

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
CEEMA Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente.



Trabajo de Diploma.

Título:

Propuesta de un Sistema de Monitoreo y Control Energético en el hotel “Punta la Cueva” perteneciente a la cadena ISLAZUL de la provincia de Cienfuegos.

Autor:

Mario José Jauriga Yanes.

Tutores:

Dr. José P Monteagudo Yanes.

Ing. Marcos Consuegra Urquiza.

Cienfuegos Curso 2008 – 2009.

Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución.

Aval de los tutores



Facultad de Ingeniería Mecánica.

Por este medio certificamos que:

El Trabajo de Diploma:

Título: “Propuesta de un Sistema de Monitoreo y Control Energético en el Hotel “Punta la Cueva” perteneciente a la cadena IZLAZUL de la provincia de Cienfuegos”.

Del Autor:

Mario José Jauriga Yanes.

Cumple con los requisitos necesarios para ser defendido en la fecha propuesta, pues consta de un gran nivel técnico y presenta una estructura, redacción y ortografía adecuadas.

Dr. José P. Monteagudo Yanes.
Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente.

Declaración de autoridad.



Facultad de Ingeniería Mecánica.

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Mecánica; autorizando a que el mismo sea utilizado para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total, y además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esa envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico – Técnica

Firma

Firma de Vicedecano

Firma de Tutor

Sistema de Documentación de Proyectos

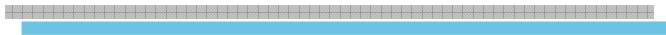
Pensamiento.



Largo es el camino de la enseñanza por medio de teorías; breve y eficaz por medio de ejemplos.

Séneca

Dedicatoria.



Dedicatoria.

Dedico este trabajo de diploma:

*A mis padres **Lourdes y Mario**: por haber formado el ser que soy, por brindarme siempre su incondicional amor, apoyo y comprensión en la realización de este sueño.*

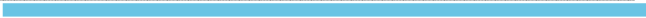
*A mi hermana **Yudmila**: por haber estado a mi lado en cada una de las etapas de mi vida*

*A mi novia **Yadira**: por sus consejos y su amor durante todo este tiempo.*

*A mis suegros **Marianela y O. Veloso**: por haber creado a una persona tan especial para mí como Yadira.*

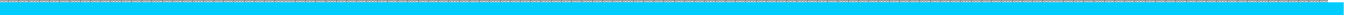
A mis amistades y amigos: por haber estado a mi lado y confiado en mí.

Agradecimiento.







Agradecimientos.

Es difícil agradecer a tantas personas la realización de este trabajo puesto que hubo muchas que influyeron en ello, pero no se puede dejar de nombrar a:

- *Mis familiares y amigos por estar siempre presente.*
- *Mis tutores el Dr. José P. Monteagudo Yanes y Marcos Consuegra por transmitirme incondicional y amablemente todos sus conocimientos.*
- *Los profesores que me ayudaron en la elaboración de dicho trabajo.*
- *Los trabajadores del Hotel “Punta la Cueva” por haberme brindado un pedacito de su tiempo y dedicación.*
- *Todas aquellas personas, si alguna vez existieron, que pensaron que no podía llegar hasta aquí porque en ellas me inspiraba para seguir adelante.*

Los que no mencione que me disculpen y que piensen que solo fue un descuido mental pero que le estoy profundamente agradecido.

Resumen.

Resumen.

El mal uso de la energía es uno de los principales problemas que afronta la humanidad ya que esta se obtiene en su mayor parte mediante combustibles fósiles y estos a su vez son altamente contaminantes y presentan un elevado precio en el mercado internacional como es el caso del petróleo, debido a estas causas el Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos (CEEMA) en coordinación con el Hotel “Punta la Cueva” elaboró el siguiente trabajo en el cual se analiza la situación actual en el cual se encuentra el mundo en el tema de la energía y las fuentes renovables, se analiza la eficiencia energética y dentro de esta la gestión energética y el Sistema de Monitoreo y Control Energético en hoteles así como la crítica al indicador energético vigente en los hoteles. En el capítulo dos se realiza la caracterización energética del hotel “Punta la Cueva” determinando los gastos de los portadores con respecto a los gastos totales y cuál de estos portadores es el más consumidor, luego se analiza el indicador energético kWh/HDO y se trata de mejorar introduciéndole factores que afectan el consumo obteniendo resultados muy interesantes y transformando el indicador existente en un indicador llamado kWh/HDOeq. En un último capítulo se propone un Sistema de Monitoreo y Control Energético para este hotel en particular y las herramientas que se utilizan para la elaboración del mismo.

Índice.

Índice

Índice

Índice

Índice.

Introducción.....	1
Capítulo I: Estado del Arte. Fundamentación del Problema Científico.	3
1.1. Panorama energético global.....	3
1.2. Desarrollo energético sostenible.	5
1.3. Eficiencia energética.	7
1.3.1. Evaluación del nivel de eficiencia energética.....	7
1.3.2. Impacto de un adecuado nivel de Eficiencia Energética.	8
1.3.3. Ventajas que proporciona una mejor eficiencia energética.	8
1.4. Gestión energética.....	9
1.4.1. Errores que se cometen en la Gestión Energética.....	10
1.4.2. Auditoria energética.....	11
1.4.2.1 Actividades de un Diagnostico o Auditoria Energética.....	13
1.5. Monitoreo y control energético.	13
1.5.1. Necesidad del Control.	14
1.5.2. Procedimiento para Organizar un Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE).	15
1.6 Indicadores.....	16
1.7. Análisis crítico del indicador kWh/HDO.....	17
1.8. Conclusiones parciales.....	19
Capítulo II: Caracterización Energética y desarrollo de la prueba de necesidad para el hotel “Punta la Cueva”.....	20
2.1. Caracterización energética del hotel.....	20
2.1.1. Estructuras de consumos y gastos en portadores energéticos y agua.....	21
2.1.2. Distribución de los gastos por portador energético.	25
2.1.3. Comportamiento del consumo de electricidad en el Hotel “Punta la Cueva”.....	27
2.1.4. Gráfico de comportamiento del consumo y producción en el tiempo. ...	30
2.1.5. Gráfico de consumo de energía vs producción (HDO).	33
2.2. Estudio para la mejora del índice KWh/HDO.....	34

<i>CEEMA. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente.</i>	<i>Índice.</i>
2.2.1 Factor de Carga.	35
2.2.2 Factor de Temperatura.	36
2.2.3 Factor de Servicio.	41
2.2.4 Obtención de la HDOeq.	43
2.2.5 Análisis del Índice de Consumo.	45
2.2.6 Comportamiento de la tendencia del hotel en cuanto al consumo de energía eléctrica (CUSUM).	48
2.3 Conclusiones parciales.	50
Capítulo III: Metodologías para el Cálculo y Propuesta de un Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE) para el hotel “Punta la Cueva”.	51
3.1. Etapas que componen un Sistema de Monitoreo y Control Energético.	51
3.1.1. Fase de información.	51
3.1.2. Fase de control.	53
3.1.3. Fase de mejora o mejoramiento.	56
3.2. Propuesta del Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE).	57
3.2.1. Informaciones fundamentales y como se procesan.	57
3.2.1.1 Consumo de la energía eléctrica y Habitaciones Días Ocupadas (HDO).	58
3.2.1.2 Ocupación de las Suites.	59
3.2.1.3 Temperaturas Máximas y Mínimas.	60
3.2.1.4 Alquiler de la Sala de Fiesta, horas de trabajo de la Tienda y Oficinas.	62
3.2.2 Resultados que brinda el SMCE.	63
3.3 Conclusiones Parciales.	68
Conclusiones Generales.	69
Recomendaciones.	70
Referencias Bibliográficas.	
Bibliografía.	
Anexos.	

Introducción.

Introducción.

La energía es uno de los factores principales para la actividad humana, el progreso social y el desarrollo económico. Los diferentes períodos de la evolución han estado caracterizados por el dominio del hombre sobre la energía.

La energética actual aún depende de la utilización de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural); estos son agotables, contaminantes y están concentrados en pocas regiones del planeta. A lo largo de los años la humanidad ha contemplado las muertes ocasionadas por guerras devastadoras cuyo único fin ha sido la redistribución de las riquezas energéticas. Ello ha disparado los precios y todos los sectores productivos y de servicios toman medidas para reducir o hacer más eficiente los consumos energéticos.

El sector hotelero de los países con alto desarrollo se inclina por el uso de tecnologías de bajo consumo y alta eficiencia, lo cual requiere una mayor inversión inicial. Nuestro país, adopta esta línea, siempre que el monto de las inversiones lo permita, pero trabaja además en mejorar los métodos de administración de energía.

El trabajo se desarrolla en el hotel “Punta la Cueva” ubicado en la ciudad de Cienfuegos perteneciente a la cadena ISLAZUL, la cual busca implantar un sistema de monitoreo y control con un por ciento de eficiencia más grande que el que el actual mediante la introducción de algunos factores en el indicador principal que caracteriza el consumo de la energía (kWh/HDO).

Problema Científico:

El sistema de monitoreo y control actual de la cadena ISLAZUL se efectúa a partir de indicadores que presentan una baja correlación entre el consumo y la variable. Ello no permite una adecuada administración de los recursos energéticos.

Hipótesis:

La puesta en marcha de sistema de monitoreo y control acorde a las exigencias del hotel y con indicadores energéticos que presenten una alta correlación, debe permitir un efectivo control energético y la toma de decisiones con un elevado nivel de confiabilidad.

Objetivos generales:

Elaborar y poner en funcionamiento un sistema de monitoreo y control energético con indicadores que presenten una alta correlación que posibiliten toma de decisiones de alta efectividad.

Objetivos específicos:

1. Estudiar el estado actual de la energía en el mundo y caracterizar el uso eficiente de la energía y los indicadores energéticos principalmente en instalaciones hoteleras.
2. Realizar la caracterización energética del hotel para los años 2007, 2008 y los meses de enero a marzo del 2009. Comprobar la validez de los indicadores energéticos actuales y proponer, de ser necesario, nuevos indicadores.
3. Proponer un nuevo sistema de monitoreo y control energético para el hotel con frecuencia de análisis diario y realizar prueba de funcionamiento del mismo.

Capítulo I.



Capítulo I: Estado del Arte. Fundamentación del Problema Científico.

1.1. Panorama energético global.

La energía es fundamental para la vida. Los alimentos son una fuente de energía necesaria para realizar las actividades físicas cotidianas (caminar, movernos, etc.) y para mantener la temperatura del cuerpo. El hombre en el principio tuvo la necesidad de evolucionar, con el paso del tiempo tuvo iniciativa de pensar en cómo desarrollarse en pos de sus comodidades, marcando desde entonces pautas sociales. Siempre teniendo como base la naturaleza y extrayendo de ella todo aquello que le sirviese. En el comienzo no tenía la necesidad de estudios medioambientales puesto que su contaminación era mínima, esta si la comparamos con los índices de contaminación actual es prácticamente nula. Hoy teniendo plena conciencia de los agotamientos de los recursos naturales y a pesar de esto, la sociedad de consumo de los países desarrollados declina sobre su conciencia la destrucción del medio ambiente pues según la AIE (Agencia Internacional de la Energía) (1) los países desarrollados presentan un consumo de energía mucho más elevado que los países pobres. A continuación se muestra una figura que representa el consumo mundial de energía por habitantes.

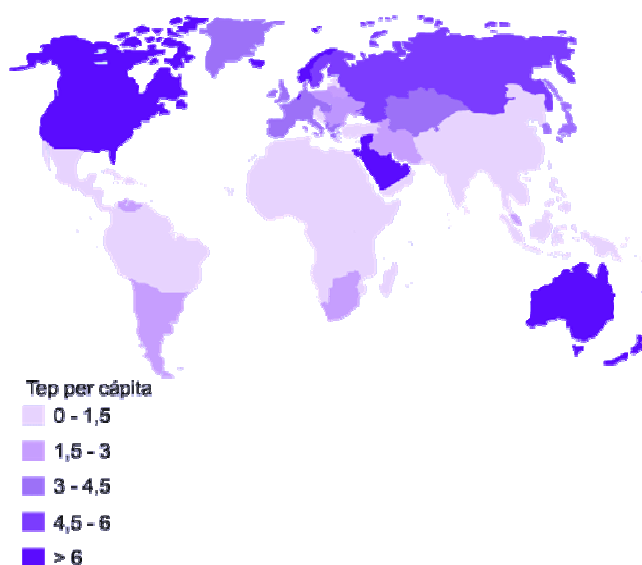


Fig. 1.1. Consumo de energía per cápita en el mundo (toneladas equivalentes de petróleo).

CEEMA. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente.

Capítulo I.

Se calcula que cada habitante del planeta consume 2 kW térmicos como promedio. Sin embargo, esta cantidad no está repartida por igual: mientras en los países desarrollados se consumen unos 10 kW, en los países menos desarrollados se consume sólo 1 kW por habitante. Y es que la utilización de energía está íntimamente ligada al nivel de industrialización de un país. Así, por ejemplo, Europa utiliza treinta veces más energía que un país en vías de desarrollo, y los Estados Unidos, cuarenta veces más. Según datos recientes, de toda la energía consumida en el mundo, el 85% proviene de quemar combustibles fósiles. Es decir, la mayor parte de la energía consumida es mayoritariamente energía no renovable a corto plazo: se agota a medida que se utiliza.

“Además, el consumo mundial de energía aumenta un 2% anual como valor medio, y en algunos países emergentes, este crecimiento supera el 6%. Este creciente y aparentemente imparable aumento del consumo se hace patente con la explotación de recursos fósiles del planeta. Nunca se habían explotado los recursos naturales a un ritmo tan intensivo y extensivo como ahora” según el consumo los recursos energéticos a nivel mundial (2).

La constatación de este fenómeno histórico ha hecho nacer los temores sobre el agotamiento de los recursos naturales, y el mundo científico ha alertado sobre alguna de las consecuencias de las actuaciones del ser humano sobre el medio ambiente, muchas relacionadas directamente con el elevado consumo de energía de la sociedad moderna.

Debido a esto es necesario implantar un desarrollo energético sostenible con el fin de reducir las emisiones de gases invernaderos, la contaminación del medio ambiente y lograr utilizar en mayor medida otras fuentes de energía como la eólica, la hidráulica, la solar entre otras, que no ocasionan daños al medio ambiente o por lo menos lo hacen en una magnitud muy inferior a las fuentes de energía no renovables utilizadas porque estas presentan un período de renovación de miles de años mientras que las energías renovables tienen una capacidad de renuevo de días y semanas. Para poder comprender esto primero se tiene que tomar conciencia en el mundo y ver que la

destrucción del mundo es evidente si seguimos utilizando los recursos naturales tan ineficiente e indiscriminadamente.

1.2. Desarrollo energético sostenible.

De acuerdo con la definición tradicional, el desarrollo sostenible es un tipo de desarrollo que responde a las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de responder a las suyas, lo que significa, en otras palabras, procurar que el crecimiento energético actual no ponga en riesgo las posibilidades de crecimiento de las generaciones futuras, es lograr equilibrio en el medio ambiente que nos rodea.

Hasta el principio de la década de los setenta la energía tenía un eco muy escaso en la opinión pública. Los ciudadanos apenas nos preguntábamos, si la energía era un recurso caro o barato, si en algún momento se podría producir una crisis de suministro o si la producción y transporte de energía conllevaba algún problema medioambiental ya en la actualidad las preguntas no son necesarias pero llegan entonces preguntas como estas: ¿Cómo lograr un desarrollo energético sostenible?

Para lograr un desarrollo energético sostenible lo primero que se debe de hacer es que los países y regiones más contaminantes del planeta tomen conciencia y se den cuenta que al ritmo que van los índices de consumo de la energía y de contaminación, el planeta no soportará, entonces se producirán catástrofes no imaginadas por el hombre. Según estudios de la AIE (1) el petróleo va a seguir siendo el principal combustible en la producción de la energía pero no cabe duda que las energías renovables pudieran solucionar muchos de los problemas ambientales, como el cambio climático, los residuos radiactivos, las lluvias ácidas y la contaminación atmosférica. Las energías renovables podrían cubrir un tercio del consumo de electricidad y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Para lograr un desarrollo energético sostenible debemos utilizar los combustibles no renovables a una razón no mayor que la que tiene un combustible renovable de recuperarse utilizándolo de manera sostenida, los combustibles renovables debemos utilizarlos a una razón no mayor que la de su capacidad de recuperarse y tratar de emitir la menor cantidad de gases contaminantes a la atmósfera mediante la

implementación de tecnología concentradora y transformadora de emisiones antes de emitirla a la atmósfera.

El consumo actual de formas avanzadas de energía es miles de veces menor que la energía que fluye desde el sol a la tierra. Un % elevado de este consumo proviene de combustibles fósiles (1). (Ver Figura 1.1).

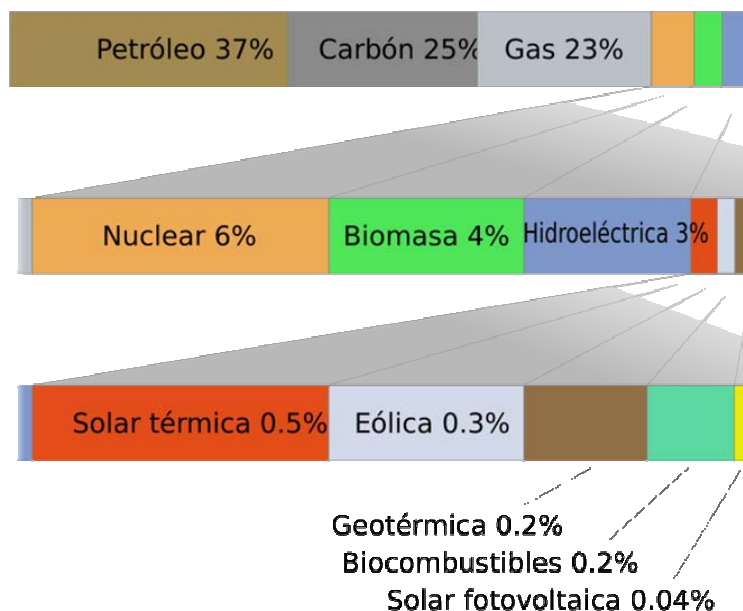


Fig. 1.1. Estructura de producción de energía por fuentes a nivel mundial.

Teniendo en cuenta las mejoras esperadas en eficiencia energética, se estima que el consumo energético mundial crecerá aproximadamente como media un 1,8% anual durante los próximos años, lo que supondría que, si este crecimiento se mantuviese, en el año 2037 el consumo energético se doblaría respecto al que hubo en 1998 y se triplicaría en el año 2060,(3) por tal motivo en Cuba se toman medidas para reducir el consumo de energía que se produce con combustibles fósiles y el hotel "Punta la Cueva" en particular aporta su grano de arena en evitar la contaminación ya que tiene instalado un sistema de calentamiento de agua mediante paneles solares porque es una energía limpia, no contaminante e inagotable.

La cantidad de energía que se necesitará en el futuro dependerá críticamente de la eficiencia con la que se produzca y utilice. Con el fin de poder evaluar la evolución de la eficiencia energética se puede emplear como indicador la intensidad energética, es

decir, el consumo de energía por unidad de producto interior bruto en cada país. Puede observarse a lo largo del tiempo una tendencia general hacia una reducción en la intensidad energética con el aumento del desarrollo económico.

1.3. Eficiencia energética.

Debido a los impactos que el calentamiento global ha generado en la Tierra, el concepto de eficiencia energética hoy tiene un gran escenario para actuar. Es importante que se sepa en qué consiste y saber cómo se aplica la eficiencia energética en nuestra vida.

La Eficiencia Energética es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad.

Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden desear ahorrar energía para reducir costes energéticos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica ya que su producción se realiza mayormente mediante los combustibles fósiles.

1.3.1. Evaluación del nivel de eficiencia energética.

La evaluación de eficiencia energética se realiza estableciendo indicadores que se puedan controlar y comparar, los cuales dependen de la actividad que se desea evaluar, al realizar el análisis de la eficiencia energética al nivel empresarial se utilizan diferentes indicadores como:

- 🚦 Índices de consumo.

- 🚦 Índices de eficiencia e indicadores económico-energéticos.

En el sector hotelero se emplean con mucha frecuencia el índice de gastos energéticos vs. ingresos, los índices de consumo por habitación-día-ocupada (kWh/HDO, m³/HDO), así como índices de consumo por unidad de área construida (kWh/m²-año).

Ejemplo de cómo comparar un índice de consumo:

Comparando una lámpara incandescente de 100 W con una lámpara ahorradora o fluorescente compacta de 20 W, se puede afirmar que ambas producen la misma cantidad de luz, sin embargo la primera consume 5 veces más energía que la segunda para obtener el mismo resultado. Y por lo tanto su costo de funcionamiento es 5 veces mayor.

1.3.2. Impacto de un adecuado nivel de Eficiencia Energética.

Un adecuado nivel de eficiencia energética trae consigo lo siguiente:

-  Mejora de la disponibilidad y accesibilidad de la energía a nivel mundial.
-  Aumento del grado de autoabastecimiento energético del país.
-  Mejora de la competitividad.
-  Reducción del nivel de emisiones de CO₂.

Según la Agencia Internacional de la Energía (1), el 58% del potencial de reducción de emisiones de CO₂ se lograría mejorando la Eficiencia Energética, frente al 20% debido al uso de combustibles renovables.

1.3.3. Ventajas que proporciona una mejor eficiencia energética.

-  Costos de producción menores: al consumir menos energía por unidad producida, los costos se reducen.
-  Capacidad de generación y utilización del sistema eléctrico disponible para otros usos.
-  Menor desperdicio de energía.
-  Menores niveles de contaminación.

Para un mayor uso eficiente de la energía es necesario que no solo exista un plan de ahorro de la energía sino contar con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo. Debido a que el mundo se encuentra en un escenario de alarma de crisis energética y económica en el cual la energía y los recursos naturales juegan un papel primordial.

1.4. Gestión energética.

Los modelos de gestión energética aplicados hasta el momento a nivel mundial entienden necesario desarrollar una cultura organizacional para el uso eficiente de la energía a nivel empresarial dirigida en términos sectoriales estratégicos a lograr la sostenibilidad energética y ambiental de los procesos productivos, y en términos tácticos empresariales a incrementar el nivel de competitividad empresarial.

La evolución de la industria hotelera está íntimamente relacionada con la capacidad del sector para identificar las posibilidades de mejora en la gestión. Esta puede conocerse como un esfuerzo organizado y estructurado la máxima eficiencia en el suministro, conversión y utilización de la energía. Esto no es más que racionalizar el uso de la energía que permita reducir el consumo pero sin afectar el confort y la calidad de los servicios, este es uno de los pasos más necesarios para el ahorro de la energía y la reducción de las facturas energéticas.

Para realizar un sistema de gestión energética debe tenerse en cuenta la combinación de las siguientes variables:

-  Características de la edificación.
-  Localización climática.
-  Categoría y nivel de servicio.
-  Energía y recursos disponibles.
-  Medios humanos y técnicos.
-  Opciones de gestión energética.

