



Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez "
Facultad de Ingeniería
Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales

Tesis presentada en opción al Título Académico de

Master en Eficiencia Energética

**Título: "Soluciones para disminuir los consumos e
incrementar la eficiencia energética
en el Hospital General Provincial."**

Autor: Ing. María de la Caridad Gray Cazañas.

Tutor: MsC. Ernesto Luis Barrera Cardoso.

2010

"Año 52 de la Revolución"

INDICE.

No.	Pagina	
RESUMEN.		
INTRODUCCION.		
	1	
CAPITULO 1. REVISION BIBLIOGRAFICA		
1.1	Eficiencia Energética, indicadores de eficiencia, índices de consumo	6
1.2	Situación energética Internacional. Europa, Asia y América Latina.	8
1.3	Particularidades en Cuba	13
1.4	Desarrollo y resultados de la aplicación de las fuentes renovables de energía en Cuba	14
1.4.1	Calentadores de agua.	15
1.5	Mejoramiento continuo de la eficiencia energética.	18
1.6	La Salud Pública. Principales servicios y sus implicaciones energéticas, consumos energéticos, aplicación de fuentes renovables de energía.	23
1.7	El mantenimiento de equipos en el mundo y Cuba. Su concepción	27
CAPITULO 2. MATERIAL Y METODOS. METODOLOGIA UTILIZADA		
2.1	Caracterización de la institución.	29
2.2	Análisis de los gastos de portadores energéticos e incidencia de estos en los gastos totales de la institución.	30
2.3	Estructura de consumo de Portadores Energéticos	31

2.4	Análisis del consumo de electricidad	31
2.5	Análisis del consumo de diesel total	35
2.6	Análisis del consumo de agua	36
2.7	Índices de consumo e indicadores de eficiencia energética de la institución.	36
2.8	Situación de la institución referente a gestión energética.	37
2.9	Soluciones para la eliminación de pérdidas energéticas en áreas y equipos de la institución.	38
2.9.1	Determinación de las pérdidas en la cámara de congelación del área de cocinas del Hospital General.	38
2.9.2	Análisis de la factibilidad de aplicación de fuentes renovables de energía (calentadores solares) en el Hospital General Provincial.	43
2.9.3	Cálculo de las pérdidas energéticas por la deficiente o nulo aislamiento de las tuberías de vapor.	43
2.9.4	Cálculo de las pérdidas energéticas por deficiente funcionamiento de las trampas de vapor.	44
2.10	Principales oportunidades para reducir los consumos y costos de energía en la institución.	45
2.11	Diagrama causa efecto	45
2.12	Plan de acción.	46
CAPITULO 3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		
3.1	Resultados de la caracterización de la institución.	47
3.2	Gastos totales de portadores energéticos y su influencia	49

de los gastos totales de la institución.

3.3	Estructura de consumo de Portadores Energéticos	50
3.4	Resultados del análisis del consumo de electricidad	51
3.5	Resultados del análisis del consumo de diesel total	60
3.5.1	Resultados del análisis del consumo de diesel directo	62
3.6	Resultados del análisis del consumo de agua	66
3.7	Comportamiento de los índices de consumos e indicadores de eficiencia energética de la institución.	67
3.8	Situación de la institución referente a gestión energética.	71
3.9	Propuesta de soluciones para la eliminación de pérdidas energéticas en áreas y equipos de la institución.	72
3.9.1	Determinación de las pérdidas energéticas en la cámara de congelación	72
3.9.2	Aplicación de fuentes renovables de energía	74
3.9.3	Determinación de las pérdidas por deficiente aislamiento térmico de tuberías	77
3.9.4	Determinación de las pérdidas por deficiente estado técnico de trampas de vapor area de cocina	78
3.10	Propuesta de oportunidades para reducir el consumo de diesel y electricidad	79
3.11	Diagrama causa efecto	83
3.12	Plan de acción.	85

CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFIA DEL INFORME	
ANEXOS.	

Agradecimientos:

- A mi familia por su apoyo y comprensión incondicional para poder dedicarme a esta tesis.
- A mi tutor por guiar mis pasos en el desarrollo y conclusión de este trabajo.
- A la Master en ciencias Valia Savran por su ayuda al esclarecimiento de temas fundamentales de esta tesis.
- Al Master en ciencias Osmel Cabrera por su dedicación y consejos oportunos.
- A los profesores de esta maestría por su invaluable contribución a la elevación de los conocimientos científicos técnicos.
- A mis compañeros de trabajo y amistades que me ayudaron y apoyaron en todo momento.

Resumen.

El presente trabajo demuestra la importancia para las instituciones estatales el logro de la eficiencia energética en el uso de los portadores energéticos, El Hospital General Docente Provincial “Camilo Cienfuegos.” de esta ciudad de Sancti Spíritus, brinda servicios médicos especializados a la población, en el mismo se evalúan las alternativas para la reducción de los consumos de portadores energéticos y se proponen soluciones que permiten reducir también los costos energéticos, los niveles de pérdidas, mejorar y controlar adecuadamente los indicadores de eficiencia energética, para lo cual se aplica la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en esta institución que representa el 41% del consumo total de la energía eléctrica en el sector e la Salud en la provincia, se aplicó el procedimiento con diagnóstico el estado actual del consumo de portadores energéticos, definición de problemas y potencialidades de ahorro, se determina la factibilidad técnica, económica y ambiental de las medidas propuestas.

Las potencialidades de reducción de los consumos están enmarcadas en el trabajo continuo y sostenido de los siguientes aspectos: Eliminación de salideros de vapor y de combustible, así como lograr el 100% del aislamiento térmico eliminando el despilfarro del combustible empleado, aplicación de fuentes renovables de energía con la introducción de la tecnología de calentadores solares con ahorro adicional de electricidad de para calentamiento de agua, disminución del sobre consumo eléctrico en la cámara de congelación debido a las pérdidas energéticas, todo ello con beneficios que aportan a la protección y conservación del medio ambiente.

Introducción.

La situación energética actual esta marcada por su complejidad y momentos de crisis tanto desde el punto de vista económico como energético, con el incremento que han experimentado los precios del petróleo, su agotamiento como recurso natural, de ahí la necesidad de buscar mecanismos que permitan el ahorro y uso eficiente de los portadores energéticos que se consumen.

En los países desarrollados se pusieron en práctica políticas de ahorro en varios sentidos simultáneos dentro de las que se señalan: El incremento máximo de la eficiencia en el uso de todas las formas de energía, la búsqueda de fuentes alternativas al petróleo, el desarrollo de tecnologías y equipos de uso final de una alta eficiencia, como consecuencia del propio proceso de desarrollo y maduración de la industria. **(Borroto, 2006)**

La elevación de los precios de los hidrocarburos en el mercado mundial, unido a las graves consecuencias provocadas por el calentamiento global, ha llevado a las empresas a emprender planes de control de carga y medidas de ahorro, búsqueda de alternativas que contribuyan a la disminución de los consumos y ahorro energético tal es el caso de la aplicación de la cogeneración en Europa y España donde la misma representó casi el 11% de la demanda de energía eléctrica.

Países de América del Sur han adoptado una postura a favor del uso eficiente y ahorro de los portadores energéticos y el aprovechamiento optimo de los mismos valorándolo como una estrategia clave dentro del programa establecido. Colombia lleva a cabo la práctica del uso racional de la energía partiendo de la selección de la fuente energética, optimizando su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo. México tiene realizado un estudio del gran potencial aprovechable con que cuenta y su aplicación, altos niveles de insolación 5 kWh/m²-día en promedio, altos potenciales en pequeñas plantas hidráulicas (menores a 5 MW) con 3,200 MW, Potenciales de uso de biomasa 1,000 MW en biomasa cañera

En cuanto a los países de América Latina y El Caribe incrementaron la intensidad energética en un 2 % se aplica variantes como:

- Sustitución por mezclas combustibles (alcohol o gas licuado a la gasolina, empleo de sistemas híbridos como gasolina-celda combustible, gasolina –gas licuado, gasolina-alcohol, entre otros.)
- Mayor empleo de las fuentes de energía alternativa (eólica, fotovoltaica, digestores de biogás, incineración de desechos sólidos urbanos, biomasa)
- Cogeneración donde sea posible y la modernización de instalaciones de generación y eléctricas ineficientes

Cuba no queda exenta de la situación energética, los elevados precios del petróleo así como las crisis que entorno a ello se han originado, han llevado a que desde la etapa inicial del desarrollo energético ha incrementado progresivamente su capacidad generadora, actualmente se trabaja en:

- Reducir la demanda máxima y la tasa de crecimiento anual de consumo eléctrico.
- Desarrollar hábitos y costumbres en el uso racional de la energía y protección del medio ambiente en las nuevas generaciones.
- Desarrollar una nueva normativa y una política de precios que garanticen una buena eficiencia energética de todos los nuevos equipos eléctricos que se instalen.

Por otra parte se ha desarrollado el empleo de las fuentes renovables o alternativas de energía, se emplea la biomasa cañera como combustible, cuyas reservas de energía empleando este combustible se calculan en 800 MW. Cerca de 150 micro y mini plantas hidroeléctricas han sido instaladas, mas de tres mil sistemas autónomos fotovoltaicos han sido montados para el suministro de consultorios médicos, escuelas, hospitales y centros sociales en áreas rurales no conectadas al SEN, aplicación de fuentes renovables de energía en el país, como el parque eólico de Jibara en Holguín con seis aerogeneradores 850 kilowatts por hora, como potencia máxima cada uno, sin el empleo contaminante de combustibles fósiles, El Parque eólico de 6 MW en Cayo Coco uno de los más importantes polos turísticos en desarrollo en Cuba. (<http://www.cubasolar.cu/biblioteca>)

Específicamente en el sector de la Salud a partir del año 2000, con la introducción de nuevas tecnologías y equipamientos, se produce un incremento anual del consumo de

electricidad de en el orden del 12 – 14 %, no estando éste en correspondencia con el incremento de las producciones y exportaciones, lo que afecta sensiblemente la Eficiencia Energética, se presentan deficiencias que obstaculizan el logro de la misma como es el caso de: **(Chaple, 2007)**

- Deficiente estado técnico del transporte automotor con que cuentan las unidades del SNS lo que provoca un incremento en el consumo de combustibles, así como existencia de un grupo de vehículos altamente consumidores.
- Los Índices de Consumo Energético no están lo suficientemente determinados
- No están rigurosamente establecidas o no se aplican correctamente las normas de consumo por actividades ni las de explotación del parque de vehículos.

Problemas estos que aun persisten pese a los esfuerzos realizados con la presentación de soluciones en determinados eventos y a nivel de institución

En este sector en la provincia no se ha profundizado en los centros de mayor consumo de portadores energéticos siendo el más representativo en ese sentido es el Hospital General Docente Provincial el cual tiene como objeto social brindar servicios de medicina, Obstetricia y Ginecología con inmediatez y calidad y un equipamiento médico y no médico que garantice los mismos. Atiende a una población como promedio anual a 410565 pacientes de ellos ingresa 22540; cuenta con las áreas de servicios energéticos presentándose dificultades relacionadas con: pérdidas energéticas, poco desarrollo de la actividad de mantenimiento hospitalario y el incremento progresivo del consumo de energía eléctrica, son los principales retos a los que se enfrenta la institución en su lucha por el logro del uso racional y eficiente de la energía. Por tal motivo es de vital importancia la aplicación de la Tecnología de gestión total y eficiente de la energía en esta institución para determinar los potenciales de ahorro de la misma con la consiguiente disminución de los gastos por este concepto, aumentar la educación energética-ambiental y la promoción del ahorro de energía a todos los niveles y el incremento de la gestión energética fomentando una cultura de uso racional de la energía.

Problema científico:

La no aplicación de un sistema de gestión total eficiente de la energía en los servicios del Hospital General Provincial “Camilo Cienfuegos” limita evaluar alternativas para la reducción del consumo de portadores energéticos en dicha entidad.

Objetivo general:

Evaluar alternativas para la reducción del consumo de portadores energéticos en el Hospital General Provincial “Camilo Cienfuegos” a partir de la aplicación de un sistema de gestión eficiente de la energía.

Hipótesis:

Si se aplica un sistema de gestión total eficiente de la energía en el Hospital General Provincial “Camilo Cienfuegos” entonces se podrán evaluar alternativas para la reducción del consumo de portadores energéticos en dicha entidad.

Objetivos específicos:

- Diagnosticar el estado actual del consumo de portadores energéticos en el Hospital General Provincial “Camilo Cienfuegos”.
- Proponer medidas encaminadas al ahorro de portadores energéticos en el Hospital General Provincial “Camilo Cienfuegos”
- Determinar la factibilidad técnica, económica y ambiental de las medidas propuestas.

Tareas de la investigación.

1. Recopilación de información estadística y contable del período de Enero 2009 a Junio 2010.
2. Análisis del comportamiento histórico energético de la institución, para determinar los consumos y gastos históricos de portadores energéticos.
3. Determinación de la estructura de consumo de la institución
4. Evaluar la eficiencia en el uso de cada portador energético en la institución
5. Determinación de los potenciales cuantitativos de ahorro energético y reducción de los costos en el Hospital.
6. Presentación y evaluación de las medidas de ahorro, evaluar posibilidades económicas y de reducción de impactos ambientales.

Variable dependiente: potencialidades de ahorro Energética

Variable independiente: Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía.

Campo de acción: La gestión energética en el Hospital General Provincial

Objeto de Estudio: aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía.

Por tanto la realización de esta investigación se justifica debido a que desde el punto de vista de su Valor teórico da la posibilidad de la aplicación de la gestión total eficiente de la energía en la institución rectora de los servicios médicos generales y de ginecología y Obstetricia de la provincia, posee valor metodológico: por el aporte que este estudio pueda brindar a trabajos futuros que pueden realizarse en centros similares de la provincia o el país. Valor práctico por su contribución a las mejoras en la eficiencia y uso racional de los portadores energéticos en instituciones que brindan importantes y básicos servicios de salud a la población y un valor social indiscutible por el impacto favorable de la política de ahorro energético en la eficiencia, reordenamiento y calidad de los servicios médicos a la población. Es además una investigación viable basada en la posibilidad de realizar la misma en el centro rector de los servicios médicos de la provincia, contar con los recursos humanos para llevarla a cabo, posibilidad de generalización en otras instituciones de las diferentes áreas de salud de la provincia y país así como incrementar la presentación de trabajos de corte energético en los eventos de ciencia y técnica de nuestro sector.

Resultados esperados en la investigación:

- ❖ Diagnóstico energético actualizado de la institución.
- ❖ Análisis de los indicadores y correlación entre el consumo de portadores energéticos y el nivel de actividad (atención a pacientes).
- ❖ Plan de acciones con medidas encaminadas al ahorro energético e la institución según necesidades, evaluadas su repercusión técnica, económica y ambientalmente.

Capítulo 1. Revisión Bibliográfica

La revisión de la bibliografía especializada y otras fuentes consultadas, se realizó de forma tal que permitiera analizar y profundizar en el tema que será objeto de estudio lo cual posibilitó conocer y estructurar y dirigir la teoría de la investigación y poder

sustentar los principales resultados obtenidos. En esta revisión se conceptualizaron términos y tendencias, teniendo en cuenta la situación energética mundial, nacional y provincial, los indicadores de eficiencia y su relación con la conservación del medio ambiente, posteriormente concentrar el análisis en la gestión energética del Hospital General provincial “Camilo Cienfuegos.” y la necesidad de aplicación de técnicas de gestión energéticas en el mismo.

1.1.- **Eficiencia Energética, indicadores de eficiencia, índices de consumo**

En la consulta bibliográfica se determinaron los conceptos de los principales términos que serán de utilidad en el desarrollo de este trabajo y los manejaremos de una u otra manera en el diagnóstico y toma de decisiones

La eficiencia energética entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía, necesaria para garantizar calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones, refleja la proporción de energía que se invierte realmente en la fabricación de un producto o prestación de un servicio y que no se pierde por causa de rendimientos insuficientes de los equipos utilizados o por disipación térmica. Eficiencia Energética implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto. **“(Borroto, 2006)”**

Se considera este concepto como vital para el desarrollo energético de cualquier institución y el alcance de sus objetivos con la mayor profesionalidad y excelencia en los servicios y en el caso de estudio no se ha logrado los avances suficientes en ese sentido como para catalogarse de eficiente energéticamente.

Para el logro de la eficiencia energética debe contarse con indicadores e índices que permitan el análisis y muestren las desviaciones en los consumos para que permitan a la dirección de las empresas e instituciones detectar problemas y tomar decisiones.

El Índice de consumo o consumo específico de energía es definido como la cantidad de energía por unidad de producción o servicios, medidos en términos físicos (productos o servicios prestados). Relacionan la energía consumida (kWh, litros de combustible,

toneladas de Fuel Oil, toneladas equivalentes de petróleo) con indicadores de la actividad expresados en unidades físicas (toneladas de acero producidas, hectolitros de cerveza producidos, habitaciones-días ocupadas, toneladas-kilómetros transportadas, m²-año de edificios climatizados) (**Borroto, 2006**)

Este concepto refleja en esencia la relación entre servicio prestado y energía consumida que para el caso del Hospital en cuestión será objeto de comprobación de la efectividad de los índices planteados para este tipo de institución asistencial y que además ya que existe una parte de la energía que se consume que no está asociada a su objeto social (prestación de servicios médicos).

El análisis de los conceptos y términos decisivos para emprender una investigación energética demuestra que se debe realizar un buen diagnóstico energético, considerado por (**Borroto, 2006**) como: “una etapa básica, de máxima importancia dentro de todas las actividades incluidas en la organización, seguimiento y evaluación de un programa de ahorro y uso eficiente de la energía, el que a su vez constituye la pieza fundamental en un sistema de gestión energética. Para el diagnóstico energético se emplean distintas técnicas para evaluar grado de eficiencia con que se produce, transforma y usa la energía. El diagnóstico constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y para definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.”

