, lo que significa una mayor comprensión del problema por las personas que participen en su elaboración.

Aunque puede efectuarse alguna variación, el orden más eficaz para hacer el análisis de las causas con el Diagrama de Ishikawa requiere de 5 pasos:

1. Definir el efecto. Significa que sea claro, preciso y medible. Es importante no confundir

causas (origen), problemas (enfermedad) y efectos (síntomas).

2. Identificar las causas. Cada miembro del grupo en una tormenta de ideas propone posibles causas del efecto descrito. Se toma la lista y se señala la palabra clave de cada causa. Se determinan las subcausas en torno a la palabra clave.
3. Definir las principales familias de causas. Se agrupan las causas y subcausas en familias de: métodos, mano de obra, equipos, materiales u otra causa fundamental del problema.
4. Trazar el diagrama. Se traza la línea central y las que representan las causas principales. Se aportan ideas en torno a cada causa principal por separado y se colocan con su palabra clave.
5. Seleccionar la causa. Una vez construido el diagrama, este cubre todas las posibles causas. Se realiza un proceso de selección ponderada para determinar las de mayor importancia.

Diagrama de dispersión: Este diagrama permite observar la relación que existe entre una supuesta causa y un efecto. Su uso permite comprobar o verificar hipótesis que pudieran haberse desprendido del análisis del diagrama Ishikawa.

La observación del diagrama de dispersión nos indica, no obstante, que existe una tendencia a que los valores altos de nivel ocupacional están asociados a los valores altos de consumo. Se observa además que la nube de puntos de este ejemplo describe una línea recta por lo que puede existir una relación de tipo lineal entre ambas variables con una pendiente pronunciada.

Para determinar el coeficiente de correlación entre ambas variables y probar matemáticamente su validez se establece la ecuación del modelo $Y=f(x)$ y se aplica la prueba de hipótesis correspondiente

Estratificación: El propósito de la Estratificación es similar al Histograma, pero ahora clasificando los datos en función de una característica común que permite profundizar en la búsqueda y verificación de las causas a encontrar, resolver o eliminar.

Gráficos de Control: Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Generalmente se usan como instrumento de autocontrol por los círculos y grupos de calidad y resultan muy útiles como apoyo a los diagramas causa y efecto, cuando logramos aplicarlos a cada fase del proceso y detectar en cuales fases se producen las alteraciones.

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio M del parámetro de salida muy probable de obtener, mientras que a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar ($3S$) del valor medio. Este comportamiento (que puede probarse en caso que no estemos seguros que ocurra) nos permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influya en desviaciones del parámetro de salida controlado. El gráfico de control se obtiene de graficar los valores reales del parámetro de control obtenidos en el tiempo sobre el valor medio y sus fronteras de desviación.

Capítulo II: Determinación de las regularidades de la gestión energética

Introducción

Para asegurar un sistema de gestión eficiente de la energía es necesario conocer el comportamiento de los diferentes portadores energéticos del hotel así como el consumo de energía. Para esto se trabajó en el Sistema de Suministro Eléctrico y se evaluó el sistema de iluminación existente. Es necesario realizar un estudio completo del sistema de distribución de energía eléctrica, desglosado por circuitos y ramales principales, determinando el comportamiento de las principales magnitudes eléctricas en los circuitos principales y en los equipos de mayor demanda. En todo el trabajo de eficiencia energética es muy importante la evaluación de las reservas energéticas del portador electricidad o de aquel que se escoja como principal portador.

2.1 Comportamiento del consumo de los portadores energéticos del Hotel

Para el análisis de los portadores energéticos del hotel se partió de la documentación existente en el departamento de servicios técnicos, la cual finalmente fue insuficiente para realizar un estudio a profundidad ya que solo estaba la del año 2006. Se aclara que el hotel no cuenta con informaciones diarias del consumo de los portadores energéticos y tampoco con una información resumida que permita un punto de partida sólido que apoyara este estudio.

Partiendo de esta información se obtiene el gráfico de Pareto de la figura 2.1. Se puede apreciar que al llevar el consumo de los portadores energéticos a toneladas de combustible convencional, la electricidad ocupa el primer lugar en orden de importancia representando el 90,15% del consumo. Le continúa el GLP representando 6,86% y en último lugar se ubica el diesel con un 2,99%. Estos resultados indican que los mayores esfuerzos en la gestión energética se deben dirigir hacia la electricidad.

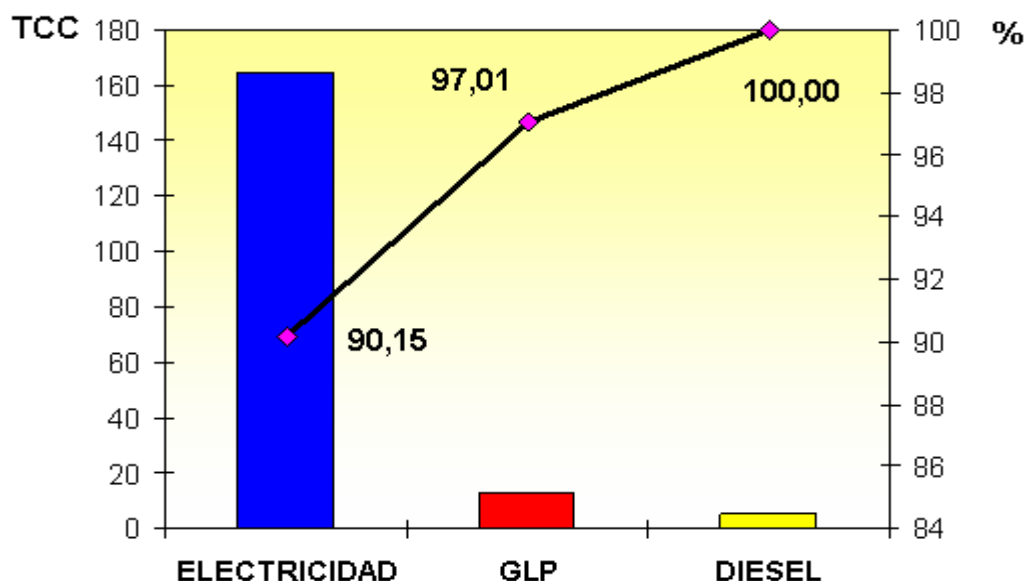


Fig. 2.1 Gráfico de Pareto de los portadores energéticos.

Otro análisis importante lo constituye el Pareto del importe de los portadores energéticos (ver Fig. 2.2). Se ratifica a la electricidad en el primer orden de importancia representando 78,77% para un importe de \$ 50 127.55 CUC, luego sigue el GLP con un 16,90% para un importe de \$10 755 CUC y finalmente el diesel con 4,33% y un importe de \$2 756.25 CUC.

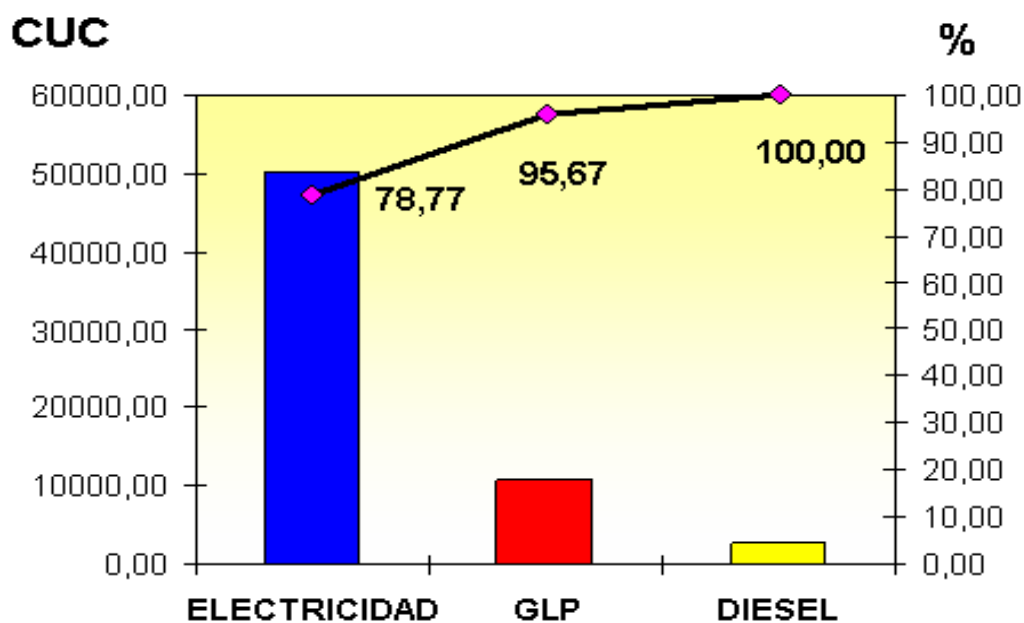


Fig. 2.2 Gráfico de Pareto del importe de los portadores energéticos.

Cada año los precios de los portadores se incrementan a consecuencia de la crisis mundial de los combustibles y las regulaciones para el sistema estatal se imponen ante una necesidad de lograr la racionalidad. Es importante que el hotel de seguimiento a los gastos en los energéticos ya que al superarse el 5% de los gastos totales no constituye eficiencia, según varios autores.

2.1.1 Comportamiento histórico del consumo de energía eléctrica

El análisis del comportamiento de este portador se realizará desde enero de 2004 hasta abril de 2007 (ver anexo 1). Con respecto a este portador existe una particularidad y es que el hotel ha contado y cuenta con instalaciones extrahoteleras que aportan a la facturación total:

- En el año 2004 la facturación estaba compuesta por el Hotel Miraflores, Discoteca La Cima, Kiosco Islazul Frank País (0100), Kiosco Islazul Frank País (0071), Kiosco Moa Centro, Kiosco Islazul (0625) y Kiosco Islazul (0765).
- En el 2005 la facturación estaba compuesta por Hotel Miraflores, Discoteca La Cima, Kiosco Sagua de Tánamo, Kiosco Islazul (0625) y Kiosco Islazul (0765).
- En el año 2006 se encontraban Hotel Miraflores, la Discoteca La Cima, Kiosco Rumbo Miraflores en Sagua de Tánamo y Kiosco Islazul (0625).

En lo que va de este año se facturan solamente el hotel y la Discoteca La Cima. Si analizamos las diferentes facturas por año para ver cual ha sido el comportamiento de toda la energía eléctrica que consumieron todas estas dependencias tenemos como resultado los gráficos de las figuras 2.3 y 2.4.

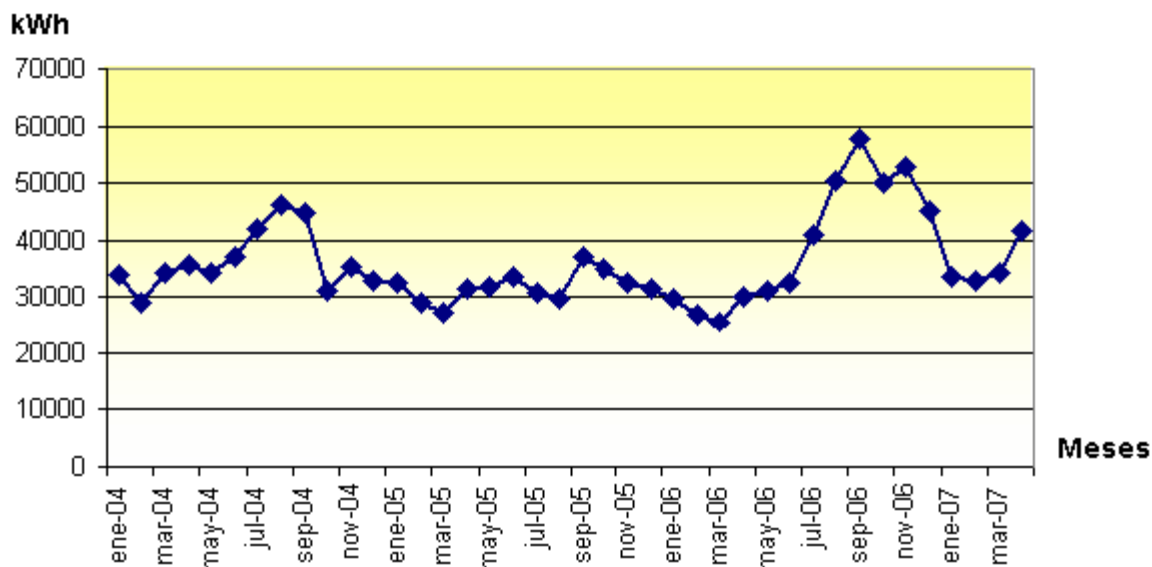


Fig. 2.3 Comportamiento del consumo de electricidad del hotel más las extrahoteleras.

El gráfico de la figura 2.3 corresponde al consumo total que se le ha facturado al hotel, en el cual se incluye el consumo propio de la instalación y de las extrahoteleras. Pudiéndose percatar que los meses de mayor gasto de energía en los diferentes años son los meses comprendidos desde junio hasta septiembre, a partir de estos meses comienza a estabilizarse el consumo de energía. El pico que se observa de septiembre a diciembre de 2006 con un valor de 5000 a 6000 kWh se debió a la apertura de un conjunto de habitaciones luego de una reparación capital de las 28 cabañas y las 60 habitaciones de un ala del hotel las cuales fueron incorporándose paulatinamente.