Algunos hoteles, debido a su tamaño, categoría y cultura corporativa, disponen de una oficina técnica calificada, equipos de medida y contadores por áreas y locales, así como sistemas informáticos de gestión, recepción de datos y seguimientos de históricos y tendencias. A continuación se ilustra un diagrama donde se muestra como debe ser la estructura organizativa para el sistema de gestión energética según (4).

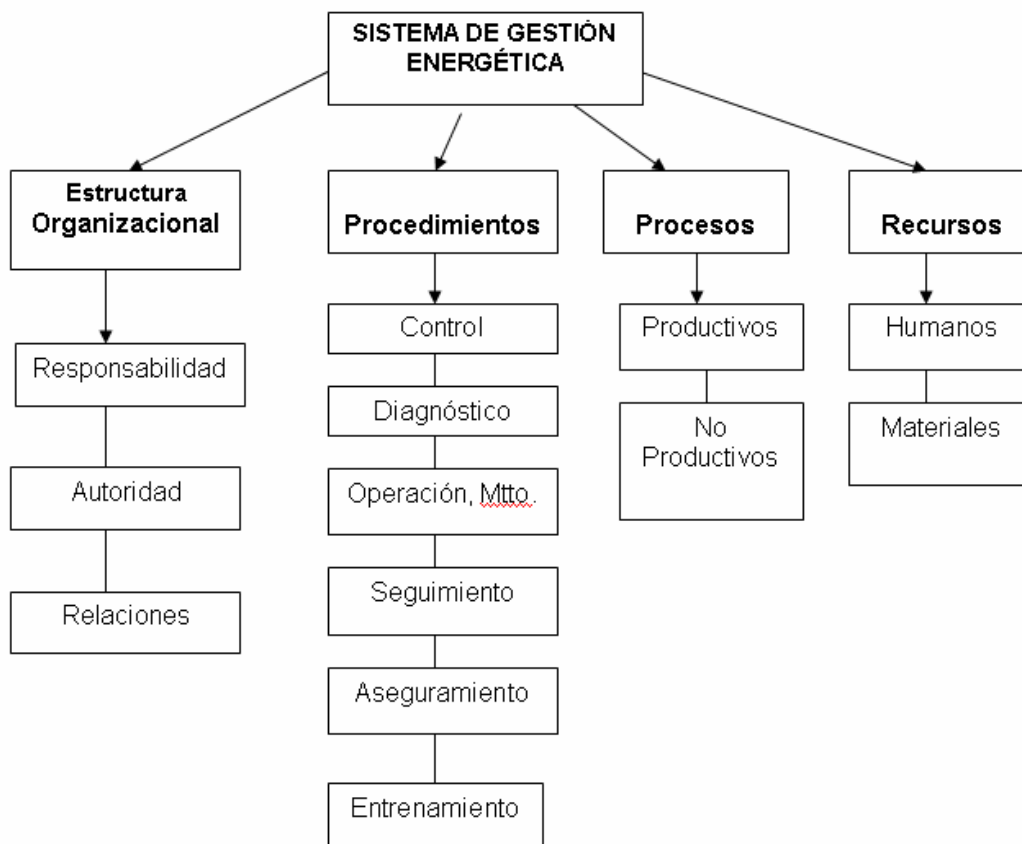


Fig. 1.2. Estructura organizativa para el sistema de gestión energética.

1.4.1. Errores que se cometen en la Gestión Energética.

- ✚ Se atacan los efectos y no las causas de los problemas.
- ✚ Los esfuerzos son aislados, no hay mejora integral en todo el sistema.
- ✚ No se atacan los puntos vitales.
- ✚ No se detectan y cuantifican adecuadamente los potenciales de ahorro.
- ✚ Se consideran las soluciones como definitivas.
- ✚ Se conforman creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas.

Actualmente las técnicas de control automático permiten la implementación de un sistema de gestión de energía (sistemas expertos), estos sistemas son capaces de gestionar gran cantidad de datos y controlar las instalaciones. Los objetivos que se toman al instalar un sistema experto son: uso racional de la energía, reducir mano de obra, reducir averías y prolongar la vida útil de los equipos. Estos son capaces de

controlar el consumo de energía optimizando los parámetros de forma que se obtenga un mínimo costo energético.

Para la implementación de un sistema de gestión energética es necesario la auditoria energética ya que esta constituye una etapa básica en el seguimiento de los programas de ahorro y uso eficiente de la energía a su vez esta constituye una pieza fundamental en un sistema de gestión energética.

1.4.2. Auditoria energética.

Como en cualquier otra actividad, para mejorar algo es preciso conocerlo y evaluarlo, estableciendo una base de referencia que permita cuantificar y posteriormente comprobar la repercusión de las medidas de optimización.

Así, la auditoría energética de un hotel, si bien es el proceso más laborioso, es la mejor herramienta para instrumentalizar un plan de acción a corto, medio y largo plazo.

De acuerdo con (5) la auditoría energética en hoteles puede dividirse en cinco fases:

1. Inventario de puntos de consumo.
2. Cálculo del consumo óptimo.
3. Distribución del consumo real.
4. Oportunidades de ahorro.
5. Costes de energía y alternativas.

1. Inventario de puntos de consumo.

Para cada local, área o servicio, se realiza un inventario de elementos consumidores y sus características, dividido por circuitos.

2. Cálculo del consumo óptimo.

Cuando el consumo varía en función de la producción (ej. Lavandería y Cocina) es preciso un análisis diario que identifique los puntos de desviación y sus causas.

Si los consumos se mantienen estables a lo largo del tiempo (ej. Iluminación) puede resultar suficiente un comparativo mensual. Para observar tendencias generales, cambios de estrategia o previsiones de consumo para los próximos años, suele emplearse la comparación anual, mes a mes.

3. Distribución del consumo real.

Cuanto mayor sea la cantidad de contadores divisionarios de electricidad, gas, gasóleo o agua, más exacta será la distribución del consumo por zonas. Si no se puede disponer de los datos individuales de un área específica, será preciso deducirlos en función de otros.

Al segregar los consumos se facilita el análisis individual y la comprobación de los resultados obtenidos por la aplicación de una medida de optimización concreta, pues según se amplía el grupo de medición se dispersan los resultados, que pueden estar afectados por otras variables. Dependiendo de la disponibilidad para realizar la lectura de datos y su análisis, los períodos pueden ser diarios, semanales o mensuales.

4. Oportunidades de ahorro.

Mediante la comparación entre los consumos reales y los que se consideran óptimos, de acuerdo con el cálculo teórico, las razones de referencia o los propios valores de condiciones similares, se identifican y cuantifican las posibilidades de ahorro en cada área y para cada tipo de energía.

5. Costes de energía y alternativas.

Hasta el apartado anterior, la energía se ha evaluado en sus propias unidades y aplicando su precio actual para obtener una valoración económica, que es suficiente para establecer una base de referencia.

El marco de un estudio de optimización energética es más amplio, pues debe considerar todas las alternativas de energías disponibles para cada proceso, su coste por unidad de energía equivalente y las posibilidades de reducir su precio de adquisición agrupando o distribuyendo los consumos para aprovechar las tarifas más económicas, así como las tendencias futuras, para conseguir la mayor exactitud posible en los cálculos de amortización a medio y largo plazo.

1.4.2.1 Actividades de un Diagnostico o Auditoria Energética.

En sentido general, un diagnóstico o auditoría energética comprende las siguientes actividades:

- I. Reunión inicial en la empresa.
- II. Integración del grupo de trabajo.
- III. Determinación de la información necesaria para el diagnóstico.
- IV. Selección de unidades, áreas y equipos a diagnosticar.
- V. Planeación de los recursos y el tiempo.
- VI. Revisión metrológica en los lugares claves a diagnosticar.
- VII. Recopilación de información.
- VIII. Elaboración del plan de mediciones.
- IX. Mediciones en campo, recopilación y filtrado de los datos.
- X. Procesamiento de datos y análisis de resultados.
- XI. Determinación de posibles medidas de ahorro.
- XII. Estimación del potencial de ahorro energético y económico.
- XIII. Definición de medidas de ahorro y proyectos de mejora de la eficiencia energética.
- XIV. Elaboración y presentación del informe final del diagnóstico.

1.5. Monitoreo y control energético.

El monitoreo y control energético es uno de los puntos de tener en cuenta en los hoteles, gracias a que este permite conocer el estado actual de la energía y realizar acciones de ahorro para el uso racional de la energía.

Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados.

Este persigue elevar al máximo el nivel de efectividad de cualquier proceso. Para que exista la acción de control debe existir un objetivo a lograr, una medición del resultado,

herramientas que permitan comparar los resultados con el estándar e identificar las causas de sus desviaciones, y variables de control, sobre las cuales actuar para acercar el resultado al objetivo.

El monitoreo y control de los procesos, desde el punto de vista energético, implica el desarrollo de un sistema basado en Red que permita, entre otros aspectos, los siguientes:

- ✚ La medición en forma continua de los principales parámetros de consumo.
- ✚ El desarrollo de una base de datos interactiva, que se retroalimente y ajuste con información actualizada y en tiempo real.
- ✚ El control de las facturas energéticas, para garantizar que reflejen las medidas que se vayan adoptando dentro de los distintos procesos.
- ✚ El seguimiento del cumplimiento o desviación de los consumos reales vs. los estándares que se establezcan.

Un sistema de monitoreo y control energético (SMCE) no es más que un sistema que organiza la recolección de datos históricos de portadores energéticos de años anteriores, con los que se establecen estándares para comparar con resultados regularmente tomados en un tiempo determinado. Con estos datos se establecen una comparación y un nuevo procedimiento o inversiones para el ahorro de energía.

1.5.1. Necesidad del Control.

El control de cualquier proceso es una necesidad real, ya que el medio en que se desarrollan los procesos es dinámico y provoca desviaciones que deben ser corregidas. También la acción del hombre que actúa sobre el proceso es imperfecta y los equipos que componen el proceso fallan o se deterioran en el tiempo. El control permite identificar todas las desviaciones y corregir las que sean posibles, señalando cuándo se hace necesario efectuar una mejora general en el proceso.

En el caso particular de la eficiencia energética, la necesidad del control se justifica debido ha:

- ✚ Factores internos y externos al proceso que influyen en la variación de la eficiencia y el consumo de energía de los equipos y sistemas.
- ✚ El precio de la energía cambia, provocando el cambio en los estándares.

- ✚ El estado técnico de los equipos consumidores cambia, produciendo cambios en los resultados.
- ✚ La actitud, motivación y nivel de competencia del personal que decide en la eficiencia energética se modifica con el tiempo.

Sólo un sistema de control energético puede mantener la atención sobre estos aspectos y lograr hacer coincidir los resultados en materia de eficiencia energética con los estándares o metas fijadas.

1.5.2. Procedimiento para Organizar un Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE).

Según la bibliografía especializada, el proceso de control se puede realizar de diferentes formas. En los sistemas de control energético es recomendable utilizar el método de control selectivo. La selección de las áreas y equipos se realiza sobre la base de la estructura de consumo y de pérdidas energéticas del hotel. Se cubre el 20% de las áreas o equipos que provocan el 80% del consumo de energía (“Puestos Claves”). Este método incluye el control por excepción, o sea, dentro de estas áreas o equipos se priorizan aquellas que tienen tendencia a las mayores desviaciones.

El procedimiento a seguir para la organización de un sistema de monitoreo y control energético consta de las siguientes etapas:

- I. Establecimiento de los objetivos de control.
- II. Establecer indicadores de control.
- III. Establecer herramientas de medición de indicadores de control.
- IV. Establecer estándares.
- V. Establecer herramientas de comparación de indicadores con estándares:
- VI. Establecer las variables de control y su relación con los indicadores de control.

El proceso de control, en su ejecución, consta de las siguientes etapas:

- I. Recolección de datos
- II. Determinación del resultado
- III. Comparación del resultado con los estándares

IV. Ejecución del diagnóstico de causas de derivaciones

V. Modificación de las variables de control o corrección de desviaciones.

Una etapa de mejoramiento también se incluye en el proceso de control, esta etapa trata fundamentalmente en una revisión periódica de procedimientos y evaluación técnico-económica de posibilidades de inversión que provoca cambios en el control frecuente(4).

1.6 Indicadores.

Los indicadores son herramientas que se utilizan para evaluar la eficiencia energética en hoteles, en el mundo se utilizan diferentes tipos de indicadores para evaluar dicha eficiencia como son:

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

En nuestro país en particular se utiliza el kWh/HDO, este indicador tiende a aumentar en hoteles con infraestructura muy atrasada y con bajos niveles de comercialización. Las áreas que consumen más energía eléctrica son la climatización y el alumbrado, la climatización para hoteles del Caribe puede representar más del 65 % del gasto de la energía electricidad, mientras que el consumo en equipos de refrigeración representa alrededor de un 14%, el alumbrado un 11%, ventiladores y bombas un 12% y la producción de agua caliente un 7% aproximadamente.

Tal se muestra en la Tabla 1.1, no existe igualdad en las marcas establecidas para las cadenas hoteleras cubanas, y solo en el caso del portador agua existe similitud, lo cual se debe a que existe una norma general de proyecto que rige el abasto de agua a las instalaciones turísticas. El resto de los indicadores se han establecidos sobre bases empíricas, y en la práctica estas marcas están funcionando como parámetros fijos sin que previamente se hayan realizados estudios detallados en cada hotel y sin que se haya probado la efectividad de estos índices de consumo para caracterizar la eficiencia energética de los hoteles (MSc. Osmel Cabrera) (6).

****Información resumida de los manuales energéticos de cada cadena hotelera**.**

Cadena Hotelera	Electricidad KWh/HDO.	Agua M3/HDO.	Diesel LTS/HDO.	GLP Lts/HDO.
Gran Caribe	14 - 30	0.8 - 1	0.65 – 0.7	1.9
Horizontes	35 - 40	0.8 - 1	2.5	1.9 - 2
Gaviota	35 - 40	0.8 - 1	2 – 3.5	1.9 - 2
Cubanacán	30 - 60	0.8 - 1	--	1.5 - 2
Islazul	27 - 60	0.8 - 1	2 – 2.5	1.5 - 2

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

Un análisis de la efectividad de un índice de consumo para caracterizar la eficiencia energética de una instalación o un proceso se puede realizar determinando la correlación que existe entre el consumo de energía y la variable que expresa el nivel de producción o de servicio. Para que un índice de consumo sea válido debe existir una correlación significativa entre el consumo de energía y la variable con la cual se relaciona este. La literatura especializada establece que para que un índice sea válido como indicador de eficiencia energética el coeficiente de correlación R^2 entre las variables relacionadas en el índice debe ser igual o mayor que 0,75 (MSc. Osmel Cabrera) (6).

1.7. Análisis crítico del indicador kWh/HDO.

El indicador KWh/HDO es el que más se utiliza para evaluar la eficiencia energética en el sector turístico. En el hotel Punta la Cueva en particular, este es el indicador que se tiene en cuenta ya que es el que determina el coeficiente de correlación entre consumo de electricidad en KWh y la ocupación expresada en habitaciones días ocupadas (HDO). Pero este indicador no toma todos los factores que influyen sobre el consumo de energía.

Estudios anteriores demuestran que en nuestro país los gastos de energía producto de la climatización representan aproximadamente el 60% del consumo de electricidad, debido fundamentalmente que se encuentra en una zona tropical donde las temperaturas son altas.

En la práctica resulta que el indicador (KWh/HDO) están funcionando como parámetro fijo sin que se hayan realizados estudios detallados en cada hotel y sin que se haya aprobado la efectividad de este índice de consumo para caracterizar la eficiencia energética, en la realidad existen otros factores que influyen con mayor peso que la ocupación en el consumo de energía eléctrica.

Existen disímiles elementos que no se toman en cuenta en el indicador como es la influencia de la temperatura ambiente en el consumo de energía eléctrica del sistema de climatización, siendo esta una de las variables más importantes en el consumo de electricidad en un hotel turístico. La temperatura y la humedad del aire son determinantes en las cargas térmicas que tiene que vencer el equipo de climatización y además influye en la eficiencia de este. Otro elemento es el tamaño de las habitaciones y consumos energéticos, considerados iguales por este tipo de indicador, a los efectos del índice. En este tipo de hotel las cargas de enfriamientos pueden ser muy diferentes entre habitaciones dependiendo de su tamaño y características, orientación, entre otros. Un elemento que no considera el índice es la influencia de otros servicios que presta el hotel como son los salones de eventos o discotecas, tiendas, oficinas de administración, etc. Estos servicios representan una demanda adicional de energía, en muchos casos elevada, y sin embargo no se reflejan en las HDO. El tipo de turismo, los hábitos de consumo varían mucho en dependencia de la procedencia del cliente, así como la estancia en la instalación en función del tipo de turismo.

Estos son algunos de los factores más importantes a considerar en la elaboración de un nuevo indicador para analizar el consumo de energía eléctrica de un hotel.

1.8. Conclusiones parciales.

- El agotamiento de los recursos energéticos y el impacto ambiental lleva a la comunidad científica a trabajar en un uso eficiente de las fuentes energéticas y a generalización de un desarrollo energético sostenible.
- Es una línea de desarrollo a nivel mundial el uso de tecnologías eficientes y acciones de gestión o administración de energía que permitan un uso más racional de los portadores energéticos.
- La gestión de energía en el sector hotelero a nivel internacional considera como mejora en la gestión de energía todos los esfuerzos encaminados a lograr la máxima eficiencia en el suministro, convención y utilización de la energía.
- La literatura consultada considera que un sistema de gestión de energía se forma a partir de la estructura organizacional, el conjunto de procedimiento, la definición de los procesos y los recursos humanos y materiales.
- La revisión bibliográfica permite resumir que un Sistema de Monitoreo y Control Energético consta de las etapas de establecimiento de los objetivos de control, de la definición de los indicadores de control, de la definición de las herramientas de medición de los indicadores, del establecimiento de los estándares de control y de la definición de las variables de control y su relación con los indicadores.
- Las cadenas hoteleras cubanas fijan su indicador energético a partir del comportamiento medio de sus hoteles, dando consumos de energía eléctrica en forma amplia de 14 a 60 kWh/HDO.
- En los hoteles el monitoreo y control constituye la vía fundamental para mantener una gestión energética eficiente y el indicador energético kWh/HDO utilizado para estos lugares no es el más apropiado porque no toma en cuenta diferentes factores como el efecto de las temperaturas y los servicios que brinda el hotel.

Capítulo II.



Capítulo II: Caracterización Energética y desarrollo de la prueba de necesidad para el hotel “Punta la Cueva”.

2.1. Caracterización energética del hotel.

El Hotel “Punta la Cueva” se encuentra situado al noreste de la Bahía de Cienfuegos, en la carretera de Rancho Luna y Circunvalación en el Km. 3 $\frac{1}{2}$, abrazados por arbustos y una vegetación costera que le ofrece al turista un lugar de descanso y disfrute de las actividades de alojamiento, gastronomía y recreación.

EL Hotel cuenta con un total de 67 habitaciones entre las que se encuentran 3 suites, 4 matrimoniales y 60 dobles, con una capacidad de 140 plazas. Para el disfrute cuenta con un restaurante que ofrece comida criolla y típica del mar, en el Lobby – Bar puede escoger entre las bebidas: vinos, cervezas, refrescos o algún cóctel o mojito, una cafetería y una parrillada, además de una disco – cabaret. El Hotel tiene categoría de 1 estrella y tercera categoría desde sus inicios.

Para la caracterización de dicho hotel se utilizaran las herramientas siguientes:

- **Gráfico de pasteles:** Este gráfico permite observar cual es el gasto que tiene el hotel en portadores energéticos y el por ciento que representan de los gastos totales.
- **Gráfico de consumo de energía y HDO en el tiempo (E – HDO vs. T):** Este grafico permite observar el comportamiento fuera de lo normal, ya que permite monitorear el consumo de la energía eléctrica y la HDO en diferentes períodos (Días, meses, años).
- **Diagramas de Consumo de Energía – HDO (E vs. HDO):** Con este diagrama ofrece la relación que existe entre el consumo energético y la HDOeq, y permite observar el nivel de correlación para determinar la validez del índice.
- **Diagrama Índice de Consumo – HDO (IC vs. P):** esta herramienta se utiliza cuando existe un buen nivel de correlación en el diagrama anterior, este gráfico es elemental para evaluar la eficiencia energética.
- **Gráfico de Tendencia o de Sumas Acumulativas (Cusum):** con este gráfico se pude establecer la comparación en cuanto a eficiencia energética, variación de

consumo, ahorros, etc, entre un período base y otro de muy buen comportamiento.

- **Diagrama De Pareto:** El diagrama de pareto permite identificar los mayores consumidores del hotel, por lo que muestra donde se debe actuar para reducir los consumos energéticos.

2.1.1. Estructuras de consumos y gastos en portadores energéticos y agua.

El comportamiento energético del hotel se ejecuta comparando los resultados obtenidos de los años 2007 y 2008 mediante las herramientas de gestión energética.

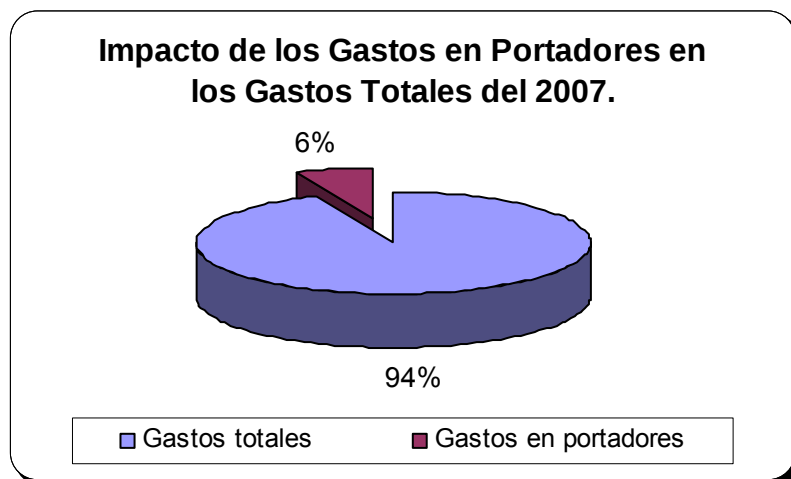


Figura 2.1. Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales del año 2007.

Como se ilustra en la figura 2.1 los gastos de los portadores en el año 2007 representan un 6% de los gastos totales de ese año.