Esta etapa es considerada además por esta autora esencial para el desarrollo de este trabajo ya que el diagnóstico constituye la herramienta fundamental para partir a realizar cualquier análisis, estudio o proyecto desde el punto de vista energético, da la oportunidad de detectar las principales deficiencias en el consumo de energía e identificar igualmente las potencialidades de ahorro, evaluando cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía, determinando pérdidas y despilfarros en equipos y servicios y servirá de base para las valoraciones y propuestas de soluciones para ahorrar energía y reducir los costos energéticos evaluados técnica y económicamente los cuales serán presentadas en el capítulo 3 de dicho trabajo.

El diagnóstico o auditoría energética constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar las potencialidades de ahorro energético y económico y para definir posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética. **(Borroto, 2006)**

En la actualidad el control de la eficiencia energética empresarial se efectúa fundamentalmente a través de índices de consumo al nivel empresarial, municipal y Provincial. Sin embargo, en muchos casos estos índices no reflejan adecuadamente la eficiencia energética de la empresa, no se han estratificado hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores (Puestos Claves), y en ocasiones no se pone en el análisis de dichos índices el énfasis necesario. **(Borroto, 2006)**

1.2.- Situación energética Internacional. Europa, Asia y América Latina.

El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exige la adopción de nuevas estrategias en materia de energía, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas. Un modelo que posibilite mejorar la calidad de la vida con más y mejores servicios energéticos, que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, pero de una forma racional que permita respetar y cuidar las comunidades de seres vivos, no sobrepasar los límites de la capacidad del planeta para suplir fuentes de energía y asimilar los residuos de su producción y uso; un modelo que posibilite, en definitiva, integrar el desarrollo y la conservación del medio ambiente. **(Borroto, 2006)**

La disponibilidad de la energía es un factor fundamental en el desarrollo y el crecimiento económico, la aparición de una crisis energética desemboca irremediablemente en una crisis económica. La utilización eficaz de la energía, así como el uso responsable, son esenciales para la sostenibilidad. En la actualidad la situación mundial, son varias las voces que abogan por reducir el consumo energético y de recursos. **([http://wikipedia/economia energética.](http://wikipedia/economia energetica))**

De todas las formas de actividad humana quizás la más contaminante y degradante del medio ambiente es la relativa al manejo de los recursos energéticos fósiles, es decir, su extracción, producción, transporte y consumo. Además del impacto ambiental, el sistema energético contemporáneo ocasiona no pocos problemas en el orden económico, político y social a escala global. **(Athuler, J., et al, 2004)**

El desarrollo sostenible debe ser entendido como un proceso de elevación de la calidad de vida del ser humano como objeto y sujeto del desarrollo, por medio del progreso económico equitativo sobre la base de métodos de producción y patrones de consumo que mantengan el equilibrio ecológico y garantice la calidad de vida de las generaciones futuras. **(Athuler, J., et al, 2004)**

El sistema existente destinado a suministrar los portadores energéticos que el hombre necesita para respaldar su desarrollo socio-económico, es insostenible de manera intrínseca según **(Torres, 2008)** porque: está asociado con grandes inequidades que limitan el acceso al desarrollo de varios miles de millones de personas en todo el mundo, depende mayoritariamente de portadores no renovables que comenzarán a escasear físicamente durante el presente siglo según los especialistas y contamina el medio.

Las acciones dirigidas a establecer la etapa de tránsito hacia la energética sustentable deben basarse en los siguientes principios: **(Torres, 2008)**

- Organizar un sistema de capacitación y divulgación dirigido a demostrar las ventajas ambientales, económicas, financieras y de otros tipos, obtenidas al emplear eficientemente las fuentes renovables de energía en sustitución de los combustibles fósiles.
- Elevar la eficiencia en el consumo de todos los portadores energéticos.
- Apoyar el desarrollo y la comercialización de nuevas tecnologías energéticas como gasificación de la biomasa, la producción renovable, empleo eficiente del hidrógeno etc.

En algunos países desarrollados se produce una reducción de la intensidad energética, tal es el caso de China representando un cuarto de la reducción en la intensidad energética mundial, dada la creciente importancia de este país en la economía mundial,

representa alrededor de un cuarto de la mejora total en productividad energética mundial desde 1990. (<http://www.wcaminos.cu>)

La situación se ve diferente para la mayoría de las regiones en desarrollo (por ejemplo América Latina, Asia Meridional, resto de Asia) o la disminución es menor (por ejemplo China) o el aumento es más marcado (África). La intensidad primaria total (incluyendo la biomasa) siempre cambia más rápidamente que la intensidad primaria de las energías convencionales a causa de la sustitución de energías modernas por combustibles tradicionales. Para las regiones más desarrolladas (Europa Occidental, América del Norte, Japón), puede observarse una tendencia inversa: la intensidad primaria incluyendo la biomasa disminuye menos rápidamente que la intensidad primaria de las energías convencionales sólo a causa de un mayor uso de la biomasa en estas regiones.

Según la Comisión Europea, “El desarrollo de la cogeneración podría evitar la emisión de 127 millones de toneladas de CO₂ en la Unión Europea en 2010 y de 258 millones de toneladas en 2020. De esta manera, la Comisión se ha marcado como fecha límite el 21 de febrero de 2006 para establecer los valores de referencia para la producción por separado de electricidad y calor”.

Países de América del Sur han adoptado una postura a favor del uso eficiente y ahorro de los portadores energéticos y el aprovechamiento óptimo de los mismos valorándolo como una estrategia clave dentro del programa establecido. Colombia por ejemplo lleva a cabo la práctica del uso racional de la energía partiendo de la selección de la fuente energética, optimizando su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo e incluyendo su reutilización cuando sea posible. De esta manera se constituye en una medida efectiva para propiciar el crecimiento económico, el desarrollo social y por tanto el bienestar nacional, contribuyendo a la sostenibilidad del desarrollo colombiano. (<http://www.ecaminos.cu>)

La baja eficiencia energética en la región de América Latina y El Caribe obedece a un conjunto de factores, dentro de los que se encuentran: (**Borroto, 2006**)

- La etapa en que se encuentran en el proceso de industrialización.

- Las políticas aplicadas por los gobiernos.
- El deficiente funcionamiento de los mercados energéticos.
- Los bajos precios de la energía que han prevalecido.
- La falta de financiamiento para proyectos de eficiencia energética.
- La insuficiente capacidad técnica de la ingeniería local en este campo.
- El bajo nivel de la gestión energética empresarial.
- La insuficiente información y motivación social por el ahorro de energía.

Esta situación ha venido cambiando rápidamente en los últimos años. El incremento de la demanda, el aumento de los precios de la energía, las restricciones financieras para ampliar la oferta energética, la necesidad de lograr mayor competitividad internacional, así como la imperiosa necesidad de protección del medio ambiente, son factores que impulsan actualmente el aumento de la eficiencia energética en la Región, existiendo un gran potencial para ello. **(Borroto, 2006)**

El potencial de ahorro de energía en los países subdesarrollados es actualmente mucho mayor que en los desarrollados por varias razones, dentro de las cuales se pueden señalar: **(Borroto, 2006)**

1. Las actividades energointensivas están creciendo a mayor ritmo en los países en desarrollo, de modo que existen mayores oportunidades de lograr ahorros de energía en nuevas instalaciones, que es donde el potencial de ahorro es mayor.
2. Los precios de la energía han sido tradicionalmente más bajos, subsidiados, por lo que el mercado no ha estimulado el ahorro de energía.
3. Ha faltado acceso a tecnologías comerciales para el incremento de la eficiencia energética.
4. Han sido muy limitadas las fuentes de financiamiento para proyectos de eficiencia energética.

Otro país con un trabajo sostenido en el área energética es México el cual tienen realizado un estudio del gran potencial aprovechable con que cuenta y su aplicación dentro de los que destacan los Altos niveles de insolación 5 kWh/m²-día en promedio, las Zonas con alta intensidad de vientos con 2,900 MW estimados, Altos potenciales en

consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios. **(Serrano, et al, 2006)**

1.3.- Particularidades en Cuba

Cuba desde su etapa inicial del desarrollo energético ha incrementado progresivamente su capacidad generadora así como la demanda.

Los Factores que influyen sobre la máxima demanda en Cuba están determinados por:

1. Incremento del consumo en el sector residencial (900 MW)
2. Demanda del sector industrial que trabaja dos y tres turnos
3. Sector turístico
4. Salud, red gastronómica y educación
5. Alumbrado público y de protección
6. Mayores pérdidas en las redes

A la falta de combustible se sumaron otros factores negativos tendientes a perjudicar el servicio eléctrico, derivados de la crisis reseca en que se sumió el país como consecuencia de la situación internacional aludida. La generación bruta del SEN descendió en 20.5 % mientras que el consumo de combustible por kilovatio hora aumento casi en 10 % y se estima su continuo incremento **(Unión eléctrica 1997)**

Cuba tiene una capacidad de generación eléctrica de 2418 MW. en base a generación distribuida, de la cual 1280 MW. corresponden a generadores de diesel y el resto son motores de fuel oil (540 MW.), cogeneración (529 MW.) y otras tecnologías energéticas renovables (69 MW.). Se han instalado unos 6000 generadores de diesel de emergencia en centros claves de producción y servicios. La potencia combinada de estos generadores es de 690 MW y se espera conectarlos al SEN. **(Arrastía 2009)**

Es posible establecer ahorro de combustibles como los que se obtienen en el Hospital Gineco-Obstétrico “Gustavo Aldereguía” de Cienfuegos específicamente en la generación de vapor después de 5 años de estar ejecutando un plan de medidas a corto, mediano y largos plazos, lo que demuestra que un trabajo conjunto entre obreros, dirección administrativa y área energética repercute en resultados satisfactorios como:

A corto plazo: reparar la válvula de control de temperatura del agua caliente y regular a 40 -50 grados Celsius representa un ahorro de 51.8 ton /año de combustible, **(Acosta, 1989)**

A mediano plazo: Modificar el sistema de retorno del condensado y enviar a tanque de recuperación el Mangler y otros servicios que descargaban al drenaje representa un ahorro de 22.1 ton/año de combustible.

A largo plazo: Calcular y proyectar un intercambio de calor para disminuir la temperatura del condensado e incrementar la temperatura del agua representa un ahorro de 25.0 ton/año de combustible.

Se considera que las medidas planteadas a corto y mediano plazo en el Hospital Aldereguía pueden calificarse de ventajosas y han sido aplicadas igualmente en el Hospital General Provincial de Sancti Spíritus.

1.4.- Desarrollo y resultados de la aplicación de las fuentes renovables de energía en Cuba

En el período 2004-2005 se produjo en Cuba debido a interrupciones en las centrales termoeléctricas y al impacto de los huracanes en las líneas de transmisión del Sistema Electro energético Nacional (SEN). Ello afectó fuertemente a la economía y a la población. La solución fue la Revolución energética impulsada por el Comandante en Jefe el mundo y en Cuba. **(Arrastía 2009)**

La Revolución energética ha significado un acelerado despegue en la aplicación de las tecnologías energéticas renovables. La implementación de programas para el desarrollo de la energía eólica y el uso de la radiación solar para el calentamiento del agua, son algunos de los pasos que se vienen dando. Por otro lado, se afianza el desarrollo de la capacidad hidroeléctrica y se ponen en marcha proyectos para la valorización energética de los residuos sólidos urbanos. Se investigan las posibilidades de implementar tecnologías para aprovechar la energía geotérmica, la energía oceánica y otras. Todo demuestra los avances del país a favor de una inclusión cada vez mayor de las tecnologías energéticas renovables en el modelo GD **(Arrastía 2009)**

El potencial de biogás en las condiciones actuales proviene de unos 58 millones de metros cúbicos de vertimientos biodegradables o no que constituyen hoy en día, en su conjunto, una de las principales fuentes de contaminación del país, fundamentalmente concentrados en las fabricas de azúcar, destilerías de alcohol, despulpadoras de café y granjas porcinas **(Breéis, 2009)**

Adicionalmente al beneficio energético la producción de biogás, el tratamiento a los vertimientos tiene un efecto inmediato en la descontaminación y aporta una producción adicional de biofertilizantes ricos en potasio y activo como mejorador de los suelos **(Torres, 2008)**

Con la posibilidad real de eliminar vectores y amenazas a la salud humana, entre muchos otros beneficios, que solo se obtendrían mediante inversiones dirigidas a cada amenaza en específico, es difícil pensar que no puedan existir plantas de biogás en todos los sitios donde sea posible su utilización. **(Guardado, 2008)**

1.4.2.- Calentadores de agua.

Tabla No.2 Usos del agua en Cuba: UM: hm³

Fuente	Riego	Población	Industria	Otros usos	Total.
Agua superficial.	1868.62	488.34	317.00	1351.87	4025.53
Agua subterráneo.	548.31	847.54	73.22	130.40	1599.47
Total	2416.93	1335.88	390.22	1482.27	5625.30

Fuente: reporte situación ambiental 2004. CITMA.

Debido al mal estado de las redes de distribución de agua en Cuba se pierde hasta la tercera parte del agua que se bombea para el consumo en las diferentes modalidades, la infraestructura hidráulica en Cuba ya cuenta con 241 presas, 798 micro presas, 778 Km de canales magistrales y 2524 estaciones de bombeo, además de micro y mini centrales hidráulicas, lo cual permite la utilización de un volumen de 13.3 Km³ de agua. **(Ruíz, 2008)**

El tratamiento de aguas es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la [contaminación](#) o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales. **(Martín, 2005)**

El tratamiento de agua permite acondicionar el agua al uso adecuado, éste dependerá también de la composición del agua en la fuente de origen y del proceso requerido en que se utilizará. **(Martín, 2005)**

(Berríz, 2008) plantea que: “En el calentamiento de agua para usos domésticos, de servicios e industrial se consumen enormes cantidades de energía. Las formas más comunes de calentar agua se realizan por medio de leña o carbón vegetal, petróleo, gas o carbón mineral, electricidad y radiación solar.

Con el avance tecnológico se han ido desarrollando tipos de calentadores solares más eficientes y apropiados para diferentes usos, donde se necesite un rango de temperatura de trabajo mayor que la que se requiere para calentar agua para el aseo personal, tales como calentamiento industrial de fluidos, sistemas de refrigeración, etc. El que ha alcanzado mayor éxito es el calentador solar de tubos al vacío (Fig. 2). **(<http://www.cubasolar.cu>)**



Fig. 2. Calentador solar de tubos al vacío.

Los calentadores de tubos al vacío tienen el mismo principio de trabajo que los colectores de plato plano, o sea, la radiación es recibida por el absorbedor y llevada en forma de calor hacia un tanque acumulador. La diferencia consiste en que el absorbedor está formado por tubos en los cuales se ha hecho vacío para disminuir las pérdidas de calor. **(Berríz, 2008)**

Características de los calentadores de tubos al vacío. Según (Berríz, 2008)

- Es un colector fabricado con alta calidad y dada la baja emisividad del tubo (0,08), su alta absorptividad (0,93) y su aislamiento por vacío, se consiguen rendimientos superiores a otros tipos de colectores solares.

- El aprovechamiento de la luz difusa permite lograr temperaturas por encima de 40 °C en días totalmente nublados.
- En días de radiación normal en Cuba adquiere temperaturas superiores a los 75 °C con un consumo promedio calculado de agua caliente.
- El comportamiento térmico es superior a otros colectores solares que se comercializan, y puede trabajar a temperaturas superiores a los 80 °C con una eficiencia superior a 50%.
- Su montaje es muy sencillo si se tiene experiencia.
- El mantenimiento es muy sencillo y solamente requiere de limpieza una vez al año.
- En esos mismos modelos de tubos en U y calóricos, si un tubo de vidrio se rompe, el calentador sigue funcionando; sin embargo, si un tubo de vidrio se rompe en el modelo de tubos termosifónicos, la instalación se vacía y deja de funcionar.

El sistema de calentamiento de agua con energía solar permite evaluar sus parámetros fundamentales y obtener beneficios como el incremento del ahorro energético y la disminución de la emisión al ambiente del CO₂ (Corp, 2008)

En el caso de estudio puede presentarse una propuesta de calentadores solares para lograr ahorros significativos coincidiendo con los autores en las ventajas de la aplicación de esta fuente de energía.

1.5.- Mejoramiento continuo de la eficiencia energética

La intensidad energética del sector de servicios está aumentando. En los países en desarrollo, la principal fuente de energía utilizada en el sector de servicios (administración pública, comercio y otras actividades de servicio) es la electricidad. La cantidad de electricidad requerida para generar una unidad de valor agregado (la intensidad eléctrica) está aumentando en la mayoría de las regiones, especialmente en las regiones menos industrializadas, en las cuales el sector de servicios se está expandiendo rápidamente.

El problema de la eficiencia energética en el uso de las transformaciones de la energía es, actualmente, uno de los más importantes para la independencia energética de cada país y para lograr un desarrollo sostenible. Los hábitos y las tecnologías de consumo determinan la cantidad de energía que se va a utilizar y los efectos secundarios que estos causan; por ello el uso eficiente de la energía se ha convertido en una necesidad a la par que una disciplina de trabajo. **(Althuler, J., et al 2004)**

Mediante la automatización se beneficia en primer lugar la actividad de ahorro energético y además la reducción de los costos de generación de energía, la protección del medio ambiente y es aplicable en edificios con clima descentralizado o centralizado como hoteles, hospitales y empresas **(Rodríguez, 2002)**

Uno de los aspectos importantes a tener en consideración es la determinación de las potencialidades y medidas más comunes de incrementos de la eficiencia energética evaluados a partir de los diagnósticos energéticos que se realicen según **(Campos Avella J. 1999)** pueden aplicarse medidas de ahorro con gran efectividad que en opinión de esta autora deben incluirse como propuestas de este trabajo dentro de las que se destacan:

Iluminación.

- Uso de lámparas de bajo consumo.
- Separación de circuitos de iluminación para compartimentar su uso.
- Eliminación de focos incandescentes, sustitución por lámparas fluorescentes.