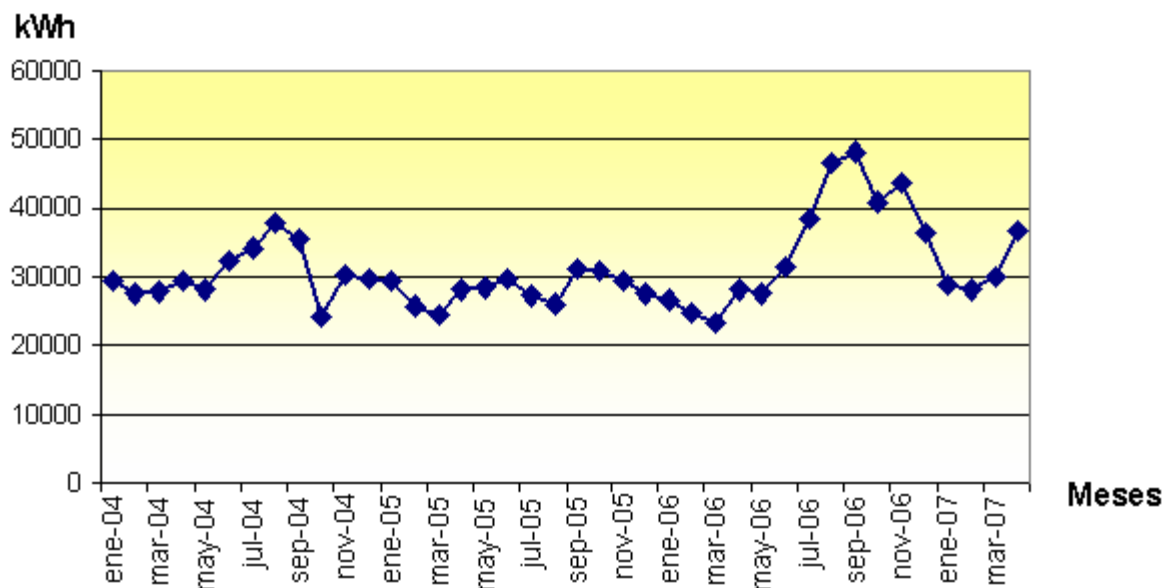


Fig. 2.4 Comportamiento del consumo de electricidad del hotel.

El gráfico de la figura 2.4 corresponde a la energía eléctrica de la instalación principal (Hotel Miraflores). Observando que en el año 2004 el consumo de energía estaba alrededor de los 4000 kWh en los meses de mayo hasta principio de octubre y que la mayor demanda del año 2006 corresponde a los meses de mayo hasta diciembre con un consumo del orden de los 5000 kWh.

De manera general, si se divide en tres áreas de consumo se puede percatar que en el período analizado el hotel representa el 86,8%, la discoteca el 11,8% y los kioscos el 1,3% (ver Fig. 2.5).

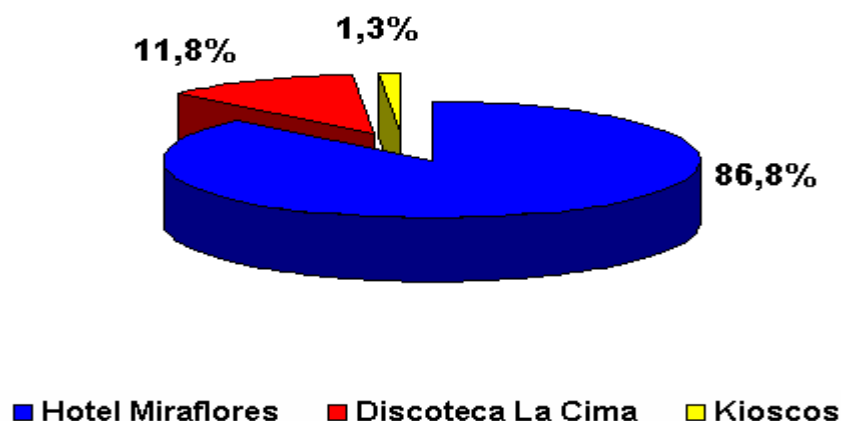


Fig. 2.5: Estructura del consumo histórico de electricidad desde enero-2004 hasta abril-2007.

Es importante destacar el por ciento que representa la Discoteca La Cima, por lo que sugerimos realizar un análisis individual en el que se relacionen los gastos contra los ingresos, puesto que el importe de la facturación eléctrica representa el 11,48% del total equivalente a unos 17 746.99 CUC.

La tendencia del consumo de energía eléctrica del hotel en general es a incrementarse. En el año 2004 se consumieron 441,47 MWh lo que representó un total de 49 356.61 CUC, en el año 2005 se redujo el consumo a 380,33 MWh lo que representó 42 737.40 CUC, pero ya en el año 2006 se alcanzó la cifra de 468,40 MWh lo que provocó un importe de 50 127.55 CUC.

En los primeros cuatro meses del año 2007 se alcanzó el 30,44% de la energía eléctrica consumida en el 2006. Debido a que seguirán incrementando habitaciones ha utilizar durante el año 2007, y una serie de equipamiento de cocina y lavandería se recomienda una estricta vigilancia del comportamiento de consumo de electricidad.

2.1.2 Índice de consumo de electricidad

Antes de iniciar con el análisis del índice de consumo de electricidad se recuerda que el mismo está definido como la cantidad de kWh entre las Habitaciones Días Ocupadas

(HDO) es decir kWh / HDO. La cadena Islazul es la cadena hotelera en Cuba que más fluctúa este indicador.

Se puede observar en la Tabla 2.1 que está entre 27 - 60 kWh / HDO muy por encima de otras cadenas hoteleras.

Tabla 2.1: Índices de consumo de 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

Como este índice de consumo es bastante amplio es difícil valorar la eficiencia de las instalaciones. Algunos autores plantean que, para que un hotel sea eficiente energéticamente se deben destinar a los gastos energéticos menos del 5% los gastos totales.

Para mostrar más claramente el índice de consumo de la electricidad aparece en las figuras 2.6 y 2.7 en forma de gráfico el índice de consumo teniendo en cuenta la energía eléctrica consumida solo por el hotel y el comportamiento mensual del índice de consumo con la energía eléctrica consumida por el hotel más las demás dependencias.

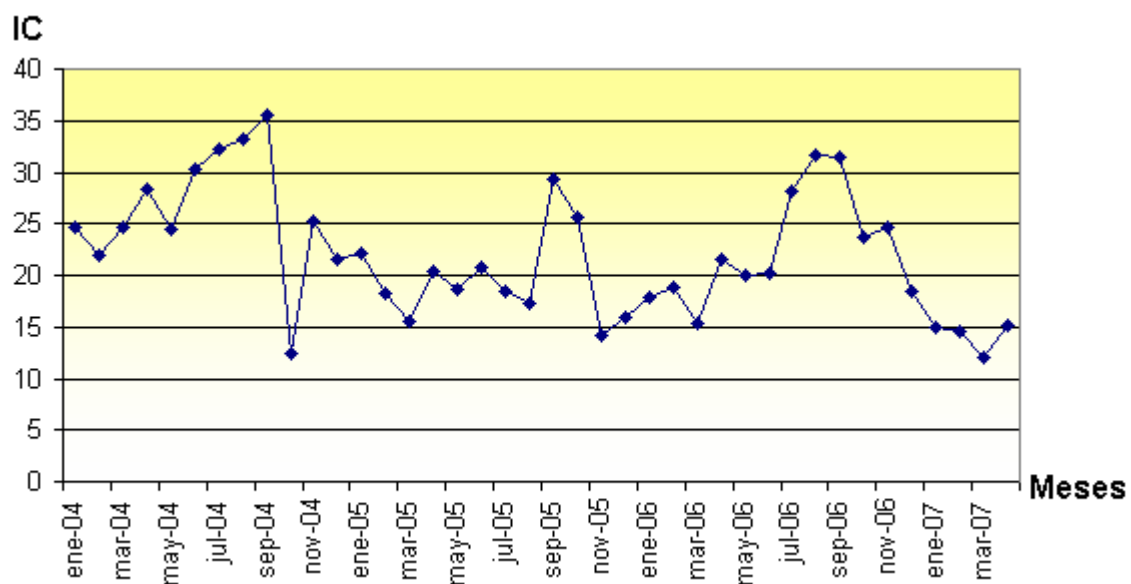


Fig. 2.6: Índice de consumo del hotel más las extrahoteleros.

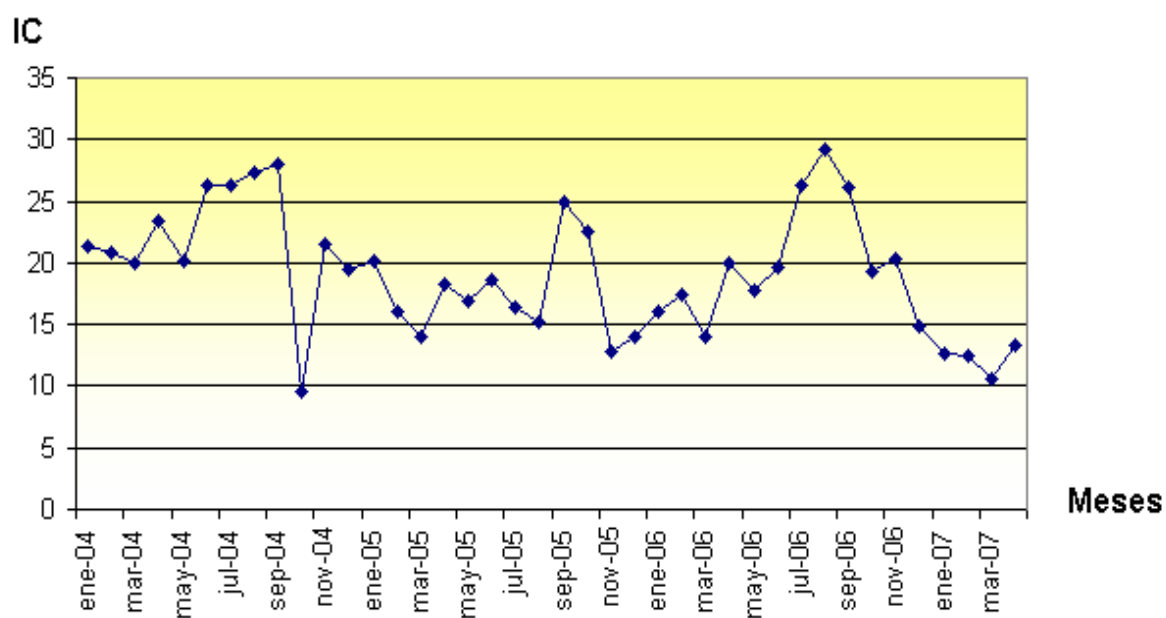


Fig. 2.7: Índice de consumo del Hotel.

El índice de consumo de electricidad solo en hotel no supera los 30 kWh / HDO y en caso del índice de consumo total no supera los 38 kWh / HDO.

Cuando se analiza en forma de gráfico de causa y efecto el índice de consumo de electricidad se obtienen gráficos que demuestran la no correlación entre las HDO y los kWh. En la figura 2.8 se observa que no existe correlación lineal y la misma es prácticamente nula con un coeficiente $R^2 = 0.0108$. Esta figura corresponde al análisis del índice de consumo solo en el hotel.

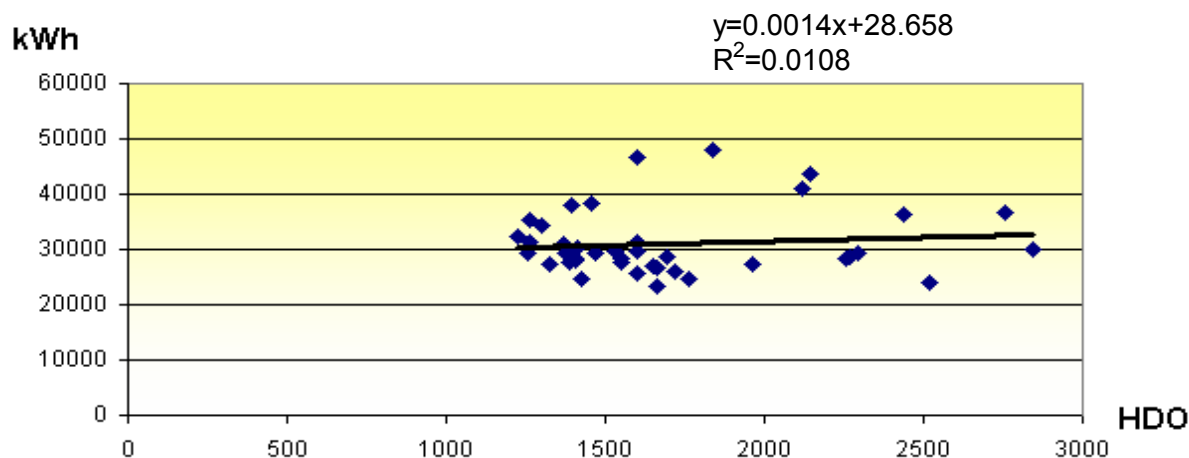


Fig. 2.8: Índice de consumo kWh / HDO del Hotel.

Resultado similar aparece en la figura 2.9 correspondiente al índice de consumo de toda la energía del hotel y sus extrahoteleras (con coeficiente de correlación de $R^2 = 0.019$).

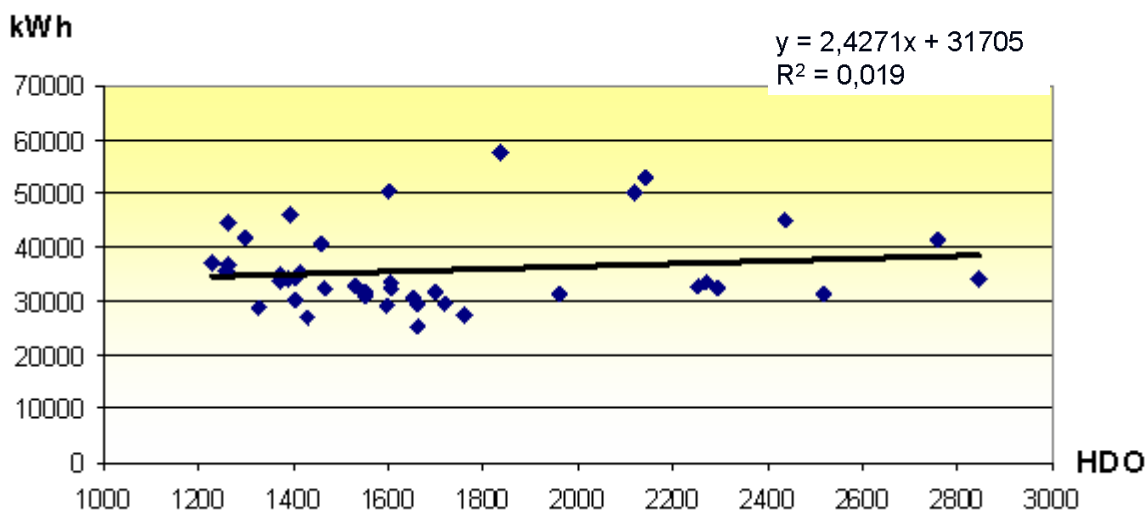


Fig. 2.9: Índice de consumo kWh / HDO del hotel más las extrahoteleras.