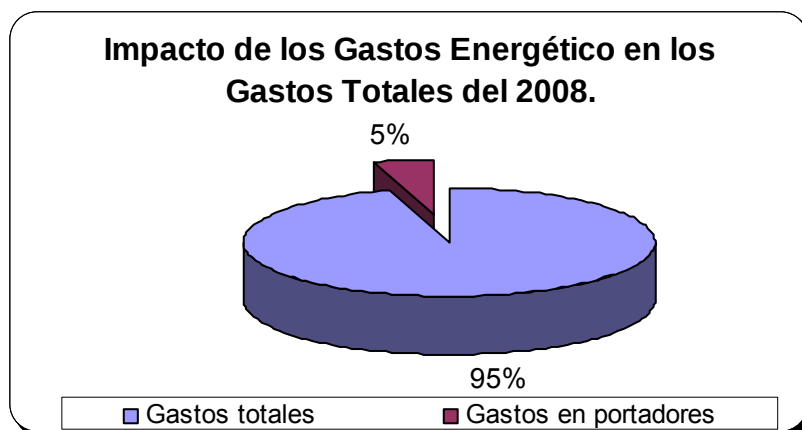


Figura 2.2. Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales del año 2008.

Como se aprecia en la figura 2.2 los gastos por portadores energéticos en el 2008 representa un 5% de los gastos totales. Al establecer la comparación con los gastos en portadores del año 2007 se puede apreciar una disminución de estos gastos en 1% ya que en el 2007 los gastos representaban un 6% de los gastos totales del año.

Cuando se analizan los gastos en portadores de lo que va de año (Enero, Febrero, Marzo) se puede observar que los gastos se mantienen en 5% de los gastos totales del hotel por lo que se nota una estabilidad en los gastos en portadores respecto al año anterior (Figura 2.3.).

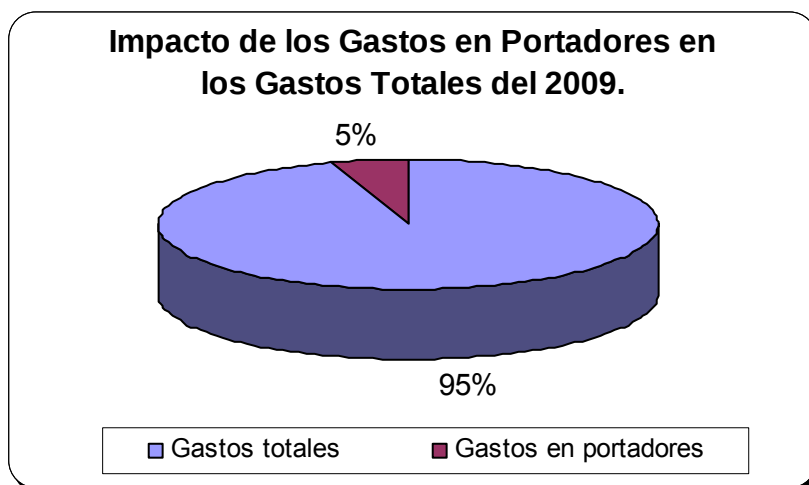


Figura 2.3. Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales del año 2008.

Con dichos resultados obtenidos de las gráficas de la figura 2.4 referentes al impacto de los gastos en portadores en los gastos totales, se hace necesario conocer cuál de los portadores es o son los que más influyen en dichos gastos. Para ello se utilizará la siguiente gráfica que muestra la influencia del tipo de portador en los gastos energéticos.

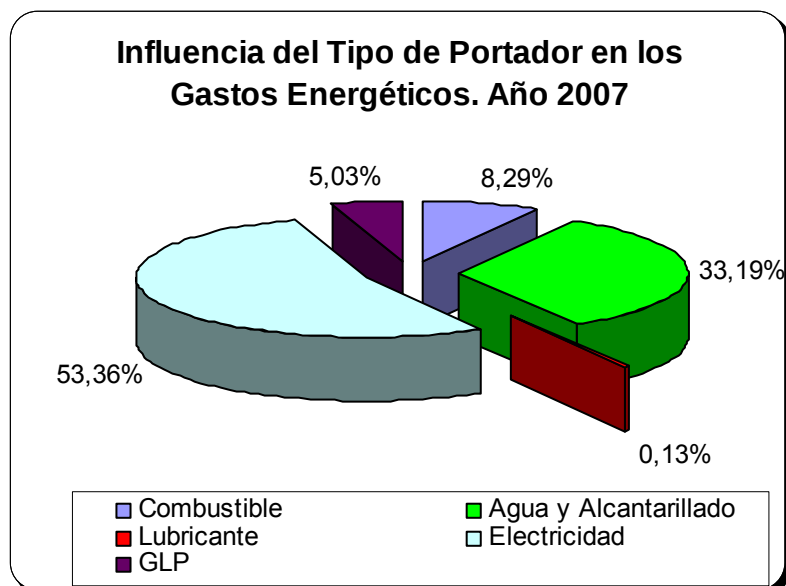


Figura 2.4. Influencia de los diferentes portadores energéticos en los gastos energéticos año 2007.

Tabla 2.1. Gastos y % de los portadores energéticos.

Gastos en portadores 2007.	Costo	%	% acum.
Electricidad	60368,12	53,36	53,36
Agua y Alcantarillado	37549,44	33,19	86,55
Combustible	9377,3	8,29	94,84
GLP	5692,91	5,03	99,87
Lubricante	145,54	0,13	100
TOTAL	113133,31	100	

Nota: En las tablas 2.1 y 2.2 los gastos en portadores se refiere a la suma de los gastos en CUC y Moneda Nacional (MN) por tal motivo no presentan unidades de medidas.

Tal como se muestra en la Figura 2.4 y la tabla 2.1 el portador energético que más influye en los gastos en portadores es la electricidad, que representa un 53,36% de los gastos en portadores, siguiéndole el agua con un consumo de 33,19%. Estos son los principales consumidores ya que son los más vinculados a la producción que en este caso se refiere a las HDO, debido a que el turista cuando se hospeda en los hoteles no

vela por el ahorro energético. No obstante, el hotel realiza grandes esfuerzos para reducir los consumos de dichos portadores y otros como son: el combustible, el gas y el lubricante que con un 8,29; 5,03 y 0,13 por ciento respectivamente completan la gráfica de los gastos energéticos.

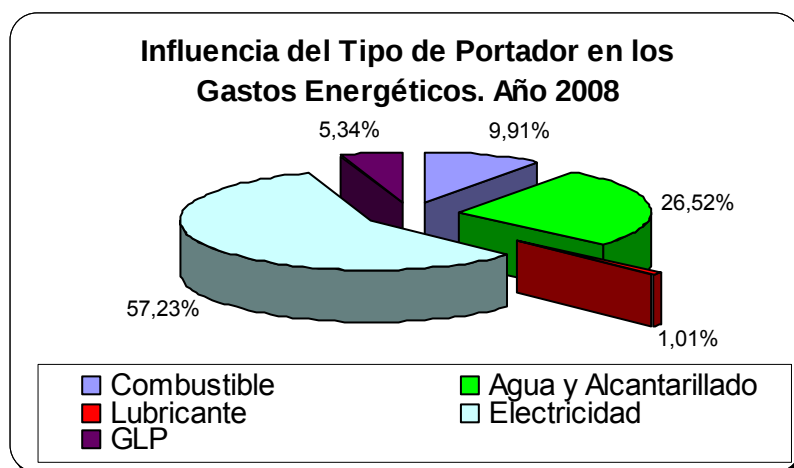


Figura 2.5. Influencia de los diferentes portadores energéticos en los gastos energéticos año 2008.

Tabla 2.2. Gastos y % de los portadores energéticos.

Gastos en portadores 2008	Costo	%	% acum.
Electricidad	54199,23	57,23	57,23
Agua y Alcantarillado	25115,16	26,52	83,75
Combustible	9387,41	9,91	93,65
GLP	5054,92	5,34	98,99
Lubricante	953,2	1,01	100
TOTAL	94709,92	100	

De los resultados obtenidos para los años 2007 y 2008 se puede llegar a la conclusión de que en el último año se produjo un aumento del consumo de energía eléctrica en un 4% aproximadamente con respecto al año anterior. De los portadores éste no fue el único que aumentó, sino también el lubricante y el combustible incrementaron en un 1%. No siendo así con el gas que se mantuvo alrededor del mismo por ciento, mientras que se produjo un ahorro de agua y alcantarillado de un 7% con respecto al 2007.

Del mismo modo se puede decir que no solo en el año 2008 hubo menos consumo de electricidad que en el año 2007, sino que también se redujeron los gastos en portadores a pesar de que algunos de ellos aumentaron su consumo. De este modo se hace necesario realizar una distribución de los gastos por portadores energéticos en TEP (Toneladas Equivalentes de Petróleo).

2.1.2. Distribución de los gastos por portador energético.

A continuación, se brinda la estructura de consumo de cada portador energético llevado a TEP de los años 2007, 2008, y lo que va de 2009.

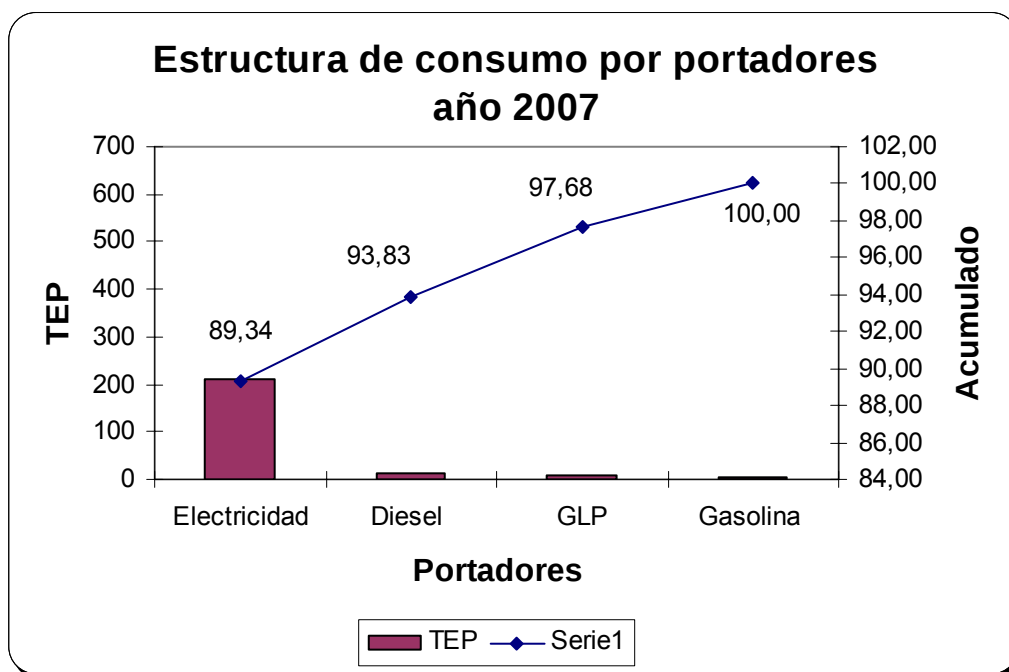


Figura 2.6. Diagrama de pareto por portadores energéticos del año 2007.

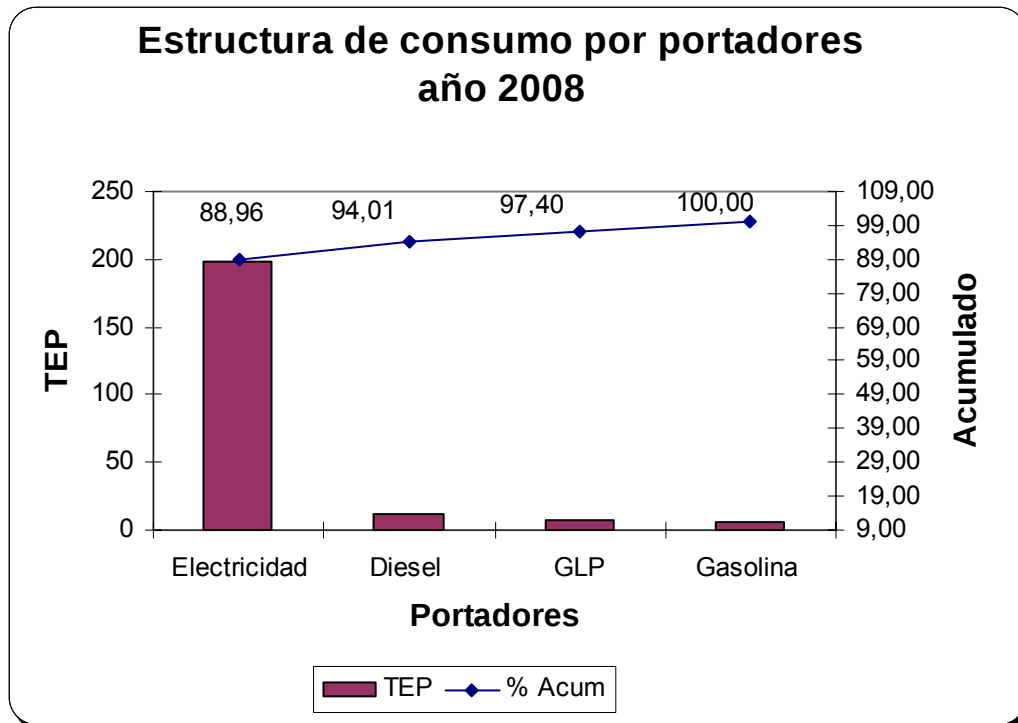


Figura 2.7. Diagrama de pareto por portadores energéticos del año 2008.

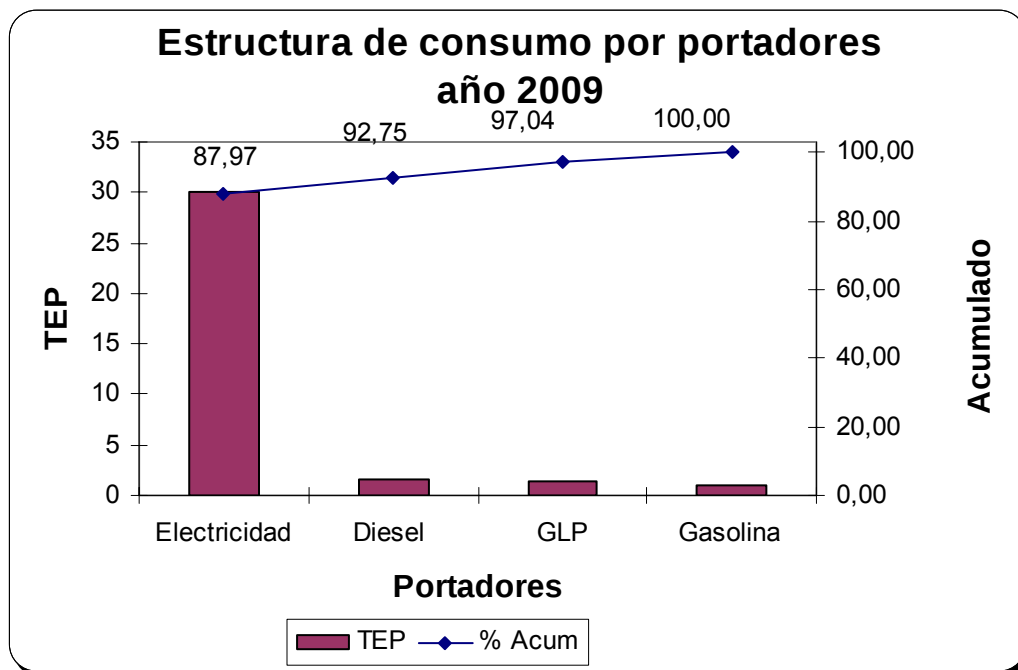


Figura 2.8. Diagrama de pareto por portadores energéticos del año 2009.

Como se puede observar, de los portadores energéticos el de mayor consumo es la electricidad, que representa entre un 87 y 89% del consumo de los portadores en TEP. Por lo que es indudable la necesidad de estratificar los principales consumidores eléctricos así como identificar las principales áreas y equipos con mayor consumo para poder ejercer sobre ellos las medidas fundamentales de ahorro energético para así tener eficiente uso de la energía.

2.1.3. Comportamiento del consumo de electricidad en el Hotel “Punta la Cueva”.

Cálculo de líneas de control:

El valor medio que se utiliza en el gráfico de control se determina de la siguiente forma:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

$\bar{X}$ ---- Es el valor de la media aritmética de los argumentos.

X ---- Datos de consumo (MW/h).

n ---- Número de datos.

Mientras que la desviación estándar se calcula con la ecuación 2.2.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Los límites de control superior e inferior se calculan por las fórmulas 2.3 y 2.4 respectivamente:

$$LCS = \bar{X} + 1 \cdot \sigma \quad \text{Límite de control superior de } \bar{X} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

$$LCI = \bar{X} - 1 \cdot \sigma \quad \text{Límite de control inferior de } \bar{X} \quad (\text{Ec. 2.4})$$

Donde:

σ : Es la desviación estándar.

Para la realización de los gráficos se utilizaron los consumos de los años 2007, 2008 y 2009 y mediante las ecuaciones 2.3 y 2.4 se establecieron los límites de control (LCS, LCI).

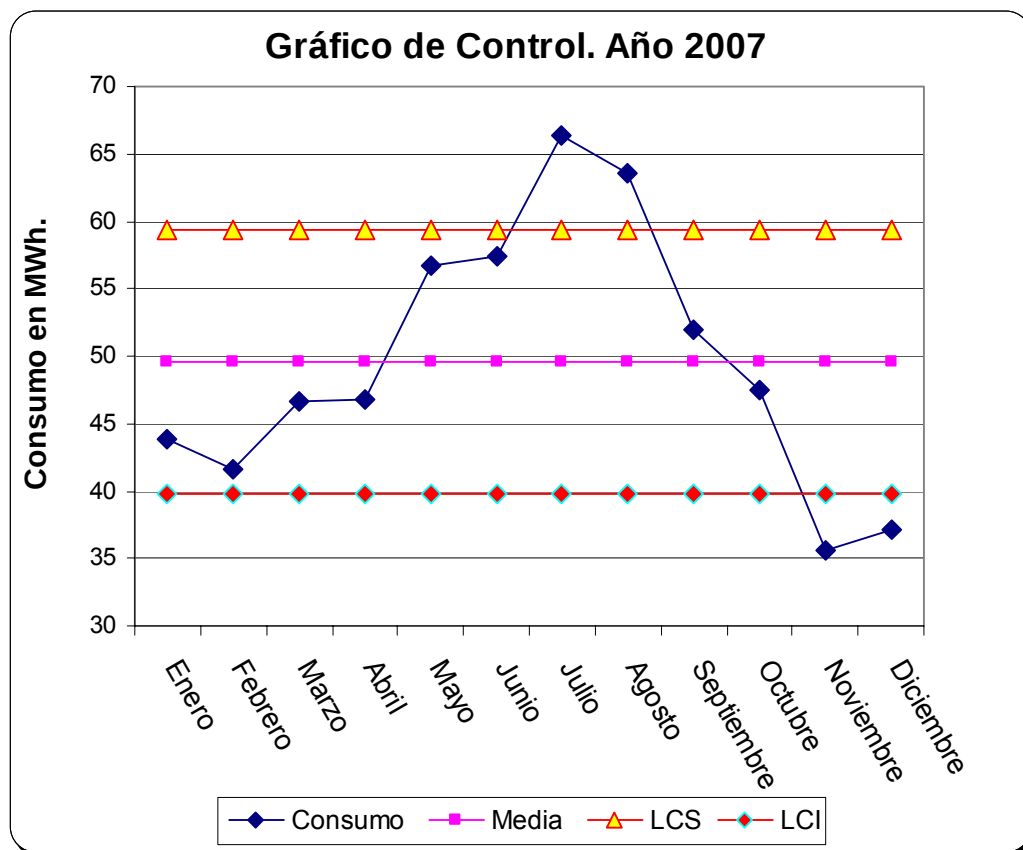


Figura 2.9. Gráfico de control del consumo de energía eléctrica. Año 2007.

Tal como se muestra en la figura 2.9 los meses donde la energía experimenta la mayor disminución es en los meses de febrero, noviembre y diciembre ya que son meses de invierno, siendo todo lo contrario en los meses de julio y agosto donde el consumo de la energía aumenta debido a que son los meses de verano y los equipos de climatización tienen que realizar más trabajo para vencer la carga térmica de las habitaciones. De un total de 12 mediciones, 4 se encuentran fuera de los límites de control.

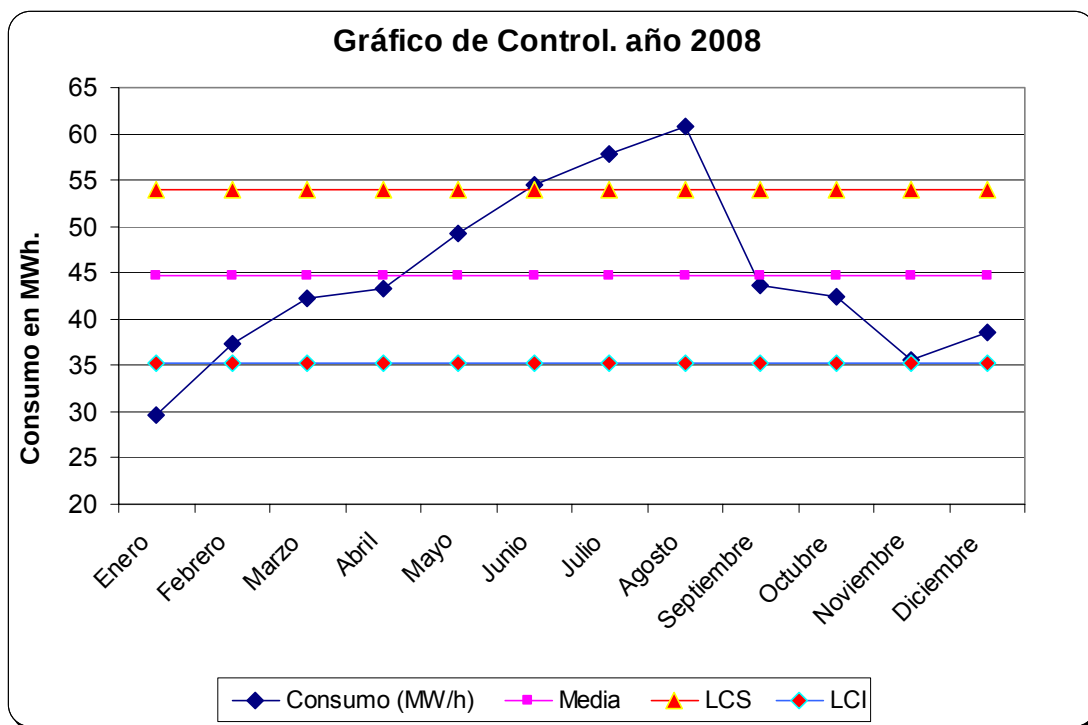


Figura 2.10. Gráfico de control del consumo de energía eléctrica. Año 2008.

El comportamiento del consumo de la energía eléctrica del año 2008 se muestra en la figura 2.10 donde en los meses de enero, noviembre y diciembre que son meses de invierno, se localizan los menores consumos de energía eléctrica, no siendo igual en los meses de verano de junio, julio y agosto donde existen los mayores consumos eléctricos. Se considera que en estos meses es donde se deben tomar medidas para disminuir el consumo y mantenerlo en un rango aceptable sin afectar el confort y la calidad de los servicios. De 12 meses medidos, 4 resultaron fuera de los límites de control.