Factor de potencia.

- Prevenir el bajo factor de potencia mediante la selección y operación correcta de equipos.
- Compensar la potencia reactiva y corregir el factor de potencia usando: motores sincrónicos, capacitores sincrónicos (muy costosos), capacitores de potencia (bajo costo, fácil instalación, muy poco mantenimiento, más usados).
- Conectar los capacitores de carga cerca de la carga que van a compensar.
- Sustitución de motores sobredimensionados.

Sistemas de acondicionamiento de aire.

- Eliminar el calor infiltrado a través de aberturas de puertas y ventanas.
- Comparar las cargas reales con las de diseño referidas a personas (persona/ m²), iluminación (W/m²), equipamiento (W/m²).
- Mantener en nuestro clima la temperatura del termostato en 25° C en verano y 18 °C en invierno.
- Limpiar los filtros de aire regularmente una vez por semana.

Reducción de la demanda máxima de electricidad.

- Determinar las áreas que son factibles de controlar para reducir las cargas por demanda máxima.
- Valorar alternativas o estudios de costo - beneficio para implantar la autogeneración y cogeneración.
- Efectuar acomodos de cargas almacenando productos de los altos consumidores de energía en horario no pico para poder disponerlos en horario pico. Ej. bombas, hornos, compresores, etc.

Generadores de vapor y calderas.

- Ajuste de la combustión (relación aire - combustible).
- Mantenimiento de los quemadores (limpieza de boquillas).
- Revisar y mantener en buen estado las trampas de vapor.
- Revisar y mantener en buen estado el aislamiento térmico de la caldera y tuberías de vapor.
- Eliminar salideros de vapor y combustibles.
- Mantener calibrados y en buen estado los instrumentos de medición.

Sistemas de producción de frío.

- Verificar el estado técnico del espesor óptimo de aislamiento en los recintos frigoríficos y conductos.
- Mayor superficie común entre cámaras (si son más de una).
- Uso de antecámaras acondicionadas (reducir entrada de calor y humedad exterior).

Eficiencia Energética implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto. **(Campos,1999)**

El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en sí, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de satisfacer más servicios energéticos, lo que es equivalente a disponer de más energía. El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales y en la emisión de contaminantes, incluido el CO₂. Sin lugar a dudas, la energía más limpia es la energía ahorrada. **(Campos, 1999)**

El incremento de la eficiencia energética se logra mediante las acciones tomadas por productores o consumidores que reducen el uso de energía por unidad de producto o servicio, sin afectar la calidad del mismo.

Dentro de las principales dificultades para el logro de la Eficiencia Energética en los centros se encuentran:

- Consejos de dirección administrativa con insuficientes análisis en relación al tema energético.
- No solo es importante identificar los potenciales de ahorro y llevarlos a vías de hecho sino además es necesario realizar la evaluación económica de los mismos.
- Débil Sistemas de monitoreo y control energético

Para erradicar estas deficiencias se aplica con mucha efectividad la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) desarrollada en el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), perteneciente a la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos, la que tiene como objetivo central crear en las empresas y unidades presupuestadas las capacidades técnico organizativas propias para administrar eficientemente la energía, posibilitando el mejoramiento continuo de la eficiencia, la reducción de los costos energéticos y del impacto ambiental asociado al uso de la energía.

Según **(Borroto, et al, 2006)** “La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas y software especializado, que aplicadas de forma continua, con la filosofía y principios de la gestión total de la calidad, permiten establecer en una empresa o unidad presupuestada nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía, y a la reducción de los costos energéticos y la contaminación ambiental asociada.”

Las medidas aplicadas hasta el momento avaladas por los introductores, sin considerar los ahorros potenciales de otros proyectos identificados, ni los alcanzados en empresas que no los reportaron, han dado como resultado una reducción en el consumo de energía de 80,28 GWh/año, un ahorro de 3139885 USD/año y una disminución en las emisiones de CO₂ de 25047 ton/año. **(Borroto, et al, 2006)**

Actualmente este problema se enfrenta, al no contar con un sistema de gestión energética competitivo, mediante la adopción de medidas aisladas que no garantizan el mejoramiento continuo de la eficiencia energética que debe lograr la empresa.

Su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un plan de medidas, sino esencialmente elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

Su implantación se realiza mediante un ciclo de capacitación, prueba de la necesidad, diagnóstico energético, estudio socioambiental, diseño del plan, organización de los recursos humanos, aplicación de acciones y medidas, supervisión, control, consolidación y evaluación, en una estrecha coordinación con la dirección de la empresa, como se muestra en los esquemas del Anexo 1.

La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía le aporta a la empresa los siguientes beneficios: **(Borroto, et al, 2006)**

- El establecimiento de un sistema efectivo de manejo eficiente de la energía con un servicio de seguimiento y control del funcionamiento adecuado de sistemas posteriores a la puesta en funcionamiento.

- La determinación de la estructura de consumo y de pérdidas por portadores energéticos y áreas.
- La caracterización del comportamiento energético de la empresa y sus principales tendencias en los últimos años.
- La determinación y justificación de los índices de consumo.
- La identificación del banco de problemas energéticos a partir de un diagnóstico energético profundo.
- La formulación del banco de soluciones energéticas, justificadas técnica y económicamente.
- El plan de prioridades de ejecución de las soluciones energéticas en función el escenario económico financiero que establezca la gerencia de la empresa.

El nivel de aplicación de la TGTEE en Cuba alcanza a un total de 132 empresas, destacándose especialmente un grupo de ellas por los positivos impactos alcanzados.

1.6.- La Salud Pública. Principales servicios y sus implicaciones energéticas, consumos energéticos, aplicación de fuentes renovables de energía

Durante el reciente concluido Control Gubernamental y las Auditorías se detectaron algunas deficiencias e insuficiencias relacionadas con este aspecto, ya que un grupo de entidades (territorios) realizaron la planificación de los portadores energéticos sobre la base solamente de los consumos históricos, sin prestarle la necesaria atención al incremento de la eficiencia energética y a la disminución de los índices de consumo del año proyectado con relación al año anterior.

En la **Resolución Económica del V Congreso del PCC**, en la Sección que trata sobre las Perspectivas de la Economía Cubana, se plantea: “En los portadores energéticos, a los que el país dedica alrededor de la tercera parte de sus ingresos totales en divisas, será necesario, de una parte, concertar los esfuerzos en el ahorro de los tradicionales en toda la cadena de su utilización...”

El Ministerio de Salud Pública le presta una gran atención al cumplimiento de lo planteado en la Resolución con el objetivo de ser cada día más eficientes, prestándole

especial atención, entre otras cuestiones, al ahorro de los combustibles sin afectar el cumplimiento de las tareas asignadas al Organismo. **(Chaple 2007)**

Es por ello, que en la elaboración de los Planes Anuales, y en particular, de los Portadores Energéticos, el análisis de la eficiencia y de los Indicadores que la expresan deben tomar lugar central en la planificación; por tanto, el examen de la eficiencia y su incremento han de convertirse en el punto de partida de las proyecciones y de los análisis que cada entidad realice, tendiendo al máximo ahorro de los portadores energéticos sin afectar el cumplimiento de las actividades principales y razón de ser de las mismas. **(Chaple 2007)**

Según **(Chaple 2007)** Entre los principales problemas que se presentan en la planificación y control de los portadores energéticos y la eficiencia energética en nuestro Organismo, se encuentran los siguientes:

- Débil trabajo de las Comisiones de Energía en las entidades del sistema nacional de salud. En algunas unidades éstas no están creadas.
- Poco dominio de los aspectos técnicos de la planificación de los portadores energéticos en algunas entidades.
- Problemas en las unidades y territorios con la coordinación de las propuestas de los planes particulares (inversiones, producción, etc.) durante el proceso de planificación de los portadores energéticos.
- La información estadística de los portadores energéticos mediante el Modelo 5073 presenta problemas y su estructura no responde a nuestras necesidades actuales.
- Los Índices de Consumo Energético no están lo suficientemente determinados en algunas entidades.
- Se presentan problemas con el estado técnico de las calderas de algunas entidades, lo que provoca un sobre consumo.
- No existe una metodología única para determinar la demanda de combustible.
- No están rigurosamente establecidas o no se aplican correctamente las normas de consumo según nivel de actividad y de explotación del parque de vehículos.

Un estudio realizado sobre la estructura energética que ha tenido el organismo en el curso de varios años, se pudo determinar que esta se ha comportado aproximadamente de la forma siguiente por Áreas:

Área	Tipo de Portador Energético (%)				
	E. Eléct.	Fuel Oil	Diesel	Gasolina	Gas Lic.
Industria	67,0	18,7	8,8	4,8	0,7
Asistencia Médica	86,0	6,5	3,4	2,8	1,3
Docencia	69,0	9,0	14,0	6,0	2,0
Otras Unidades	53,0	-	28,0	18,0	1,0
Promedio MINSAP N/C	75,0	10,0	9,0	5,0	1,0

Fuente: artículo Buscando el camino hacia la eficiencia energética en el MINSAP, Chaple 2007.

Como se observa en la tabla, la Energía Eléctrica tiene un gran peso en la Estructura Energética del Organismo y en particular en el Área de Asistencia Médica, la cual agrupa a los Institutos y Hospitales de subordinación Nacional. Aquí radica el primer problema, el cual debe ser objeto de análisis, ya que este es el tipo de portador que tiene una mayor incidencia en la Eficiencia Energética.

El comportamiento histórico de Energía Eléctrica en el Organismo entre los años 1994 – 2000 estuvo en el orden de los 65 000 MWh promedio anual (algo más de 5410 MWh promedio mensual), con un crecimiento anual no mayor de un 2 – 3 % anual. Sin embargo, a partir del año 2000, con la introducción de nuevas tecnologías y equipamientos en nuestras instituciones de salud, este incremento se mantiene en el orden del 12 – 14 %, no estando éste en correspondencia con el incremento de nuestras producciones y exportaciones, lo que afecta sensiblemente la Eficiencia Energética. **(Chaple 2007)**

En el caso específico del Ministerio de Salud Pública la necesidad de garantizar agua a temperaturas adecuadas para diferentes servicios es uno de los problemas operativos que han presentado mayor dificultad en los últimos tiempos. Como una de las fuentes

capaz de resolver este problema se tiene en consideración el uso de la energía solar la cual presenta grandes ventajas como son: **(Bermúdez, 2005)**

- No emite gases contaminantes perjudiciales para la salud ni gases de efecto invernadero que afecte el cambio climático.
- No produce ningún tipo de desperdicio o residuo peligroso de difícil eliminación.
- Es una fuente limpia, silenciosa, confiable, barata y generosa.
- Promueven el autoconsumo y la independencia energética.
- Es una inversión de rápida recuperación (el préstamo se paga con el ahorro de energía)
- No requiere costosos trabajos de extracción, transporte o almacenamiento.
- Permite ahorro de energía convencional y de combustibles.
- Los costos de mantenimiento son bajos.
- Emplea una tecnología con experiencia aplicada.
- Tiene elevada fiabilidad.
- Es una energía que no corre riesgos de agotarse.

En el sector de la salud se ha trabajado también en la introducción de las fuentes renovables de energía. Este tipo de aplicación se puede apreciar en Unidades Asistenciales de Salud Pública en Holguín donde existen tres centros que tienen instalados Calentadores Solares, el Hospital Pediátrico Provincial “Octavio de la Concepción y de la Pedraja”, los Hogares de Ancianos “Jesús Menéndez” y “Pedro Vázquez”; las condiciones actuales de estos Calentadores se describen a continuación: En el Hospital Pediátrico los colectores solares fotovoltaicos están emplazados en la azotea del edificio, sistema de la firma Metro Solar, fueron instalados en dos posiciones, el primero alimenta la sala de terapia intensiva que consta de 12 camas y consiste en un sistema integrado tres colectores conectados entre sí, con tanque de almacenamiento (cada uno con capacidad de 250 litros para un total de 750 litros de agua caliente para 24 horas), el cual está formado por 24 tubos de vidrio al vacío con 3 capas cada uno, con capacidad de 3 litros aproximadamente por tubo, montados sobre 2 reflectores en los cuales incide la luz solar emitiéndola de retroceso a los tubos garantizando de esta forma, que se aproveche al máximo la captación de la energía

solar que se recibe, presenta además un sistema de flotante que administra el agua a temperatura ambiente (23 a 27 °C), a medida que se va consumiendo, siendo este un sistema de termosifón, alcanzando el agua en un día normalmente soleado hasta 90 °C, pero que por las particularidades del clima de la Isla la capacidad se duplica, según explicó **Arben Karamani** canadiense que dono dichos calentadores al Hospital. El otro sistema situado presenta 6 colectores de tubos al vacío, unido a seis cabezales instalados a través de tuberías de cobre a un tanque de hierro con capacidad de 1300 litros que alimenta la sala de terapia intermedia con 16 camas. **(Bermúdez, 2005)**

En ambos casos se requiere de recursos para conectar otras salas de servicios de larga estadía, aprovechando la cantidad de agua caliente disponible en este sistema, según las características de almacenamiento de cada colector solar. El primer sistema, a pesar de presentar el mismo funcionamiento del segundo resulta más eficiente. En el caso de los dos Hogares de Ancianos existentes en el municipio Holguín, tienen instalados un sistema de energía solar del tipo colector plano CHOMAGEN, que consta de tres unidades integradas conectadas entre sí, alimentándose de un tanque adicional que es llenado a través de una turbina que administra el agua a temperatura ambiente al tanque de almacenamiento, el que trabaja por termosifón, presentando un sistema auxiliar de energía eléctrica, ya que los mismos trabajan solo cuando los días son soleados, se usa además cuando presentan mayor consumo de agua caliente que el previsto debido a la característica de este tipo de pacientes. **(Bermúdez, 2005)**

1.7.- El mantenimiento de equipos en el mundo y Cuba. Su concepción.

El mantenimiento de equipos es la garantía de su funcionamiento dentro de los parámetros establecidos que permite su empleo con eficiencia.

(De Groote, 1999) en su obra “El mantenimiento en países en vías de industrialización” plantea que “...el origen de muchos problemas de mantenimiento se puede encontrar mucho tiempo antes de la puesta en marcha de las instalaciones en fase de diseño y otros aparecen como consecuencia de:

- No existe planificación de mantenimiento.
- Planificación de lubricación incompleta.

- No hay preparación de tareas, no hay análisis de trabajo.
- No existen historias ni documentación técnica de las maquinas.
- Selección equivocada de los repuestos o materiales almacenados.
- Imposibilidad de indicar o de respetar plazos.
- Formación en organización de mantenimiento, métodos y administración proyectados para ingenieros y personal de mantenimiento no son suficientemente detallados ni corresponden a las necesidades reales

La falta de una documentación técnica es una de las desventajas más graves con las que se enfrentan los países en desarrollo en la práctica del mantenimiento. Esto comprende dibujos no detallados, malas instrucciones de operación y mantenimiento, instrucciones incomprensibles para reemplazar piezas o conjuntos, inadecuadas listas de repuesto y lista de diagnostico de averías incompletas en las instituciones de salud (Hospitales) se aplica el mantenimiento correctivo y en menor porciento el mantenimiento predictivo, lo que se necesita es aplicar métodos y tecnologías de diagnostico para dar los primeros pasos para el mantenimiento predictivo que es el seguimiento y consecutividad del análisis de los equipos.” **(De Groote, 1999)**

Frente a la concepción tradicional de mantenimiento como gasto ineludible, aparece cada vez más una concepción moderna en la que el mantenimiento es visto como una función de empresa que presta un servicio fundamental al resto de la organización y que, por tanto, merece ser gestionado en aras de conseguir una triple eficiencia: en la rentabilidad de las inversiones en equipos e instalaciones, en la disminución de costos directos, indirectos y de3 inactividad y en la obtención de la disponibilidad requerida. **(Ríos, 1994).**

Un mantenimiento inadecuado o insuficiente produce un envejecimiento prematuro de las instalaciones, aumentando los costos globales de mantenimiento y anticipando la necesidad de renovación o sustitución de equipos. **(Ríos, 1994).**

Solo mediante la eliminación previa de la mayoría de los problemas e incidencias que dificultan la realización de las actividades de mantenimiento, el personal de este departamento podrá empezar a gestionar y dirigir sus actividades. **(Ríos, 1994)**

Este aspecto muestra su incidencia igualmente en el caso de estudio de este trabajo, donde se presentan dificultades de este orden que en ocasiones generan problemas en el momento de realizar análisis, comprobaciones y estudios relacionados con el consumo energético de equipos no médicos.

Capítulo. 2.- Material y Métodos.

En este capítulo se muestran los métodos y procedimientos empleados para cumplir con los objetivos trazados manteniendo la secuencia de la investigación, se explican los aspectos relacionados con la aplicación la prueba de necesidad en el Hospital General Provincial como primer paso para la implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. (TGTEE). A continuación como resultado de la realización del diagnóstico se expone la forma en que se determinaron las principales causas que influyen en el elevado consumo de portadores energéticos de la institución como punto de referencia para la realización del plan de acción.

Para la realización del diagnóstico de la situación actual e histórica de la institución se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- ❖ Caracterización de la institución.
- ❖ Impacto de los portadores energéticos en los costos totales de la institución.
- ❖ Índices de eficiencia energética.
- ❖ Estructura de consumo de los portadores energéticos.
- ❖ Consumo de electricidad.
- ❖ Consumo de diesel total.
- ❖ Principales oportunidades para reducir los consumos y costos de electricidad y el diesel en el Hospital.
- ❖ Diagrama causa efecto.
- ❖ Plan de acciones.

2.1.- Caracterización de la institución

En el epígrafe se realiza una exposición de las características de mayor relevancia del Hospital General Provincial, se definen los portadores energéticos que se consumen en

el período de enero de 2009 a junio de 2010, con la ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se representó el gráfico No.1 de atención a pacientes contra tiempo, las variaciones que se presentaron en este nivel de actividad en el período se especifican los valores máximos y mínimos y se analizan las causas por las cuales algunos valores tienen un comportamiento contradictorio.