2.1.3 Gráficos de control de la electricidad y Gráfico de consumo contra producción (HDO)

El consumo de electricidad a nivel general, o sea incluyendo todas las instalaciones extrahoteleras alcanzó un valor promedio de 35,85 MWh para una desviación estándar de 7,55 MWh, en el gráfico de control de la figura 2.10 se aprecia que solo en septiembre de 2006 la desviación en este consumo casi toma parámetros fuera de control, alcanzando un valor de 57,77 MWh.

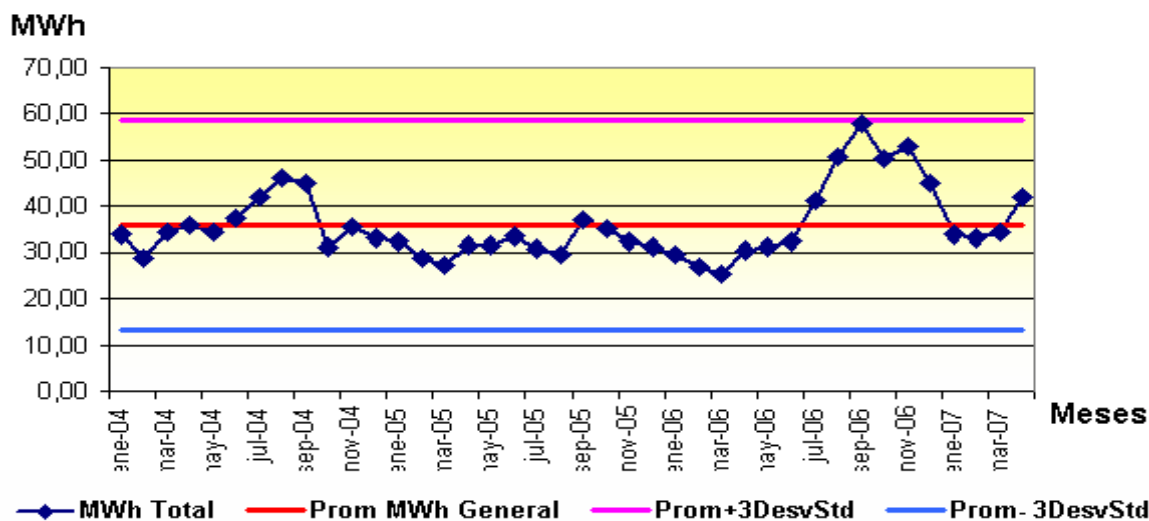


Fig. 2.10: Gráfico de control del consumo del hotel más las extrahoteleras.

En la figura 2.11 se aprecia que en los meses de Noviembre de 2005 - Febrero de 2006, el comportamiento del Consumo Eléctrico sigue a la Ocupación Habitacional Diaria (HDO) de forma decreciente. De manera creciente los MWh siguen a las HDO desde Julio - Octubre de 2006.

En los demás meses se observa que la curva de consumo está por debajo de HDO y en ocasiones está por encima, esto confirma la no correlación que existe entre estos parámetros.

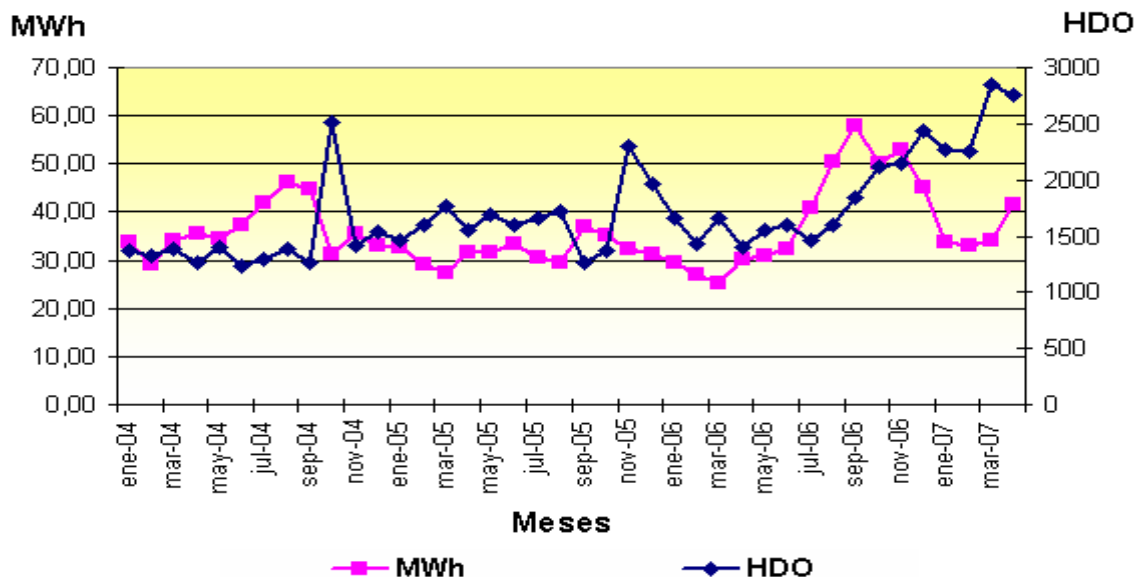


Fig. 2.11 Gráfico de Consumo vs. Producción (HDO).

2.2 Sistema de Suministro Eléctrico

El Sistema de Suministro Eléctrico del Hotel Miraflores ha pasado por varios cambios desde su creación, hasta hace dos meses, el sistema estaba alimentado por un transformador de 112 kVA, pero actualmente a través de resultados preliminares de este trabajo de diploma se cambió el transformador por uno de 750 kVA. La alimentación al hotel llega por el lado de alta del transformador 13,8 kV desde la subestación del Miraflores situada en la parte posterior del hotel. La salida del transformador es 208 V de tensión. En el anexo 2 se puede apreciar el monolinial en general.

Los circuitos principales se alimentan desde la PGD, en la cual se encuentran los siguientes interruptores principales:

- Iluminación exterior
- Aires acondicionados
- Alumbrado de habitaciones
- Casa bomba
- Consola restaurante
- Panadería

- Cocina
- Cabañas
- Alumbrado tanque de agua
- Bomba de agua
- Oficinas
- Ascensor
- Cámara fría

A partir de la inversión realizada desde mediados de 2006 se han cambiado, fundamentalmente, las pizarras de distribución de cada uno de los pisos. Estas pizarras son armarios modernos con interruptores más pequeños y esto ha permitido individualizar la alimentación para cada habitación controlada desde la pizarra, pero además con interruptores para la misma función dentro de la habitación. Esto favorece las acciones de mantenimiento, garantizando la calidad del servicio a los huéspedes con un mínimo de afectaciones. Hacia las habitaciones van individualmente la alimentación de fuerza, iluminación y fuerza para cada aire acondicionado.

2.2.1 Levantamiento de cargas instaladas

Para tener una idea general de las cargas instaladas en el Hotel se realizó un levantamiento cuyo resultado aparece en la tabla correspondiente al anexo 3.

Como resultado del análisis realizado se tiene que la potencia instalada es 415 kW. Se realizó una clasificación de estas cargas por lugares donde se encuentran instaladas (ver tabla 2.2), arrojando a los siguientes resultados:

Tabla 2.2 Clasificación de la carga instalada

Familia de equipos	Consumo (W)
Climatización	171357
Refrigeración	24539,5
Iluminación general	16004
Equipos de cocina	152464
Equipos de cómputo	7468
Equipos de lavandería	25132
Equipos de TV	8075
Otros	9720

Con toda la información recuperada, es posible conocer la estructura de esta carga instalada, con la cual se tiene una idea del peso que representa cada familia de equipos en la composición global de los consumidores mostrándose estos resultados en la figura 2.12.

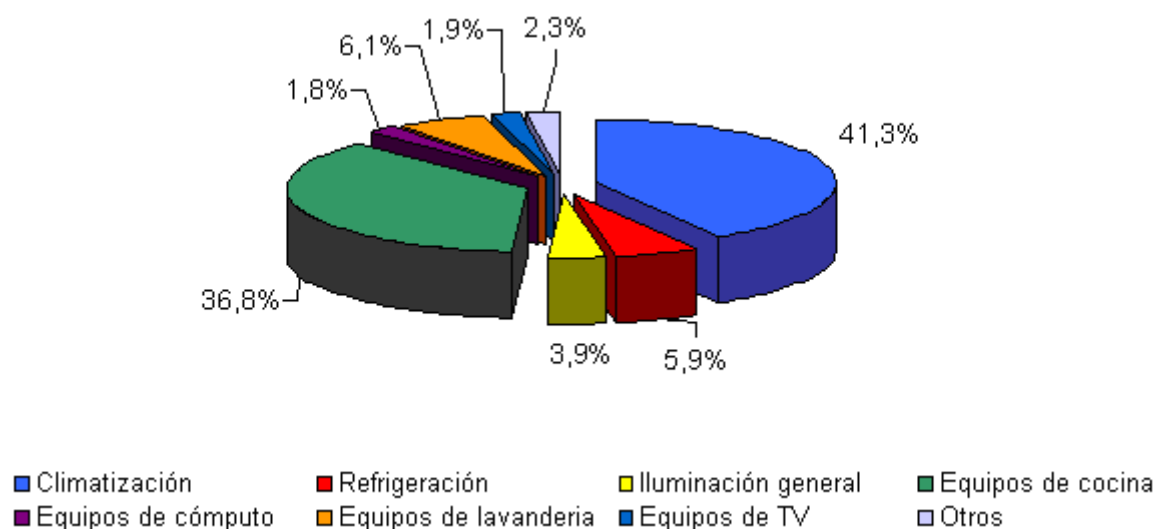


Fig. 2.12 Estructura de las cargas instaladas.

Como se observa en esta figura, el mayor peso de consumo en la carga instalada en el hotel recae sobre la climatización, la cual representa un 41,3%, seguida por los equipos de cocina los cuales suman un 36,8%, continúan los equipos de lavandería con un 6,1%, los

equipos de refrigeración con 5,9%, la iluminación general con 3,9%, luego siguen otras cargas (motores, banda y pock) con un 2,3% seguidas por los equipos de TV con 1,9 % y por último los equipos de cómputo con un 1,8 %.

Estratificando el consumo de potencia activa a partir de cálculos estimados del tiempo de trabajo de todas las cargas del hotel se pudo realizar un gráfico de Pareto. Se tomó como base la misma estructura de la potencia instalada pero en este caso el gráfico de barra y el de porcentaje acumulativo indican que entre la climatización, cocina y refrigeración se consume aproximadamente el 90 % de la energía eléctrica (ver Fig. 2.13).

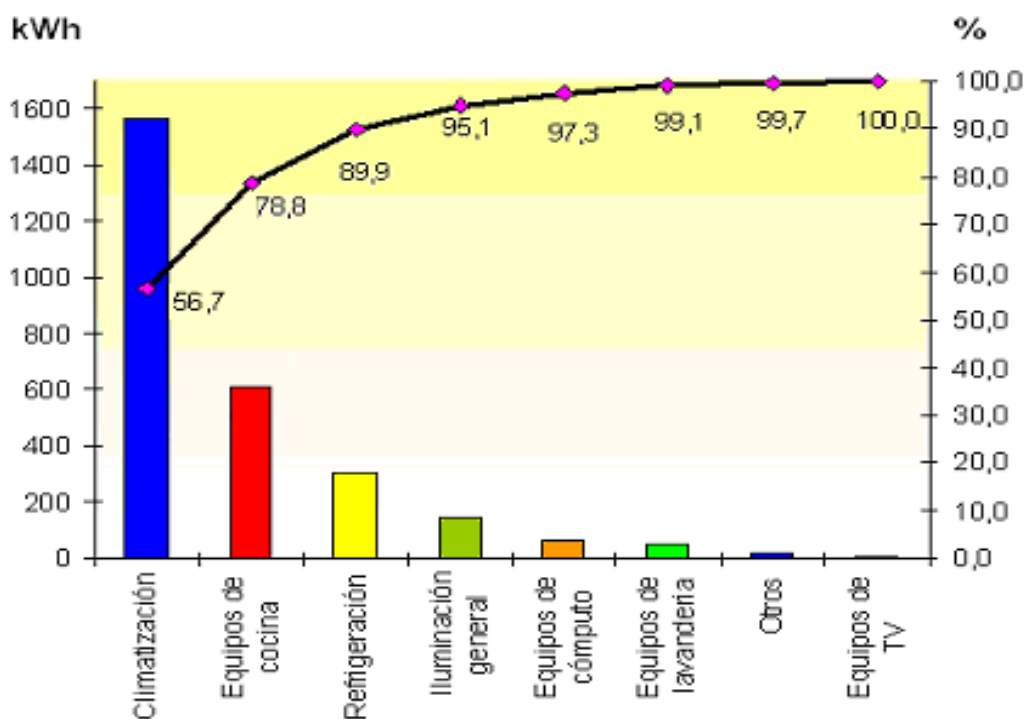


Fig.2.13 Gráfico de Pareto del pronóstico de la demanda tomando como referencia la estructura de la carga instalada.

Es evidente entonces que los esfuerzos para lograr ahorros en el portador electricidad se deben realizar en los puntos claves mencionados anteriormente.

2.2.2 Cálculo de la potencia a instalar en la entrada del Hotel Miraflores

Para los cambios en el sistema de suministro eléctrico del Hotel Miraflores se tuvo en cuenta las normas cubanas NC 45-7 y NC 45-8 de 1999.

NC 45-7: Bases de diseño para el turismo. Parte 7: Electroenergéticas

NC 45-8: Bases de diseño para el turismo. Parte 8: Instrumentación y Automatización. Corrientes débiles.