Al comparar los dos años en estudio se determinó que la diferencia que existe entre ellos es solo que los consumos de electricidad del 2008 se mantienen más cerca de la media, lo cual demuestra un mayor control y una disminución de los valores de consumo de la energía eléctrica.

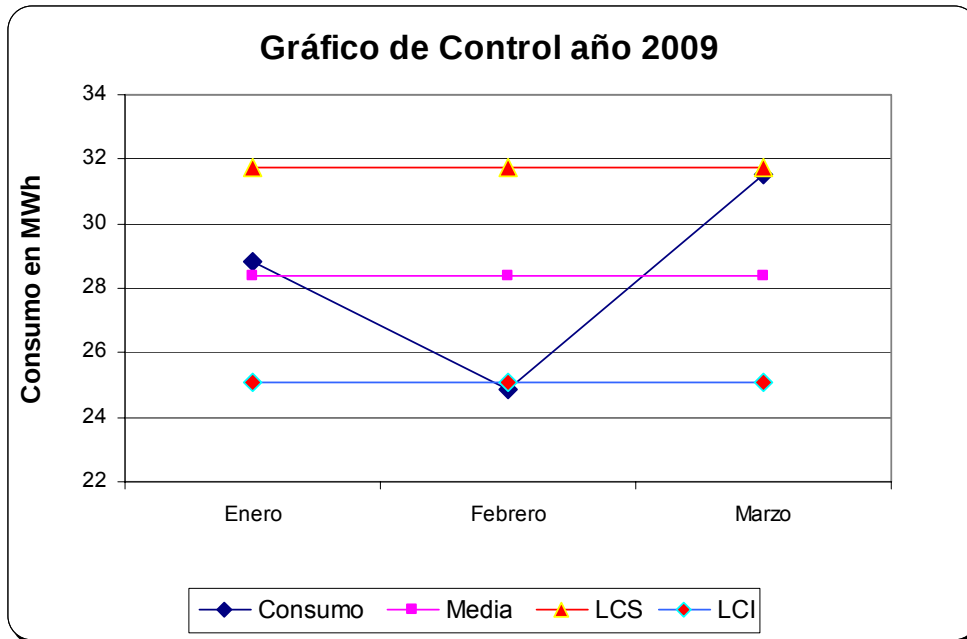


Figura 2.11. Gráfico de control del consumo de energía eléctrica. Año 2009.

En la figura 2.11 se observa la conducta del consumo de la energía eléctrica en los tres primeros meses del año 2009, donde en el mes de enero la energía se mantiene sobre la media, ofreciendo una agradable sensación de control, no siendo así en febrero donde la energía disminuye de tal manera que sobrepasa el límite de control inferior, mientras que en marzo la energía aumenta hasta cerca del límite de control superior estableciendo una alerta, de que si no se toman las medidas correspondientes en los próximos meses la energía seguirá aumentando puesto a que los meses venideros son muy cálidos ya que son meses de verano donde la temperatura asciende considerablemente.

2.1.4. Gráfico de comportamiento del consumo y producción en el tiempo.

Con el objetivo de buscar las causas de las desviaciones señaladas se realiza el gráfico mostrado en la figura 2.12 que establece una relación entre el consumo de la energía y las Habitaciones Días Ocupadas (HDO) a lo largo de todo el año.

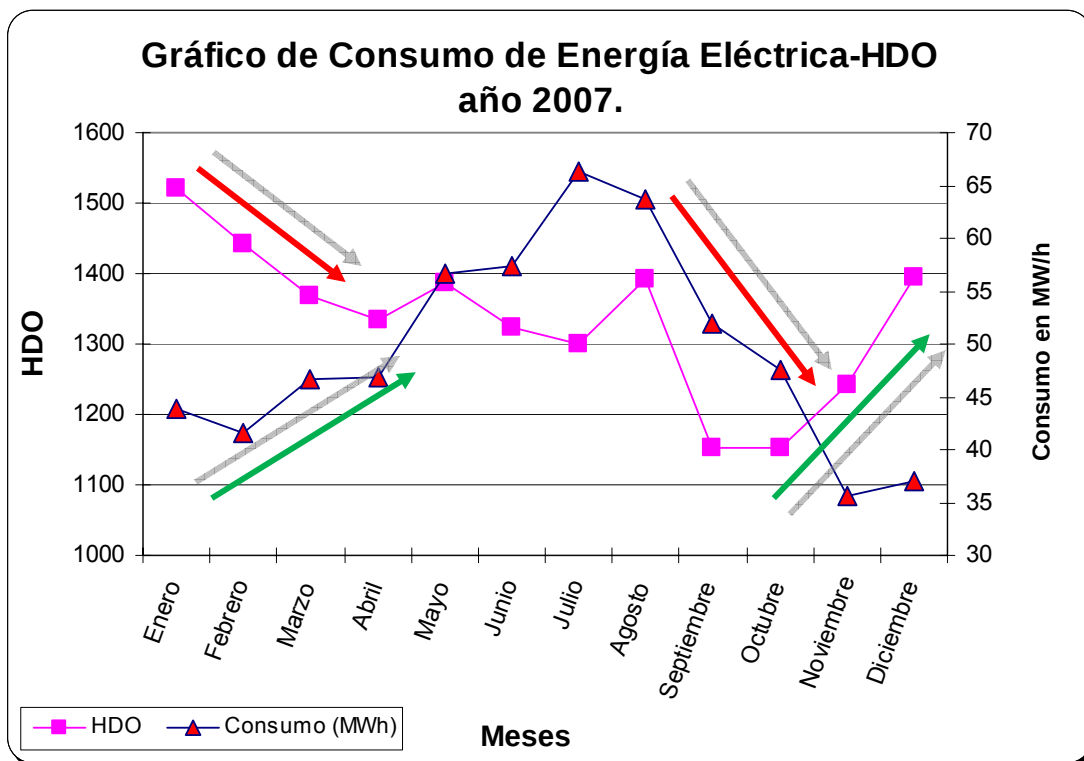


Figura 2.12 Gráfico de Consumo de Energía Eléctrica y Habitación Día Ocupada (HDO) Año 2007.

Como se muestra en la figura 2.12 existen incoherencias en la relación energía eléctrica vs. HDO de los meses de invierno donde el consumo tiene una tendencia a bajar y las habitaciones ocupadas a aumentar esto puede ser debido a que corresponde a los meses donde el turismo aumenta en nuestro país. Esto hace que se ocupe más el hotel pero al ser meses de invierno la temperatura disminuye, la mayor parte del tiempo por debajo de la temperatura de confort, es decir no hay necesidad de encender los equipos de climatización y si se encienden no tienen que realizar trabajo para vencer las cargas térmicas. Estos equipos representan el más alto consumidor de electricidad del hotel. Al analizar los meses de verano sucede lo contrario, ya que la temperatura aumenta mucho y esto trae consigo el aumento del consumo de energía eléctrica. Por tal motivo es el comportamiento que presenta la línea de consumo que aumenta a medida que se aleja de los meses de invierno y baja a medida que se acerca a estos sucediendo lo contrario con la línea que representa las Habitaciones Días Ocupadas HDO.

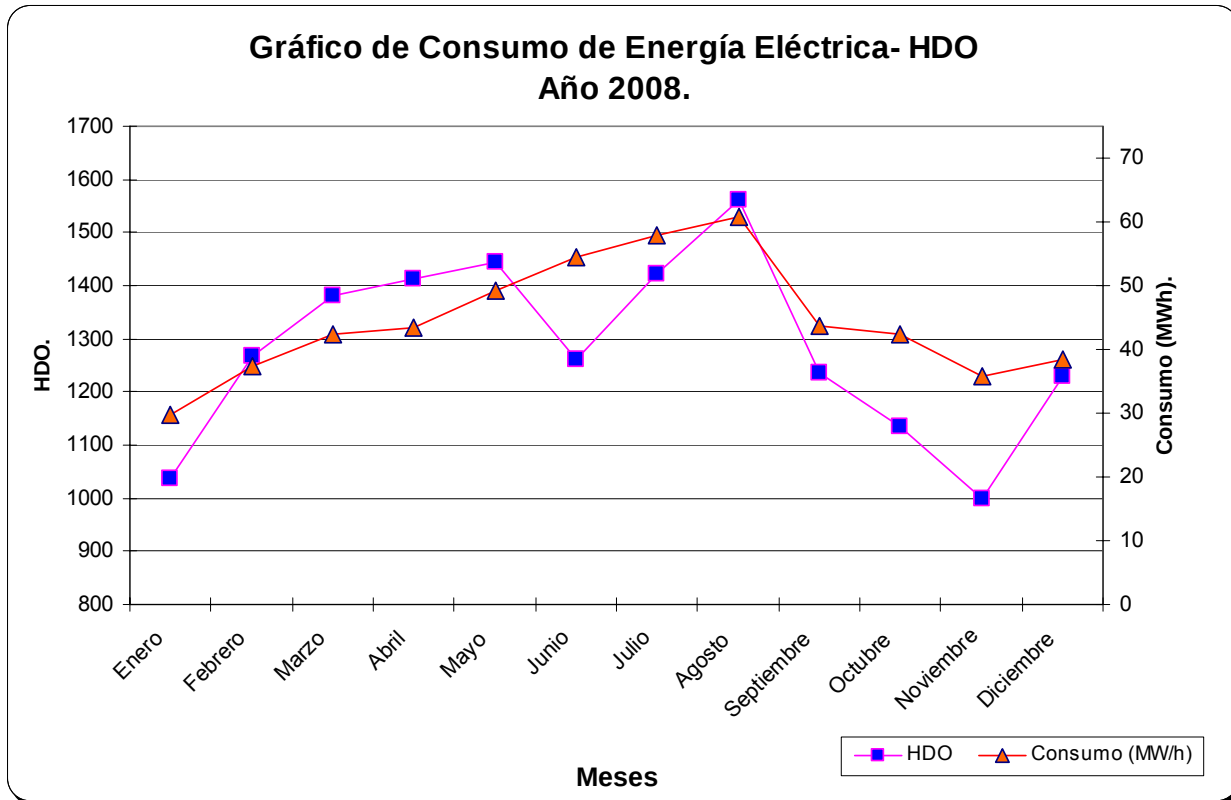


Figura 2.13 Gráfico de Consumo de Energía Eléctrica y Habitación Día Ocupada (HDO) Año 2008.

En la figura 2.13 no existen anomalías a excepción del mes de junio donde las HDO disminuyó pero el consumo se mantuvo en ascenso ya que estaba en los meses de verano. Pero en sentido general la línea de HDO siguió al consumo, lo cual se considera un aspecto positivo porque refleja buenos índices de consumo. Éste como en el año anterior disminuyó en el invierno y aumento en el verano.

La diferencia entre estos años es que en el año 2008 existe una mejor relación entre la HDO y el consumo no siendo así en el año 2007, además en el 2008 se consumió menos energía eléctrica pero hubo menos producción que en el 2008 o sea menos HDO.

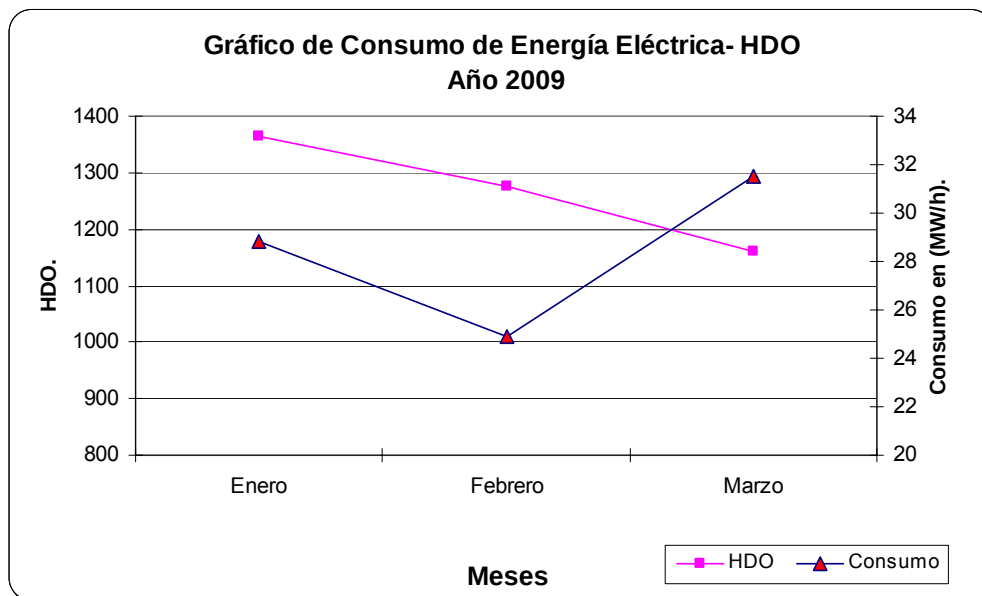


Figura 2.14 Gráfico de Consumo de Energía Eléctrica y Habitación Día Ocupada (HDO) Año 2009. De los tres meses analizados en el año 2009 se observa que existe buena relación en los dos primeros, no siendo así en marzo donde HDO disminuyó y se produjo un aumento en el consumo por lo que se deben tomar medidas para mantener dicha relación.

2.1.5. Gráfico de consumo de energía vs producción (HDO).

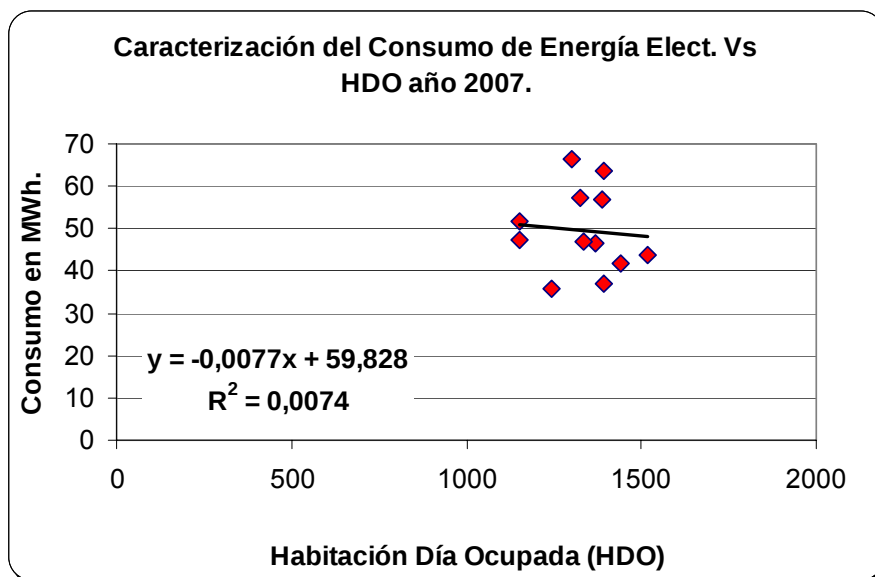


Figura 2.15 Gráfico de consumo de energía vs producción (HDO) año 2007.

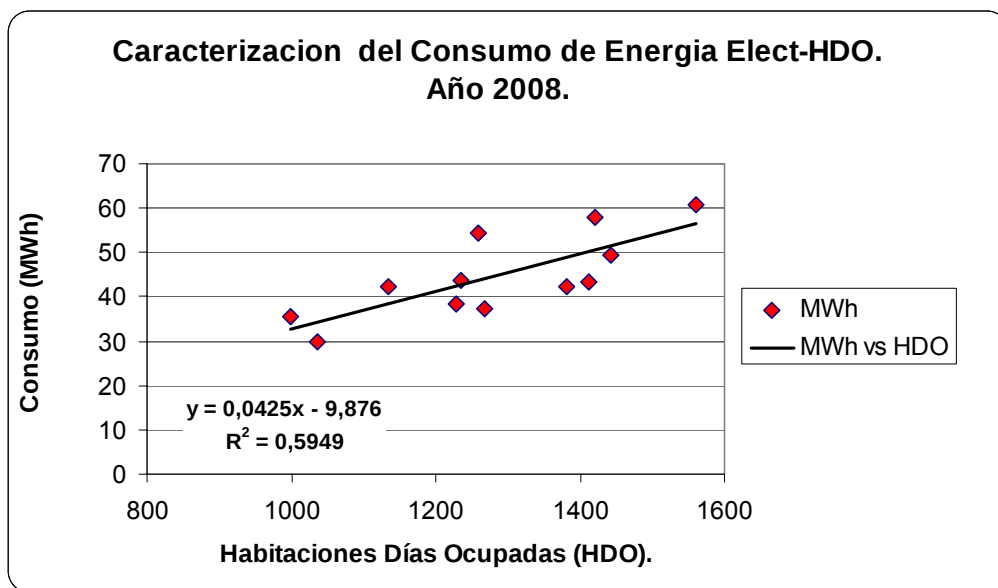


Figura 2.16 Gráfico de consumo de energía vs producción (HDO) año 2008.

De la figura 2.15 y 2.16 se puede llegar a la conclusión que el coeficiente de correlación (R^2) del 2008 es mejor que el del 2007, ya que son 0,59 y 0,0073 respectivamente este tipo de comportamiento también se reflejaba en los gráficos de las figuras 2.12 y 2.13 donde el consumo en el 2008 tenía una buena relación con la producción, mientras que en el 2009 no existía casi relación entre ellos. Según el libro de “Gestión Energética Empresarial” escrito por los Drs. Aníbal Borroto y José P. Monteagudo, para que exista una buena correlación en sistemas de climatización el valor tiene que ser mayor o igual a 0.75 ($R^2 \geq 0.75$).

Con dichos resultados no se puede controlar el consumo de la energía del hotel, ya que se requiere un índice que permita establecer un Sistema de Monitoreo y Control Energético. Como se explicó en el primer capítulo el índice de consumo no es confiable para su uso porque no se toman en cuenta diferentes factores que inciden en el consumo de electricidad.

Los puntos anteriores ponen en clara evidencia que el índice de control actual no permite realizar una adecuada valoración del uso eficiente de la energía.

2.2. Estudio para la mejora del índice KWh/HDO.

Para la mejora del índice (KWh/HDO) que caracteriza el consumo de la energía en el sector hotelero se realiza mediante la incorporación de fenómenos no asociados a la

energía que influyen en el consumo como la temperatura ambiente, el servicio que brinda la entidad y las cargas térmicas a vencer por parte de los aires acondicionados. Todos estos factores analizados en su conjunto con la HDO toma el nombre de HDOeq por lo que el índice será dado en KWh/HDOeq.

Según criterios del Equipo de Trabajo de Gestión de Energía del CEEMA la expresión HDOeq queda definida por la ecuación 2.5: (4)

$$HDOeq = HDO \cdot F_c \cdot F_t + F_s \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Donde:

HDOeq → Habitación Día Ocupada Equivalente.

HDO → Ocupación mensual o diaria de la habitación según como se estime.

Fc → Factor de Carga.

Ft. → Factor de Temperatura.

Fs. → Factor de servicios.

2.2.1 Factor de Carga.

El factor de carga se determina mediante la división de la carga de la habitación entre la carga promedio de todas las habitaciones tipos. Los cálculos para determinar la carga térmica a vencer por una habitación fueron hallados por el Simulador de Cargas Térmicas para Edificaciones realizado por el Dr. Pérez Tello (7). Debido a que las habitaciones tienen la misma configuración y sus cargas térmicas a vencer son similares, en dichos cálculos no se tienen en cuenta las diferencias entre las habitaciones tipos por lo que se decidió lo siguiente:

$$Q_r = Q_{pr} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Donde:

Q_{pr} → Carga de la habitación o Carga Térmica de Referencia (TR).

Q_r → Carga promedio de todas las habitaciones (TR).

Por lo que el factor de carga de una habitación tipo es:

$$F_C = \frac{Q_r}{Q_{pr}} = 1 \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Para hallar el factor de carga de las suites se calculó la carga a vencer por cada una de las mismas y la cantidad de habitaciones que representan. Entonces se llegó a determinar que la carga requerida por la suite 107 era igual a la de tres habitaciones tipos, mientras que la carga de la suite 108 y la 109 representaban solo dos habitaciones. Conociendo estos datos se decidió que cuando la habitación 107 estuviera ocupada se tomara como tres habitaciones tipo mientras que la 108 y la 109 se tomaran como dos habitaciones cada una, es decir si una de estas habitaciones se ocupa se le suma a las habitaciones tipos como si fueran dos habitaciones más o tres en caso de la suite 107.

Teniendo el factor de carga de cada habitación más el de la suite, se le multiplica a las HDO y se prosigue para seguir hallando los otros factores que influyen sobre la HDOeq.

2.2.2 Factor de Temperatura.

Para realizar el cálculo del factor de temperatura se tomaron las temperaturas máximas y mínimas para posteriormente determinar las Horas Grados (HG) como lo recomienda (4) para luego llegar al factor de temperatura.

Las temperaturas fueron medidas en la estación meteorológica de Cantarrana ubicada en la provincia de Cienfuegos para luego calcular las horas grados mediante la ecuación 2.8.

$$\text{Horas Grado} = \sum_n \int_{T_0}^T \int_{t=1}^{t=24} T(t) \cdot dT \cdot dt \quad (\text{Ec. 2.8})$$

Donde:

$T \rightarrow$ Temperatura Ambiental ($^{\circ}\text{F}$)

$T_0 \rightarrow$ Temperatura de referencia (Confort en $^{\circ}\text{F}$).

$t. \rightarrow$ Tiempo (hrs)

La relación entre la Temperatura y las horas del día se encuentra a partir de la función de Furrier.

$$\theta(t) = \langle m \rangle + A \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{24}\right) + B \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{24}\right) \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Donde:

$t = 1, 2, 3, \dots, 24$ (horas)

$\theta(t)$. – Factor adimensional de temperatura.

$$\theta(t) = \frac{T_{\text{máx}} - T(t)}{T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Sustituyendo el término $\theta(t)$ de la Ec. 2.10 en la Ec. 2.9 y despejando el término $T(t)$ se tiene la función que debe ser sustituida en la Ec. 2.8. Para evaluar dicha función se deben tener los valores de los coeficientes A , B y $\langle m \rangle$ de la Ec. 2.9; y se procede al cálculo de las H.G.

$\langle m \rangle$	0,10617
A	0,20105
B	0,58812

Valores tomados del Programa de el Dr Pérez Tello (7)

Para el procesamiento de los datos se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel a la cual se le introdujeron los datos de la estación meteorológica de Cantarrana (provincia de Cienfuegos) referente a las temperaturas máximas y mínimas del día en el año 2007 y hasta agosto del año 2008.

Teniendo los resultados de las HG se pasa a graficarlos contra el consumo del hotel como se muestra en la tabla 2.3 y la figura 2.17.

Tabla 2.3 Relación consumo y HG año 2007.