Se realizó el Diagrama de flujo de proceso total de la institución enfocado al flujo de la actividad siendo de gran utilidad para detectar entorpecimientos en la actividad, exceso de decisiones, descubrir toma de decisiones imprecisas, tener claridad de qué hacer ante una circunstancia dada.

2.2 Análisis de los gastos de portadores energéticos e incidencia de estos en los gastos totales de la institución.

Se determina los gastos totales de los portadores energéticos en el periodo de análisis (enero de 2009 a junio de 2010) ([anexo 1](#)) así como el impacto de los consumos energéticos en los gastos totales del Hospital, se identificaron las principales partidas:

- Gastos de Personal (salario)
- Gastos de Medicamentos.
- Gastos de alimentación
- Gastos de Capital (inversiones)
- Otras transacciones
- Gastos Energía, combustibles y lubricantes.
- Gastos de reparaciones y mantenimientos.
- Servicios a profesionales.
- Gastos de vestuario y lencerías
- Otros gastos

Una vez identificadas las partidas económicas, se realizó la recopilación de todos los valores en miles de pesos de cada uno de ellos en el período, utilizando como fuente el de análisis del balance anual del departamento de contabilidad y finanzas de Hospital donde se tomaron los gastos totales, sistema implementado por el Ministerio de Economía y Planificación. Despachado mensualmente en la Dirección Provincial de Salud para ser consolidado y enviado al Ministerio de Salud Pública.

Con los datos y la ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel, se construyó un diagrama de Pareto (gráfico No.2), mediante el cual se presentan los indicadores en orden descendente, en por ciento, donde los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada indicador respecto al total.

2.3.- Estructura de consumo de los Portadores energéticos

La estructura de consumo de los portadores energéticos del Hospital General Provincial se obtuvo a través de una recopilación de datos de los consumos del período enero de 2009 a junio de 2010. (Anexo 2). (fuente modelos 5073 control del consumo de los portadores energéticos mensuales)

Al igual que en el epígrafe anterior, se trabajó con la ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel y con los datos obtenidos se construyó un diagrama de Pareto (gráfico No.3) con el que se identificaron los portadores energéticos que inciden sobre el 80 % del consumo de energía de la institución y permitió separar los “Pocos Vitales “ de los “Muchos Triviales”,

utilizando los factores de conversión vigentes según Departamento Energía y Combustible Poder Popular Provincial para llevar los consumos de cada portador energético a combustible equivalente.

La aplicación de este diagrama dio la oportunidad de:

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema como puede ser: los mayores consumidores de energía de la institución, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- Identificar el 20% de los equipos o áreas que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes de la institución,

2.4 Análisis del consumo de electricidad.

Para efectuar el análisis de la energía eléctrica en el Hospital General Provincial se tomó como período base de enero de 2009 a junio de 2010 considerado el más estable luego de la inserción del Hospital Gineco- Obstétrico dentro del Hospital Clínico, se utilizó para los análisis de tendencia en el consumo de este portador, como una vía de conocer cual será el comportamiento de esta institución.

Los pasos seguidos para realizar estos análisis fueron los siguientes:

- ❖ Caracterización del consumo de energía eléctrica en dicho centro incluyendo además las características de la tarifa eléctrica aplicada M1A de media tensión con actividad continua, con los cargos que la misma contempla.
- ❖ Recopilación los consumos mensuales de este portador energético mediante la ayuda del modelo 5073 Reporte del consumo de portadores energéticos para el período enero de 2009 a junio de 2010 y con el asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se elaboró el gráfico el comportamiento de la energía eléctrica durante esa etapa en MWh en el que se determinaron también las desviaciones máximas y mínimas del mismo.(gráfico No.4)(Anexo 3)
- ❖ Recopilación de los datos de Pacientes atendidos mensualmente mediante la ayuda del departamento de estadística médica con su modelaje Reporte de pacientes atendidos por áreas y especialidades médicas para el periodo enero de 2009 a junio de 2010 (Anexo 4) y con el asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se elaboró el grafico el comportamiento los pacientes atendidos durante esa etapa mostró los períodos de tiempo en que este comportamiento resulta contradictorio. se realizó un gráfico de dos ejes del tipo x, y_1, y_2 .(gráfico No.5)
- ❖ Con los datos obtenidos anteriormente mediante en el [anexo3](#) y [anexo 4](#) de los consumos de energía eléctrica y los pacientes atendidos en el período enero de 2009 a junio de 2010, se construyó un diagrama de dispersión de la energía consumida por mes con respecto a los pacientes atendidos durante ese mismo período lo que reveló una importante información sobre el proceso. (gráfico No.6) Este gráfico se realizó con el objetivo de:

- Determinar en que medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la prestación de servicios a pacientes
- Mostrar si los componentes de un indicador de consumo de energía están correlacionados entre si y por tanto, si el indicador es válido o no.
- Determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción.

Para la elaboración del gráfico de Electricidad consumida contra los pacientes atendidos se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Se recolectaron los datos de consumo de energía (E) y producción (P) asociadas a ellos, el caso de estudio (pacientes atendidos) para el mismo período de tiempo seleccionado.
- Posteriormente se graficaron los pares (E, P) en un diagrama x, y. En el eje y se ubicó la escala de consumo energético y en el eje x la escala de pacientes atendidos.
- Se determinó, utilizando con ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel, el coeficiente de correlación entre E y P.
- Se trazó la línea de tendencia y se calculó con el mismo procesador la pendiente y en el intercepto de la recta con la forma, $E=mP+E_0$. donde:

E... Energía.

m.....Valor de la pendiente.

P... Pacientes atendidos

Eo.....Energía no asociada, determinado en el intercepto de la línea en el eje.

La construcción del gráfico de índice de consumo contra pacientes atendidos ([gráfico No.7](#)) se realizó ya que después de haber obtenido el gráfico energía contra pacientes atendidos (E vs. P) y la ecuación $E = mP + E_0$ los resultados mostrados evidencian su necesidad de aplicación.

Para elaborar este gráfico se tomaron los valores reales del período base (enero 2009-junio 2010) cumpliendo los pasos siguientes:

Se determinó y se trazó la curva teórica $IC = f(P)$ a partir de la expresión $E = f(P)$ del período base, dando valores determinados de pacientes atendidos (P.A.)

Se determinaron los pares de datos reales (E/P, P) de los registros de datos de E y P utilizados para realizar el diagrama E vs. P. del primer semestre del año 2010

Este gráfico se empleó para:

- Caracterizar el nivel de eficiencia con que un trabajo en el período evaluado al comparar los pares reales (E/P, P) sobre el diagrama con la curva de referencia.
- Comprobar los índices de consumo de los portadores energéticos de mayor consumo en la institución para determinados niveles de actividad previstos.
- Evaluar el nivel de eficiencia energética de la atención a pacientes para los portadores energéticos de mayor consumo a nivel de institución.

Para la determinación de las áreas de mayor consumo de electricidad se aplicó un cálculo de acomodo de carga y utilizando el asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se elaboró el gráfico de demanda de energía en el Hospital ([gráfico No.8](#))

El gráfico de tendencias o sumas acumulativas ([gráfico No.9](#)) se utilizó para monitorear la tendencia de las variaciones de los consumos energéticos con respecto a un período base de comparación dado y además para determinar cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del período base hasta el momento de su actualización.

El gráfico de tendencia permitió conocer la tendencia real de la institución en cuanto a variación del consumo energético; determinó la magnitud del ahorro o gasto en el período enero a junio de 2010 con respecto al período base año 2009.

Tabla 2.1. Suma acumulativa de la tendencia del portador energético.

Período	Ea	Pa	$Et=m*Pa+E$	Ea-Et	Suma acumulativa
---------	----	----	-------------	-------	------------------

(día, mes año)					(Ea-E)-(Ea-Et)

Ea_ Energía consumida en el período actual.

Pa_ Producción realizada asociada a Ea, en el período actual. (para el caso de análisis corresponde a Pacientes Atendidos)

Et_ Energía consumida en el período base si el nivel de actividad hubiera sido el actual.

m, Eo _ Pendiente y energía no asociada directamente al nivel al nivel de actividad de la ecuación de ajuste de la línea recta obtenida para el período seleccionado como base (2009)

Ea-Et_ Diferencia entre la energía consumida en el período actual y la que se hubiera consumido en el período base para igual producción.

Con el uso del gráfico de tendencia se logró monitorear los consumos energéticos con respecto al período base; permitió evaluar la tendencia del Hospital en eficiencia energética.

2.5- Análisis del consumo de combustible diesel total

Para el análisis del Combustible Diesel se tomó como período base enero de 2009 a junio de 2010 (anexo 5) para los análisis de tendencia en el consumo.

Para reflejar el consumo de diesel por áreas en el hospital se tomaron los datos del consumo en el período de enero de 2009 a junio de 2010 del modelo estadístico 5073 e informes mensuales de balance energéticos de la institución, se aplicó el asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se elaboró el [\(gráfico No. 10\)](#)

Para la realización de los gráficos No. 11, 12, 13, 14 y 15. (Control del consumo de diesel), nivel de actividad, correlación e índice de consumo) se siguieron los mismos

pasos descritos en el epígrafe anterior 2.4, para la energía eléctrica pero ahora para el diesel, utilizando las mismas fuentes para la obtención de los valores en igual período analizado. (Enero de 2009 a junio de 2010)

Se separó en el análisis del consumo de diesel total en diesel indirecto (Transportación) y diesel directo (sistemas ingenieros e incinerador) para trabajar con este último y su relación con los pacientes ingresados que son los que más directamente reciben la mayor incidencia de las actividades donde se emplea este portador, en este caso el consumo en calderas para producir vapor que es empleado en la cocción de alimentos, proceso de lavado, secado y planchado de lencería y en la esterilización de instrumental tanto para laboratorios como para el área quirúrgica. Se utilizó el asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se elaboró el [\(gráfico No. 16\)](#)

2.6.- Análisis del consumo de agua.

Se procedió al análisis del consumo de agua en la institución debido a que en la determinación de las áreas de mayor consumo de electricidad aparecen varias (sala de hemodiálisis, salones de operaciones, salas y terapias, entre otras ubicadas en el tercer y cuarto nivel del Hospital cuyo consumo de agua es elevado y además por no prestarse un servicio vital para la calidad de la atención a pacientes fundamentalmente ingresados como el caso del agua caliente para el aseo, todo ello eleva el consumo de electricidad por otras alternativas que aplican los pacientes y familiares. Se determinaron las afectaciones y se plantearon medidas para su solución.

Para este análisis se tomó como período base de enero de 2009 a junio de 2010 [\(anexo 6\)](#), utilizando las mismas fuentes para la obtención de los valores de cada período analizado y además las lecturas del metro contador del consumo de agua, se procedió con la ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se elaboraron los [\(gráficos No. 17 y 18\)](#).

2.7.-Análisis de los índices de consumo e indicadores de eficiencia energética de la institución.

Para ello se realizó la recopilación de datos estadísticos (enero 2009 a junio 2010) los datos de trabajo fueron tomados de los documentos oficiales como modelo 5073-03

control del consumo de combustibles, modelos de control del consumo de combustibles por actividades, modelos de estadística médica y balances económicos mensuales de la institución.

Se procedió a trabajar y analizar los consumos de portadores energéticos de la institución en el período analizado, niveles de actividad (pacientes atendidos, pacientes ingresados, aplicación de medios diagnósticos a pacientes (TAP; RX; US) cantidad de intervenciones quirúrgicas, partos, raciones confeccionadas de alimentos, para conocer y estudiar su comportamiento y realizar las correspondientes propuestas de modificación o sugerencias técnicas necesarias de acuerdo al nivel de correspondencia entre del consumo de portadores energéticos y nivel de actividad. Se emplearon los métodos de:

Se analizaron los índices de consumo de la institución orientados por el organismo superior (Ministerio de Salud Pública), para la electricidad MWh/Pacientes atendidos y para el resto de los portadores Consumo físico / pacientes ingresados. Expresó de forma general el comportamiento del consumo de portadores energéticos en relación con el nivel de actividad o sea los servicios que se prestan a todo tipo de pacientes, esto posibilita tener una idea general y poder comprobar estos resultados.

Se evaluaron los resultados de los índices de consumo del período analizado aplicando las ecuaciones resultantes de los gráficos de correlación para el caso del diesel y la electricidad

2.8.- Situación de la institución referente a la gestión energética.

Para efectuar el diagnóstico de la gestión energética de la institución además de tener como base los análisis efectuados en los epígrafes anteriores se realizó la inspección de recorrido, se intercambió con los miembros de la comisión de energía del centro y consejo de dirección, se intercambio además con trabajadores vinculados directamente a las áreas servicios donde se identifican los mayores consumos de portadores energéticos, así como con trabajadores de experiencia y larga trayectoria dentro de la institución con participación en eventos donde se abordó el tema energético, con la finalidad de obtener información y resultados sobre el tema que garantice que las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas, donde la

dirección reconozca el esfuerzo del equipo de trabajo y que exista comunicación entre los niveles en la toma de decisiones.

2.9.- Soluciones por eliminación de pérdidas energéticas en áreas y equipos de la institución.

2.9.1.-Determinación de las pérdidas en la cámara de congelación del área de cocinas del Hospital General.

Dentro de las causas que originan sobre consumo de energía eléctrica en las cámaras de congelación se encuentran según **(Álvarez, 2008)**:

- Mal estado del aislamiento térmico de las tuberías: La eficacia del material utilizado para el aislamiento térmico en los frigoríficos disminuye en dependencia de la calidad del material utilizado de 1,1 a 2 veces en 15 años, esto muchas veces no se tiene en cuenta y nos encontramos con instalaciones donde el aislamiento térmico no se repara nunca.
- Aumento de las corrientes térmicas a través de techos y puertas: Este aumento originado por la radiación solar, se relaciona en primer orden con los frigoríficos de un piso con techo plano, donde en ausencia de protección contra el sol (pintura blanca, tela metálica, etc.) los techos se calientan y alcanzan una temperatura de aproximadamente unos 75 °C, lo que conlleva a un aumento diario de las corrientes térmicas de un 20 a un 30%.
- Factores relacionados con el tratamiento y conservación de los productos: Los problemas de disminución del consumo de energía eléctrica en el tratamiento y conservación de los productos, deben resolverse atendiendo a la disminución de las pérdidas de masa de los mismos, por lo que la tendencia es al perfeccionamiento de los métodos de tratamiento y conservación de los productos, mediante la utilización de sistemas de refrigeración más eficientes.

Se tomaron los datos técnicos de la cámara para proceder a los cálculos pertinentes según bibliografía.

Se procedió a la inspección de recorridos determinado el estado técnico de del aislamiento de tuberías y de la cámara en si, así como las condiciones de almacenaje de los productos alimenticios, dimensiones de la cámara.

Se chequeo durante un periodo de funcionamiento (1 día) de trabajo para determinar frecuencia de trabajo, número de veces de acceso a la cámara.

Se procedió a efectuar los cálculos siguientes:

- **Superficie total de la cámara a través de la ecuacion2.1**

$$S=2 ((a*b) + (b*c))$$

- **Pérdidas a través de las paredes empleando la ecuación**

$$P_{\text{paredes}}= S + K * (1-t)* 24 \text{ horas.}$$

Donde:

S: superficie exterior de la cámara en m²

K: coeficiente de transmisión del aislante para fibra de vidrio con 100 mm de espesor (tabla p. 23) = 0.35 kcal./h/m²°C

T: temperatura exterior de la cámara

t: temperatura interior de la cámara.

- **Pérdidas por servicios (uso de puertas, alumbrado, calor del personal)**

Para ello se tuvo en consideración la cantidad de calor que entra a la cámara por ese concepto, que depende del número de veces que se abran las puertas, en la práctica se han establecido porcentajes para determinar dichas pérdidas ya que es un dato difícil de determinar de manera exacta pero da una idea muy aproximada de ese valor. Por tanto para este caso se asume el 10 %. **(Duliep, 1999)**

- **Pérdidas de calor debido a motores eléctricos.**

Aquí se tuvo en cuenta el calor que aportan el motor y el ventilador de este sistema donde según plantea la bibliografía (página 24) de acuerdo a la relación conocida por equivalencia mecánica del calor se emplea la conversión adecuada multiplicada por la potencia del motor empleado para mover el ventilador. En nuestro caso la potencia del motor es de 1.81 kW.

- **Pérdidas por la carga que entra diario a la cámara.**

Cargas térmicas concepto general de la sumatoria de todas las magnitudes perturbadoras (exteriores e interiores) que tienen por resultado el cambio de la energía del aire en un lugar si no se realizan contramedidas. Según el signo, carga calefactora o frigorífica. Unidad: W o kW. **(Technical Dictionary, 1998)**

Este es un dato de mucha importancia que hay que precisar de la manera mas aproximada posible. Se conoció la temperatura de entrada de los productos a la cámara, se obtuvo la diferencia con el interior tomando este último dato de la tabla de cargas térmicas, se determinó además la temperatura recomendable para cada producto y el calor específico del producto almacenado.

Se aplicó la ecuación: (página25 propia bibliografía)

$$P_{\text{carga}} = \text{carga} * (T - t) * C_e(\text{sobre cero})$$

Donde:

Carga: carga en Kg. Que entra diariamente a la cámara.

T: temperatura a la que se enfriara la carga °C

t: temperatura de entrada de la carga °C

Ce (sobre cero): calor específico sobre cero

- **Las pérdidas por productos**

Están basadas en las pérdidas por cada producto que entra a la cámara

- **Pérdidas por congelación**

Se tuvo en cuenta los cuatro aspectos esenciales para el cálculo de dichas pérdidas:

1. Calor específico de la carga sobre cero.
2. Calor específico de la carga bajo cero
3. Calor latente de congelación
4. Temperatura de congelación.