El servicio del SEN es de 13.8 kV, las desviaciones permisibles de tensión no serán superiores al 10 % y las de frecuencia ± 1 % y la conexión será estrella, sólidamente aterrado el neutro.

Para hoteles de ciudad de 3 o menos categoría y una capacidad de 50-150 habitaciones se plantea en las normas que la demanda máxima será de 2.3 kW / habitación. Para lo que se realizó un cálculo de demanda máxima correspondiente al establecimiento completo.

- Número de habitaciones total: 144.
- Factor de demanda total: es la relación entre la carga conectada y la demanda máxima del establecimiento (FAT).
- FAT: de 60-149 habitaciones es de 0.56-0.60.

Por tanto esto significa una demanda total de la instalación de unos 319,7 kW que afectado por el FAT 0.6 permite determinar la potencia específica de los transformadores de la subestación principal durante la etapa de ingeniería básica.

La potencia específica de los transformadores de la subestación principal será aproximadamente:

$$P = 319.7kW * 0.60$$

$$P = 191.82kW$$

Para determinar la potencia a instalar en kVA que es la unidad en que se da la capacidad de los transformadores:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} \quad \text{Considerando el } \cos \varphi = 0.85.$$

$$S = \frac{191.82kW}{0.85}$$

$$S = 225.67kVA$$

Por tanto el transformador de 112 kVA instalado, a toda su capacidad, no es suficiente para la carga futura del Hotel.

Consumo anual de energía eléctrica

Para establecimientos de 3 o menos categorías y menos de 150 habitaciones, las horas de operación equivalentes anuales consideradas por la norma es de 4000 horas, que multiplicada por la demanda máxima de 191,82 kW indican un consumo de energía anual de unos 767 280 kWh aproximadamente 767,3 MWh para un promedio mensual de 64 MWh lo que representa 2 MWh diarios.

Los retos históricos del consumo de energía eléctrica indican un aproximado de 42 000 kWh para una ocupación del 67 % que es la máxima ocupación obtenida en un mes (94 habitaciones).

Por tanto para 144 habitaciones el consumo sería de unos 64 340,42 kWh / mes lo que equivale aproximadamente a unos 64,3 MWh / mes. Aunque esta dependencia de kWh / HDO no siempre es lineal ya que esto es un cálculo teórico, se aproxima al estimado mensual de unos 64 MWh calculados anteriormente.

Basado en los resultados obtenidos por las normas NC 45-7 y NC 45-8, se arrojó a la conclusión de que el transformador existente se debería cambiar por otro de 225,67 kVA.

Pero como no existe un transformador de esta capacidad se estandarizó el mismo a un valor de 300 kVA.

Independientemente de estos resultados se instaló un transformador de 750 kVA. Sin tener en cuenta el nivel de pérdidas del mismo ni su coeficiente de carga.

2.2.3 Pérdidas de transformación

Las pérdidas totales del transformador se determinan por:

$$P_t = P_{fe} * T_3 + \left(\frac{kVA_{real}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T_1 \quad 2.1$$

donde :

P_{fe} – Pérdidas en el hierro para régimen nominal, las mismas se consideran constante para todo el régimen de trabajo del transformador.

P_{cu} – Pérdidas por efecto Joule en el Cobre, dependen del estado de carga del transformador (cuadrado del coeficiente de carga).

T_1 —es el tiempo que dura la carga del transformador (24 h / diarias).

$T_3 = T_1$ porque el transformador trabaja a régimen continuo las 24 h del día, durante los 365 días del año.

El coeficiente de carga no es más que la relación entre los kVA reales y los nominales.

$$k_c = \frac{kVA_{real}}{kVA_{nominal}} \quad 2.2$$

Para el análisis de las pérdidas por transformación se realizaron cálculos para el transformador que existía anteriormente con una potencia de 112 kVA y para el existente actualmente que es de 750 kVA.

Pérdidas para el transformador de 112 kVA

$$P_{cu} = 1.771 \text{ kW}$$

$$P_{fe} = 0.468 \text{ kW}$$

$$T1 = T3 = 24 \text{ h}$$

Los valores de las pérdidas en el cobre y en el hierro fueron tomados de la tabla que aparece en el ejemplo del cálculo propuesto por el Grupo de Energía de nuestro Centro.

Sustituyendo en la fórmula 2.1 se obtiene que las pérdidas para el transformador de 112 kVA son:

$$P_t = 0.468 \text{ kW} * 24 \text{ h} + \left(\frac{86.63 \text{ kVA}}{112 \text{ kVA}} \right)^2 1.771 \text{ kW} * 24 \text{ h}$$

$$P_t = 36.7 \text{ kW} / \text{día}$$

$$P_t = 13395.5 \text{ kW} / \text{año}$$

Pérdidas para el transformador nuevo de 750 kVA

Sustituyendo en la fórmula 2.1 se obtiene que

$$P_t = 2.223 \text{ kW} * 24 \text{ h} + \left(\frac{98.31 \text{ kVA}}{750 \text{ kVA}} \right)^2 9.925 \text{ kW} * 24 \text{ h}$$

$$P_t = 57.7374 \text{ kW} / \text{día}$$

$$P_t = 21074.15 \text{ kW} / \text{año}$$

2.2.4 Análisis de la facturación eléctrica

A pesar que en la figura 2.14 aparece la estructura histórica de gastos de la facturación eléctrica, se debe aclarar que el hotel en el año 2006 realizó cambios del tipo de tarifa. Entre los meses de enero y septiembre se aplicó la tarifa M-2B en la cual el costo del kW es de \$ 0.12 (CUC) y el de la demanda contratada es de \$ 3.00 (CUC). Desde los meses de octubre a diciembre la tarifa pasó a ser la M -1C con un importe de \$ 0.08 (CUC) por kW y de \$ 5.00 (CUC) por kWh contratado a máxima demanda.

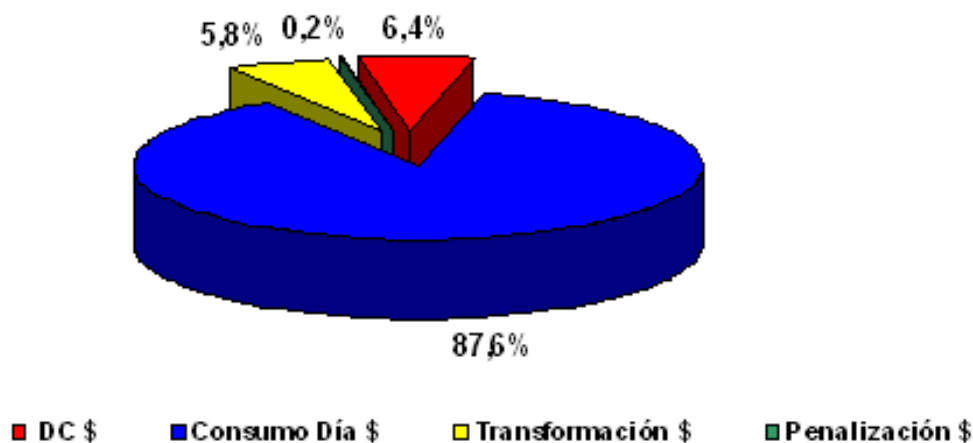


Fig. 2.14: Estructura del gasto de la facturación eléctrica.

En el gráfico anterior se aprecia que el consumo día es el que más aporta a la facturación eléctrica con un 87,6 %, seguido por la demanda contratada con un 6,4 %, por otra parte se puede observar que las pérdidas por transformación y penalización representan un 5,8 % y 0,2 %, respectivamente.

2.2.5 Análisis de las mediciones realizadas en los diferentes circuitos en nodo principal, los ramales principales y los equipos de mayor demanda

Las mediciones fueron realizadas con un PQM (Power Quality Meter) por un espacio de 24 horas cada una y con un tiempo de muestreo de 4 minutos, en el nodo principal del día 8 hasta el 9 de abril, habitaciones del tercer piso desde el día 19 hasta el 20 de marzo y en el nodo de cabañas del 20 al 21 de marzo, siempre con el máximo de habitaciones ocupadas. Las demás mediciones que fueron en los equipos de mayor demanda, se

realizaron con un amperímetro de gancho, debido a que solo eran mediciones puntuales por sus características de consumo (ver anexo 7).

El gráfico que se muestra a continuación (Fig. 2.15) representa el comportamiento de las potencias trifásicas P, Q, y S del hotel. Esta medición se realizó a la salida del transformador (nodo principal), arrojando a la conclusión de que el mismo sufría una sobrecarga diaria aproximadamente desde las 9:00 de la mañana hasta las 4:00 de la tarde, donde el valor promedio de la potencia aparente en ese horario es de 114,7 kVA lo que equivale a un coeficiente de carga del transformador de un 102,41%, muy por encima de la capacidad nominal del transformador que es de 112 kVA, llegando a alcanzar valores máximos de 131,66 kVA. Bajo estas condiciones el transformador tenía que ser sustituido por otro de mayor potencia debido a que en pocos días se incrementaría la carga con la habilitación de nuevas habitaciones. Además se puede observar en la figura que la diferencia entre el consumo de potencia activa y aparente es muy pequeña a consecuencia del bajo consumo de reactivos de manera general, lo cual se manifiesta en un factor de potencia que oscila entre 0.97 y 0.99.

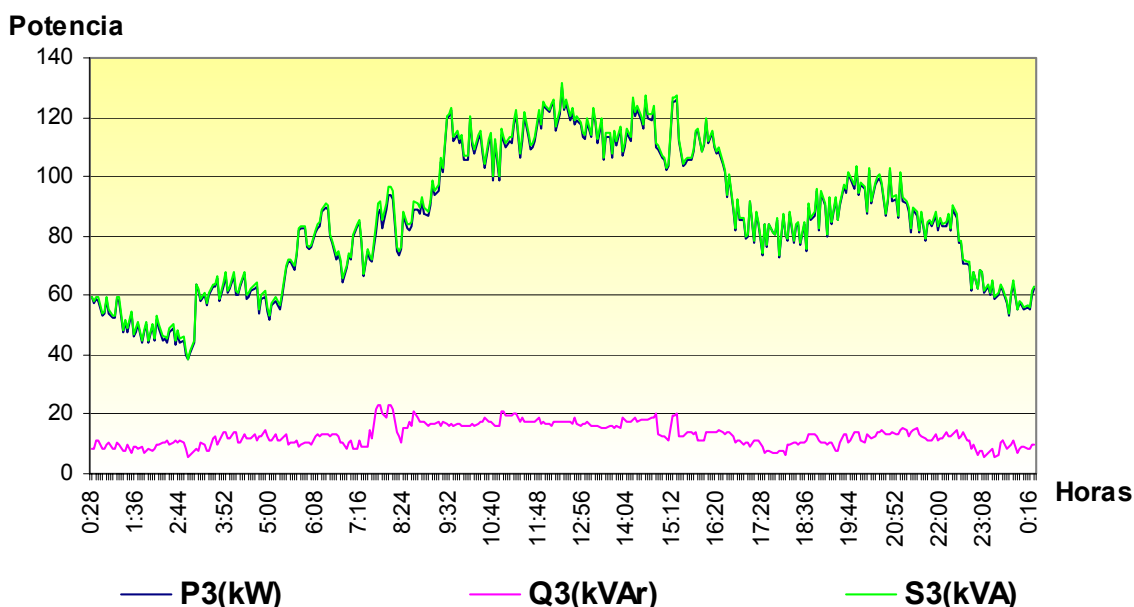


Fig. 2.15 Potencias trifásicas General.

En el caso específico de las tensiones de líneas se puede observar que en ningún momento alcanzan el valor nominal, debido al nivel de carga del transformador, teniendo como valores promedios los siguientes: 210,8 V entre la línea ab y 212,5 V en las líneas bc y ca (Fig. 2.16). Este gráfico muestra niveles de tensión bastante estables en el día completo, mostrando su mayor problema en el horario comprendido entre las 2:08 y 2:52 de la tarde, donde ocurrió una disminución del voltaje en la línea ab que alcanzó un valor de 199 V.

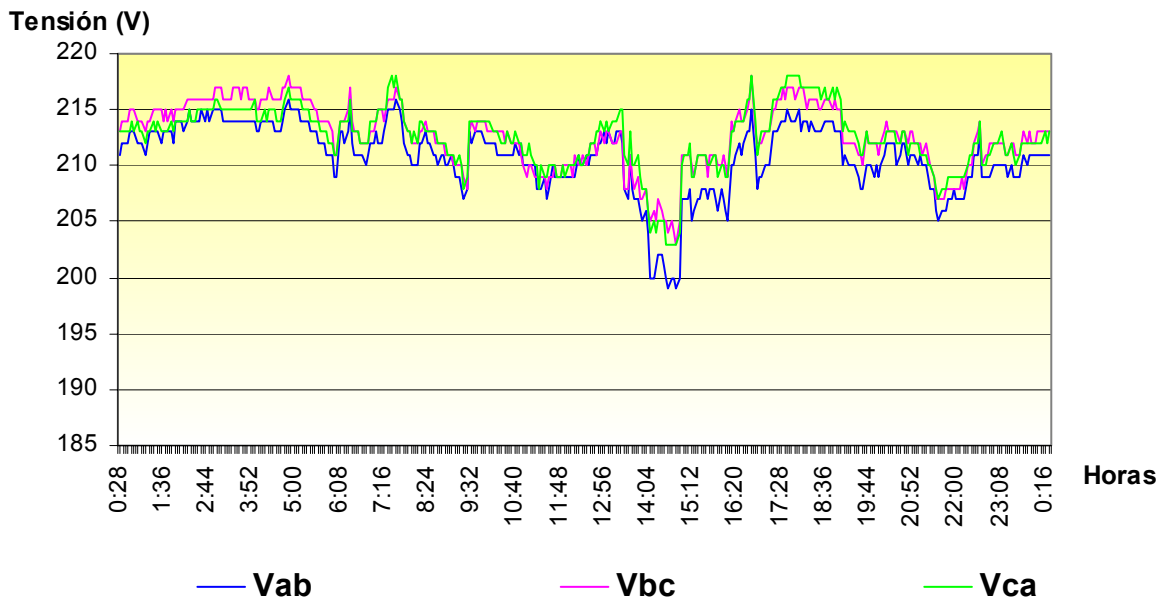


Fig. 2.16: Tensión de línea general.