Meses	Consumo (MWh)	HG
Enero.	43,8	0,00
Febrero.	41,6	11,30
Marzo.	46,6	51,94
Abril.	46,8	380,28
Mayo.	56,7	939,76
Junio.	57,4	2550,89
Julio.	66,4	2949,50
Agosto.	63,6	2762,28
Septiembre.	51,9	1084,72
Octubre.	47,5	1780,76
Noviembre.	35,66	166,63
Diciembre.	37,1	64,16

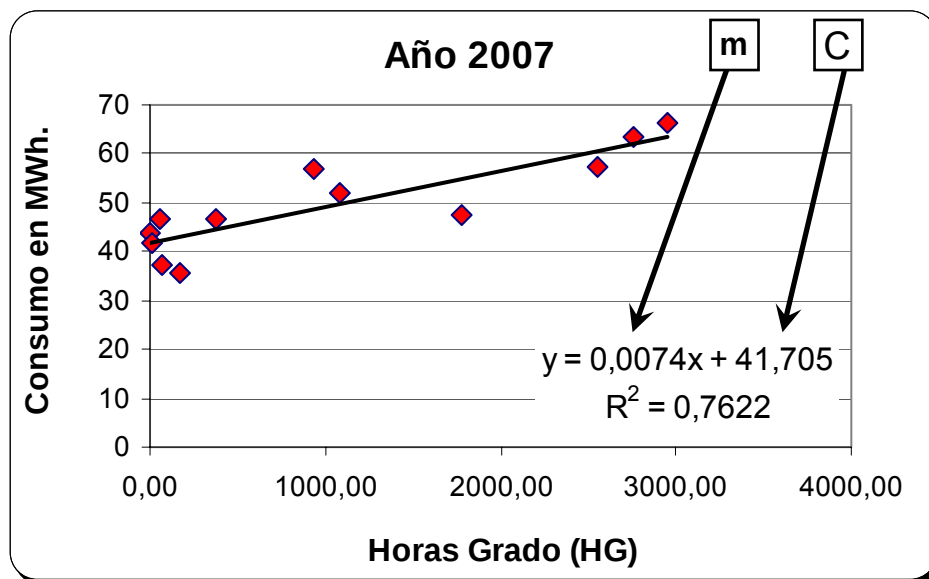


Figura 2.17 Gráfico de correlación de consumo vs horas grados.

Como se muestra en la figura 2.17 existe una buena correlación, esto indica que las horas grados influyen grandemente en el consumo energía eléctrica del hotel, de aquí se toma la ecuación del gráfico para luego mediante ésta calcular el factor de temperatura a través de las ecuaciones siguientes:

$$F_t = \frac{E}{C} = \frac{C + m \cdot HG}{C} \quad (\text{Ec. 2.11})$$

$$F_t = 1 + \frac{m \cdot HG}{C} \quad (\text{Ec. 2.12})$$

Donde:

$F_t \rightarrow$ Factor de temperatura.

C y m son los valores que se muestran en la gráfica de la figura 2.17. En la gráfica el valor de C también se puede denominar como E_0 .

Tabla 2.3 Relación consumo y HG año 2008.

Meses	Consumo (MW/h)	HG.
Enero.	29,7	0,0
Febrero.	37,41	30,6
Marzo.	42,3	96,9
Abril.	43,34	367,8
Mayo.	49,25	1563,4
Junio.	54,53	2646,0
Julio.	57,85	2999,5
Agosto.	60,83	2928,7

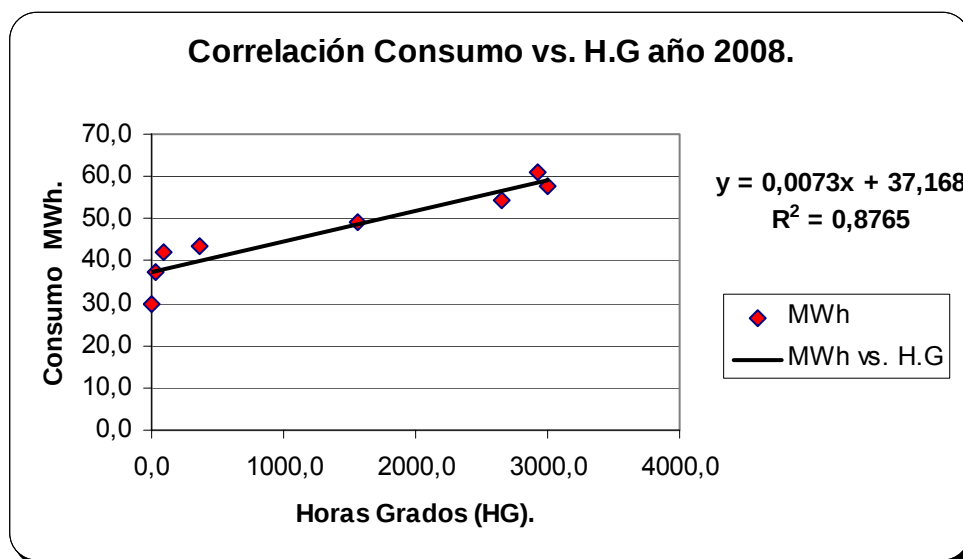


Figura 2.18 Gráfico de correlación de consumo vs horas grados.

Debido a que las temperaturas de Cantarrana solo se encontraban hasta el mes de agosto por las averías que causó el ciclón en la estación, solo se correlacionó las horas grados hasta ese mes. No obstante la correlación se mantuvo por encima de 0,75, o sea, una correlación muy buena desde el punto de vista estadístico.

Teniendo las ecuaciones de dichos años se prosiguió al cálculo del F_t por la ecuación 2.12 y luego se multiplicó con las HDO para posteriormente graficarlo y establecer una

correlación del consumo contra las HDOeq(F_t) pero solo utilizando el factor de temperatura.

Tabla 2.4 Resultados de las HDOeq(F_t) del 2007.

Meses.	Consumo (KWh)	HDO.	F_t	HDOeq(F_t)
Enero.	43,8	1520	1,0151568	1543,04
Febrero.	41,6	1443	1,01177484	1459,99
Marzo.	46,6	1368	1,00951469	1381,02
Abril.	46,8	1333	1,07039776	1426,84
Mayo.	56,7	1386	1,15538413	1601,36
Junio.	57,4	1324	1,36961344	1813,37
Julio.	66,4	1300	1,50025164	1950,33
Agosto.	63,6	1392	1,5138877	2107,33
Septiembre.	51,9	1152	1,38201621	1592,08
Octubre.	47,5	1153	1,31565053	1516,95
Noviembre.	35,66	1241	1,01720434	1262,35
Diciembre.	37,1	1395	1,01095026	1410,28

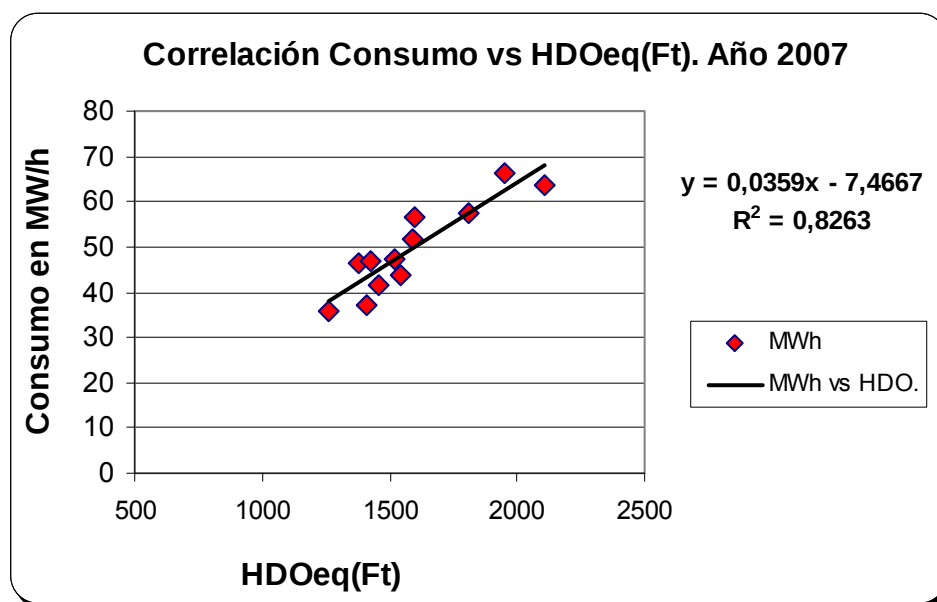


Figura 2.19 Gráfico de correlación de consumo vs HDOeq(F_t) año 2007.

Como se muestra en el gráfico de la figura 2.19 la temperatura es uno de los factores que más influye en el consumo del hotel “Punta la Cueva”, esto se debe a la configuración del mismo que a diferencia de otros hoteles que presentan una infraestructura de edificio y la radiación no influye en todas sus habitaciones directamente y no todo el día por lo que la transferencia de calor hacia el interior de la habitación es menor, mientras que estas habitaciones se encuentran expuestas al

sol todo el día y por lo tanto la transferencia de calor mediante techos y paredes es mayor. Por tal motivo se debe tener en cuenta la temperatura en el consumo de hotel.

Tabla 2.5 Resultados de las HDOeq(F_t) del 2008.

Meses.	Consumo (KWh)	HDO.	F _t	HDOeq(F _t)
Enero.	29,7	1037	1,000	1543,04
Febrero.	37,41	1268	1,005	1459,99
Marzo.	42,3	1381	1,016	1381,02
Abril.	43,34	1412	1,062	1426,84
Mayo.	49,25	1443	1,263	1601,36
Junio.	54,53	1260	1,444	1813,37
Julio.	57,85	1421	1,504	1950,33
Agosto.	60,83	1560	1,492	2107,33

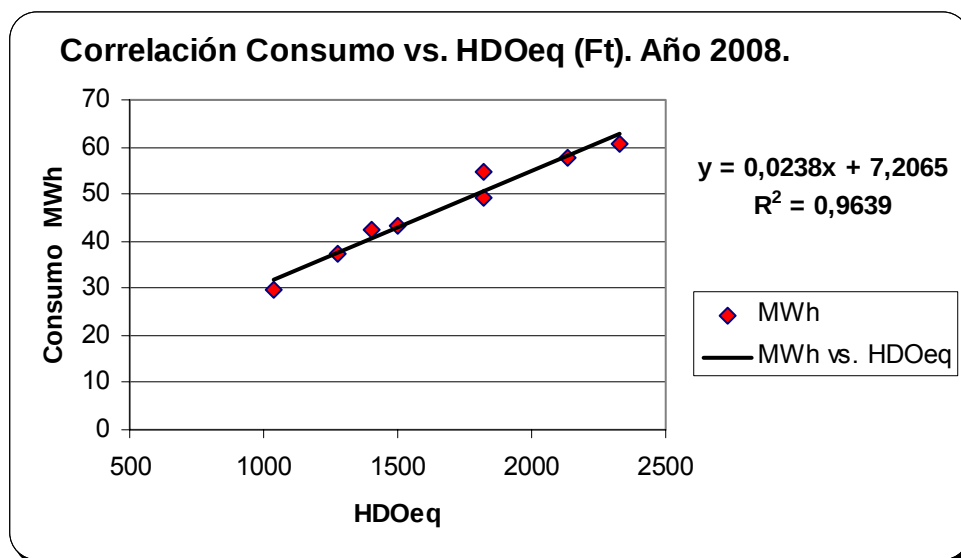


Figura 2.20 Gráfico de correlación de consumo vs HDOeq(F_t) año 2008.

En la figura 2.20 se muestra que a pesar de tomar solo 8 meses en cuenta la correlación es muy buena ya que su $R^2 = 0,96$ y supera el valor de 0,75 que es el valor mínimo para determinar que la temperatura influye en el consumo del hotel. Solo queda analizar el factor de servicio, que es otro de los factores que influye en el consumo.

2.2.3 Factor de Servicio.

El hotel “Punta la Cueva” brinda otros servicios en locales climatizados como la Sala de Fiesta y la tienda mientras que las oficinas no es un servicio que brinda el hotel pero es

parte del factor de servicio pues es allí donde se organiza y dirigen las acciones y tareas a realizar por lo que se incluye en este cálculo.

Se tomaron estos locales como un factor que influye en el consumo del hotel porque son locales climatizados y como se mencionó en el capítulo anterior la climatización representa el consumidor más importante en el hotel.

De igual modo que las habitaciones se deben calcular el factor de temperatura y el factor de carga a cada uno de estos locales por lo que el factor de servicio queda determinado de la siguiente forma:

$$F_s = \sum_i^n (SO \cdot F_{cs} \cdot F_{ts}) \quad (\text{Ec. 2.13})$$

Donde,

$F_s \rightarrow$ Factor de servicios.

$SO \rightarrow$ Ocupación mensual o diaria de la Sala de Fiesta, tienda, etc.

$F_{cs} \rightarrow$ Factor de Carga de servicios.

$F_{ts} \rightarrow$ Factor de Temperatura de servicios.

A cada consumidor se le calcula la carga térmica para las horas de utilización de estos, para ello se manejó el mismo programa utilizado para el cálculo de cargas térmicas de las habitaciones. En el caso de las oficinas y tienda se le realizó el cálculo en un período de tiempo de de 8:00 am a 11:00 am y de 2:00 pm a 5:00 pm y la sala de fiesta de 10:00 pm a 2:00 am, ya que son las horas promedio de uso.

Después de haber calculado hora a hora la carga térmica en el rango de horas ya mencionados se determina el promedio de estas para cada uno de estos locales, ver Anexo #1, Tabla 1, 2, 3.

El promedio de la carga térmica hallada se divide entre la carga térmica de referencia llegándose así a la siguiente ecuación:

$$F_{cs} = \frac{Q_{Tl}}{Q_r} \quad (\text{Ec. 2.14})$$

Donde:

F_{cs} → Factor de carga del local de servicio.

Q_{TI} → Carga Térmica del local (TR).

Q_r → Carga Térmica de referencia (TR).

En el caso de las oficinas se realizó el cálculo igual que las habitaciones, debido a que estas eran habitaciones anteriormente pero por una decisión administrativa las convirtieron en oficinas.

La carga térmica es la misma que se calculó para las habitaciones puesto que la temperatura es la misma. Los datos se utilizaron para el cálculo del factor de servicio (F_s) se muestra en el Anexo #1 tabla 4.

2.2.4 Obtención de la HDO_{eq} .

Ya con todos estos factores determinados se puede calcular la HDO_{eq} mediante la fórmula siguiente:

$$HDO_{eq} = HDO \cdot F_c \cdot F_t + SO \cdot F_{cs} \cdot F_t$$

$$HDO_{eq} = F_t \cdot [HDO \cdot F_c + SO \cdot F_{cs}] \quad (\text{Ec. 2.15})$$

$$HDO_{eq} = F_t \cdot [HDO \cdot F_c + F_s] \quad (\text{Ec. 2.15a})$$

La relación entre el consumo de energía eléctrica (MWh) y la Habitación Día Ocupada equivalente (HDO_{eq} .) tomando en consideración el factor de servicios, el factor de carga y el de temperatura, son dados en la Tabla 2.6 y la representación gráfica en la Figura 2.21 para el año 2007 y en la Tabla 2.7 y la Figura 2.22 para el año 2008.

Tabla 2.6 Resultados de las HDO_{eq} del 2007.

Meses.	Consumo (MWh)	HDO.	F_t	F_c	F_s	HDO_{eq}
Enero.	43,8	1520	1,0151568	1	900,25	1543,04
Febrero.	41,6	1443	1,01177484	1	897,23	1459,99
Marzo.	46,6	1368	1,00951469	1	895,21	1381,02
Abril.	46,8	1333	1,07039776	1	949,55	1426,84
Mayo.	56,7	1386	1,15538413	1	1025,41	1601,36
Junio.	57,4	1324	1,36961344	1	1216,63	1813,37
Julio.	66,4	1300	1,50025164	1	1333,24	1950,33
Agosto.	63,6	1392	1,5138877	1	1345,41	2107,33
Septiembre.	51,9	1152	1,38201621	1	1227,70	1592,08
Octubre.	47,5	1153	1,31565053	1	1168,46	1516,95
Noviembre.	35,66	1241	1,01720434	1	902,07	1262,35
Diciembre.	37,1	1395	1,01095026	1	896,49	1410,28

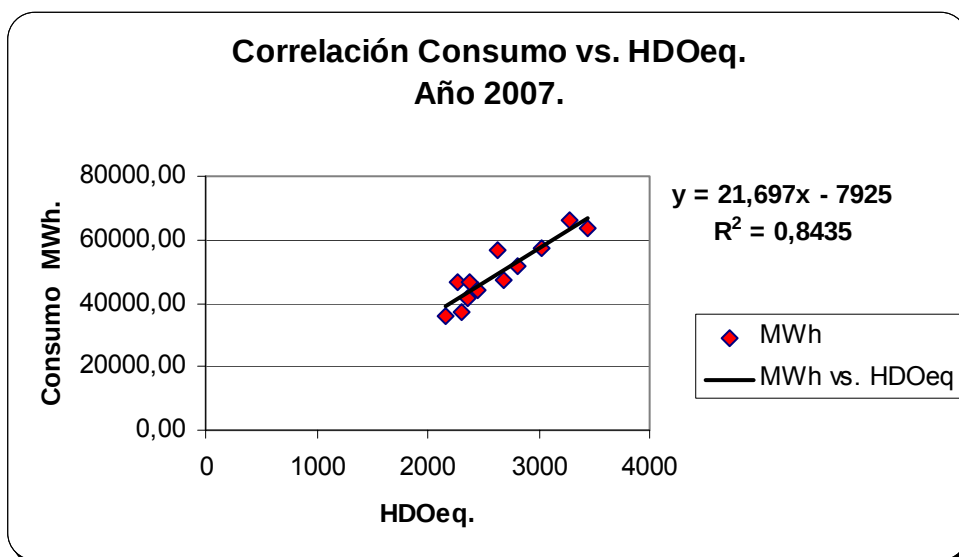


Figura 2.21 Gráfico de correlación de consumo vs HDOeq año 2007.

En la figura 2.19 se observa que la correlación aumenta considerablemente cuando se analiza la Energía Eléctrica consumida por el hotel vs HDOeq para el año 2007, y se encuentra por encima de la condición ($R^2 \geq 0,75$) con un valor de $R^2=0,84$. Esto quiere decir que los factores analizados tienen mucho que ver en el consumo de electricidad y se debiera tomar en cuenta la HDOeq para la realización de un índice de consumo, ya que el mundo hotelero solo lo refleja con las HDO y no toman a consideración dichos factores, que sí tienen mucha importancia, como queda evidenciado anteriormente.

Tabla 2.7 Resultados de las HDOeq del 2008.

Meses.	Consumo (MWh)	HDO.	Ft	Fc	Fs	HDOeq
Enero.	29,70	1037	1	1	454,72	1570
Febrero.	37,41	1268	1,00513782	1	457,06	1802
Marzo.	42,30	1381	1,01627806	1	462,13	1954
Abril.	43,34	1412	1,06175129	1	482,80	2060
Mayo.	49,25	1443	1,26252263	1	574,10	2494
Junio.	54,53	1260	1,44429613	1	656,76	2581
Julio.	57,85	1421	1,50364917	1	683,75	2893
Agosto.	60,83	1560	1,49175894	1	678,34	3096

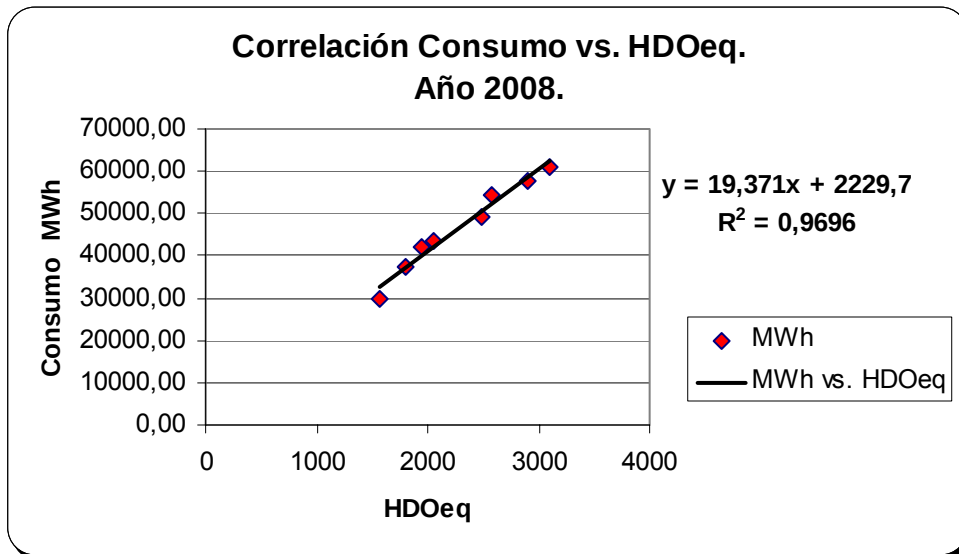


Figura 2.22 Gráfico de correlación de consumo vs HDOeq año 2008.

Para el año 2008 como se aprecia en la figura anterior, la correlación aumenta hasta un valor de $R^2=0,96$, este valor tan elevado puede estar dado a que solo se tomaron ocho meses en cuenta o también que en el 2008 se analizó la ocupación de cada suite, lo que no hizo para el año 2007. No obstante, el valor de correlación está por encima de la condición, esto demuestra nuevamente que los factores analizados tienen mucha influencia en el consumo de energía eléctrica del hotel Punta la Cueva. De aquí es evidente la necesidad de un análisis del índice de consumo con el objetivo de evaluar la eficiencia energética de dicho hotel.

2.2.5 Análisis del Índice de Consumo.

El índice de consumo es muy bueno para establecer sistemas de gestión energética y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superior. También es de gran utilidad para evaluar el comportamiento de la eficiencia energética del hotel en un período dado. El índice de consumo (IC) en el hotel se puede traducir a estado de la eficiencia porque se mide el consumo de corriente eléctrica vs las habitaciones ocupadas. Para la medición del comportamiento del IC se debe tener en cuenta un valor teórico el cual servirá de referencia para medir el comportamiento actual del índice.

Para la obtención del valor teórico del Índice de Consumo (IC_{teo}) se debe utilizar la ecuación de los gráficos de las figuras 2.21 y 2.22 para los años 2007 y 2008 respectivamente, donde se planteará la siguiente ecuación:

$$IC = \frac{E}{P} = \frac{m \cdot HDO_{eq} + E_0}{HDO_{eq}}$$

De la cual se obtiene la ecuación 2.16.

$$IC_{teo} = m + \frac{E_0}{HDO_{eq}} \quad \text{(Ec. 2.16)}$$

Donde:

m y E_0 , se obtienen de la ecuación que se muestra en las figuras 2.21 ó 2.22 cuyos valores se toman como se explicó en la fig. 2.17.