Se aplicó la ecuación siguiente:

$$P_1 = \text{kg de carga} * (T - t) * C_e(\text{sobre cero})$$

Donde

Ce (sobre cero): calor específico sobre cero

(T-t): diferencia de temperatura de la entrada de la carga hasta cero grados.

- **Pérdidas por calor latente.**

$P2 = \text{kg de carga} * CL^\circ$

Donde

CL° : calor latente de congelación.

Finalmente se obtuvieron las pérdidas por congelación

$P3 = \text{kg de carga} * Ce (bo) * \text{diferencia de temperatura de cero a la congelación} .$

Donde:

Ce (bo): calor específico bajo cero.

Las pérdidas totales por estos conceptos sería la sumatoria de las pérdidas:

$P_{total} = P1 + P2 + P3$

En el caso de los productos ya congelados como el helado entre otros no fue necesario calcular las pérdidas de carga en la cámara de congelación solo se empleo la ecuación que plantea:

$P3 = \text{kg de carga} * Ce (bo) * \text{diferencia de temperatura de entrada de la carga y la de la cámara}.$

- **Cálculo de las pérdidas totales:**

Se determinaron como la sumatoria de todas las pérdidas según los diferentes conceptos analizados:

$P_{totales} = P_{paredes} + P_{servicios} + P_{motores} + P_{carga} + P_{calor\ latente} + P_{congelacion}.$

- **Comprobación del coeficiente de funcionamiento del ciclo para el compresor.**

Para determinar los datos necesarios para el cálculo se utilizó el diagrama i-p para el refrigerante R 22 se obtuvieron los parámetros en cada punto.

Partiendo de la temperatura $T_o = -12^\circ C$ ($5^\circ C$ más que la temperatura de la cámara)

- **Comprobación del coeficiente de funcionamiento para verificar si se encontraba dentro del rango establecido (3 – 10) aplicando la ecuación:**

$COP\ real = \frac{h_2 - h_4}{h_2 - h_1}$

Donde:

h1: Entalpía del refrigerante que sale del evaporador y que entra al compresor (Kj/Kg)

h2: Entalpía del vapor que sale del compresor y que entra al condensador (Kj/Kg)

h3: Entalpía del líquido del refrigerante que sale del condensador (Kj/Kg)

h4: Entalpía del vapor del refrigerante que entra al evaporador (Kj/Kg)

para este caso $h_3=h_4$ ya que la entalpía del refrigerante al pasar por la válvula de expansión no cambia solo disminuye presión y temperatura.

- **Comprobación de la capacidad frigorífica o efecto refrigerante de 1 Kg de refrigerante o calor absorbido en el evaporador (Kj/Kg) para posteriormente verificar la cantidad de refrigerante en circulación.**

Se empleó la ecuación:

$$q_o = h_1 - h_4 = c_p (T_1 - T_4)$$

- **Cantidad de refrigerante en circulación.**

$$G = Q_o / q_o$$

Donde

Q_o: capacidad de refrigeración de la máquina (Kj/s)

Con ello se verificó si la cantidad de refrigerante que circula realmente en el compresor esta dentro de los niveles.

- **Comprobación de la potencia consumida por el compresor en (Kw) través de la ecuación:**

$$N = G * L / 3600$$

Donde:

G: cantidad de refrigerante en circulación

L: trabajo del compresor ($h_2 - h_1$)

2.9.2.- Análisis de la factibilidad de aplicación de fuentes renovables de energía (calentadores solares) en el Hospital General Provincial,

Se aplicó el programa Excel de COPEXTEL para el cálculo de los calentadores solares, con la propuesta en este caso de elevar la calidad de los servicios a pacientes ingresados del tercer y cuarto nivel de hospitalizados y el bloque de servicios (área completa de gineco-obstetricia, salones de operaciones y parto) con el consiguiente ahorro energético y económico que proporciona en los mismos en cuanto a consumo de diesel en calderas, consumo de electricidad y ahorros por conceptos de sustitución de tuberías y accesorios en la línea de agua caliente para estos niveles.

- Para aplicar este programa Excel se tuvieron en cuenta los datos de las áreas a trabajar, los servicios que se prestan para introducirlos en dicho programa.

Para la determinación de los ahorro por concepto de sustitución de tuberías y accesorios del tercer y cuarto nivel se tomaron los datos de la bibliografía “Libro de Obra del Hospital” y se accedió a las tarjetas de estiba del almacén de recursos de la batalla de Ideas para el precio de dichos recursos.

2.9.3.- Cálculo de las pérdidas energéticas por la deficiente o nulo aislamiento de las tuberías de vapor.

Se procedió a la inspección visual de recorrido, se determinaron los metros de tuberías sin aislamiento desde el area de calderas hacia los consumidores: lavandería, esterilización y cocina.

Se procede al calculo de las perdidas para ello se aplican las siguientes ecuaciones: según **(Duliep, 1999)**.

$$B_{\text{perd}} = Q_{\text{pc}} / \eta_{\text{bruto}} * V_{\text{cb}}$$

Donde

B_{perd} : combustible perdido en Kg/h

Q_{pc} : pérdidas de calor Kj/h

η_{bruto} : rendimiento bruto de la caldera

V_{cb} : valor calórico bajo del combustible. Kj/kg.

Para realizar el cálculo de Q_{pc} se tuvieron en cuenta una serie de datos los cuales fueron utilizados para entrar en el nomograma de Wrebe y obtener resultados, estos

datos fueron: diámetro de la tubería, longitud de la tubería, presión del vapor (Kgf/cm²), temperatura del vapor °C, temperatura ambiente del local donde se encuentran las tuberías sin aislar.

2.9.4.- Cálculo de las pérdidas energéticas por deficiente funcionamiento de las trampas de vapor.

Según (Duliep, 1999) las trampas de vapor tienen como función eliminar los condensados y el aire mientras fluye el vapor. Las fallas de las trampas de vapor se pueden resumir desde el punto de vista energético en 2 grandes grupos:

Fallas en el cierre: las cuales ocasionan fugas de vapor y por consiguiente pérdidas energéticas.

Fallas por corte del flujo de vapor por obstrucción de tuberías: en este caso no se produce la eliminación del condensado y por tanto perdidas de energía.

En el caso de estudio existen 5 trampas de vapor en el ara de la cocina comedor las cuales presentan fallas por tanto se procedió a la aplicación de la ecuación 3.24 (Duliep, 1999) para el cálculo de las pérdidas energéticas.

$$B_{\text{perd}} = D \cdot I_v / \eta_b \cdot V_{\text{cb}}$$

Donde:

B_{perd} : combustible consumido adicionalmente. Kj/Kg

I_v : entalpía del vapor que se fuga (esta se determina con los valores de p y t entrando en la tabla de valores para el vapor Steam Table) Kj/Kg

η_b : rendimiento bruto de la caldera, el cual se toma de los datos técnicos de la misma que para el caso de la calderas de 4 ton vapor/h el rendimiento es de 89.2

D: caudal del vapor que sale por el orificio

Una vez accedido a todos los datos necesarios para el cálculo se determinaron las pérdidas de energía y se propusieron medidas para su solución o disminución, las soluciones específicas serán desarrolladas en el capítulo No.3

2.10- Principales oportunidades para reducir los consumos y costos de energía en la institución.

Para la determinación de las principales oportunidades de ahorro, se realizó un diagnóstico energético preliminar, también llamado diagnóstico de recorrido el cual consistió en una inspección visual de las instalaciones energéticas de la institución, en

la observación de los parámetros de operación, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento, así como de la información estadística existente sobre el consumo y facturaciones. Con este diagnóstico se obtuvo un panorama generalizado del estado energético y una idea preliminar de los potenciales de ahorro.

Se incluyen además soluciones energéticas evaluadas cuantitativas y cualitativamente que permitieron reducir los consumos de portadores energéticos y los gastos que ello representa.

2.11.- Diagrama de Causa y Efecto.

El Diagrama de Causa y Efecto ([Figura 3.1](#)) se utilizó para identificar las posibles causas del problema específico existente (el alto consumo de portadores energéticos). La naturaleza gráfica del diagrama permitió organizar gran cantidad de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Su realización se llevó a cabo mediante una inspección de recorrido donde se obtuvieron datos de información visual y por intercambio con especialistas, técnicos y obreros de los puestos claves, todo ello permitió identificar el problema y realizar una lluvia de ideas de las causas del problema. Este es el paso más importante en la construcción de un Diagrama de Causa y Efecto. Las ideas generadas en este paso guiaron la selección de las causas de raíz. La misma se llevó a cabo durante el diagnóstico de recorrido de manera que ambas técnicas sirvieron de base para la determinación de las causas. Fue importante que solamente causas y no soluciones del problema fueran identificadas. El propósito de la herramienta fue siempre estimular ideas.

2.12.-- Definición del plan de acción

En el plan de acción se reflejan las oportunidades de ahorro identificadas como acciones concretas a realizar para lograr el ahorro de portadores energéticos en la institución. En su elaboración se asignó un responsable que supervise y ejecute las acciones dentro de los plazos previstos en el mismo, se tiene en cuenta la asignación de los recursos humanos, materiales y financieros requeridos, y priorice la atención a este plan en función de la prioridad e importancia.

En este Plan de Acción se detallan los siguientes aspectos:

- Acciones específicas que van a tomarse.

- Personas responsables de llevarlas a cabo.
- Recursos disponibles
- Valoración y resultados esperados de cada una de ellas.

Para ejecutar el plan de acción establecido para la institución se debe coordinar, motivar y controlar todas las acciones que se realicen

Capitulo No 3 Análisis de los resultados.

3.1.- Caracterización de la institución.

El Hospital General Docente Provincial “Camilo Cienfuegos” está ubicado en la cabecera provincial en Bartolomé Masó S/N esquina Mirto, comenzó a prestar servicios En el año 1986

Posee un área de 45 514.7 m² de construcción techada, fabricado en el sistema girón con dos bloques de servicios de cuatro pisos cada uno con 21796 m² totales, un bloque de servicios con tres pisos y un área de 1990 m², 8 galerías de unión para todos los bloques con 2279.4 m² y un bloque energético en la primera planta que incluye (calderas, climatización centralizada, grupos electrógenos de emergencia, local de banco de transformadores de entrada) con 1068 m², área de estación de bombeo con 89.4 m² y otras áreas como talleres de mantenimiento, entre otras, que completan 2291.9 m². Del total de metros cuadrados del Hospital el 46% está climatizado, o sea, 20936 m²

Tiene como objeto social prestar servicios de asistencia médica tanto clínicos como gineco-obstétrica a la población espiritana y servicios internacionales a extranjeros, para lo cual cuenta con 692 camas, de ellas 129 maternas, 533 de medicina y 30 neonatales. Presta servicios de cirugía, donde el 23 % de las mismas corresponde a cirugía general, el 13,3 % a cirugía oftalmológica, el 22,3 % ortopedia y traumatología y el 9,3 de intervenciones quirúrgicas en la especialidad de urología; ofrece además servicios de hemodiálisis, medios diagnóstico con tomografía axial computarizada incluida, cuidados intensivos e intermedios, laboratorios clínicos y microbiológicos, complejo oftalmológico, salones de operaciones, partos y legrados así como consultas externas especializadas en: oftalmología, ginecología y obstetricia, maxilo facial, cirugía, gastroenterología, psiquiatría, urología, entre otras.

La institución recibe actualmente los beneficios de la reparación y remodelación con la consiguiente entrada en funcionamiento de equipamiento médico de última generación y su correspondiente climatización para garantizar la calidad de las condiciones de estos equipos en su prestación de servicios médicos. Atiende anualmente a más de 435000 pacientes cifra esta que ha disminuido en los últimos 2 años con el fortalecimiento de la atención primaria de salud específicamente los Policlínicos y la descentralización de las consultas hacia estas áreas, no obstante se ha producido un incremento en el consumo de electricidad.

El Hospital en cuestión representa dentro de esta estructura de consumo energético provincial el 40.46 %, según balance anual del consumo de portadores energéticos de la Dirección Provincial de Salud; presenta consumos mensuales del orden de 265.0 MWh. de energía eléctrica, 33000 litros de diesel para uso de los generadores de vapor, 3400 litros de diesel directo para los grupos electrógenos, 3500 litros de diesel indirecto o sea para el transporte específicamente de insumos propios de salud y la alimentación de los pacientes ingresados que oscilan en el rango de 1950 pacientes, 3500 litros de gasolina consumida por vehículos administrativo y 3500 litros de gas para la cocción de alimentos tanto de pacientes como de trabajadores y estudiantes y un consumo promedio de agua de 39850 m³

El centro no cuenta en estos momentos con procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que pueda aplicarse de forma continua que

permita establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos y con ello elevar las capacidades técnico-organizativas, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

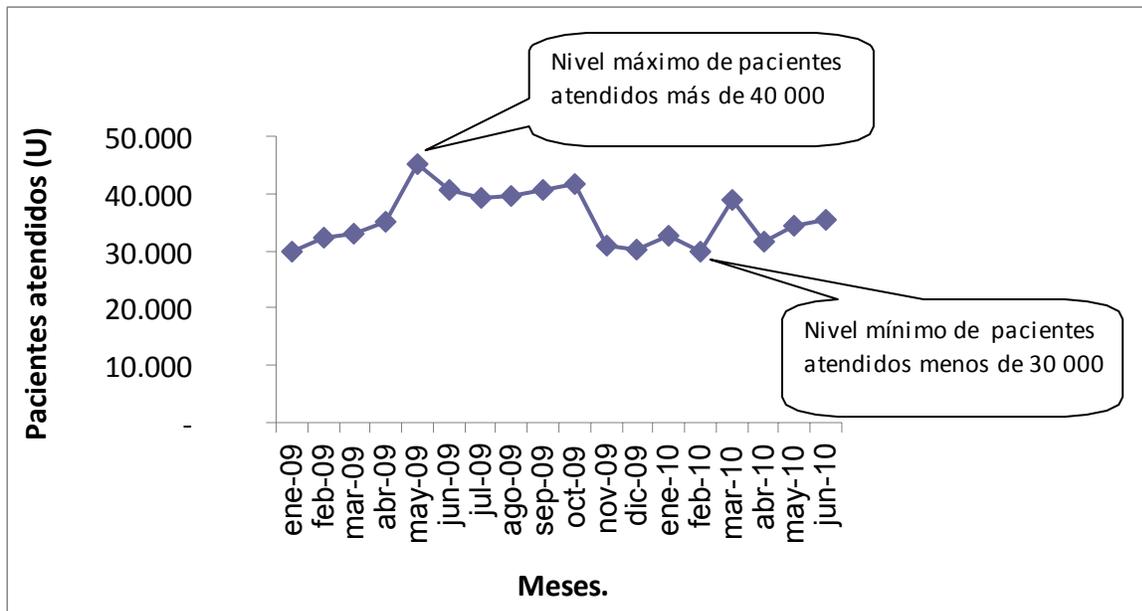


Gráfico No.1 Comportamiento de la atención a pacientes en el Hospital General Provincial en el período enero 2009 a Junio 2010.

Fuente: datos Estadística médica.

Elaboración propia.

La atención a pacientes en el período analizado presenta fluctuaciones, como reflejó el gráfico No. 1. presentó su valor máximo en mayo de 2009 donde eleva el número de los pacientes atendidos en laboratorios clínicos y microbiológicos, más de 20 000 pacientes, con todos los servicios a plena capacidad, posteriormente comienza un descenso gradual con la descentralización hacia los policlínicos de las consultas médicas de especialidades y en mes de febrero de 2010 ocurre lo contrario, disminución de los pacientes atendidos en esas especialidades.

3.2.- Gastos totales de portadores energéticos y su influencia de los gastos totales de la institución

Se analizó la repercusión de los gastos de los portadores energéticos dentro de los gastos totales de la institución, el gráfico No. 2 reflejó los resultados.

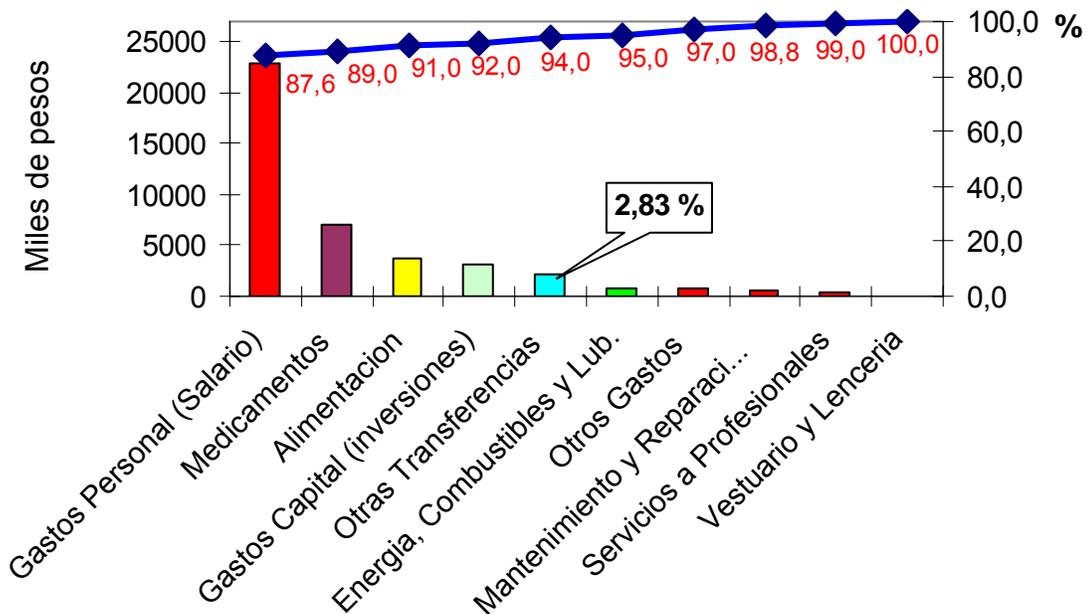


Grafico No.2 Incidencia de los gastos de portadores energéticos dentro de los gastos totales de la institución periodo Enero 2009 a Junio del 2010.