En el caso de las tensiones de fase contrariamente a las tensiones de línea nunca disminuyen de su valor nominal de 110 V. Los mínimos valores se manifiestan en la fase (a) en un instante que llegó a 115 V. En el caso de los valores máximos aparecen niveles de tensión superiores a los 125 V principalmente en la fase (c). Pero en este caso las variaciones de tensión superan el valor nominal del 10 % siendo un 12%.

Aprovechando las potencialidades del analizador de redes utilizado en las mediciones se pudo determinar la energía que se consume en cada una de las 24 horas del día, determinándose el horario de mayor demanda entre las (9: 00 am y las 3: 00 pm.). En cada una de estas horas la energía supera los 100 kWh. Estas características de la

demanda de energía se diferencian mucho del comportamiento de la demanda en una instalación hotelera típica. Esto se debe a que los clientes regresan a almorzar y se mantienen en el hotel por un período prolongado de descanso hasta regresar a sus faenas (ver Fig.2.17).

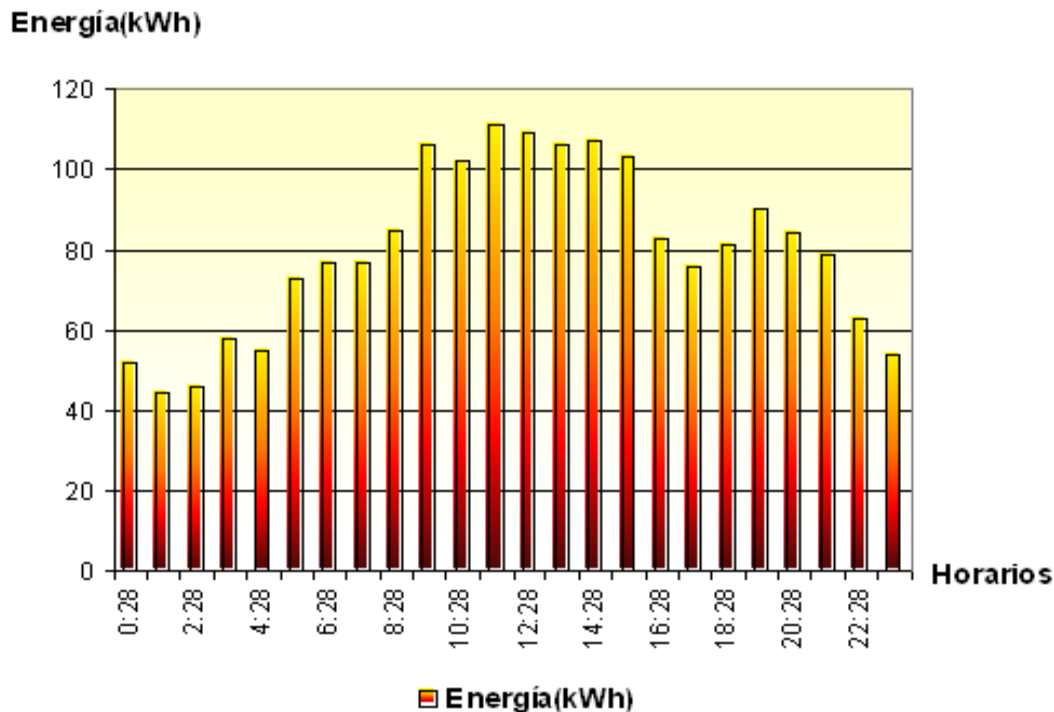


Fig.2.17: Energía consumida en un día en el Hotel Miraflores.

Se pudo comprobar que en la mayoría de las habitaciones se dejan los aires acondicionados encendidos sin estar presentes los clientes. Como en este horario prácticamente ha terminado la limpieza de las habitaciones es muy difícil apagar los equipos de climatización. Además los clientes solicitan a las camareras que no apaguen la climatización aun sin estar presentes. Esto puede ser una de las causas de la aparición de los hongos en las habitaciones, ya que con estos regímenes de explotación aumenta la concentración de la humedad. Del mismo modo queda demostrado que el horario de menor consumo es de 11:00 pm a 4:00 am del próximo día.

En el gráfico de la figura 2.18 es apreciable como durante las 24 horas que duran las mediciones, la potencia reactiva supera todo el tiempo a la potencia activa. Como promedio en un 15 %. Los valores promedios de las potencias P, Q y S son los siguientes: $P = 3 \text{ kW}$, $Q = 5 \text{ kVar}$ y $S = 5.7 \text{ kVA}$. Como consecuencia del comportamiento de la potencia reactiva para estas condiciones se deteriora el factor de potencia alcanzando un valor promedio de 0.5 (ver Fig. 2.19).

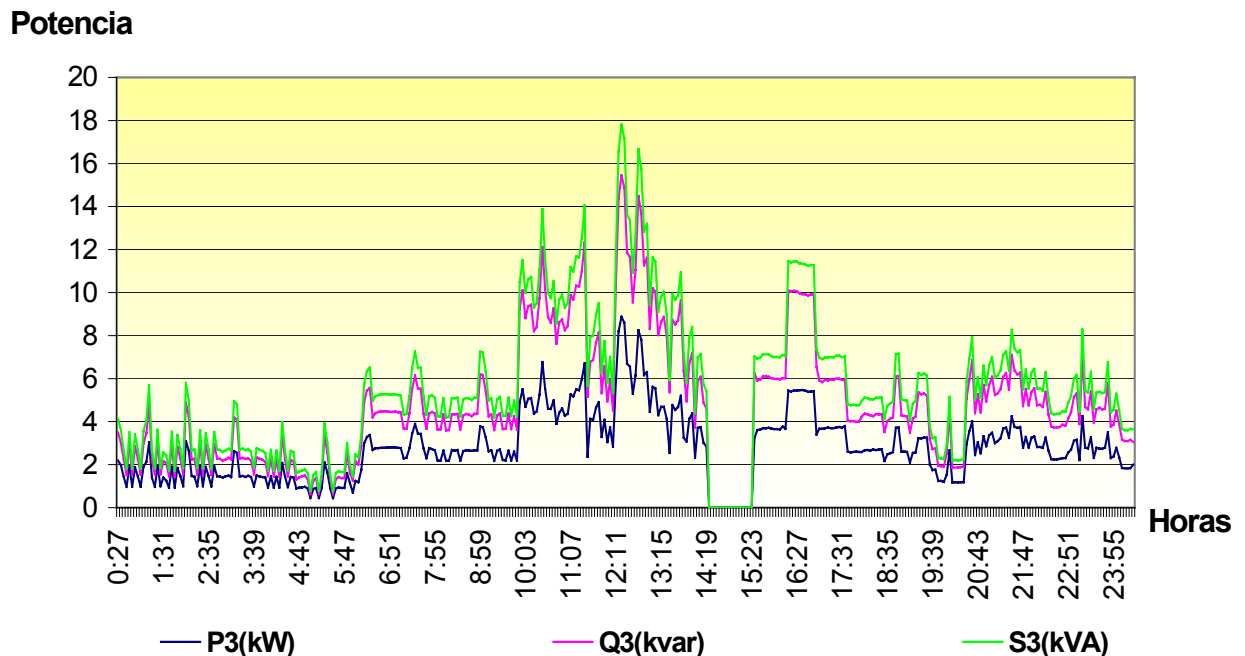


Fig.2.18: Potencias trifásicas en Cabaña.

Como se conoce el factor de potencia es una medida del grado de aprovechamiento de la energía eléctrica, por lo que se concluye que en este nodo existe una descompensación apreciable de la potencia reactiva, debido a esto sería recomendable compensarla. Estos valores pueden estar dados porque en este interruptor están conectados los aires acondicionados (cargas reactivas).

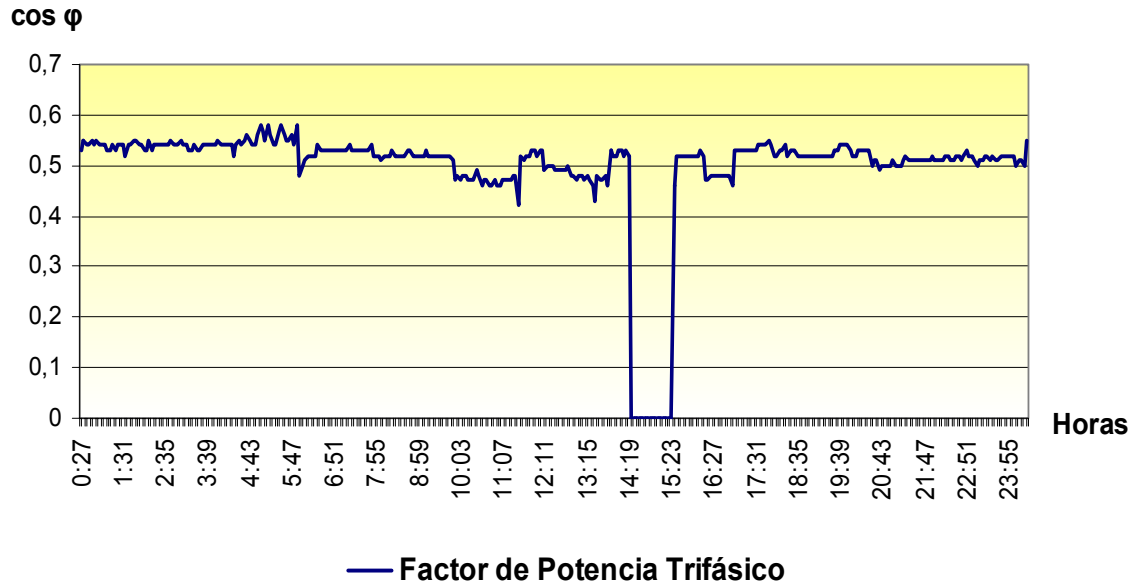


Fig.2.19: Factor de potencia trifásico en Cabaña.

A partir de las mediciones realizadas en el interruptor principal que alimenta toda la carga del tercer piso, queda caracterizado el comportamiento de la demanda típica para 15 habitaciones del hotel. Estos valores se pueden tomar como referencia para los demás pisos de esta instalación hotelera ya que estas habitaciones estaban ocupadas en el momento que se realizó la medición. El análisis de las potencias es muy similar al caso anterior donde la potencia activa la mayor parte del tiempo (24 h) está por debajo de la potencia reactiva. Los valores promedios son:

$P = 1.6 \text{ kW}$, $Q = 2.4 \text{ kVAr}$ y $S = 2.9 \text{ kVA}$ (ver Fig. 2.20).

Potencia

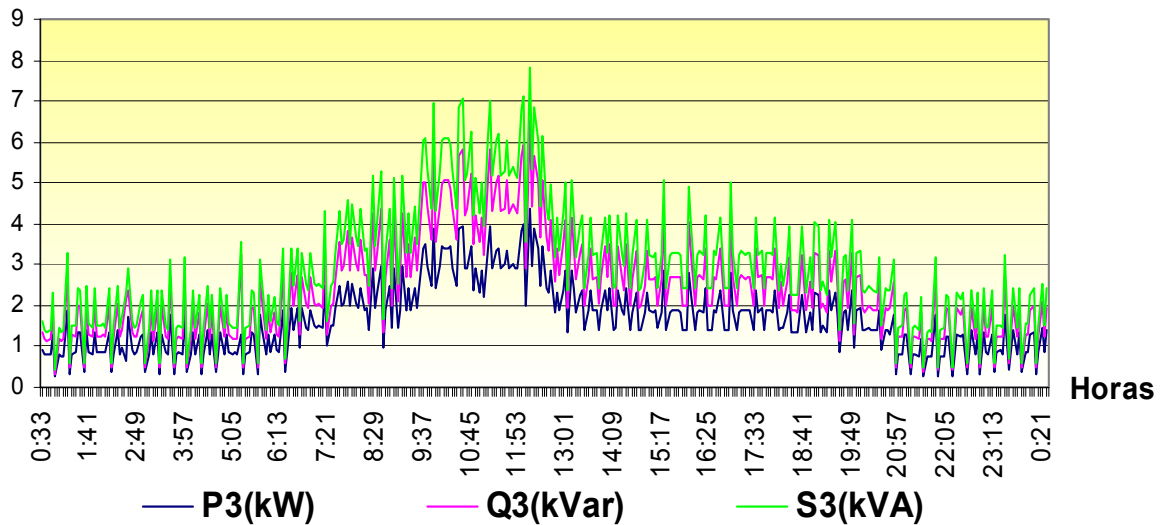


Fig.2.20: Potencias trifásicas en habitaciones del tercer piso.