Después se selecciona un número de habitaciones días ocupadas equivalente (HDO_{eq}) muy pequeño, de tal manera que se pueda evaluar el IC en caso de tener un nivel de ocupación mínima (esta ocupación normalmente nunca ocurre). Posteriormente se ordena las HDO_{eq} de forma ascendente hasta alcanzar el valor máximo de HDO_{eq} para el hotel y con la Ec. 2.16 se logra el comportamiento teórico de este índice.

Luego se calcula el IC real (IC_r) mediante la ecuación 2.17 que se muestra a continuación:

$$IC_r = \frac{E}{P} = \frac{kWh}{HDO_{eq}} \quad \text{(Ec. 2.17)}$$

En la siguiente figura se muestran las gráficas correspondientes a los indicadores del 2007 y 2008 respectivamente.

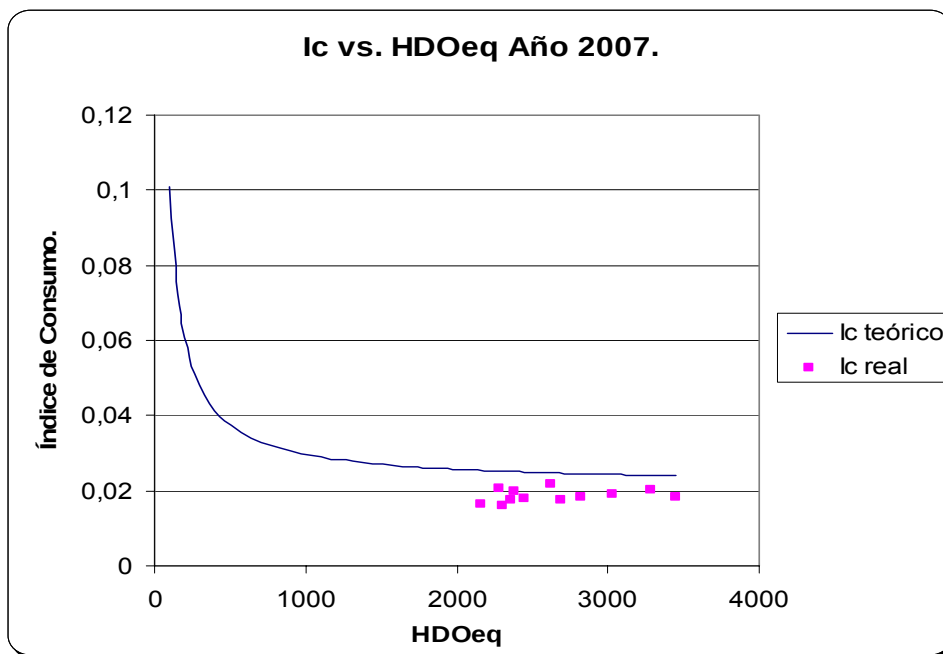


Figura 2.23 Gráfico de Índice de Consumo vs HDOeq correspondiente al año 2007.

Como se muestra en el gráfico anterior no existe ningún punto por encima del índice de consumo teórico, esto quiere decir que el índice de consumo en el año 2007 se comportó de forma satisfactoria por lo que la gestión de la energía en ese período fue buena y el indicador se comportó de una forma satisfactoria.

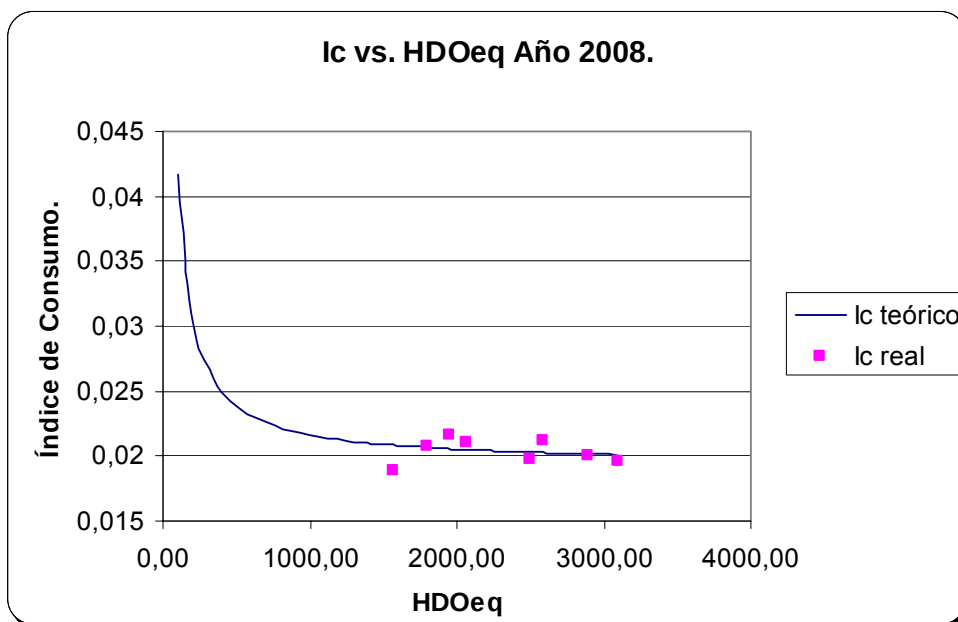


Figura 2.24 Gráfico de Índice de Consumo vs HDOeq correspondiente al año 2008.

En la figura 2.24 se muestran algunos puntos por encima de la línea que representa el índice de consumo teórico por lo que quiere decir que la gestión de la energía está funcionando mal en algunos meses del año y el indicador no se comporta de forma satisfactoria. No ocurre de la misma manera en los puntos que se encuentran por debajo de la línea, ya que en estos meses hubo un buen comportamiento de la gestión de la energía. Se tendría que analizar qué meses se mantuvieron por encima del IC_{teo} y evaluar qué factores influyeron en esta variación.

Los datos correspondientes a las figura 2.23 y 2.24 se muestran en el anexo 1 Tablas 5 y 6 respectivamente.

2.2.6 Comportamiento de la tendencia del hotel en cuanto al consumo de energía eléctrica (CUSUM).

La tendencia del hotel en cuanto a energía se analiza mediante el gráfico de sumas acumulativas o de tendencias, este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia del hotel en cuanto a la variación de sus consumos energéticos con respecto a un periodo base de comparación y también brinda cuantitativamente el valor de cuanto se dejó de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del periodo base hasta su actualización.

En este caso se realizó para el 2008 puesto que para el 2007 no existían los datos del periodo base para poder compararlo y en el 2009 solo existían los datos de dos meses por lo que la confiabilidad sería pobre. Para la realización de dicho gráfico lo primero que se ejecutó fue una tabla como la que se muestra a continuación.

Tabla 2.8 Resultados de las sumas acumulativas año 2008.

Período	Ea	Pa	Et= mPa + Eo	Ea – Et	Suma acumulativa
ene-08	29,7	1570	41,98802251	-12,288	-12,28802251
feb-08	37,41	1802	47,02699468	-9,616	-21,90501719
mar-08	42,3	1954	50,3272941	-8,027	-29,93231129
abr-08	43,34	2060	52,61625937	-9,2767	-39,20857066
may-08	49,25	2494	62,05341372	-12,803	-52,01198437
jun-08	54,53	2581	63,92313769	-9,393	-61,40512206
jul-08	57,85	2893	70,69456763	-12,844	-74,24968969
ago-08	60,83	3096	75,11862989	-14,288	-88,53831958

Donde:

Ea → Energía consumida del año en estudio o período actual.

Pa → HDOeq asociada a E_a .

Et → Energía consumida en el período base si la producción hubiera sido igual a la del período en estudio o período actual.

m y E_0 → Pendiente y energía no asociada directamente al nivel de producción de la ecuación de ajuste de la línea recta obtenida por el gráfico de consumo vs HDOeq del período seleccionado como base.

$E_a - E_t$ → Diferencia entre la energía consumida en el período en estudio o actual y al que se hubiera consumido en el período base para una igual producción.

Suma Acumulativa → Se acumula la suma de las diferencias, es una suma algebraica. El primer período no tiene suma acumulativa, este coincide con el valor de la diferencia ($E_a - E_t$).

Seguidamente se mostrará el gráfico del año analizado:

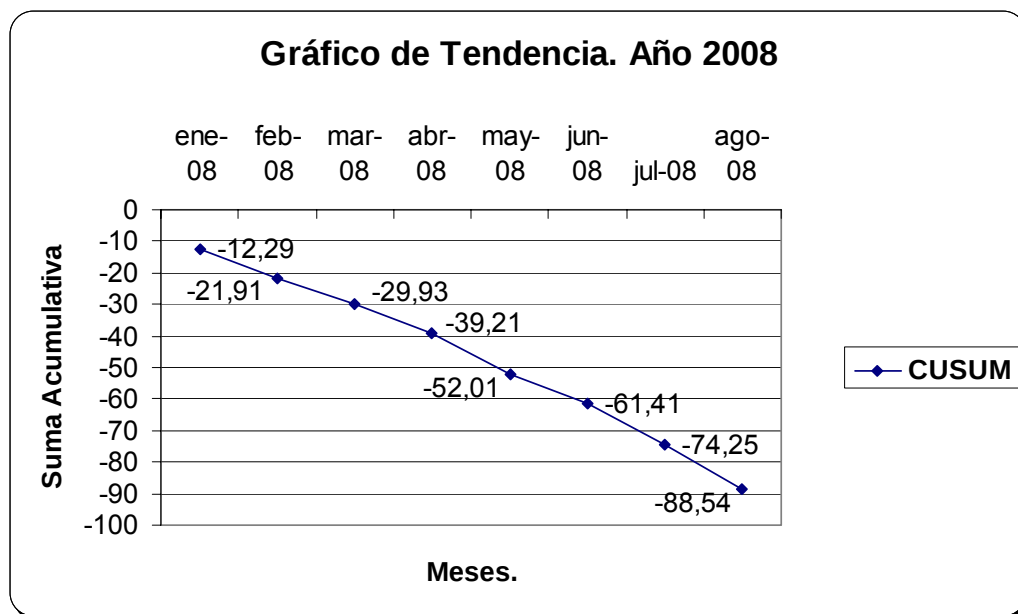


Figura 2.25 Gráfico de Sumas Acumulativas (CUSUM) año 2008.

Tal como se muestra en la figura 2.25 se comparó en un período de enero hasta agosto del 2008 (año en estudio), con respecto al 2007 que se tomó como base, y los resultados revelan que hubo una disminución del consumo de energía eléctrica en el año 2008 en relación con las HDOeq por lo que se puede decir que en cuanto a consumo, el año 2008 fue mejor que el 2007.

2.3 Conclusiones parciales.

- Los gastos en portadores energéticos en los años analizados se encuentran entre 5% y 6% de los gastos totales, mientras que entre los portadores el de mayor gasto es la electricidad que se encuentra entre 53,36% y 57,23%.
- En los gráficos de control se nota que los meses donde el consumo sobrepasa de los límites de control son en los meses de verano de intenso calor y en los meses de invierno donde el frío es mayor.
- El gráfico de Energía Eléctrica vs HDO de los años 2007 y el año 2008 se observa que no existe una buena correlación ya que no se toman en cuenta diversos factores que afectan directamente el consumo.
- Al introducir los factores (factor de carga, factor de servicio y factor de temperatura) que afectan el consumo mejoró la correlación considerablemente obteniendo en el 2007 una $R^2 = 0.84$ y en el 2008 una $R^2 = 0.96$.
- El factor que más influyó en el mejoramiento del índice de consumo tomando las lecturas mensuales fue el factor de temperatura (Horas Grados) debido a que vivimos en un país tropical donde las temperaturas se mantienen altas casi todo el año.

Capítulo III.



Capítulo III: Metodologías para el Cálculo y Propuesta de un Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE) para el hotel “Punta la Cueva”.

El sistema de monitoreo y control es el elemento fundamental en el sistema de gestión energética del hotel, una elaboración correcta de este trae consigo la eficiencia energética y con ello el ahorro de energía eléctrica que es uno de los pilares principales a tener en cuenta para reducir los gastos del hotel. Para ello es necesario establecer herramientas que posibilite el monitoreo y control de forma eficiente y fácil desde el punto de vista de maniobrabilidad.

3.1. Etapas que componen un Sistema de Monitoreo y Control Energético.

El sistema de monitoreo y control energético del hotel se compone de tres fases diferentes como son:

- ✚ Fase de Información.
- ✚ Fase de control.
- ✚ Fase de mejora o mejoramiento.

Todas estas fases en su conjunto juegan un papel importante en la gestión energética del hotel porque en ellas se recogen aspectos técnicos, energéticos y de servicio muy importantes, los cuales luego se ve reflejado en el balance que se le realiza al hotel para conocer su rentabilidad, esto se realiza mediante la comparación de los ingresos contra los gastos.

3.1.1. Fase de información.

Esta fase cuenta con la recolección de datos del hotel con el fin de tener la mayor cantidad de variable para luego poder procesarlos de forma tal que se produzca una sola salida que en este caso es la energía eléctrica, los datos recogidos son los siguientes:

Indicadores Energéticos.

- Electricidad (KWh/HDO).
- Combustible (Lts.).

- Gasolina.
Gasolina regular.
Gasolina especial.
- Diesel.
- GLP (Lts.).
- Agua (Lts.)

En el caso de la electricidad es controlada diariamente mediante un sistema establecido por el hotel llamado día operativo el cual toma las lecturas del metro contador en la madrugada, en la hora pico, en el día y luego se establece un total para las 24 horas del día. En el caso de los otros indicadores se les realiza el control mensualmente porque diariamente no sería fiable.

Habitaciones Días Ocupadas (HDO).

No es más que la cantidad de habitaciones ocupadas en el hotel un día determinado.

Horas Grados (HG)

Las horas grados es la información más importante ya que esta afecta mucho a la climatización, este es un factor que influye en gran medida en el consumo de energía eléctrica del hotel. Para llegar a las horas grados solo se deben tomar las temperaturas máximas y mínimas medidas por meteorología el día que se quiera comparar o también pueden estar medidas por un equipo que mida temperatura en el mismo hotel el cual sería más confiable a la hora de hallar el factor de temperatura para el cálculo de las HDOeq.

Otros servicios.

Son los locales del hotel que se les ofertan al cliente con climatización que no sean las habitaciones aunque aquí también se tienen en cuenta áreas que no están directamente vinculados a los huéspedes pero son altos consumidores, estos servicios son:

- Oficinas.

- Tienda.
- Sala de fiesta.

Estos servicios se tienen en cuenta ya que presentan equipos de climatización y nos puede llevar a un mejor resultado del uso de la energía.

3.1.2. Fase de control.

La segunda etapa en el sistema de monitoreo y control, es la fase de control, en ella se aplican las herramientas para organizar y controlar el proceso. En los sistemas de control energético es aconsejable utilizar el método de control selectivo, este se realiza sobre la base de la estructura de consumo y de pérdidas energéticas del hotel, para esta etapa debe establecer los siguientes procedimientos y herramientas:

Establecimiento de los objetivos de control.

Este se realiza estableciendo el diagrama energético - productivo del hotel, que no es más que el diagrama energético contra Habitaciones Días Ocupadas (HDO), puesto que es una entidad de servicio y sus ingresos no se derivan de una producción sino de del hospedaje de turistas en la instalación. Otra es establecer estructura de consumo del hotel por portadores energéticos esto se debe realizar mediante un diagrama de Pareto este es un diagrama de barras especializadas donde se muestran los portadores de forma descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por ciento, aquí se introducen los principales portadores energéticos del hotel y brinda una estructura de consumo muy detallada. Este también es muy útil para aplicar otro de los objetos de control que es la ley 80 – 20 (la selección del 20% de los equipos y áreas que provocan el 80% del consumo y los costos energéticos). Esto no es muy difícil de detectar porque como ya se ha dicho antes en un hotel solo la climatización es un alto consumidor energético y aunque no llega al 80% es la principal causa del gasto de energía eléctrica.

Establecer indicadores de control.

Para poder establecer los indicadores de control en el hotel y de áreas hay que identificarlos a partir del diagrama energético – productivo. Estos indicadores son los

relacionados al índice de consumo, a la energía no asociada, a los índices de costo y otros que sean determinantes en el consumo de energía del hotel. Para la selección de los indicadores de control es necesario realizarlo mediante un diagrama de correlación donde la correlación del indicador debe de ser mayor o igual que 0,75 ($R^2 \geq 0,75$), ya que así lo requiere la bibliografía especializada.

Establecer las variables de control.

En este paso se identifican y se seleccionan las variables de control a partir de los diagramas de correlación de estas con sus indicadores de control energético y del diagrama energético – productivo del proceso descrito en el paso anterior, luego se determina gráfica y analíticamente la relación entre estas y los indicadores de control establecidos, posteriormente se determina la influencia de estas variables sobre dichos indicadores de control.

Establecer herramientas de medición de indicadores de control.

Las mediciones de indicadores de control se tomarán diariamente mediante el día operativo establecido en hotel, esto no es más que la persona que se encuentra de guardia durante ese día efectuará las mediciones y se las entregará en el área de mantenimiento al energético de la instalación, esta medición se realizará con el metro contador del hotel esto se hará en tres horarios diferentes y se establecerá el total de dichas mediciones que no es más que la medición en un período de 24 horas. Luego el encargado de recoger las mediciones (energético) las introducirá en una hoja de cálculo Excel que se encuentra ubicada en la red para que el director del hotel sepa y tenga noción de la energía consumida durante el día anterior, la medición diaria permite conocer diariamente como se comportó el hotel el día anterior y si se consumió demasiado buscar las causas y tomar medidas rápidas y eficientes, no siendo así con la medición mensual que tendrías que tener un control muy exacto de lo que paso el mes anterior para poder tomar medidas y esto se hace muy engorroso de realizar, por ejemplo como se ha dicho anteriormente la climatización es el principal consumidor de un hotel y este depende del clima si hace mucho calor se consume más puesto que el

equipo tiene que realizar más trabajo para superar la carga térmica entonces si las mediciones fueran mensuales tendrías que buscar el mes anterior para observar que día hubo más calor y cuanto se consumió no siendo así con la medición diaria que se puede observar el día anterior y si los días posteriores se le asemejan se puede tomar medidas respecto a ello.

Establecer estándares.

Para establecer estándares se debe de tener en cuenta un período típico del hotel, es buscar el mejor día que tuvo el hotel en cuanto a eficiencia energética en un año determinado y establecerlo como un estándar para poder efectuar la comparación de ese día con el que se vive actualmente y ver en que se puede mejorar para asemejarse al estándar implantado, la comparación se efectuara mediante los indicadores de control seleccionados y para ello se establece lo siguiente:

- Gráfico de control (para determinar el valor promedio y límites superior e interior del estándar).
- Diagrama de correlación estándar vs. producción (para determinar la ecuación que rige la variación del indicador de control con respecto a la producción en el período estándar con un nivel de correlación significativo).
- Determinar el índice de consumo promedio estándar y la producción promedio estándar (para el período tomado como estándar o base de comparación).

Establecer herramientas de comparación de indicadores con estándares.

La comparación de indicadores con estándares se efectuara con las siguientes herramientas:

- Gráfico de control, este se utiliza para establecer un máximo, un mínimo y una media con el objetivo de observar si los indicadores tienen similitud con el estándar planteado, esto posibilita controlar los consumos y identificar las posibles causas no aleatorias que influyen en el comportamiento del consumo, pero también facilita y brinda una noción referente a las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.
- Gráfico de tendencia, es esencial para la comparación de las tendencias del hotel en cuanto a variación de sus consumos energéticos con respecto al

período base dado, a partir de este grafico también se puede saber la cantidad de energía que se ha consumido o se ha dejado de consumir respecto al período base.

- Gráfico IC vs. P, el diagrama de índice de consumo contra producción entre otros aspectos brinda el comportamiento de la eficiencia energética en el hotel en un período determinado, así como poder realizar la evaluación de dicha eficiencia.

Establecer herramientas para determinación de causas de la desviación del indicador respecto al estándar.

Planteados los puntos anteriormente visto correctamente solo queda analizar anomalías de diferentes tipos en el grafico de control principalmente, para poder determinar cuáles fueron las posibles causas que produjo un aumento o una disminución del consumo energético. También ver cuales indicadores de control son los que realmente afectan el buen desarrollo de la gestión energética esto es muy importante porque permite ver cuales indicadores son los que realmente ocasionan el incremento del consumo de la energía y así poder emitir conclusiones cualitativas y recomendaciones para corregir las desviaciones que afectan el consumo de la entidad, después de corregido el error se pasa nuevamente a controlar el indicador y si presenta similitud con el estándar se puede decir que este no presenta problema por lo que se podrá pasar a la siguiente fase.

3.1.3. Fase de mejora o mejoramiento.

Al estar la fase de control sin ningún problema notable manteniendo una revisión periódica para comprobar la estabilidad de los indicadores con respecto al estándar de la entidad se debe tomar medidas para la mejora de esta, revisando y evaluando una posible inversión que proporcione más eficiencia con menos consumo de energía y tratar que esta inversión también produzca un mayor nivel de satisfacción del cliente ya que este es uno de los principales objetivos del hotel, posteriormente se deben establecer nuevos procedimientos o inversiones para fomentar el ahorro de energía. Después de realizar dichas inversiones se debe establecer nuevos estándares para comenzar la comparación con los indicadores y luego regular los resultados con los del estándar planteado y así sucesivamente poder disminuir lo más posible con el paso del

tiempo el consumo de energía eléctrica, ya que el ahorro de esta es una de las tareas principales en que se encuentra enfrascado el hotel.

Todas estas fases del sistema de monitoreo y control energético se encuentra resumido al final de la propuesta del sistema de monitoreo y control figura 3.7.

3.2. Propuesta del Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE).

La gestión energética en el hotel “Punta la Cueva” debe tener un buen sistema de monitoreo y control con el fin de evaluar los indicadores de control y tomar medidas de organización en caso de que estos no cumplan con los estándares establecidos en dicho hotel para un período dado. En el hotel se realizará un sistema de monitoreo y control que permita tener en cuenta información que no se manejaban antes en dicho hotel para determinar el indicador que relaciona el consumo de energía eléctrica con las HDO y luego comparar este consumo con los de meses similares de años anteriores.

Actualmente se utiliza el índice kWh/HDO el cual no refleja el verdadero comportamiento del consumo del hotel debido a que la cadena ISLAZUL lo que tiene implantado es un índice de consumo para todos sus hoteles sin tener en cuenta factores que afectan dicho consumo y que son muy determinantes a la hora de obtener el índice de consumo, como las horas grados y el factor de servicio por ello se incorporará un nuevo Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE) que tenga en cuenta todos estos factores.

Para la propuesta del SMCE se realizó una prueba de 10 días del mes de mayo específicamente del 13 de Mayo al 22 de Mayo con el objetivo de demostrar la secuencia de pasos a seguir y la información que se debe trabajar, como se muestra a continuación.