Fuente: Balance contable y Estadística económica

Elaboración propia.

Como se apreció en el gráfico No. 2 los gastos de portadores energéticos representan el 2.83 % de los gastos totales de la institución, no siendo las partidas de mayor incidencia dentro de los mismos, no obstante su disminución constituye una estrategia importante para mejorar la eficiencia energética propiamente del Hospital. La partida energía y combustibles es una de las pocas dentro de los gastos totales de la institución que presenta posibilidades de reducción y puede lograrse.

3.3.- Estructura de consumo de los portadores energéticos

El Hospital presenta consumos anuales en Toneladas Equivalentes de Petrleo (TEP) del orden de 1647.66 en energía eléctrica, 408.52 de diesel para uso de los generadores de vapor e incinerador , 322.57 para el transporte específicamente de insumos propios de salud y la alimentación de los pacientes ingresados, 21.48 en grupos electrógenos de emergencia para garantizar la electricidad necesaria a los servicios médicos, 20.71 y 10.76 de gasolina motor y regular respectivamente para

transporte administrativos y 49.88 toneladas de gas para la cocción de alimentos tanto de pacientes como de trabajadores y estudiantes. Como se mostró en el gráfico No. 3

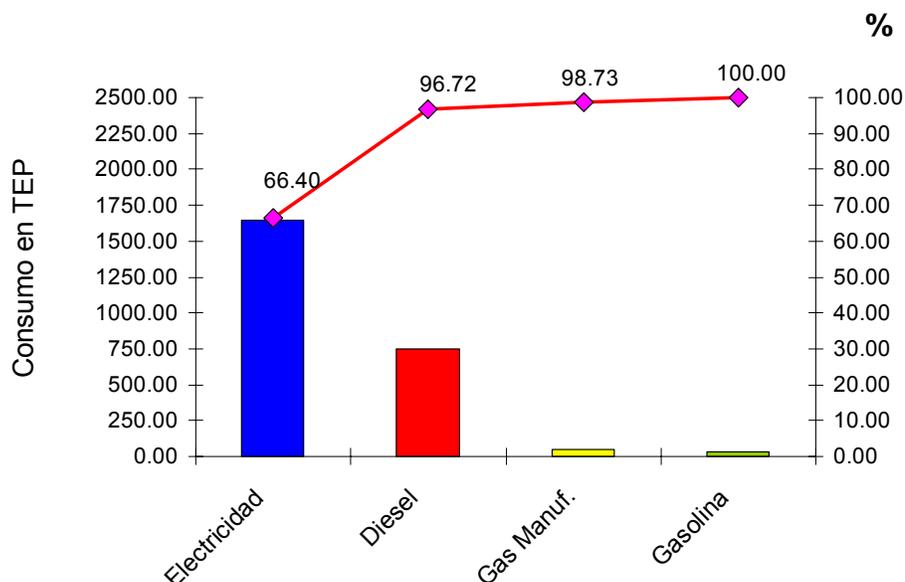


Grafico No. 3 Gráfico de Pareto del Hospital Provincial en el periodo de Enero 2009 a Junio 2010

Fuente: datos Estadística económica (modelo 5073)

Elaboración propia.

El gráfico de Pareto mostró que más del 80 % del consumo total de portadores energéticos de la institución lo constituyen la energía eléctrica y el diesel total para sistemas ingenieros y transporte. Esto dio la posibilidad de determinar las áreas de mayor consumo en la institución, hacia donde deben estar encaminadas las medidas de reducción de los mismos y donde se encuentran el 80 % de los problemas trabajando en los portadores electricidad y diesel

3.4.- Resultados del análisis del consumo de electricidad

El Hospital consume el 41.46 % del consumo total de electricidad en el sector de la salud en la provincia, según informe de balance anual de la Dirección Provincial de salud; y el 65 % del consumo total en TEP de los portadores energéticos de la institución lo constituye la electricidad, los mayores consumo están dados por la climatización el 53 % de la electricidad total, el 12% equipos médicos, el 3% refrigeración, entre otros.

La institución recibe el servicio de este portador a partir de contrato anual con la Organización Básica Eléctrica en el territorio, la tarifa aplicada es la **M.1.A. Tarifa de media tensión con actividad continúa**. Se aplica a todos los servicios de consumidores clasificados como de media tensión con actividad de 20 horas o más.

Donde se factura a:

\$5.00 mensual por cada kW. de máxima demanda contratada en los horarios de día y pico comprendido entre las 6.00 y las 22.00 horas.

\$0.083 por cada kWh. Consumido en horario pico.

\$ 0.042 por cada kWh. Consumido en horario del día.

\$ 0.028 por cada Kwh. Consumido en horario de la madrugada.

La demanda contratada con la OBE: Banco No. 1 fue 520 kW y para el Banco No. 2 fue 520 kW, las demandas conveniadas para ambos bancos fue de 270 kW. y 240 kW. respectivamente, el plan de avería conveniado fue de 5007 kWh y 3626 kWh. para banco 1y 2 con un total de 8633 kWh. y en averías excepcionales 4561 kWh y 3302 kWh.

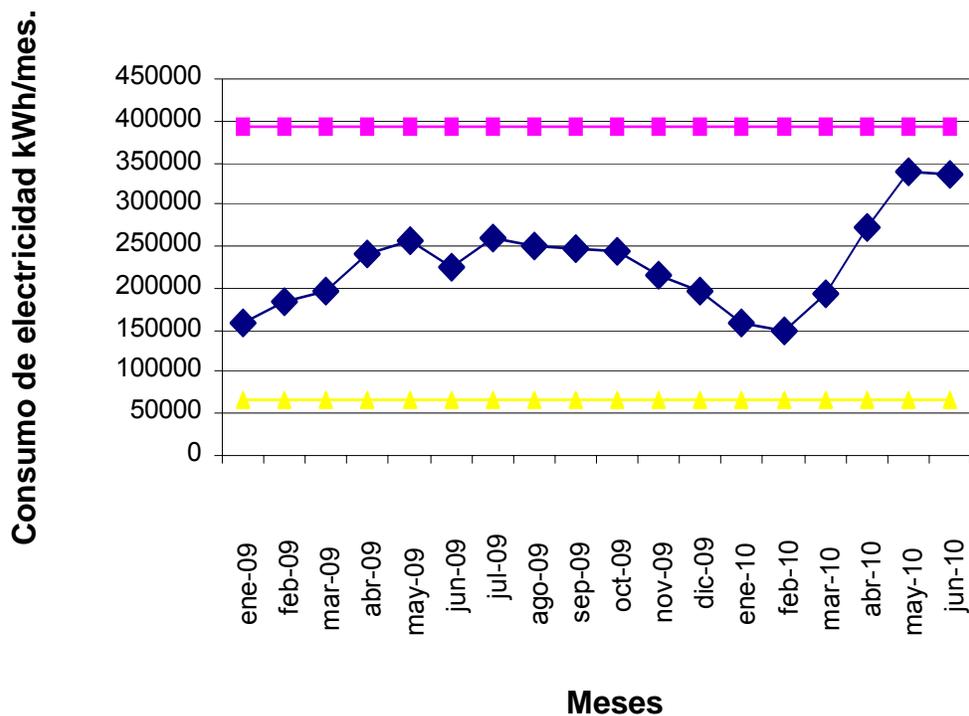


Grafico No.4.- Gráfico de control del consumo de electricidad de la institución periodo Enero 2009 a Junio 2010

Fuente: Datos Estadística económica (modelo 5073)

Elaboración propia.

El gráfico No.4 reflejó que el consumo eléctrico de la institución se comportó inestablemente lo cual esta en correspondencia con el nivel de actividad que se realiza en estos momentos con la inserción de los servicios de obstetricia y ginecología dentro de éste, se demostró que en el mes de junio de 2010 se produjo un incremento sobresaliente en el consumo de electricidad de 336.7 MWh. motivado por el aumento de los servicios así como por el cambio de metro contador a la institución, en los meses de noviembre de 2008 a febrero de 2009 se produce la reparación de los salones de operaciones de la institución, estos servicios habían sido trasladados hacia los municipios por tanto se produce una disminución del consumo de electricidad y del nivel de actividad, con su valor mínimo en el mes de enero de 2009 con 157.3 MWh

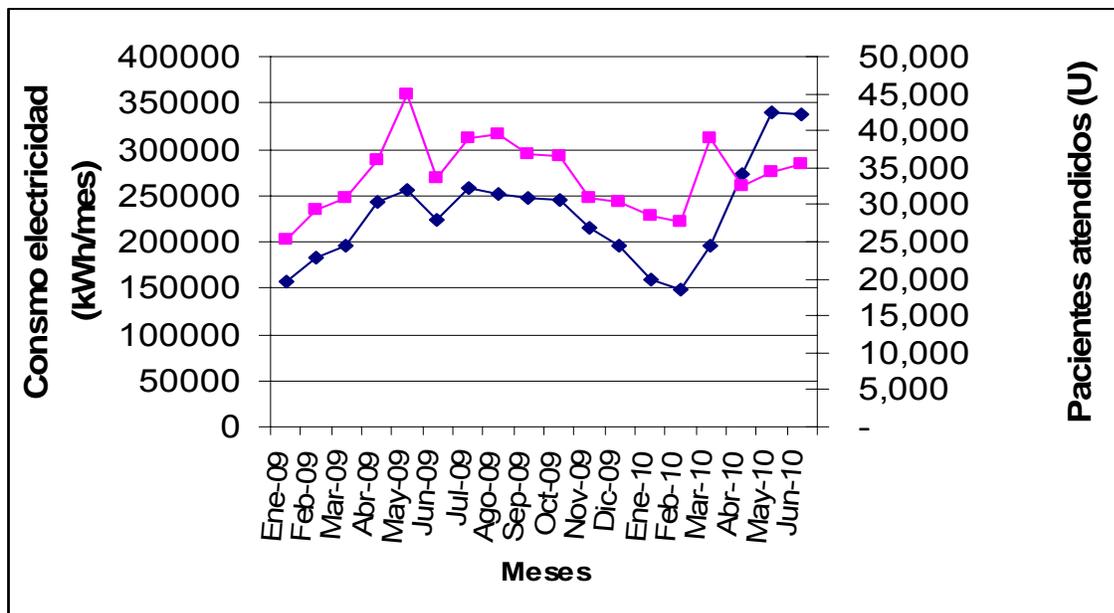


Gráfico No. 5 consumo de Electricidad vs. Servicios prestados (pacientes atendidos) en el Hospital período Enero 2009 a Junio 2010

Fuente: datos Estadística económica (modelo 5073) y Estadística Médica

Elaboración propia.

El gráfico No.5 reflejó que durante el período analizado al producirse un incremento de los pacientes atendidos se produce un incremento del consumo de energía vinculado al proceso y viceversa. Aunque el por ciento de aumento del consumo de electricidad no esta en correspondencia absoluta con el de los pacientes atendidos, esta diferencia está dada por la energía que se consume en áreas no vinculadas a la atención de pacientes que se elevaron con la entrada de nuevo equipamiento a las mismas.

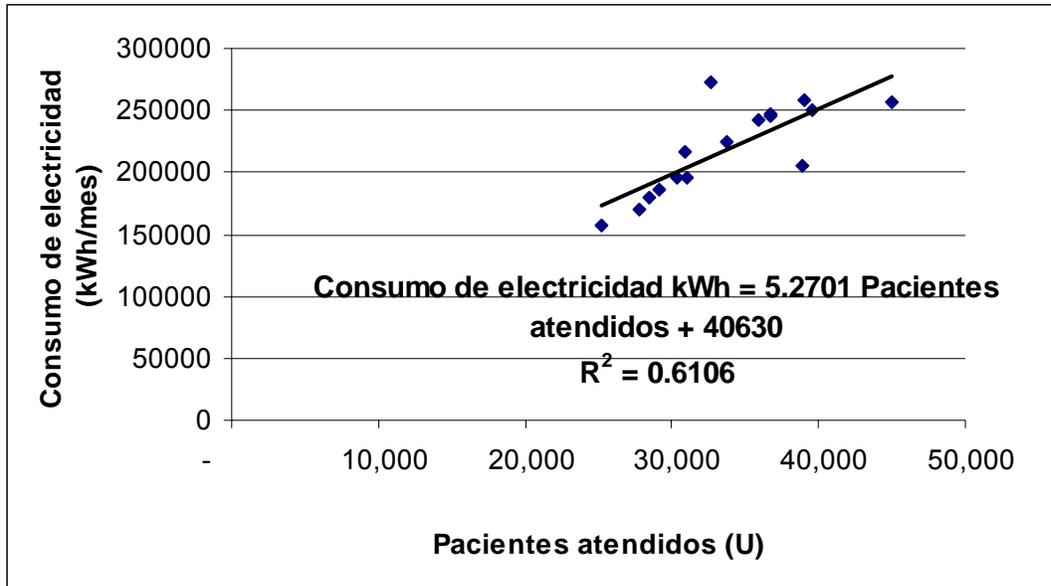


Gráfico No. 6 Gráfico de correlación consumo electricidad vs. el nivel de actividad (pacientes atendidos) en el período enero de 2009 a Junio de 2010

Fuente: datos Estadística económica (modelo 5073) y estadística Médica.

Elaboración propia.

En el gráfico No. 6 se observó que existe una tendencia a la correlación entre el consumo de electricidad y el nivel de actividad (pacientes atendidos) aunque el coeficiente de correlación está por debajo del recomendado (0.75) puede catalogarse de aceptable para centros que prestan servicios como es el caso de estudio, da la posibilidad de poder utilizar este índice de consumo de manera global en la institución kWh./ Pacientes Atendidos en el caso del consumo de electricidad.

El consumo fijo de electricidad no asociado a la prestación de servicios médicos asistenciales en el período es de 40630 kWh/ mes, en este valor influyen las áreas administrativas y de servicios no médicos en iluminación, ventilación, climatización, servicios de mantenimiento, energía perdida en salideros de vapor, deficiente aislamiento térmico, Pérdidas por radiación y convección en calderas y equipos térmicos.

La literatura y la experiencia acumulada en los trabajos realizados por el CEEMA indican que se pueden considerar adecuados, a los efectos de estos análisis energéticos, valores del coeficiente de correlación $R^2 \geq 0,75$. Valores de dicho

coeficiente inferiores al valor señalado indican una débil correlación entre los parámetros representados en el diagrama de dispersión, y por tanto, que el índice de consumo formado por el cociente entre ellos no refleja adecuadamente la eficiencia energética en la entidad, área ó equipo mayor consumidor en cuestión. **(Borroto, 2006)**

La ecuación resultante sería: $\text{Consumo kWh} = 5.2701 \cdot \text{Pacientes Atendidos} + 40630$

Para el período analizado se comprobaron los resultados del consumo real con las ecuaciones resultantes para comparar ambos resultados en el epígrafe 3.7.

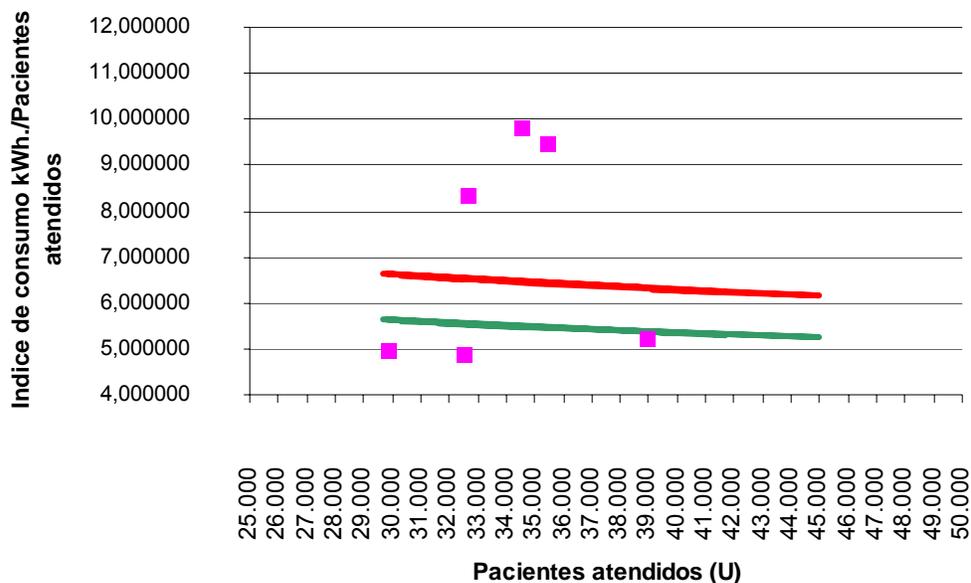


Gráfico No. 7 Gráfico del índice de consumo vs. el nivel de actividad (pacientes atendidos) en el período enero de 2009 a Junio de 2010

Fuente: Datos Estadística económica (modelo 5073) y estadística Médica.

Elaboración propia.

El gráfico IC vs. P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores. Este gráfico se realiza después de haber obtenido el gráfico E vs. P y la ecuación, $E = m \cdot P + E_0$, con un nivel de correlación significativo. **(Borroto, 2006)**, sin embargo es necesaria su utilización para el análisis del comportamiento del índice de consumo en la

entidad que presta servicios médicos con un coeficiente de correlación R^2 aceptable para este tipo de unidades.

El gráfico No.7 reflejó como el índice de consumo aumenta al aumentar el nivel de actividad (atención a pacientes), niveles de actividad mensuales entre 30 000 y 37 000 pacientes atendidos provocan un incremento del índice de consumo. En la medida que los servicios se reducen debe disminuir el consumo total de energía, como se aprecia de la expresión $E=f(P)$.

Los valores de índice de consumo que aparecen por debajo de la curva que representa el comportamiento del índice durante el período de referencia comparativa, indicaron un incremento de eficiencia del proceso; en el caso de los tres puntos por encima de la curva existe un potencial de disminución del índice de consumo igual a la diferencia entre el índice de consumo real (sobre la curva) y el índice de consumo teórico (en la curva) para igual cantidad de pacientes atendidos.