En este punto del sistema de suministro eléctrico el factor de potencia está deteriorado en un valor promedio de 0.57 (ver fig. 2.21). Esto confirma que en los sistemas eléctricos puede existir una buena relación entre P y Q en el nodo principal y sin embargo en otros puntos del sistema existir descompensaciones entre estas mismas variables eléctricas.

cos ϕ

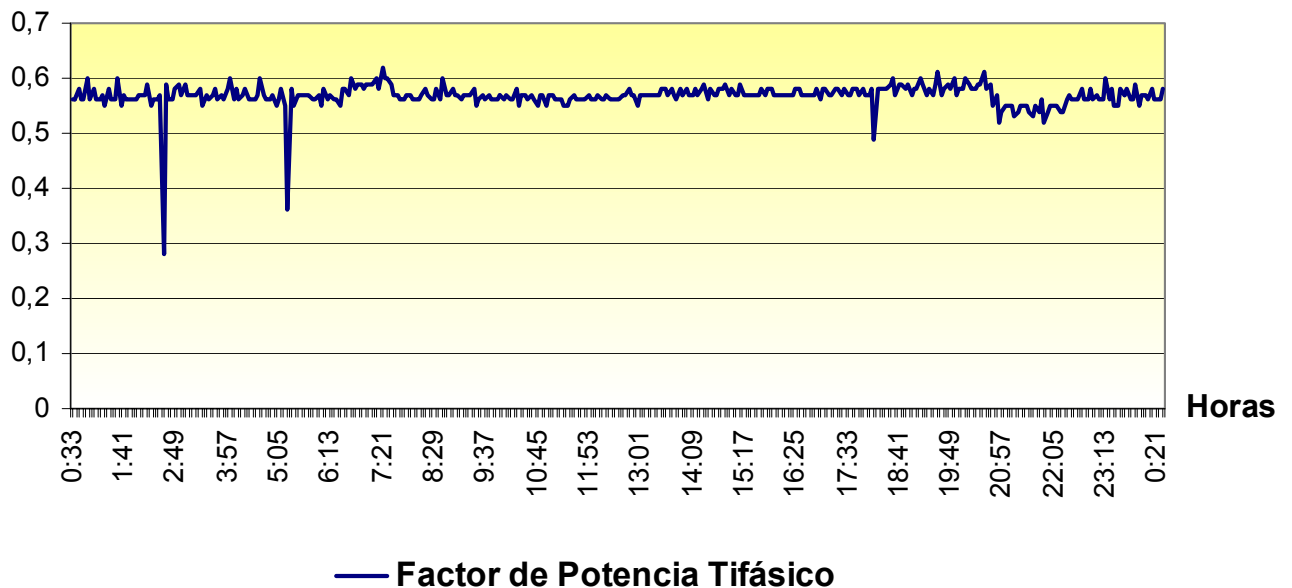


Fig.2.21: Factor de Potencia trifásico en las habitaciones del tercer piso.

2.3 Evaluación del sistema de iluminación

Para el estudio del sistema de iluminación en la instalación se realizaron diferentes mediciones para determinar los valores reales de intensidad luminosa en todos los locales y áreas exteriores de la misma, comparándose con los valores fijados en la norma cubana (NC 45 - 7). Las mediciones fueron tomadas a la altura de los puestos de trabajo en el caso de las oficinas y a una altura de 5 cm en las demás áreas. Quedando demostrado el mal estado de los niveles de iluminación de forma general en la instalación, tal es el caso de que en las oficinas la norma plantea que la luminancia debe de tener un valor de 300 Lux lo cual no se cumple en ninguna de las oficinas de la instalación hotelera ya que la que no carece de iluminación cuenta con exceso de la misma. Como por ejemplo, tenemos los casos de la oficinas de Recursos Humanos que tiene 85 Lux, menos que la norma establecida, la de economía que cuenta con 775 Lux y las oficinas de Transtur y la de Servicafé que cuentan con un nivel de 990 Lux, valores muy por encima de los valores normados. Otro de los lugares que mayores problemas presenta son los pasillos, en los que el nivel de iluminación oscila entre 3 y 5 Lux, donde la norma establece valores de 50/100 lux. Para una mayor información en la tabla referida al anexo 4 aparecen los valores de las mediciones realizadas y la comparación con las normas.

2.3.1 Principales problemas que afectan la eficiencia del sistema de alumbrado actual

Con el estudio realizado en el sistema de iluminación de la instalación hotelera y la comparación de los resultados obtenidos en las mediciones de iluminación con los valores normados, se comprobó que las mayores dificultades del mismo son:

- Muy bajos niveles de iluminación en la mayoría de los locales y excesos en algunos.
- Prácticamente no existe iluminación en las áreas exteriores.

- La falta de torres de alumbrado y la necesidad del mantenimiento de las existentes.
- La disposición de las luminarias en algunos casos no es la más conveniente.
- El uso de diferentes tipos de lámparas y luminarias para una misma instalación.
- La presencia de bombillos ahorradores introducen armónicos al sistema provocando perturbaciones en la red.
- Las luminarias de los pasillos atraen insectos los cuales se introducen en las lámparas disminuyendo la intensidad luminosa en un 35%.

Por todas estas deficiencias encontradas, se puede afirmar que el sistema de alumbrado que presenta actualmente la instalación, carece en la mayoría de los locales y áreas las condiciones necesarias para brindarles seguridad y confort a los huéspedes y trabajadores que se encuentran en el hotel.

2.4 Sistema de Agua Caliente Sanitaria

El calentamiento del agua sanitaria del hotel se realiza a través de calentadores solares. Este sistema cuenta con un tanque de 200 litros de capacidad el cual lleva en su interior una resistencia de 2500 W de potencia que es alimentada a través de un panel solar. En caso que las condiciones climatológicas no sean favorables, cuenta con alimentación desde el sistema de suministro de la instalación.

Actualmente existen 39 calentadores, distribuidos de tal manera que cada uno le suministra agua a 4 habitaciones para un promedio de 50 L por habitación.

2.4.1 Cálculo del consumo de agua caliente

El consumo de agua caliente normativo de un hotel se determina por la siguiente expresión:

$$C_A = f \cdot N \cdot C_i + C_x \quad (2.3)$$

donde:

C_A - consumo total de agua caliente (l / h)

$N=144$ número total de habitaciones

$f = 0.7$ cuando el número de habitaciones es mayor o igual a 25 y se denomina coeficiente de simultaneidad.

C_x - Consumo promedio en servicios auxiliares, se toma un 25 % del producto $N \cdot C_i$ (lavandería, cocina y otros)

C_i - Consumo promedio de agua caliente en una habitación (l / h)

El consumo promedio de agua caliente en una habitación se determina por la expresión

$$C_i = 4.17 \cdot n \quad (2.4)$$

Donde 4.17 es el consumo promedio en litros de agua caliente por turista hora, y n representa el número de ocupantes por habitación. Para los cálculos se escoge el valor de $n = 2$

Sustituyendo en las ecuaciones 2.3 y 2.4 se obtiene:

$$C_i = 8.34 \text{ l/h}$$

$$C_x = 300.24 \text{ l/h}$$

$$C_A = 1141 \text{ l/h}$$

Este último valor representa el consumo normativo del Hotel Miraflores en condiciones de máxima ocupación.

Se realizó este cálculo debido a que existen otros hoteles parecidos en Cuba que partiendo de la implementación de calentadores solares han realizado cambios en los sistemas de agua caliente sanitaria y han puesto ha almacenar en tanques especiales con buen aislamiento toda el agua caliente que van produciendo los calentadores. Esta experiencia en el Hotel Las Américas de Santiago de Cuba ha permitido ahorros

sustanciales de energía puesto que evitan que las resistencias de los calentadores solares prácticamente trabajen muy poco y con una pequeña bomba de 1,5 kW impulsan toda el agua caliente convirtiéndole de algún modo en un sistema centralizado.

2.5 Análisis del consumo de GLP

Para el análisis del consumo de GLP en el hotel se debe partir que este gas cuenta con una diversidad de equipos consumidores distribuidos entre la panadería y la cocina de la instalación hotelera, dentro de los que se encuentran: 5 hornos, 1 fogón de 4 hornillas y 1 cámara de 1 Tonelada en la panadería, más 2 fogones de 4 hornillas cada uno en la cocina.

Para un mejor análisis se realizó un estudio histórico del consumo de este portador en el año 2006, examinándose la cantidad de litros comprados en los distintos meses así como los gastos en (CUC) que esto implica (ver anexo 5).

También se ejecutaron una serie de mediciones diarias, para tener una noción del consumo de este portador energético, donde se obtuvo el promedio del consumo semanal, arrojando a los resultados expresados en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Mediciones promedio diarias.

Días	Consumo (L)
Lunes	22,5
Martes	67,5
Miércoles	56,25
Jueves	56,25
Viernes	90
Sábado	45
Domingo	67,5
Promedio	57,871429

A continuación se relaciona un grafico con las mediciones promedio diarias realizadas para una mejor orientación del consumo semanal del portador mencionado.

GLP(Litros)

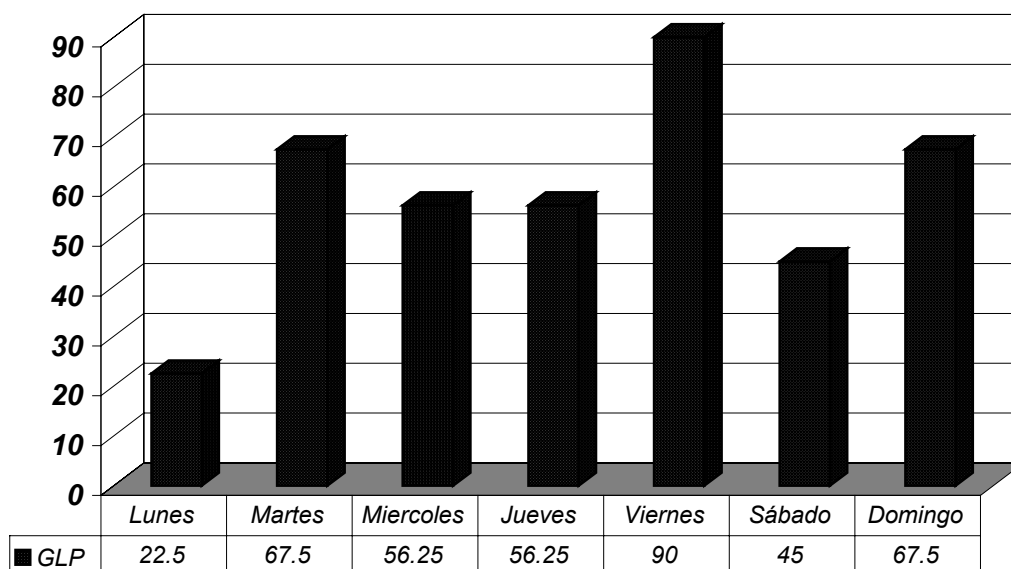


Fig. 2.22 Mediciones promedio diarias.

Para el análisis del gráfico de la figura 2.22 debemos partir de que producto al proceso inversionista que se está realizando en el hotel se han incorporado varios equipos eléctricos en la cocina y esto ha provocado que el consumo diario de GLP no sea regular porque este se utiliza en dependencia de los productos a elaborar en el día.

Como parte de las principales deficiencias encontradas en el estudio de este portador tenemos que no se cuenta con un sistema de ahorro, puesto que las hornillas están encendidas durante todo el tiempo de trabajo, independientemente de que su régimen no sea continuo, además de no tener una idea del consumo en ningún espacio de tiempo, ya que no existe un determinado control del mencionado portador.

Conclusiones

1. Según los gráficos de Pareto se determina que el portador electricidad ocupa el primer lugar con un 90,15% en cuanto a importancia para el ahorro de energía, al igual que en el importe con un 78,77 % y un valor de \$50 127.55 CUC en el año 2006.
2. Los meses de mayor demanda del consumo de energía comprende desde mayo hasta octubre según los datos recogidos para los diferentes años en estudio.
3. No existe correlación entre el índice de consumo y las habitaciones día ocupadas (HDO).

Capítulo III: Valoración Técnico Económica y Plan de Medidas

Introducción

La valoración económica es la parte más importante de todo trabajo donde se propagan soluciones que impliquen nuevas inversiones. Esta es quien nos define con exactitud si el trabajo ha logrado su objetivo según las propuestas de mejora que se empleen en el mismo y se expone el tiempo de recuperación de la inversión, es por esto que en este capítulo la valoración está referida según la propuesta de cambio del transformador de la subestación del hotel, por estar subcargado. Además de proponer un plan de medidas para la disminución del consumo de los diferentes portadores energéticos.

3.1 Comportamiento de los gastos generales de 2006 en el Hotel Miraflores

Para el estudio anual de los gastos en la instalación se realizó un gráfico de Pareto (ver Fig.3.1) con los principales consumidores, apreciando que los mayores gastos van dirigidos a la prestación de los servicios con un importe anual de \$103 334.2. Como se puede observar en la figura, los portadores energéticos y el agua con \$70 132.9 al año alcanzan el tercer lugar en el consumo del hotel representando un 18,4 %. Siendo este el comportamiento de los portadores y al representar la electricidad un 10 % de los gastos anuales del hotel, es cada vez más evidente la necesidad de instalar un Sistema de Gestión Energética para controlar y establecer planes de ahorro de los diferentes portadores, en especial la electricidad por su típico comportamiento dentro de los gastos anuales del hotel.

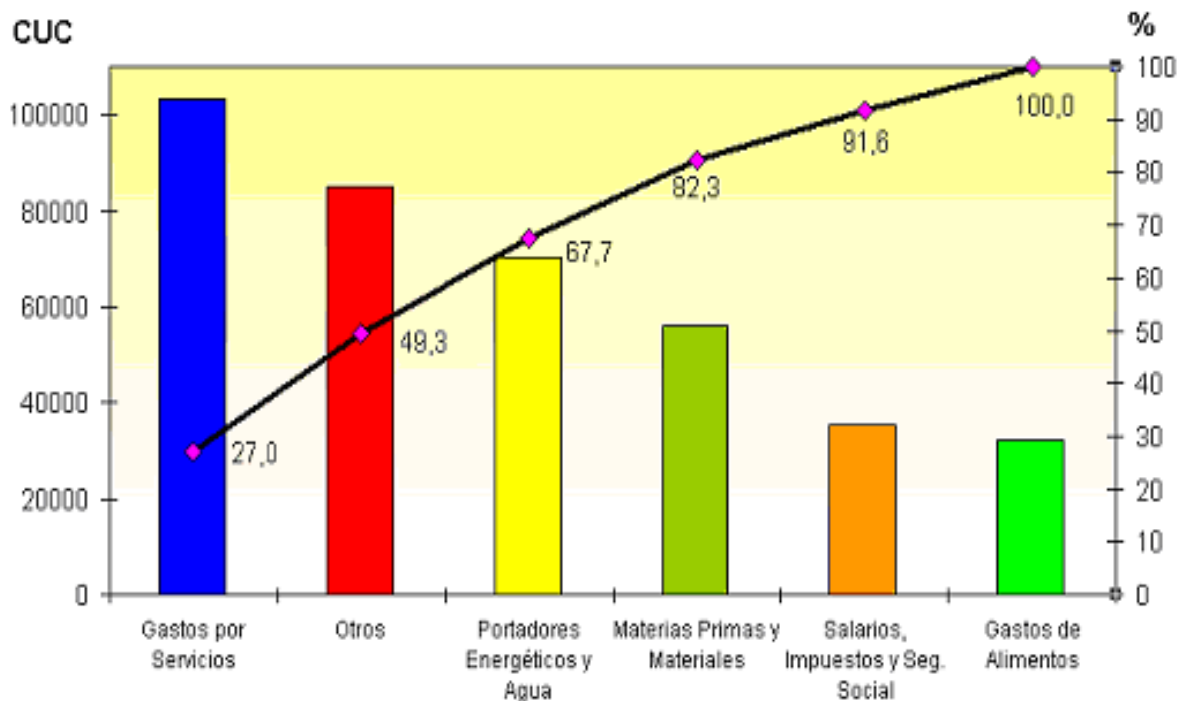


Fig. 3.1 Gráfico de Pareto de los gastos generales de 2006 en el Hotel Miraflores

3.2 Plan de medidas para la situación actual y futura del hotel

Medidas organizativas

1. Eliminar el agua en los registros de electricidad. La cual se acumula por el mal drenaje que existe en el hotel.
2. Iniciar un sistema diario de control de portadores energéticos incluyendo el agua, que permita predecir las tendencias energéticas. Estos controles se llevan en otras cadenas hoteleras y otros hoteles de Islazul y resulta un punto de partida para la toma de decisiones.
3. Contratar un técnico medio en cualquier rama a fin con la energía que controle la información energética de la empresa, que cuente con más fondo de tiempo para controlar y gestionar mediante diferentes acciones la eficiencia energética.
4. Realizar diagnósticos energéticos a las dependencias de la empresa que más incidan en el consumo de los portadores energéticos (Disco La Cima).