3.2.1. Informaciones fundamentales y como se procesan.

El sistema de monitoreo y control se debe realizar diario para poder tomar decisiones sin tener la necesidad de esperar a que termine el mes y compararlo con meses similares de años anteriores, sino para poder compararlo con días similares de años anteriores.

En la primera etapa del SMCE se recoge la información para luego actualizarla y desarrollar el análisis energético. La persona que encargada de recolectar la información debe ser una persona que se sienta vinculada al tema y que tenga una responsabilidad en el área de la energía del hotel. Esta persona no es más que el energético del hotel en caso de no estar el presente por diferentes causas debe hacerlo el jefe de mantenimiento y en caso de que no se encuentren ninguno de los dos, estos deberán informarlo con anterioridad al director del hotel y este deberá designar a otra persona para realizar dicho trabajo con el objetivo de que no se pierda la información diaria para tener un estricto control de la energía y de sus índices de consumo. La información que se recogerá será la siguiente:

3.2.1.1 Consumo de la energía eléctrica y Habitaciones Días Ocupadas (HDO).

El consumo de la energía eléctrica se recogerá de forma diaria como se había dicho antes. Se tomarán tres lecturas ya que el contador del hotel brinda la información por separado dando los consumos del día, la madrugada, el pico y mediante la suma de estos se determina el consumo total, mientras que las HDO el energético la recogerá con el ama de llaves debido a que esta persona lleva el control de todas la habitaciones del hotel mediante un reporte que le suministra carpeta. Estas informaciones son una de las más importantes, puesto que de aquí parte el cálculo de todo el sistema de monitoreo y control ya que lo primero que se hace es la relación del Consumo Eléctrico vs HDO como se muestra en la figura 3.1 estos datos se introducirán en una tabla como la que se muestra en el Anexo #2 Tabla 1.

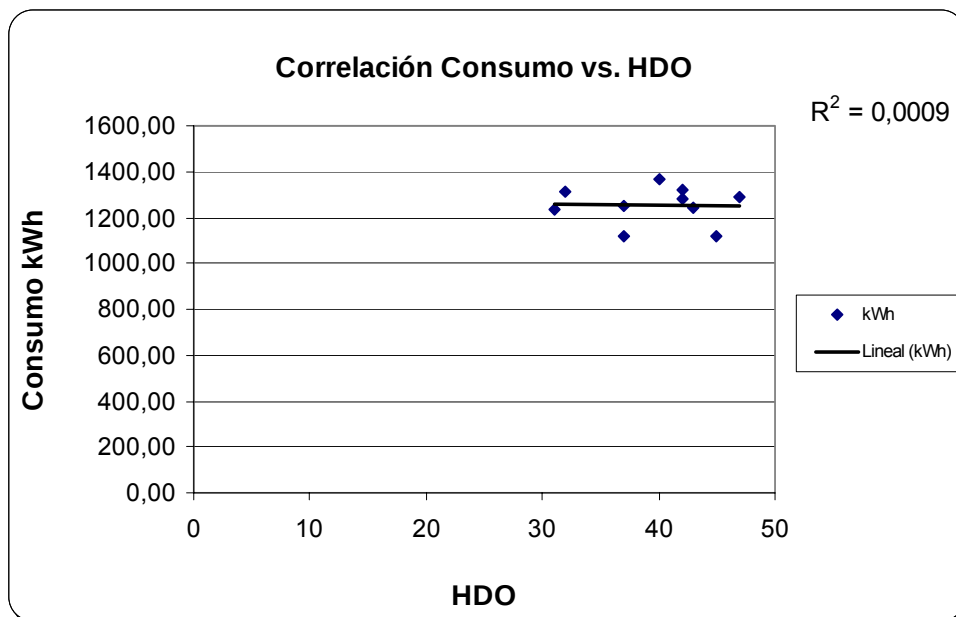


Figura 3.1 Grafico de correlación Consumo vs HDO para el periodo de prueba.

Como se puede observar en la figura 3.1 la correlación se encuentra muy por debajo de lo que plantea la bibliografía especializada, esto quiere decir que en el consumo de electricidad influyeron otros factores que afectaron mucho y que el índice de Consumo/HDO que está vigente en la cadena ISLAZUL y en todas las cadenas hoteleras en general no refleja el verdadero comportamiento del consumo.

3.2.1.2 Ocupación de las Suites.

La ocupación de las suites se necesita para el cálculo del factor de carga pues como ya se había explicado en el capítulo 2 se tomó la carga de las habitaciones como iguales menos las de las suites ya que su carga representaban la carga de 2 y 3 habitaciones y entonces se calculó mediante la suite que su carga representaba la de dos habitaciones se multiplicó por dos y la que la carga representaba 3 habitaciones se multiplicó por tres y estos valores se le suma a las habitaciones días ocupadas para al final dar una habitación días ocupadas equivalentes pero solo utilizando el factor de carga. Estos datos se introducen en una tabla como la del anexo #2 tabla 1. Por ejemplo si se ocupó la suite 107 solo se pone el número 1 en el día que se ocupó.

3.2.1.3 Temperaturas Máximas y Mínimas.

Lo más aconsejable para tomar las temperaturas es tomarlas en el mismo hotel, ya que allí se reflejaría el verdadero factor de temperatura que influye en las habitaciones y en el hotel en general esto se pudiera tomar con algún instrumento que mida temperatura y refleje las temperaturas máximas y mínimas ya que estas son las temperaturas que hacen falta para el cálculo de las horas grados pero como el hotel no tiene dicho instrumento deberá tomarla en alguna estación meteorológica de la localidad donde estas estaciones si reflejan dichas temperaturas.

Las temperaturas se introducirán en la tabla la hoja de cálculo Excel que tiene el Sistema de Monitoreo y Control Energético, dicha tabla se muestra en el anexo #2 tabla 2, y de aquí el programa calcula las horas grados mediante la ecuación 2.8. Ya con las horas grados de cada día se pasa a graficar las horas grados contra el consumo y con la ecuación de la recta de la correlación entre Consumo contra horas grados se halla las HDO equivalente pero solo utilizando el factor de temperatura (HDOeq (Ft)).

En la prueba de que se realizó en el hotel se observa en las siguientes gráficas de consumo vs horas grados y consumo vs HDOeq (Ft) para esos días de prueba:

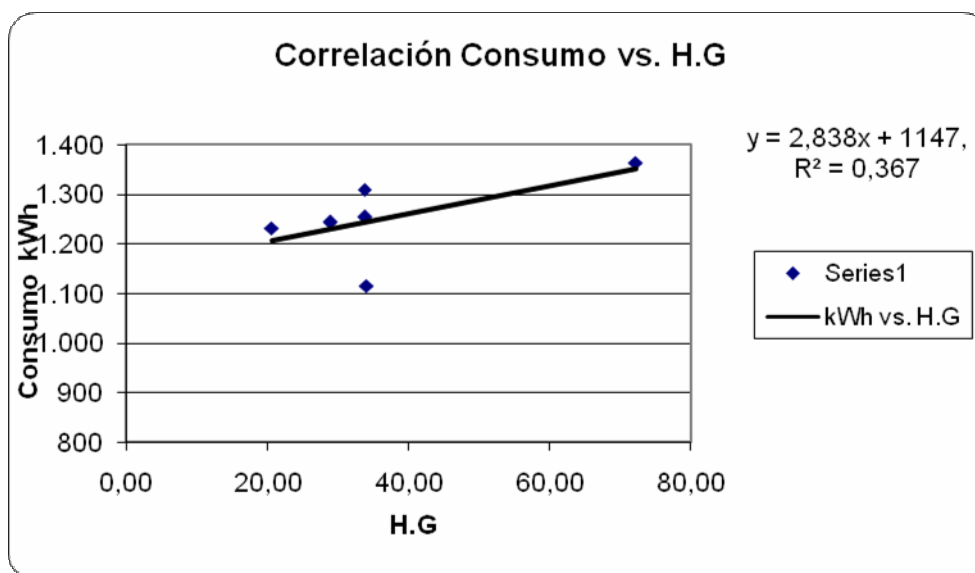


Figura 3.2 Gráfica de correlación Consumo vs HG para el período de prueba.

Como se muestra la correlación es baja pero es mucho mayor que la que se utilizó con las HDO por lo que se utiliza la ecuación de la recta para el cálculo de HDOeq (Ft) y luego graficarla como se muestra a continuación:

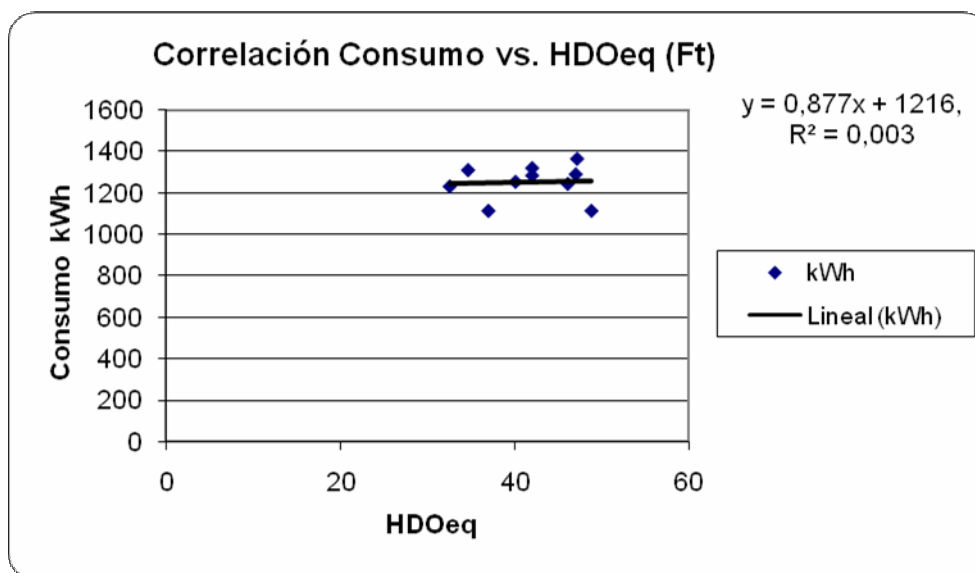


Figura 3.3 Gráfica de correlación Consumo vs HDOeq (Ft) período de prueba.

Como se muestra en la gráfica de la figura 3.3 el factor de temperatura sigue siendo uno de los puntos más determinantes en el consumo de la energía diaria, aunque la correlación no mejoró mucho, es mayor a la que se muestra en el gráfico de consumo vs HDO que se muestra en la figura 3.1.

Nota: Para el cálculo del factor de temperatura solo se utilizan las horas grados positivas, puesto que las horas grados negativas se utilizan para el cálculo de este factor pero en un sistema de calefacción.

Al analizar la correlación del consumo con la Habitación Día Ocupadas equivalente (HDOeq), se observa un aumento considerable ($R^2=0.16$) con respecto a la correlación que se obtuvo de la grafica de consumo vs HDO (Figura 3.1), este resultado de correlación se muestra en la figura 3.3a

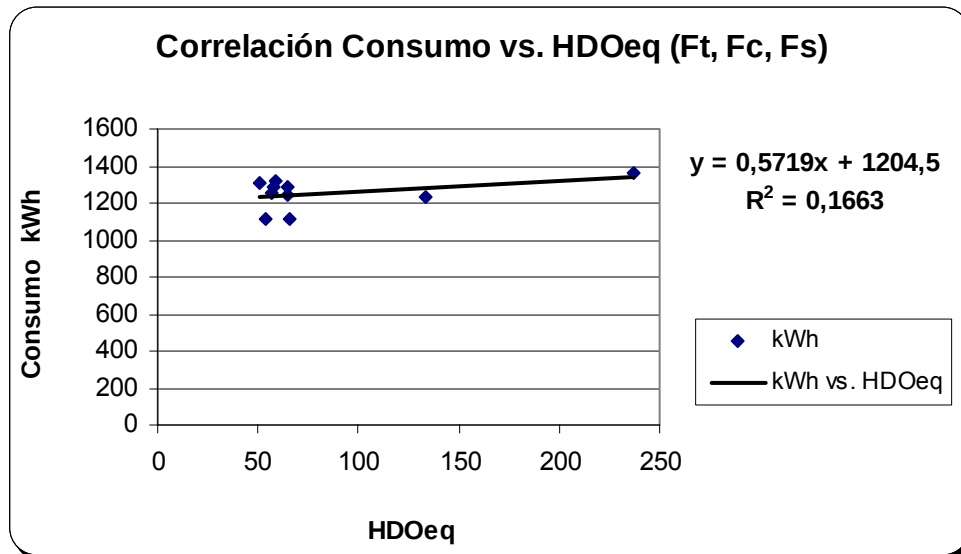


Figura 3.3a Gráfica de correlación Consumo vs HDOeq período de prueba.

La correlación del consumo vs HDOeq aumenta debido a que, en el sistema de monitoreo de control diario lo que más influye es el Factor de Servicio, ya que el hotel es pequeño y un equipo o área que porte un elevado índice de consumo (bomba de llenado de piscina, alquiler de la sala de fiesta, etc.) aumentaría considerablemente el gasto de corriente de eléctrica y por consiguiente afectaría el indicador energético.

Nota: Se recomienda seguir introduciéndole al SMCE equipos y áreas que porten un alto consumo ya que en este SMCE no absorbe todos los elementos de un alto consumo del hotel, sino que refleja algunos de los más importantes.

3.2.1.4 Alquiler de la Sala de Fiesta, horas de trabajo de la Tienda y Oficinas.

Otro de los datos que se tienen en cuenta en el SMCE es el alquiler de la sala de fiesta. Esta información la recoge el energético con el jefe de recreación o con la persona que se encuentra en carpeta, mientras la tienda y el restaurante tienen un horario fijo al no ser que se produzca alguna anomalía (alquiler del restaurante u otra actividad) pero esto es poco probable.

Lo primero que se calculó es el promedio de la carga térmica de las horas que trabajan cada uno de estos locales y se dividió esta por la carga de referencia como muestra la ecuación 2.14, luego con el factor de temperatura y las horas de trabajo de cada local, se calcula el factor de servicio mediante la ecuación 2.13.

Nota: Todos estos datos se introducen en el programa del SMCE como se muestra en el anexo 1 tablas 1, 2, 3 y 4.

3.2.2 Resultados que brinda el SMCE.

El SMCE muestra los resultados de forma diaria de tal manera que se puedan tomar decisiones si existe alguna irregularidad en el consumo de corriente eléctrica como se muestran en las gráficas siguientes realizadas para el período de prueba.

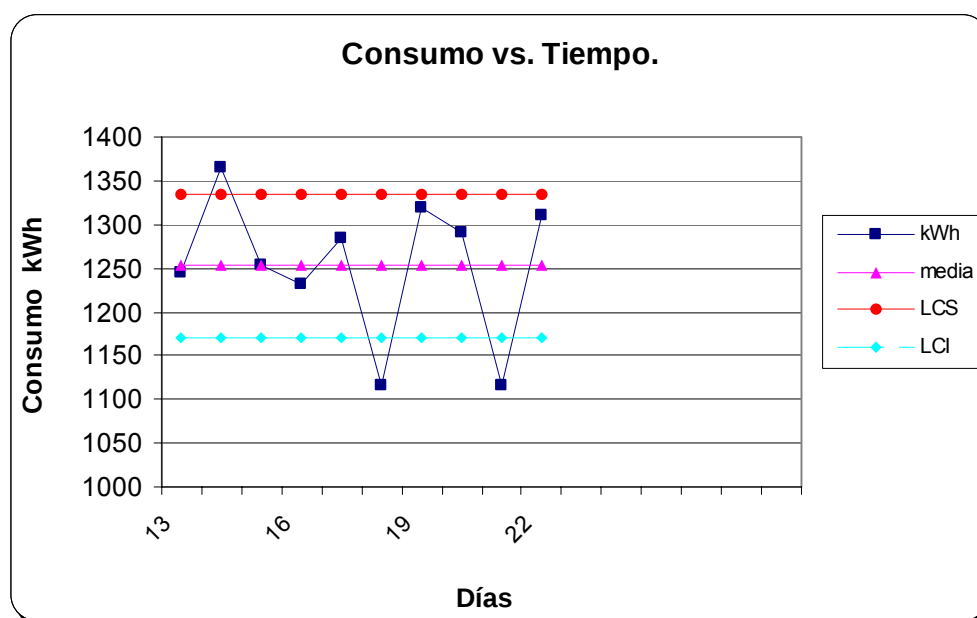


Figura 3.4 Gráfico de control de la energía eléctrica.

Para la obtención de este gráfico solo se tiene que tener en cuenta el consumo diario de la electricidad ya que el SMCE realizado calcula la media del consumo de los días que se están analizando, un límite de control superior (LCS) y un límite de control inferior (LCI) por las ecuaciones 2.1, 2.3 y 2.4 que aparecen en la tabla del SMCE como se muestra en el anexo 2 tabla 3. Esto permite conocer el estado del consumo y en caso de sobrepasar los límites establecidos, como se muestran en los días 14, 18 y 22 del período de prueba, permite establecer el análisis de las causas y factores que provocaron este comportamiento.

Una de las posibles causas de este comportamiento es las Habitaciones Días Ocupadas equivalentes (HDOeq) ya que si se existen muchas habitaciones ocupadas

provoca el aumento del consumo y viceversa pero en muchos casos no funciona así porque existen otros grandes consumidores de electricidad en el hotel que no están reflejados en la HDOeq por lo que la gráfica siguiente detectará si existen otros factores que afectaron en el consumo que no haya sido reflejado en el SMCE.

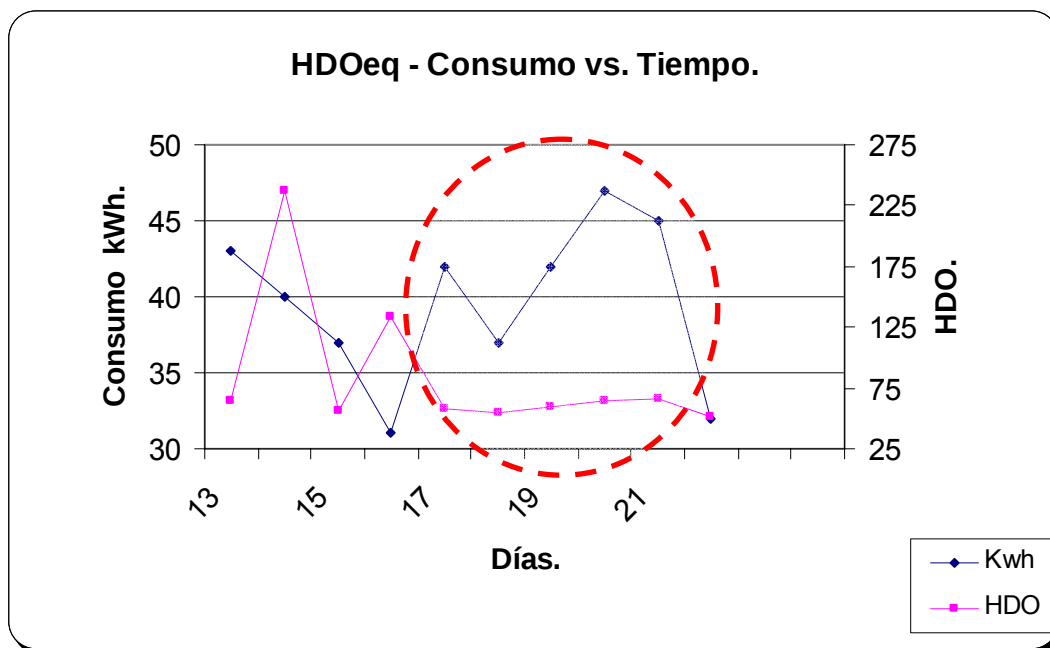


Figura 3.4 Gráfico de Producción-Consumo vs Tiempo.

Como se puede observar en la figura 3.4 existen días en el que influyeron otros factores por lo que se debiera hacer un análisis detallado para detectar dicho consumidor o consumidores. Para la realización de dicho gráfico solo se tiene que tener en cuenta HDOeq y el consumo de forma diaria como se había explicado en el capítulo 2. La HDOeq tiene presente factores que influyen en el consumo como se muestra en anexo #2 tabla 4, por lo que a la hora de analizar los factores que ocasionan la irregularidad en el consumo se deben de descartar estos, siempre y cuando ya se haya analizado el consumo con la HDOeq en el tiempo.

El índice de consumo (IC) es uno de los puntos más importantes que muestra el SMCE ya que permite comparar el índice de consumo real con un índice de consumo teórico, esto se realiza después de haber obtenido el gráfico de consumo vs HDOeq y la ecuación con una correlación significativa.

La forma de realización de este gráfico se muestra en el capítulo 2, y su fundamentación consiste en que a medida que aumenta la HDOeq disminuye el índice de consumo porque existe menos influencia de la energía no asociada a la producción en el IC y viceversa, si disminuye la HDOeq el consumo disminuye pero la energía no asociada a la producción influye más en el indicador ya que esta energía se mantiene relativamente constante.

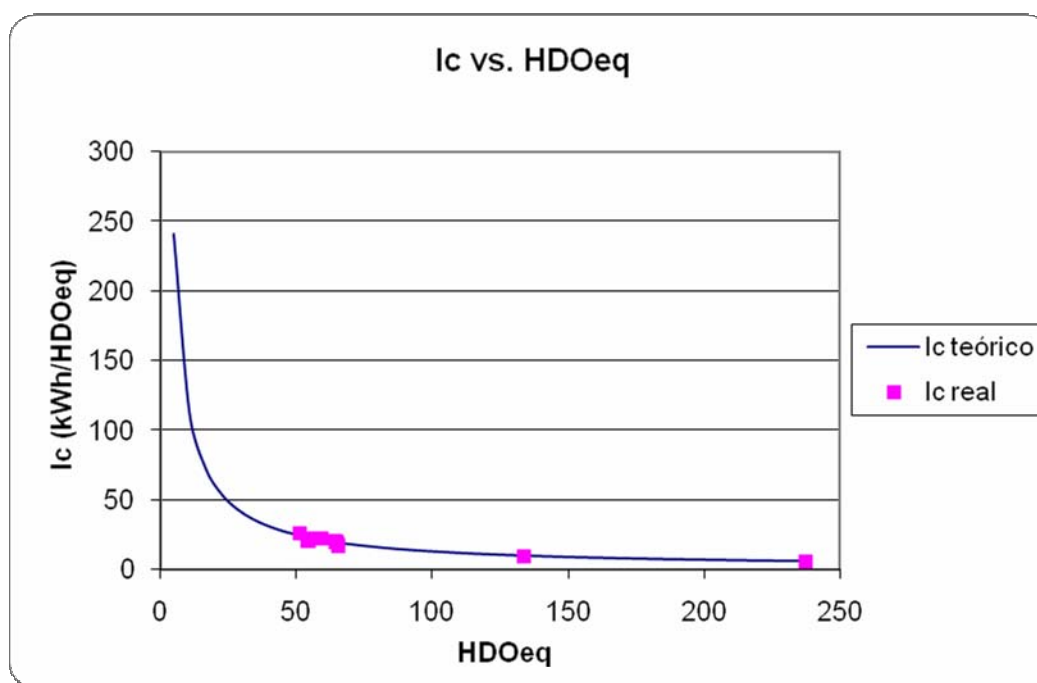


Figura 3.5 Ejemplo del gráfico de índice de consumo vs HDOeq.