La expresión que caracteriza el comportamiento del índice de consumo en función del nivel de actividad para el período es:

IC de electricidad = $MWh / \text{Pacientes atendidos} = 5.2701 + 40630 / \text{Pacientes atendidos}$.

Esta ecuación será comprobada con los datos reales en el epígrafe 3.7.

Los análisis realizados permitieron determinar las áreas de mayor consumo de electricidad teniendo como carga mayor la climatización de las mismas para garantizar los servicios que prestan con los requerimientos médicos establecidos. Este gráfico se obtuvo a través del cálculo de acomodo de carga

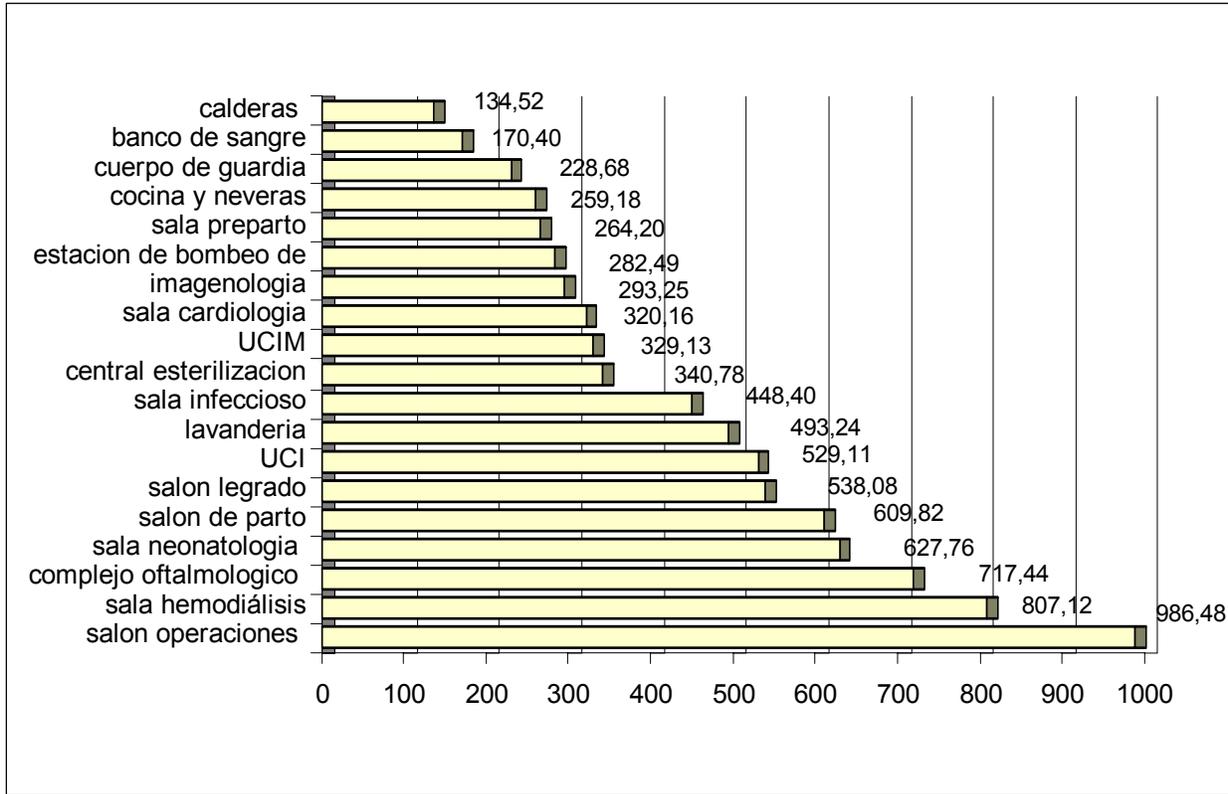


Gráfico No. 8.- Demanda de energía diaria por áreas del Hospital kWh.

Fuente: Datos técnicos modelos del departamento de mantenimiento y obtenidos en inspección de recorridos.

Elaboración propia.

Este gráfico No.8 permitió determinar en el caso de la electricidad las área de mayor consumo eléctrico: salón de operaciones, salas de partos, sala de neonatología, complejo oftalmológico entre otras que se detalla en el grafico que son la áreas donde se concentra el mayor peso de la complejidad de los servicios prestados así como las de trabajo continuo e ininterrumpido, influye en ello la carga de climatización existente en las mismas.

Otra área donde se consumo gran parte de la electricidad y que representa en orden el tercer nivel corresponde a la refrigeración; el consumo en esta área representa el 2.59 % del consumo total de electricidad en estos momentos en que de las 7 cámaras instaladas solo funcionan 3 para un 43 % de efectividad de esta a capacidad total su funcionamiento representaría aproximadamente el 15 % del consumo total de electricidad.

Un aspecto que influyó en el elevado consumo de electricidad fue el empleo de alternativas por parte de pacientes y familiares para el calentamiento del agua para el uso personal, al no estar funcionando el sistema de agua caliente, por lo cual se propuso una solución explicada en el epígrafe 3.9

La tendencia del consumo de electricidad para este año 2010 será a incrementarse como se reflejó en el gráfico No. 9

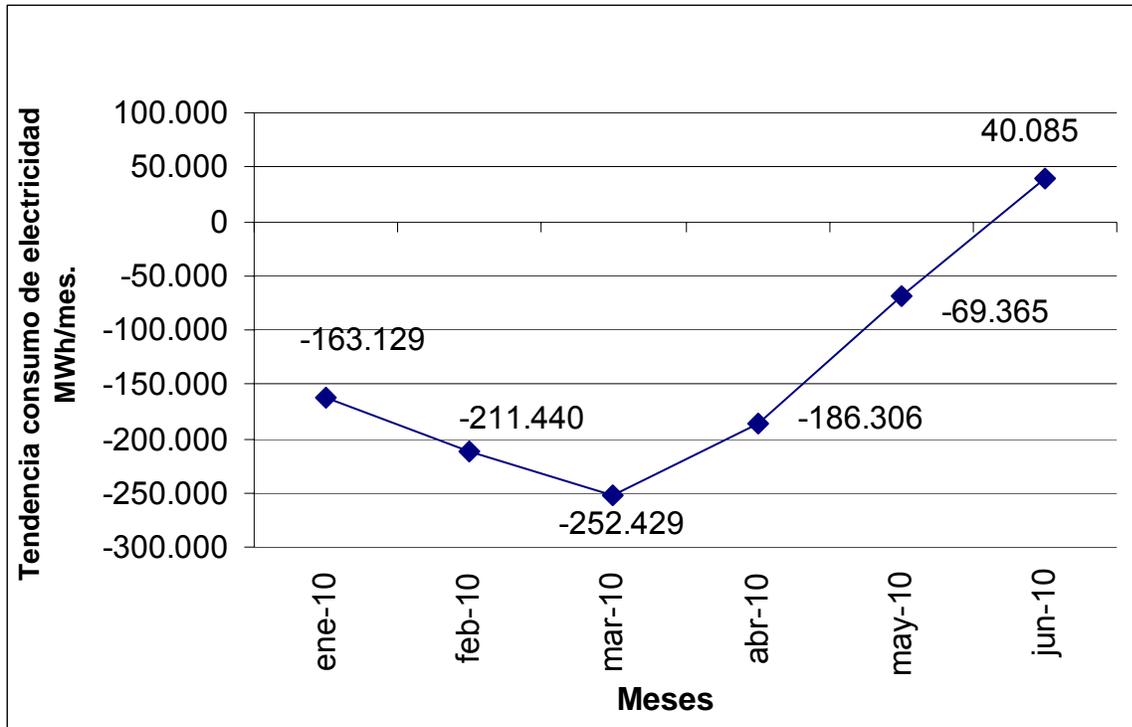


Gráfico No.9.- Gráfico de tendencia o CUSUM del consumo de electricidad en el Hospital año 2010.

Fuente: datos Estadística económica (modelo 5073)

Elaboración propia.

3.5.- Resultados del análisis del consumo de Diesel.

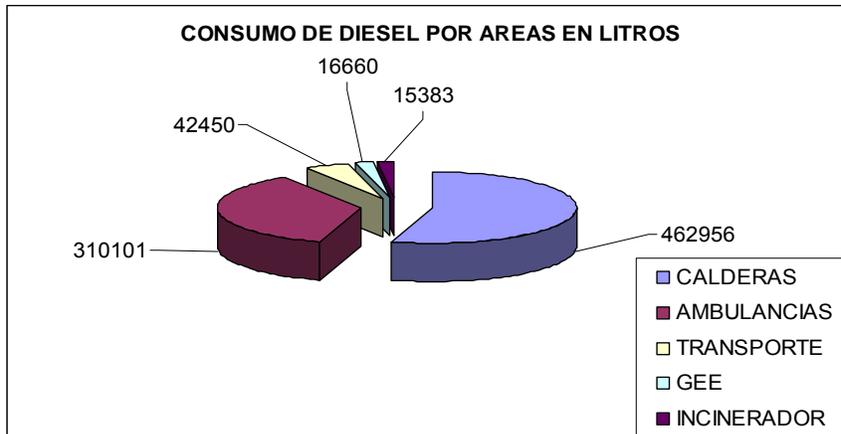


Gráfico No. 10.- Comportamiento del consumo de diesel por áreas de trabajo en el Hospital periodo enero 2009 a junio 2010.

Fuente: datos Estadística económica (modelo 5073).

Elaboración propia.

El consumo de diesel en el Hospital esta distribuido para las áreas de calderas con el 44.1%, transporte con el 43.4 % (servicios de ambulancias del sistema integral de urgencia médica (SIUM), abastecimientos del hospital y en menor escala los servicios administrativos), grupos electrógenos de emergencia con el 5.3 % y el incinerador con el 1.6 % como se reflejó en el grafico No. 10 con el consumo físico.

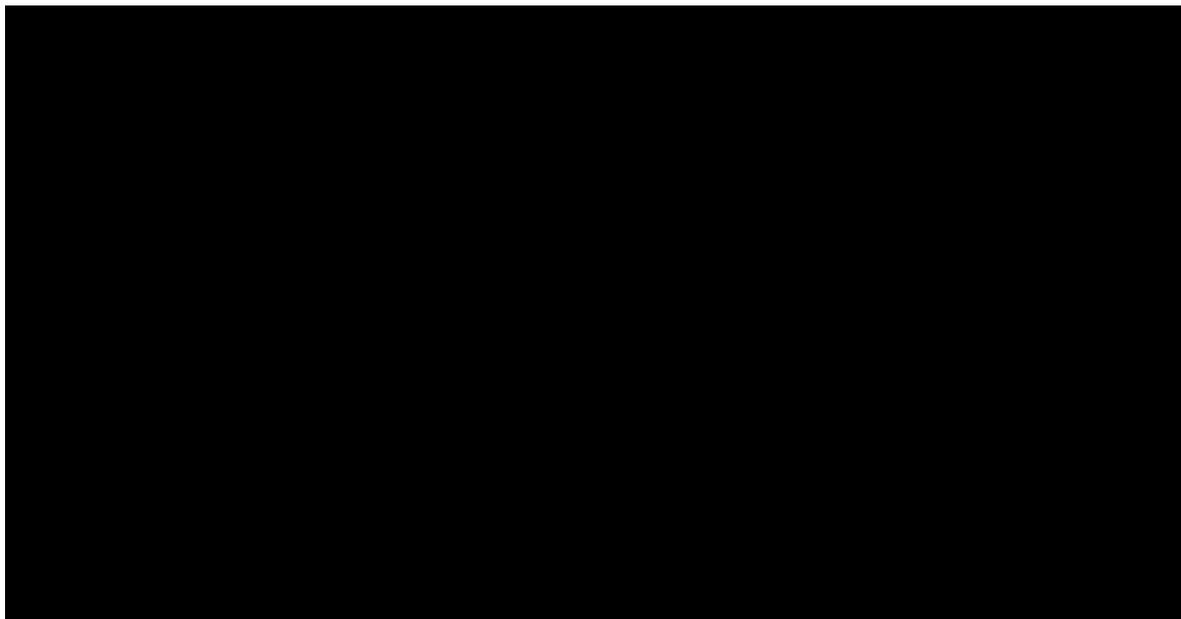


Gráfico No.11.- Comportamiento del consumo de Diesel periodo enero 2009 a junio de 2010.

Fuente: datos Estadística económica (modelo 5073)

Elaboración propia.

El gráfico No. 11 reflejó la inestabilidad del consumo de diesel en el período analizado donde en los meses de noviembre y diciembre del año 2009 se produce una disminución brusca del mismo, incluso de alcanzó el nivel mínimo de consumo con 34 395 L. motivado por la disminución del nivel de actividad específicamente el ingreso de pacientes y los servicios relacionados con los mismos, con ello disminuye además las actividades que se realizan relacionadas con este portador para atender pacientes (lavandería, esterilización, cocina) a partir de marzo de 2010 se produce un incremento alcanzando su nivel máximo de 53 480 L.

Para realizar los análisis del consumo de diesel relacionado con la atención a pacientes se toma el diesel directo o sea el que se consume en actividades relacionadas con la atención a pacientes y no con las actividades administrativas, con ello se buscó trabajar con el consumo de portador energético que verdaderamente se pone en función de darle servicios al paciente, para excluir lo que no se relaciona directamente con ello, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

3.5.1.- Resultados del análisis del consumo de Diesel Directo

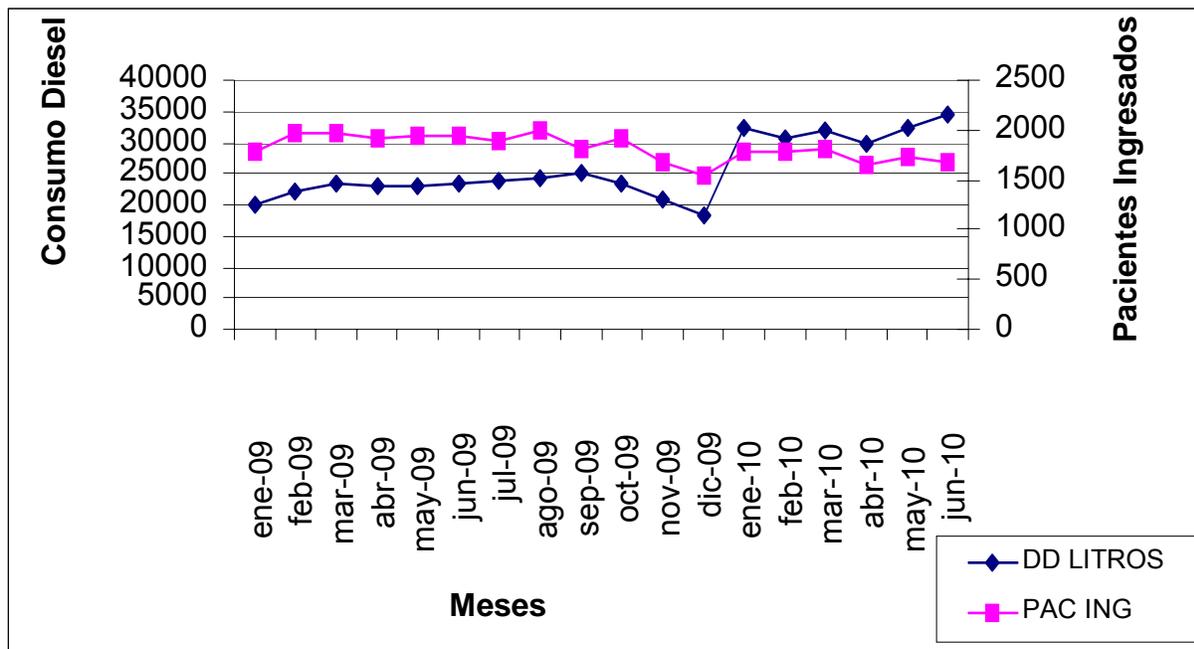


Gráfico No.12.- Comportamiento del consumo de Diesel Directo vs pacientes ingresados periodo enero 2009 a junio de 2010.

**Fuente: datos Estadística económica (modelo 5073) y datos de estadística médica
Elaboración propia.**

Se puede comprobar a través del gráfico No.12 que existe relación entre el consumo de diesel total de la institución y el nivel de actividad en este caso los pacientes ingresados en el año 2009, no obstante a partir de enero de 2010 se comenzó a presentar elevaciones del consumo de diesel y de los servicios prestados

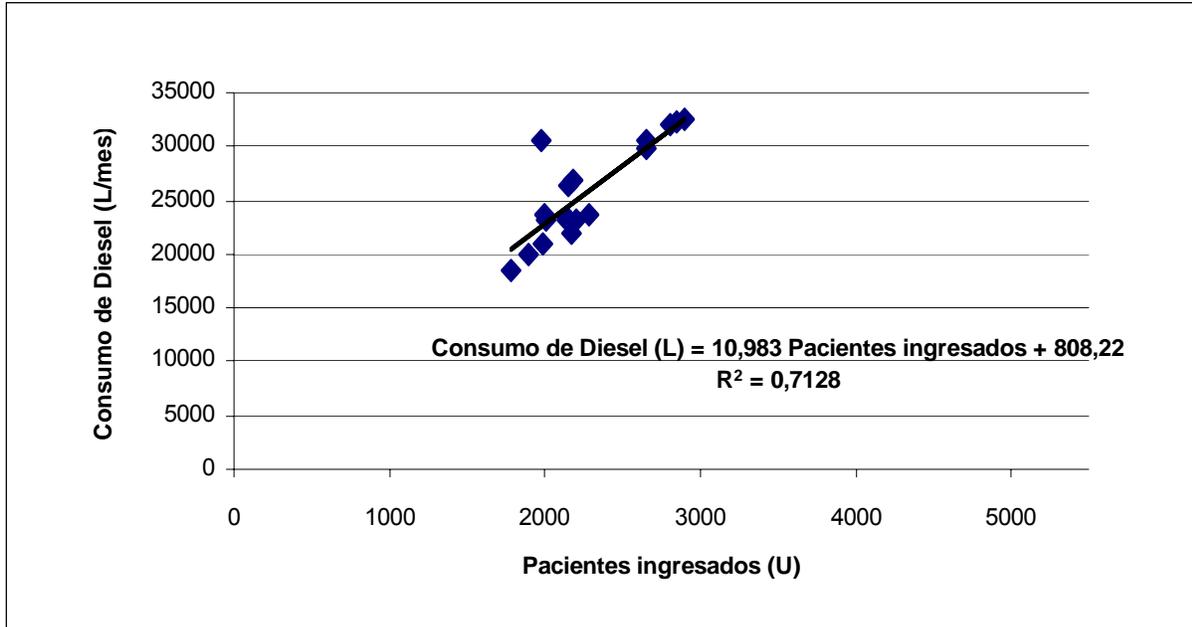


Gráfico No.13- Gráfico de correlación del consumo de diesel vs pacientes ingresados período enero 2009 a junio 2010.