Medidas de pequeña inversión

1. Instalar sensores de presencia en las habitaciones para lograr la desconexión automática de las cargas eléctricas en la misma (aire acondicionado, iluminación, TV). Esta medida se sustenta en la climatización que es un punto clave dentro de los consumidores, representando esta aproximadamente un 50% de la carga.
2. Montar un sistema de recirculación del aire (extractores) que permita mejorar la calidad del aire, para disminuir humedad y mejorar los parámetros de confort en la habitación.
3. Realizar compras de torres y mantenimiento de las existentes para la iluminación exterior.

Medidas de gran inversión

1. Sustituir la PGD por equipamiento nuevo que permita asegurar las protecciones requeridas para el sistema. Toda esta inversión está valorada en aproximadamente \$8 000.00 (CUC).
2. Mejorar el sistema de iluminación del hotel. Incorporar luminarias en los puntos de mayor dificultad (área exterior). Montaje de un pequeño sistema automático para el alumbrado que permita garantizar el uso racional de la iluminación. Valorado en aproximadamente \$2 000.00 (CUC).
3. Cambiar el transformador de 750 kVA por uno de 300 kVA, ya que fue el valor obtenido después de estandarizar los resultados del cálculo de la potencia a instalar a la entrada del hotel en el capítulo anterior.

3.3 Valoración técnico económica

A continuación se representa la valoración técnico económica de la propuesta de cambio del transformador mencionada anteriormente, con el fin de demostrar cuanto pueden

reducirse los gastos de la facturación eléctrica si se selecciona correctamente el transformador en la entrada de la instalación.

De igual forma que se realizó el cálculo de las pérdidas para los transformadores de 112 y 750 kVA, se hizo para el de 300 kVA que se propone instalar.

Al realizar el cálculo se obtuvo que las pérdidas del transformador de 300 kVA equivalen a:

$$P_t = 15\,774.36 \text{ kW / año}$$

para un importe de \$1 261.95 CUC.

Al comparar esto con los 21 074.15 kW / año que representan las pérdidas del transformador de 750 kVA, equivalentes a un importe de \$1 685.2 CUC se puede apreciar una diferencia notable entre las pérdidas e importe de ambos transformadores, correspondiente a 5 299,79 kW para un importe de \$424.2 CUC.

Conociendo por vía Internet que los precios de los transformadores son \$ 8 500 USD para el de 750 kVA y \$5 425.247 para el de 300 kVA, al realizarse el cambio se ahorrarían \$424.2 CUC anualmente, disminuyéndose las pérdidas por transformación en un 0.25 %, si se divide el costo del transformador entre el ahorro anual se obtiene que la inversión se amortiza aproximadamente en un período de 13 años.

Valorando el precio del transformador de 750 kVA y su corto tiempo de explotación, pudiera venderse a un precio no muy inferior al valor original y de esta forma disminuir el tiempo de amortización de la inversión.

Conclusiones

1. Los portadores energéticos y el agua con \$ 70 132.9 al año alcanzan el tercer lugar en el consumo del hotel representando un 18,4 % para el año 2006.
2. Para disminuir las pérdidas por transformación se debe cambiar el transformador de 750 kVA por uno de 300 kVA.

Conclusiones generales

Cumplidos los objetivos planteados en el presente trabajo se concluyó que:

1. Los portadores energéticos y el agua representan un 18.4 % del consumo anual de la instalación con un importe de \$ 70 132,9 (CUC). Donde la electricidad equivale a un 10 % del total de gastos en el año 2006.
2. Existe un 13.1 % del consumo energético en el hotel perteneciente a las instalaciones extrahoteleras.
3. Las pérdidas por transformación superan un 25 % a las que deben ir por tener instalado en el hotel un transformador de 750 kVA el cual trabaja en un régimen muy subcargado.
4. No existe correlación entre el consumo de energía y las habitaciones día ocupadas (HDO).
5. El 40 % del Sistema de Suministro necesita una reparación capital.
6. El sistema de iluminación presenta serios problemas con la intensidad luminosa en los diferentes locales y áreas, comportándose de la siguiente manera, 11 locales excedidos en niveles de iluminación, 1 que cumple y 44 entre locales y áreas que su intensidad luminosa es inferior a los valores fijados por las normas.

Recomendaciones

1. Utilizar este trabajo como base, para la futura instalación de un Sistema de Gestión Energética en el Hotel Miraflores.
2. Como en este trabajo se analizaron los portadores hasta abril de 2007 se recomienda continuarlo hasta diciembre para que se tenga una mejor base del comportamiento anual de los diferentes portadores.
3. Iniciar un control diario de todos los portadores, en especial GLP y petróleo por no contar con una información histórica detallada y el desconocimiento de su comportamiento diario.

Bibliografía

1. FEODOROV; RODRIGUEZ LÓPEZ, EDUARDO. *Suministro eléctrico de empresas industriales*. La Habana Pueblo y Educación, 1982.
2. GONZALEZ JORDAN, R.; *Ahorro de energía en Cuba*. La Habana: Editorial científico –técnica, 1986.
3. REDONDO QUINTERO, F.; GARCIA ARÉVALO, J. M; N. REDONDO MELCHOR.; *Desequilibrio y pérdidas en instalaciones eléctricas*. [En línea] [2003-01-09].
4. NC 45-7:1999. *Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas*: Parte 7: Requisitos de electroenergética.
5. NC 45-8: 1999. *Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas*: Parte 8: Instrumentación y Automatización, Corrientes Débiles.
6. Grupo de Eficiencia Energética de Moa (UEM), Informes de los Diagnósticos Energéticos realizados a hoteles del polo turístico de Holguín.
7. Sitio Web <http://www.islazul.cu>
8. Sitio Web <http://www.energuia.com>.
9. Sitio Web <http://www.mercadolibre.mx>

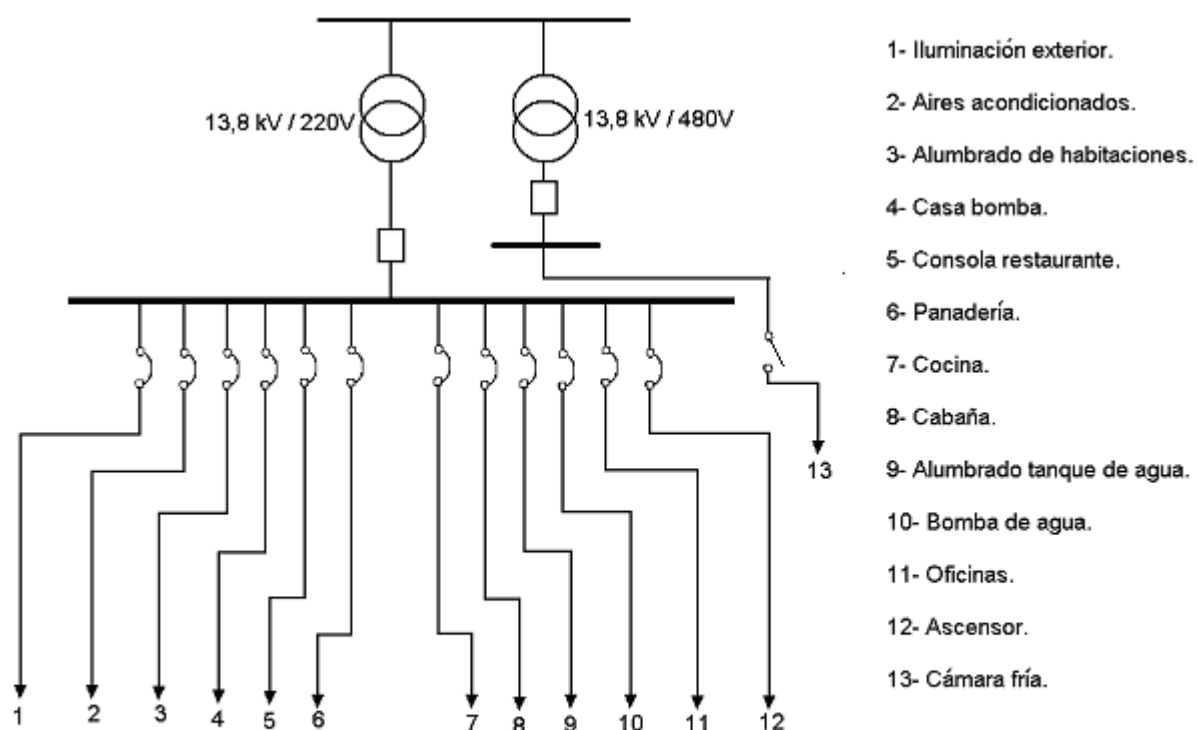
Anexo1

Consumo histórico del hotel Miraflores y sus instalaciones extrahoteleras.

	Miraflores	Disco	Kiosko IA 0100(F. Pais)	Kiosko Moa Centro	Kiosko IA 0071 (F. Pais)	Kiosko IA 0625	Kiosko IA 0765	Kiosko Sagua de T.	Total (MWh)	IC total
ene-04	29,263	3,096		0,365	0,062	0,574	0,456		33,816	24,629279
feb-04	27,500		0,002	0,549	0,164	0,17	0,58		28,968	21,8626415
mar-04	27,751	4,894	0,009	0,348	0,009	0,747	0,41		34,168	24,6167147
abr-04	29,424	4,554		0,258		1,101	0,3		35,637	28,3282989
may-04	28,266	5,292		0,36		0	0,39		34,308	24,401138
jun-04	32,309	3,882		0,243		0,330	0,428		37,192	30,3113284
jul-04	34,233	6,411		0,317		0,516	0,406		41,883	32,2673344
ago-04	37,921	7,409		0,1		0,294	0,392		46,116	33,1531272
sep-04	35,355	8,77		0,00		0,264	0,475		44,864	35,6063492
oct-04	24,099	6,204		0,00		0,451	0,528		31,282	12,4282876
nov-04	30,400	4,168				0,509	0,437		35,514	25,1515581
dic-04	29,710	2,183				0,593	0,527		33,013	21,5630307
ene-05	29,424	2,184				0,485	0,43		32,523	22,1848568
feb-05	25,737	2,722				0,357	0,23		29,047	18,1884784
mar-05	24,672	2,314				0,191	0,147		27,324	15,525
abr-05	28,302	2,858				0,206	0,239		31,605	20,377176
may-05	28,587	2,676				0,200	0,236		31,699	18,6904481
jun-05	29,744	3,179				0,292	0,242		33,457	20,871491
jul-05	27,144	2,994				0,275	0,235		30,648	18,5408348
ago-05	26,057	2,496				0,198	0,198	0,696	29,645	17,2655795
sep-05	31,347	4,896				0,289	0,194	0,237	36,963	29,3357143
oct-05	30,991	3,597				0,275	0	0,218	35,081	25,587892
nov-05	29,424	2,632				0,258	0	0,162	32,476	14,1569311
dic-05	27,465	3,457				0,257	0	0,175	31,354	15,9887812
ene-06	26,610	2,588		0,250				0,162	29,61	17,8373494
feb-06	24,788	1,745		0,248				0,206	26,987	18,9117029
mar-06	23,303	1,699		0,243				0,161	25,406	15,3048193
abr-06	28,063	1,789		0,241				0,169	30,262	21,5541311
may-06	27,551	2,991		0,273				0,208	31,023	20,0019342
jun-06	31,494	0,398		0,292				0,222	32,406	20,2158453
jul-06	38,395	1,963		0,342				0,253	40,953	28,0884774
ago-06	46,666	3,226		0,340				0,275	50,507	31,566875
sep-06	48,143	9,048		0,296				0,284	57,771	31,4314472
oct-06	41,026	9,047		0,012					50,085	23,6361491
nov-06	43,515	9,385							52,9	24,7080803
dic-06	36,239	8,739							44,978	18,4562987
ene-07	28,697	4,995							33,692	14,8553792
feb-07	28,206	4,798							33,004	14,6424135
mar-07	29,982	4,260							34,242	12,0358524
abr-07	36,575	5,094							41,669	15,1029358

Anexo 2

Monolinial del sistema de suministro eléctrico.