En la figura 3.5 se muestra el índice de consumo real (IC_{real}) con respecto al índice de consumo teórico ($IC_{teórico}$), esta demuestra que si los puntos del índice de consumo real se encuentran por encima de la línea del índice de consumo teórico indica que el IC en el hotel estuvo ineficiente y se deben tomar medidas para que este disminuya su valor y se mantenga en límites de eficiencia energética. Este gráfico es muy útil para implantar un sistema de gestión energética y normalizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores.

Otra de las gráficas que brinda el sistema de monitoreo y control es la de tendencia, la cual permite comparar el consumo de electricidad contra el consumo de un período

base que tenga la misma producción. En la figura 3.6 se muestra un ejemplo del gráfico de tendencia o sumas acumulativas.



Figura 3.6 Ejemplo de gráfico de tendencia o sumas acumulativas.

Este tipo de comparación se puede hacer ya que el SMCE calcula y grafica como hubiera sido el consumo con esa misma producción pero en años anteriores. Para esto hace falta el consumo actual y las HDOeq correspondientes a un período determinado, ya que con la ecuación de la línea de correlación del mes que se quiera tomar como base se calcula como hubiese sido el consumo para ese mes, como se muestra en el capítulo 2. En el anexo #2 tabla 5, se muestra un ejemplo de las sumas acumulativas calculadas. Pero en este caso no se puede calcular debido a que no se cuentan con los datos suficientes para calcular las HDOeq para días similares pero de años anteriores por lo que se debiera trabajar en el sistema de monitoreo y control con el objetivo de obtener datos para en un futuro poder comparar dichas producciones.

A continuación en la figura 3.7, se muestra un diagrama de forma resumida el sistema de monitoreo y control energético.

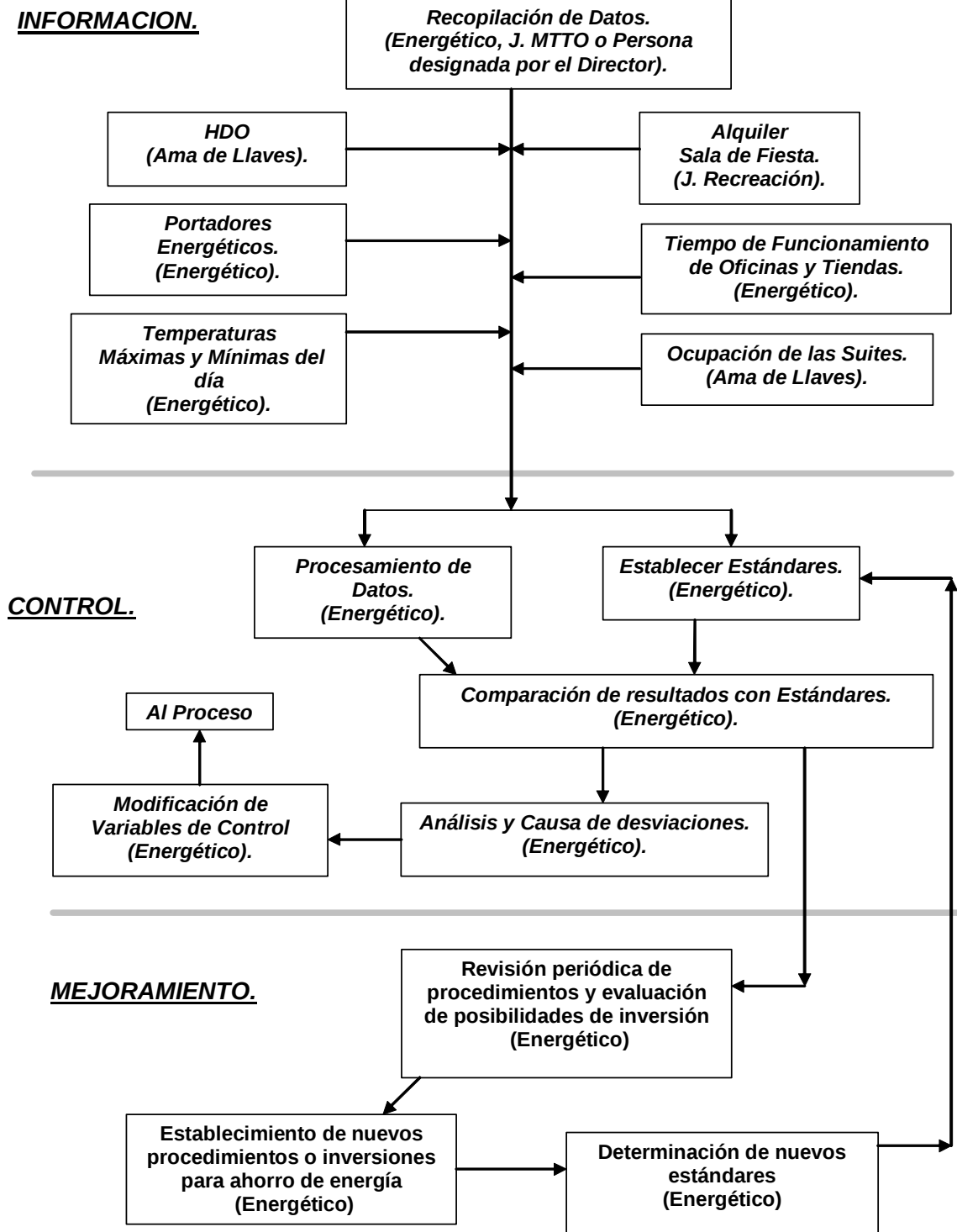


Figura #3.7 Diagrama del Sistema de Monitoreo y Control Energético.

3.3 Conclusiones Parciales.

- El Sistema de Monitoreo y Control Energético se consta de tres fases fundamentales como son: la fase de información, la fase de control y la fase de mejora o mejoramiento. Dicho sistema se debe realizar de manera diaria, no desechando los datos mensuales puesto que esto permite un mejor análisis del consumo con respecto a la Horas Grados.
- La propuesta de un nuevo Sistema de Monitoreo y Control Energético necesita la recopilación de datos diarios tales como: el consumo de electricidad, las temperaturas máximas y mínimas para el cálculo de las horas grados, las habitaciones ocupadas y las ocupaciones de las suites y el alquiler de las salas de fiesta así como las horas de trabajo de la tienda y las oficinas.
- La correlación del gráfico de consumo vs HDO referente a los días de prueba no es buena, pero al introducir los factores que tiene presente el Sistema de Monitoreo y Control Energético se puede apreciar una mejora de esta correlación, por lo que el nuevo índice de consumo (kWh/HDOeq) tiene reflejado un mejor comportamiento, algo que no es así en el índice de consumo (kWh/HDO) existente en las cadenas hoteleras.
- El nuevo Sistema de Monitoreo y Control Energético brinda resultados de tal manera que se pueden tomar medidas técnicas-administrativas referentes al uso eficiente de la energía de tal manera que se pueda contribuir al ahorro de energía eléctrica.

Conclucines.



Conclusiones Generales.

- El esquema energético de la humanidad descansa en la combustión de combustibles fósiles, donde más del 85% de la energía consumida por la humanidad proviene esas fuentes.
- El impacto de la producción de energía proveniente de los combustibles fósiles pone en peligro la existencia del planeta. Es una tendencia a nivel mundial ir al uso de las fuentes renovables de energía y al uso eficiente de los portadores energéticos.
- El indicador energético utilizado hasta el momento no es el más apropiado puesto que en él no se refleja el verdadero consumo de energía eléctrica ya que no toma en cuenta diferentes factores determinantes en él, como: el factor de servicio, el factor de la temperatura y el factor de carga.
- Al comprobar los diferentes factores en su conjunto para la determinación del indicador kWh/HDOeq estos arrojaron resultados muy positivos ya que para los años comprobados 2007 y 2008 se obtuvo una correlación de 0,84 y 0,96 respectivamente, comprobando así la influencia de los factores en el consumo de electricidad.
- El Sistema de Monitoreo y Control Energético se realizará de forma diaria y mostrará diferentes gráficas donde se podrá determinar y comprobar anomalías en el consumo de la energía y los factores que influyan en dichas irregularidades lo que provocaría un buen funcionamiento energético del hotel.

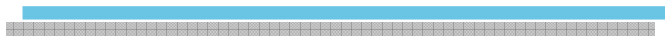
Recomendaciones.

CEEMA. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Recomendaciones.

Recomendaciones.

1. El sistema de monitoreo y control que se encuentra sujeto en las hojas de cálculo de Excel debe ser convertido en un programa profesional con el fin de hacer más fácil el trabajo.
2. Se deben implantar equipos de medición en diferentes áreas con el objetivo de conocer cuáles o cual área es la más consumidora y luego reestructurar el sistema de monitoreo y control teniendo en cuenta prioritariamente esos lugares que poseen el mayor índice de consumo.
3. Se debe seguir perfeccionando el sistema de monitoreo y control introduciéndole más equipos y áreas que posean un alto consumo como es el restaurante, las cámaras frías y la bomba que se encarga del llenado de la piscina.
4. Realizar una pequeña inversión con el fin de obtener un equipo que mida temperatura para así tener un mejor funcionamiento del sistema de monitoreo y control ya que las temperaturas serían medidas en el mismo hotel.

Referencias Bibliográficas.



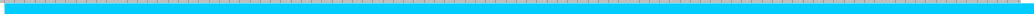
Referencias Bibliográficas.

1. International Energy Agency. [Internet]. [cited 2009 Jun 1] Available from:
<http://www.iea.org/Textbase/publications>
2. Consumo y recursos energéticos a nivel mundial. [Internet]. [cited 2009 May 1] Available from:
http://es.wikipedia.org/wiki/Consumo_y_recursos_energeticos_a_nivel_mundial
3. GG. Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Sistémico. 2003 May ;
4. Colectivo de Autores (CEEMA Universidad de Cienfuegos). Gestión Energética Empresarial. Universidad de Cienfuegos: Editorial Universidad de Cienfuegos.;
5. JN. Hotelería Energía. [Internet]. 2005. Available from:
http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_Publicaciones_FA&cid=1132041776030&idTema=1109265603232&language=es&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&segmento=1&sm=1
6. M.Sc. Osmel Cabrera Gorrín, Dr. Aníbal Borroto Nordelo, Dr. José Monteagudo Yanes, Dr. Carlos Pérez Tello. Evaluación del indicador KWH/HDO de eficiencia eléctrica en instalaciones hoteleras cubanas.
7. Tello CP. Simulador de Cargas Térmicas para Edificaciones.

Bibliografía.










Bibliografía.

1. Colectivo de Autores (CEEMA Universidad de Cienfuegos). Gestión Energética Empresarial. Universidad de Cienfuegos: Editorial Universidad de Cienfuegos.; 2002.
2. Colectivo de Autores (CEEMA Universidad de Cienfuegos). Gestión y Economía Energética. Universidad de Cienfuegos: Editorial Universidad de Cienfuegos.; 2008.
3. Drc. Carlos Pérez Tello. Simulador de Cargas Térmicas para Edificaciones. .
4. Gilberto Gallopín. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. 2003 May ;
5. Ing. Víctor Hugo Cuza Pacheco. Estrategia de Operación del Sistema del Clima Centralizado y de Ocupación del hotel Jagua para reducir los consumos energéticos. 39.
6. Jaime Díaz Soriano. Gestión Energética. Definición de Índices en el Sector Turístico. 48.
7. José Carlos Escobar Palacio. Análisis Estacional del Comportamiento Energético del Hotel Jagua. 91.
8. Kennard Rolle whyms. Propuesta de Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE) para el sector turístico cubano. Estudio de caso "Hotel Pasacaballo". 79.
9. M.Sc. Osmel Cabrera Gorrín, Dr. Aníbal Borroto Nordelo, Dr. José Monteagudo Yanes, Dr. Carlos Pérez Tello. Evaluación del indicador kWh/HDO de eficiencia eléctrica en instalaciones hoteleras cubanas.

10. Msc. Sergio Montelier Hernández, Dr. Julio Gómez Sarduy, Dr. Anibal Borroto Nordelo. Estimación de las cargas térmicas de climatización en hoteles turísticos que utilizan sistemas de climatización por agua helada a partir del uso combinado de simuladores térmicos y Redes Neuronales Artificiales.
11. Roilán J Sánchez Reguera. Desarrollo de la Prueba de Necesidad de la GTEE en el hotel "Punta La Cueva". Propuesta de Sistema de Monitoreo y Control Energético. 2008 ;68.
12. International Energy Agency - Energy Publications [Internet]. [cited 2009 Jun 3] Available from:
http://www.iea.org/Textbase/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=1199
13. Energía renovable [Internet]. [cited 2009 Mar 20] Available from:
http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable
14. Panorama energético mundial [Internet]. [cited 2009 Jun 3] Available from:
<http://www.jornada.unam.mx/2008/05/06/index.php?section=economist&article=026n1eiu>

Anexo.

Anexos.

Anexo #1.

Tabla 1 Cargas térmicas de la tienda por hora y promedio.

HORAS	Carga Tienda (ton/h)
7	0,45
8	0,45
9	0,50
10	0,49
11	0,55
12	0,59
13	0,63
14	0,67
15	0,68
16	0,68
17	0,68
Promedio	1

Tabla 2 Cargas térmicas de la sala de fiesta por hora y promedio.

HORAS	Carga sala de fiesta (ton/h)
22	10,73
23	9,69
24	8,76
1	7,62
2	8,21
Promedio	9,00

Tabla 3 Cargas térmicas de las oficinas por hora y promedio.

HORAS	Carga Oficinas (ton/h)
8	0,5
9	0,5
10	0,5
11	0,5
13	0,5
14	0,5
15	0,5
16	0,5
17	0,5
Promedio	0,5

Tabla 4 Datos del cálculo del factor de servicio.

Meses	Hr sala fiesta	Hr tienda	Hr oficinas	Fc sala de fiesta	Fc Tienda	Fc Oficinas	Fts	Fs
Enero.	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,02	900,2
Febrero	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,01	897,2
Marzo	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,01	895,2
Abril	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,07	949,6
Mayo	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,16	1.025,4
Junio	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,37	1.216,6
Julio	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,50	1.333,2
Agosto	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,52	1.345,4
Septiembre	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,38	1.227,7
Octubre	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,32	1.168,5
Noviembre	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,02	902,1
Diciembre	32	144	144	18,00	1,16	1,00	1,01	896,5

Tabla 5 Datos para graficar el índice de consumo vs HDOeq año 2007.

HDOeq estr	IC teórico	IC real	HDOeq
100,00	0,09737	0,0179	2443,4366
167,15	0,06689	0,0176	2357,3306
234,30	0,05388	0,0205	2276,3119
301,45	0,04667	0,0197	2377,0149
368,60	0,04208	0,0216	2628,1999
435,75	0,03891	0,0189	3033,2393
502,90	0,03659	0,0202	3287,8706
570,05	0,03481	0,0184	3457,4771
637,20	0,03341	0,0184	2822,6980
704,35	0,03227	0,0177	2687,8188
771,50	0,03133	0,0165	2164,5653
838,64	0,03055	0,016	2306,8678
905,79	0,02988		
972,94	0,02930		
1040,09	0,02879		
1107,24	0,02835		
1174,39	0,02796		
1241,54	0,02761		
1308,69	0,02730		
1375,84	0,02701		
1442,99	0,02676		
1510,14	0,02652		
1577,29	0,02631		
1644,44	0,02611		
1711,59	0,02593		
1778,74	0,02577		
1845,89	0,02561		
1913,04	0,02547		
1980,19	0,02533		
2047,34	0,02521		
2114,49	0,02509		
2181,64	0,02498		
2248,79	0,02487		
2315,93	0,02478		
2383,08	0,02468		
2450,23	0,02460		
2517,38	0,02451		
2584,53	0,02444		
2651,68	0,02436		
2718,83	0,02429		
2785,98	0,02422		
2853,13	0,02416		
2920,28	0,02410		
2987,43	0,02404		
3054,58	0,02398		
3121,73	0,02393		
3188,88	0,02388		
3256,03	0,02383		
3323,18	0,02378		
3390,33	0,02374		
3457,48	0,02369		

CEEMA. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente.

Anexo.

Tabla 6 Datos para graficar el índice de consumo vs HDOeq año 2008.

HDOeq estr	IC teórico	IC real	HDOeq
100,00	0,04170	0,0189	1569,7245
159,93	0,03334	0,0208	1801,9352
219,86	0,02954	0,0216	1954,0228
279,79	0,02737	0,0210	2059,5050
339,72	0,02596	0,0197	2494,3969
399,65	0,02498	0,0211	2580,5593
459,58	0,02425	0,0200	2892,6068
519,51	0,02369	0,0196	3096,4806
579,44	0,02325		
639,37	0,02289		
699,30	0,02259		
759,23	0,02234		
819,16	0,02212		
879,08	0,02194		
939,01	0,02177		
998,94	0,02163		
1058,87	0,02151		
1118,80	0,02139		
1178,73	0,02129		
1238,66	0,02120		
1298,59	0,02112		
1358,52	0,02104		
1418,45	0,02097		
1478,38	0,02091		
1538,31	0,02085		
1598,24	0,02080		
1658,17	0,02074		
1718,10	0,02070		
1778,03	0,02065		
1837,96	0,02061		
1897,89	0,02057		
1957,82	0,02054		
2017,75	0,02051		
2077,68	0,02047		
2137,61	0,02044		
2197,54	0,02041		
2257,47	0,02039		
2317,40	0,02036		
2377,33	0,02034		
2437,25	0,02031		
2497,18	0,02029		
2557,11	0,02027		
2617,04	0,02025		
2676,97	0,02023		
2736,90	0,02021		
2796,83	0,02020		
2856,76	0,02018		
2916,69	0,02016		
2976,62	0,02015		
3036,55	0,02013		
3096,48	0,02012		

Anexo #2
Tabla 7 Tabla donde se introducen los datos (Consumo, HDO y Suites) para el periodo de prueba.

Día	E. Eléctrica (kWh)	E. Eléctrica (MWh)	HDO	107	108	109
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13	1244,00	1,244	43	1	0	0
14	1364,00	1,364	40	1	0	0
15	1254,00	1,254	37	0	0	0
16	1232,00	1,232	31	0	0	0
17	1284,00	1,284	42	0	1	0
18	1115,00	1,115	37	1	0	0
19	1320,00	1,320	42	1	0	0
20	1290,00	1,290	47	1	0	0
21	1115,00	1,115	45	0	0	0
22	1310,00	1,310	32	0	0	0
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
Total	0,00	0,000	0	0	0	0

Tabla 8 Cálculo de las horas grados en el periodo de prueba.

DIA	Tmáx. (C)	Tmín. (C)	Tmáx. (F)	Tmín. (F)	H_G
1	0	0	32,0	32,0	-1080,0
2	0	0	32,0	32,0	-1080,0
3	0	0	32,0	32,0	-1080,0
4	0	0	32,0	32,0	-1080,0
5	0	0	32,0	32,0	-1080,0
6	0	0	32,0	32,0	-1080,0
7	0	0	32,0	32,0	-1080,0
8	0	0	32,0	32,0	-1080,0
9	0	0	32,0	32,0	-1080,0
10	0	0	32,0	32,0	-1080,0
11	0	0	32,0	32,0	-1080,0
12	0	0	32,0	32,0	-1080,0
13	0	0	32,0	32,0	-1080,0
14	0	0	32,0	32,0	-1080,0
15	0	0	32,0	32,0	-1080,0
16	0	0	32,0	32,0	-1080,0
17	0	0	32,0	32,0	-1080,0
18	0	0	32,0	32,0	-1080,0
19	0	0	32,0	32,0	-1080,0
20	0	0	32,0	32,0	-1080,0
21	0	0	32,0	32,0	-1080,0
22	0	0	32,0	32,0	-1080,0
23	0	0	32,0	32,0	-1080,0
24	0	0	32,0	32,0	-1080,0
25	0	0	32,0	32,0	-1080,0
26	0	0	32,0	32,0	-1080,0
27	0	0	32,0	32,0	-1080,0
28	0	0	32,0	32,0	-1080,0
29	0	0	32,0	32,0	-1080,0
30	0	0	32,0	32,0	-1080,0
31	0	0	32,0	32,0	-1080,0
Total					0,0

Tabla 9 Datos para la obtención de la gráfica de control en el periodo de prueba.

Día	E. Eléctrica (kWh)	E. Eléctrica (MWh)	media	LCS	LCI
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13	1244,00	1,244	1252,80	1335,13	1170,47
14	1364,00	1,364	1252,80	1335,13	1170,47
15	1254,00	1,254	1252,80	1335,13	1170,47
16	1232,00	1,232	1252,80	1335,13	1170,47
17	1284,00	1,284	1252,80	1335,13	1170,47
18	1115,00	1,115	1252,80	1335,13	1170,47
19	1320,00	1,320	1252,80	1335,13	1170,47
20	1290,00	1,290	1252,80	1335,13	1170,47
21	1115,00	1,115	1252,80	1335,13	1170,47
22	1310,00	1,310	1252,80	1335,13	1170,47
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Total	12528,00	12,528			

Tabla 10 Datos para determinar la HDOeq en el periodo de prueba.

Días	Consumo (kWh)	HDO	HDOeq (Fc)	Ft	SOMes.	HDOeq
13	1244	43	45,0	1,006	15,36	61
14	1364	40	42,0	1,006	160,27	203
15	1254	37	37,0	0,997	15,22	52
16	1232	31	31,0	0,980	94,11	125
17	1284	42	43,0	0,997	15,22	58
18	1115	37	39,0	0,988	15,09	54
19	1320	42	44,0	0,997	15,22	59
20	1290	47	49,0	1,006	15,36	65
21	1115	45	45,0	1,015	15,50	61
22	1310	32	32,0	1,015	15,50	48

Tabla 11 Ejemplo de la tabla donde se calcula las sumas acumulativas.

Período	Ea	Pa	Et= mPa + Eo	Ea – Et	Suma acumulativa
1	1244	61	1652,832036	-408,832036	-408,8320358
2	1364	203	3309,168977	-1945,16898	-2354,001013
3	1254	52	1553,434097	-299,434097	-2653,435109
4	1232	125	2398,236406	-1166,23641	-3819,671516
5	1284	58	1623,295593	-339,295593	-4158,967109
6	1115	54	1571,094189	-456,094189	-4615,061298
7	1320	59	1634,939176	-314,939176	-4930,000474
8	1290	65	1699,82117	-409,82117	-5339,821644
9	1115	61	1659,081313	-544,081313	-5883,902957
10	1310	48	1505,018519	-195,018519	-6078,921476