Anexo 3**Levantamiento de cargas instaladas**

Local	Cargas	Cantidad	Tensión Linea(V)	Corriente (A)	cosφ	Potencia (W)	Potencia Total (W)
Lavandería	plancha	2	127			3000	6000
Lavandería	Secadora	3	220	28	0,9	5544	16632
Lavandería	Lavadora	1	110			2500	2500
Lavandería	Lámpara 11	6	110			11	66
Enfermería	Aire acond...	1				1210	1210
Enfermería	Lámpara 11	4	110			11	44
Cabina de audio	Lámpara 11	1	110			11	11
Gimnasio	Banda	1	110			1320	1320
Gimnasio	Lámpara 11	8	110			11	88
Pasillos de oficina	Lámpara 11	4	110			11	44
Almacén	Lámpara 20	9	110			20	180
Almacén	Lámpara 40	1				40	40
Almacén	Aire acond...	1				1210	1210
Almacén	PC	1				350	350
Almacén	Cámara refri 1	1	220	6,4	0,75	1056	1056
Almacén	Cámara refri 2	1	220	7,4	0,75	1221	1221
Almacén	Cámara refri 3	1	220	10,1	0,75	1667	1666,5
Carnicería	Lámpara 20	2	110			20	40
Carnicería	Lámpara 40	1				40	40
Carnicería	Aire acond...	1				1210	1210
Carnicería	Lasqueadora	1				180	180
Caja central de finan	Aire acond...	1				1210	1210
Caja central de finan	Lámpara 40	3				40	120
Caja central de finan	Juguera	1				1000	1000
Caja central de finan	Lasqueadora	1				180	180
Cabaña Total	Lámpara 11	224	110			11	2464
Cabaña Total	Lámpara 20	28	110			20	560
Cabaña Total	Mini bar.	28	127	0,84	0,85	91	2539
Cabaña Total	TV	28	110			85	2380
Cabaña Total	Aire acond...	28				1210	33880
Bar. Lobby	Lámpara 11	8	110			11	88
Bar. Lobby	Lámpara 20	5	110			20	100
Bar. Lobby	Lámpara 40	1				40	40
Bar. Lobby	eplic	1				7032	7032
Bar. Lobby	Fabrica. Hielo	1				1758	1758
Bar. Lobby	Cafetera	1	110			2500	2500
Restaurante	Lámpara 11	23	110			11	253
Restaurante	Lámpara 20	4	110			20	80
Restaurante	Consola	2	127	15,8	0,8	1605	3211
Restaurante	Tifandri	4				1100	4400

Cocina	Lámpara 20	6	110			20	120
Cocina	Lámpara 40	4				40	160
Cocina	Nevera	2				1758	3516
Cocina	Refrigerador	2				1758	3516
Cocina	Mini bar.	1	127	0,84	0,85	91	91
Cocina	Lasqueadora	1				180	180
Cocina	Nevera	1				1758	1758
Cocina	mesa caliente	1				1500	1500
Cocina	Freidora	1	127	289	0,8	29362	29362
Cocina	Plancha	1	127	289	0,8	29362	29362
Cocina	Campana 5,5	1	110			5500	5500
Cocina	Campana 10	1	110			10000	10000
Cocina	PC	1				350	350
Cocina	Hornos Elec.	3				22100	66300
Cocina	Aire acond...	3				1210	3630
Cocina	tostadora	1				2000	2000
Cocina	Lámpara 11	4	110			11	44
Sala de juego	Lámpara 11	12	110			11	132
Sala de juego	eplic	1				10548	10548
Sala de juego	TV	2	110			85	170
Motores	motor Ascensor almac					3500	3500
Motores	motor Piscina	1				1800	1800
Motores	motor Cisterna	1				3000	3000
Habitación Total	Lámpara 11	384	110			11	4224
Habitación Total	TV	64	110			85	5440
Habitación Total	Aire acond...	64				1210	77440
Habitación Total	Mini bar.	64	127	0,84	0,85	91	5803
Oficina de servicio	Aire acond...	1				1210	1210
Oficina de servicio	Lámpara 40	4				40	160
Salón de reuniones	Lámpara 40	16				40	640
Cubacel	Lámpara 40	8				40	320
Cubacel	Aire acond...	1				1210	1210
Cubacel	PC	1				350	350
Cubacel	Fotocopiadora	1	110	9,8	0,9	970,2	970
Cubacel	Impresora	1	110	2	0,9	198	198
Cubacel	Mini bar.	1	127	0,84	0,85	91	91
Cubacar	Aire acond...	1				1210	1210
Cubacar	Lámpara 40	8				40	320
Baño segundo lobby	Lámpara 11	2	110			11	22
Pasillo central 1	Lámpara 11	34	110			11	374
Bar. piscina	Lámpara 11	14	110			11	154
Bar. piscina	Nevera	2	127	7,5	0,8	762	1524

Baño de piscina	Lámpara 11	4	110			11	44
Pasillo de cabañas	Lámpara 11	30	110			11	330
Pasillo de habitación	Lámpara 11	64	110			11	704
Pasillo del comedor	Lámpara 11	11	110			11	121
Carpeta	Lámpara 20	7	110			20	140
Carpeta	PC	2				350	700
Carpeta	Aire acond...	1				1210	1210
Carpeta	Pock	1				100	100
Baños del 1er lobby	Lámpara 11	2	110			11	22
1er lobby carpeta	Lámpara 11	29	110			11	319
Tienda	Consola	2				10548	21096
Tienda	Lámpara 11	18	110			11	198
Tienda	Lámpara 20	1				20	20
Tienda	Lámpara 40	1				40	40
Oficina del informático	Aire acond...	1				1210	1210
Oficina del informático	Lámpara 40	1				40	40
ServiCafe	PC	4				350	1400
Oficina del informático	PC	1				350	350
Oficina del director	PC	1				350	350
Oficina del director	Lámpara 40	1				40	40
Oficina del director	TV	1	110			85	85
Oficina del director	Aire acond...	1				1210	1210
Ofic. Economía Princ.	PC	6				350	2100
Ofic. Economía Princ.	Lámpara 40	4				40	160
Dto. de economía	Lámpara 40	4				40	160
Ofic. J. de protección	Aire acond...	1				1210	1210
Ofic. J. de protección	Lámpara 40	1				40	40
Ofic. Recursos Huma	Aire acond...	1				1210	1210
Ofic. Recursos Huma	PC	1				350	350
Ofic. Recursos Huma	Lámpara 20	4	110			20	80
Alumbrado Exterior	Alumbrado Exterior						2618

Anexo 4**Mediciones de luminancia**

Locales	Valores normados (Lux)	Nivel de Iluminación (Lux)
Oficina Carpeta	300	41
Oficina Economía	300	775
Oficina Director Económico	300	174
Oficina Recursos Humanos	300	85
Cocina	100/300	116
Oficina de Servicio	300	990
Oficina de Transtur	300	990
Oficina de Cubacel	300	990
Oficina de Servicafe	300	990
Salón de reuniones	300	990
Oficina del director	300	775
Recibidor del Director	100	79
Ama de llaves	300	35
Tienda	300	30
Pasillo del Almacén	50	34
Oficina del almacén	300	66
Carnicería	300	110
Baño de carpeta	100/300	42
Oficina del técnico informático	300	138
Carpeta	300	110
Acceso de huéspedes	150	
Lobby de carpeta	100	9
Pasillos de Oficina de servicio	50/100	20
Lobby 2da planta	100	2
Lobby 1er piso Hab	100	10
Lobby 2do piso Hab	100	4
Lobby 3er piso Hab	100	7
Lobby 4to piso Hab	100	4
Escaleras de habitación	75/100	1
Pasillo de habitaciones 1ro piso	50/100	4
Pasillo de habitaciones 2do piso	50/100	4

Locales	Valores normados (Lux)	Nivel de Iluminación (Lux)
Pasillo de habitaciones 3er piso	50/100	4
Pasillos de habitación 4to	50/100	3
Lobby cabañas 1-12	100	9
Pasillo de cabañas 1-12	50/100	3
Lobby cabañas 13-28	100	5
Pasillo de cabañas 13-28	50/100	3
Gimnasio	30/200	4
Pasillo de 1er piso	50/100	13
Sala de recreación	250	18
Piscina	100/300	5
Bar. piscina	300	55
Pasillo bar.-Piscina	50/100	14
Sala de juegos	30/200	56
Cancha de basketball	200	267
Lobby-bar.	75/150	54
Restaurante	100/200	22
Baño 2do piso restaurante	100/300	4
Pasillo del restaurante	50/100	7
Estacionamientos	50	23
Habitación		
Cama	75	9
Baño	100	50
Espejo	200	300
Cabaña		
Baño	100	44
Lámpara de noche (cama)	75	28

Anexo 5**Consumo de GLP en el año 2006**

Fecha	Consumo (L)	GLP 45KG	Importe(CUC)	Pr. Unitario
10-Feb	1300		637.35	0.92
08-Mar	1330		671.25	0.92
21-Abr	1291		686.68	0.91
15-May	1338		657.37	0.91
25-May	1615		758.66	0.91
22-Jun	1416		657.81	0.91
26-Jun		2	95.66	47.88
11-Jul		4	191.52	47.88
13-Jul	2800		1627	0.95
02-Ago	1265		735.47	0.95
24-Ago	3451		2006.41	0.95
04-Oct	980		569.77	0.95
25-Oct	3000		1459.8	0.95
Totales	19786		10755	

Anexo 6**Pérdidas promedios en transformadores trifásicos**

KVA	P.CU	PFE
25	0.553	0.230
37,5	0.718	0.259
40	0.860	0.263
50	1.125	0.268
63	1.170	0.285
75	1.306	0.443
100	1.771	0.468
150	2.218	0.813
200	2.738	1.143
300	4.206	1.349
400	5.803	1.457
500	6.883	1.484
630	7.736	1.531
750	9.925	2.237
800	10.340	2.300
1000	11.115	2.594
1250	15.520	2.705
1600	16.587	3.174
2000	23.950	3.649
2500	23.100	5.175
3200	37.000	11.500
10000	65.000	14.500
25000	120.000	27.000

Anexo 7

Mediciones realizadas en los equipos de mayor consumo

Cargas	Horario de trabajo	Tiempo de trabajo	Tensión(V)	Corriente(A)	Potencia(kW)
Casa de bomba	Una vez al día	6 horas máx	208	39,3	6,95
Consola restaurant	5:00am-12pm	19 horas	208	15,8	2,79
Iluminación Exterior	7:00pm-7:00am	12 horas	208	14	2,48
Iluminación de un pasillo	7:00pm-7:00am	12 horas	120	0,5	0,05
Bomba de agua	Cualquiera	según cap.	208	33,2	5,87
Consolas del almacen					
1-	Día completo	4h on-35min off	208	10,1	1,79
2-	Día completo	4h on-35min off	208	7,4	1,31
3-	Día completo	4h on-35min off	208	6,5	1,15

Datos Nominales	P(Hp)	Q(l/min)	Hmáx(m)	Hmin(m)
Casa bomba	20	700/2400	40,6	29,8
Bomba de agua	22,5	1200/3750	37,9	22,9

Anexo 8**Mediciones del nodo principal tomadas del PQM**

Horas	Power: P3	Power: Q3	Power: S3
0-1	(kW)	(kvar)	(KVA)
1-2	54,85	9,10	55,61
2-3	47,34	9,13	48,23
3-4	51,83	9,28	52,69
4-5	62,37	12,11	63,54
5-6	62,60	11,70	63,73
6-7	80,15	11,99	81,04
7-8	77,00	13,22	78,25
8-9	81,63	16,67	83,42
9-10	89,00	16,76	90,59
10-11	112,36	16,64	113,59
11-12	110,82	18,60	112,38
12-13	119,58	17,32	120,83
13-14	115,98	16,58	117,16
14-15	116,28	17,60	117,60
15-16	111,01	15,02	112,04
16-17	105,63	13,11	106,45
17-18	82,97	9,40	83,51
18-19	82,84	10,60	83,53
19-20	93,16	11,19	93,84
20-21	94,51	13,37	95,45
21-22	84,66	12,90	85,64
22-23	115,98	16,58	117,16

Anexo 8

Horas	Voltage: Van	Voltage: Vbn	Voltage: Vcn
0-1	(V)	(V)	(V)
1-2	122,06	122,81	124,00
2-3	122,81	123,63	124,31
3-4	123,25	124,06	125,00
4-5	123,00	124,00	125,00
5-6	123,19	123,94	125,13
6-7	121,75	122,25	123,63
7-8	123,25	123,25	124,63
8-9	123,06	122,81	124,19
9-10	121,44	121,38	122,50
10-11	122,50	122,25	123,38
11-12	121,38	120,75	121,81
12-13	120,94	120,50	121,50
13-14	122,50	121,50	122,94
14-15	117,06	117,94	120,00
15-16	118,50	120,00	121,88
16-17	120,94	122,06	123,63
17-18	122,63	122,88	124,88
18-19	123,69	123,31	125,69
19-20	121,44	121,13	123,19
20-21	121,56	121,88	123,38
21-22	119,63	119,50	121,19
22-23	122,50	121,50	122,94

Anexo 8

Horas	Current: Ia	Current: Ib	Current: Ic	Current: In
0-1	(A)	(A)	(A)	(A)
1-2	137,13	162,25	151,31	39,94
2-3	107,19	139,38	142,81	32,38
3-4	127,88	148,44	147,50	31,75
4-5	164,50	174,94	172,81	29,31
5-6	155,88	181,63	166,63	37,06
6-7	201,53	201,53	201,53	201,53
7-8	215,75	263,75	233,94	34,63
8-9	271,97	322,62	295,74	35,53
9-10	292,81	353,69	334,88	32,81
10-11	296,31	367,13	322,69	38,31
11-12	305,44	360,56	295,75	37,31
12-13	310,56	360,94	311,69	30,56
13-14	287,31	332,31	290,50	28,75
14-15	224,63	266,94	219,81	27,44
15-16	213,25	258,13	187,81	30,25
16-17	236,81	280,69	225,50	41,88
17-18	242,25	293,25	258,69	53,94
18-19	221,25	275,19	232,94	59,63
19-20	194,06	260,00	206,06	58,31
20-21	155,44	196,88	156,19	51,00
21-22	154,13	195,25	156,63	50,88
22-23	224,63	266,94	219,81	27,44

Anexo 9

Depósito de GLP



Anexo 10

Registros de entrada a la PGD llenos de agua



Anexo 11

Pizarra General de Distribución



Interruptor Principal