**Fuente: datos Estadística económica (modelo 5073) y datos de estadística médica
Elaboración propia.**

En el gráfico No 13 se apreció existe una correlación entre el consumo de diesel y el nivel de actividad (pacientes ingresados) y el coeficiente de correlación esta cerca del recomendado (0.75) por tanto se puede utilizar este índice de consumo de manera global en la institución Litros /Pacientes ingresados como un indicador de eficiencia energética. Se recomienda no obstante a ello trabajar con los indicadores por áreas específicas con el nivel de actividad que desarrollan las mismas a través de la medición de los consumos de cada una de ellas, si ya se tienen registrado el nivel de actividad, como es el caso de (Grupos electrógenos de emergencia: g/kWh, calderas de vapor: L/ton. Vapor, incinerador: L/quemas)

El consumo fijo de diesel no asociado a la prestación de servicios médicos asistenciales directos a pacientes en el periodo es de 808.22 L. en este valor influyen aspectos como la salida de servicios de la caldera de vapor para su reparación

La ecuación resultante sería:

Consumo de diesel directo (L) = 10.983 * Pacientes ingresados + 808.22

En el caso de las actividades que se derivan del consumo de diesel como es el caso de las que consumen vapor, se tiene el nivel de actividad de cada una de ellas, sería necesario la medición de los consumos de vapor en las mismas (para lo cual no existe instrumentación en el Hospital) se hace por cálculos de especialistas y se determina: (lavandería: kg vapor/ kg. ropa procesada, en esterilización: kg. vapor/ kg. material procesado, cocina: kg. vapor/ raciones confeccionadas)

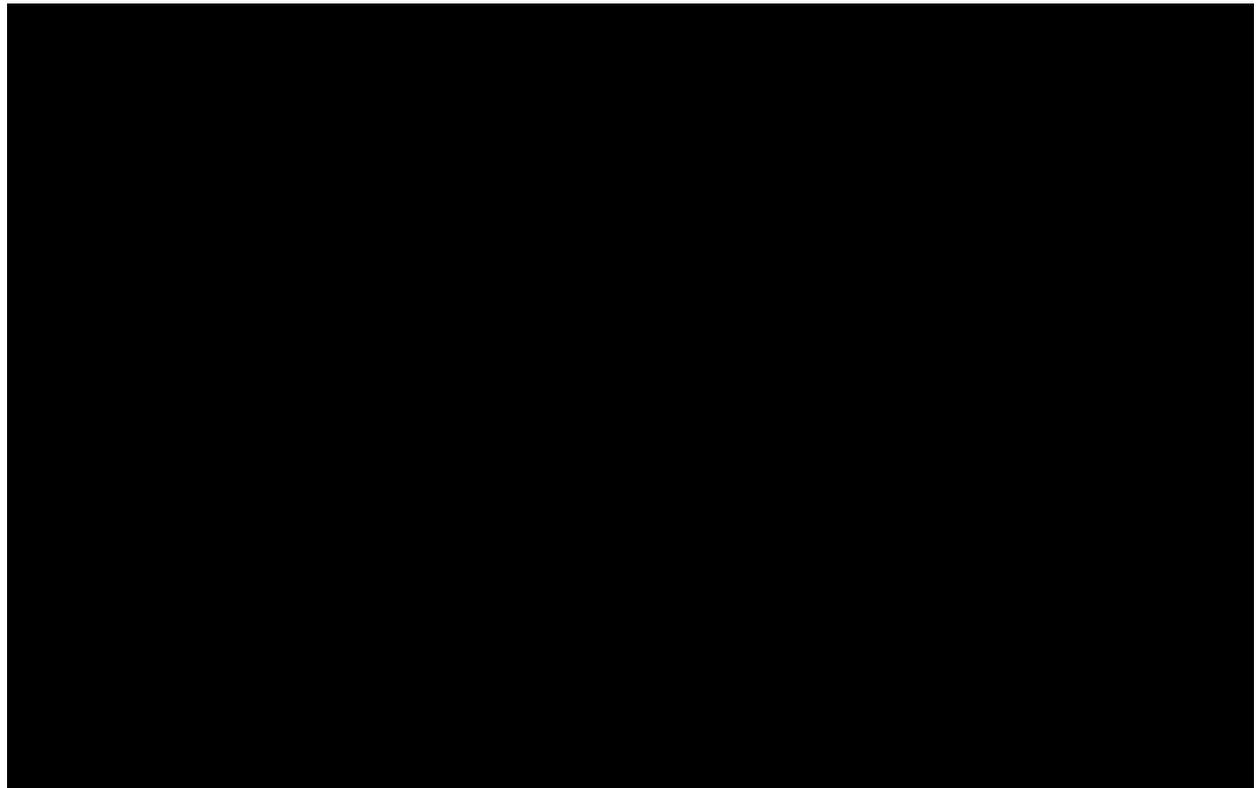


Gráfico No.14- Gráfico de comportamiento del índice de consumo de diesel vs pacientes ingresados período enero 2009 a junio 2010.

**Fuente: datos Estadística económica (modelo 5073) y datos de estadística médica
Elaboración propia.**

El gráfico No.15 reflejó que existe una correspondencia entre el índice de consumo y el nivel de actividad, niveles de actividad mensuales por debajo de los 2000 pacientes ingresados provocan un incremento del índice de consumo.

La expresión de caracteriza el comportamiento del índice de consumo en función del nivel de actividad para el período es:

$$IC \text{ de diesel} = L/\text{Pacientes Ingresados} = 10.983 + 808.22/\text{Pacientes ingresados}.$$

Esta ecuación será igualmente comprobada en el epígrafe 3.8

El diesel directo específicamente para el área de calderas de vapor se empleó para brindar servicios de vapor en la cocción de alimentos, esterilización de instrumental y material médico y lavado de ropa de salas y salones, en grupos electrógenos de emergencia para garantizar servicio eléctrico ante cualquier avería y así no afectar las actividades médicas de mayor riesgo y urgencia, y en el incinerador para la quema de material orgánico y restos de necropsias.

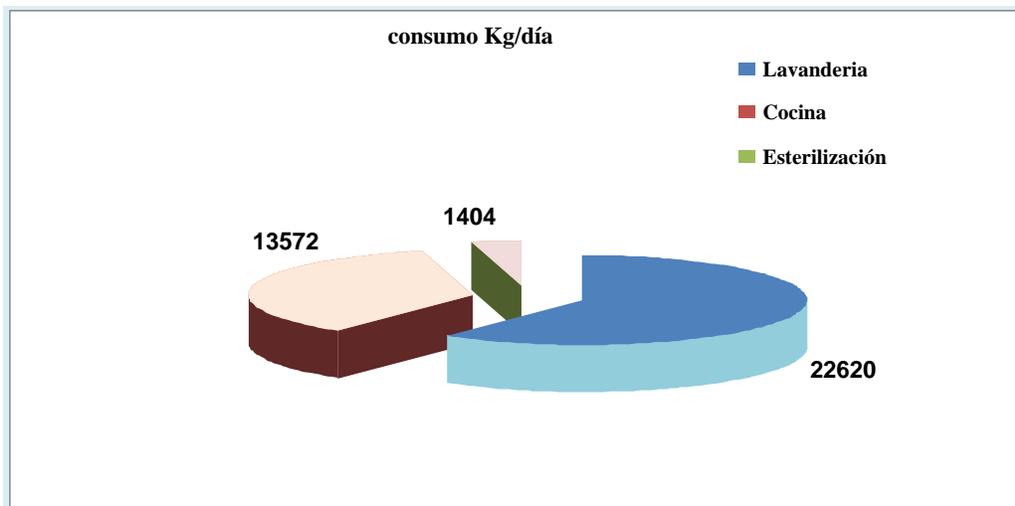


Gráfico No. 15.- Comportamiento del consumo de vapor diario por áreas de trabajo en el Hospital

Fuente: Datos carpeta técnica de calderas de vapor entregada por empresa de calderas Alastor.

Elaboración propia.

El gráfico No. 15 mostró el consumo de vapor en el Hospital General Provincial esta determinado por estas 3 áreas fundamentales donde de la producción total de la caldera de 4000 Kg/h se aprovecha el 79.8 % de ello 3% en la actividad de esterilización de instrumental médico y quirúrgico, 30 % en la cocción de alimentos en la

cocina y 52.0 % en el proceso de lavado y secado de la lencería perdiéndose 508 Kg./h (considerando el 85% de eficiencia de la caldera), al no tener la institución funcionando el sistema de calentamiento de agua como lo plantea el proyecto.

La tendencia del consumo de este portador es a incrementarse durante el año 2010 con respecto al período base como reflejó el gráfico No. 16



Gráfico No. 16.- Tendencia del consumo de diesel en el Hospital año 2010.

Fuente: Datos estadística económica (modelo 5073)

Elaboración propia.

3.6.-Resultados del análisis del Consumo de agua.

El consumo de agua de la institución se analizó debido a que en la determinación de las áreas de mayor consumo de electricidad aparecen (sala de hemodiálisis, salones de operaciones, salas y terapias, entre otras ubicadas en el tercer y cuarto nivel del Hospital) cuyo consumo de agua es elevado y además por no prestarse un servicio vital para la calidad de la atención a pacientes fundamentalmente ingresados como el caso del agua caliente para el aseo, se eleva el consumo de electricidad por otras alternativas que aplican los pacientes y familiares, se determinaron las afectaciones y se plantearon medidas para su solución.

El sistema de bombeo de agua del Hospital esta formado por 5 bombas, de ellas tres de 18.5 kW. y 45.4 m³/h, una bomba de 37.0 kW. y 15 000 L/h y una bomba de 63.0 kW. que bombea 300 000 L/h, las cuales bombean el agua desde las cisternas al anillo exterior del centro y a los diferentes niveles y el excedente sube al tanque elevado con capacidad de 80 000 galones, 300 000 L. y una altura de 49 m.

Durante el proceso inversionista se repararon las redes hidráulicas y sanitarias lo cual mostró una disminución del consumo de agua en el año 2010 con respecto a igual periodo del 2009 como mostró el gráfico No 16, la disminución fue de 44418 m³ lo que representa un ahorro de \$ 37 533.21 MN a pesar del incremento de servicios.

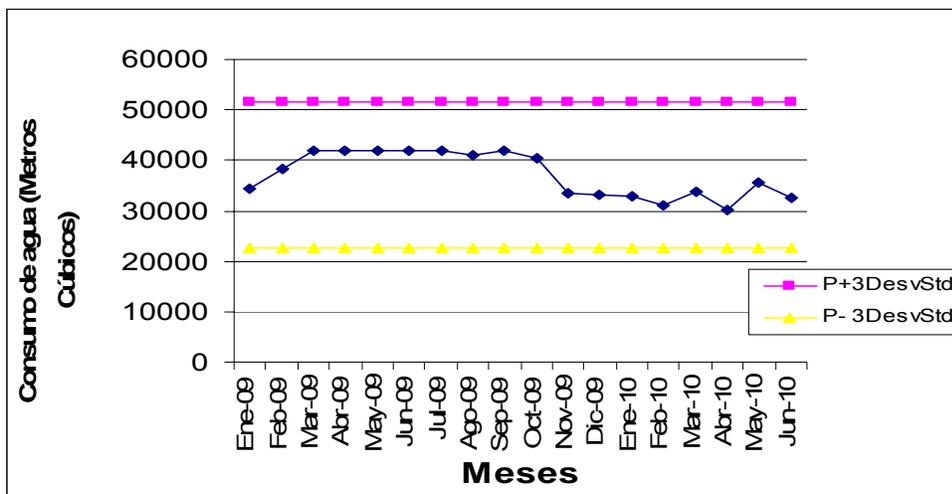


Gráfico No. 17.- Comportamiento del consumo de agua en el Hospital en el periodo enero 2009 a junio 2010.

Fuente: datos registro de lectura del metro contador de agua, departamento energético.

Elaboración propia.

El consumo de agua presenta una disminución a partir de septiembre de 2009 motivado por la eliminación de salideros en la institución, así como la reparación de redes hidráulicas y sanitarias a raíz del proceso inversionista, aspecto este que influía negativamente en el consumo y facturación del agua.

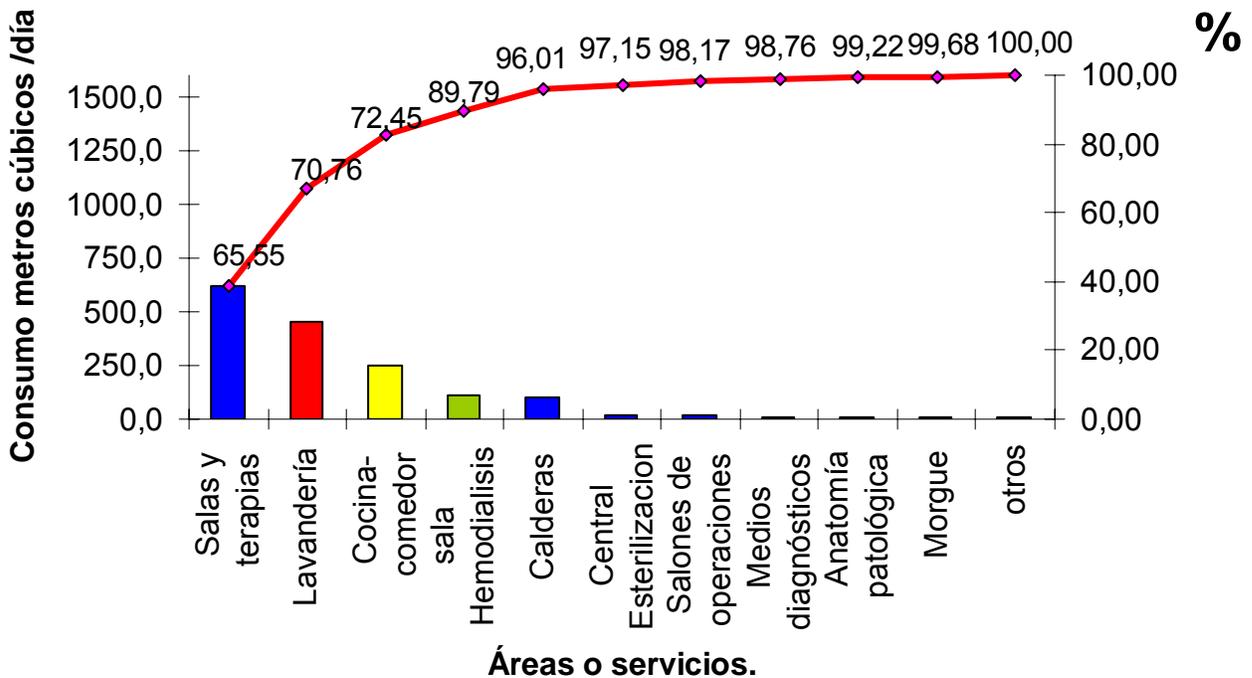


Grafico No. 18 .- Grafico de Pareto del Consumo diario de agua del Hospital.

Fuente: datos registro de lectura del metro contador de agua, departamento energético y cálculos de especialistas con experiencia.

Elaboración propia.

La estructura de consumo de agua de la institución esta concentrado en las áreas fundamentales que expresa el diagrama donde el mayor consumo se encuentra en las salas y terapias, lavandería, sala de hemodiálisis, áreas de calderas todo ello agrupa el 95.32 % del consumo del agua en la institución.

3.7.- Comportamiento de los índices de consumos e indicadores de eficiencia energética de la institución

Se analizaron los índices de consumo de la institución orientados por el organismo superior (Ministerio de Salud Pública), para la electricidad MWh/Pacientes atendidos y para el resto de los portadores Consumo físico/pacientes ingresados. Dio de forma general el comportamiento del consumo de portadores energéticos en relación con el

nivel de actividad o sea los servicios que se prestan a todo tipo de pacientes, esto posibilita tener una idea general pero desde el punto de vista técnico energético no brinda la información precisa de cual es el índice de consumo por áreas ya que no existen los medios e instrumentos necesarios para la determinación del indicador, o sea de los kw/h por pacientes atendidos cuanto se consumió específicamente en cada servicio que se brindó a ese paciente que se atendió es algo que esta pendiente de estudio cuando se cuente con todos los medios, técnicas de diagnóstico y equipamiento de avanzada que nos permita realizar los cálculos y comprobaciones necesarias.

Por tanto se concluye que los indicadores orientados por de ministerio no son todo o efectivo que se requiere para realizar el analisis ni muestran la profundidad de los consumos por lo cual se procedió emplear los indicadores que muestran los niveles de actividad por áreas de trabajo

El comportamiento de los índices generales según indicadores establecidos en la institución fue el siguiente.

Tabla No.2 Comportamiento de los índices de consumo reales de portadores energéticos en el período analizado.

Portador energético	UM.	Índice de Consumo reales	
		2009	2010
Energía Eléctrica	kWh/ Pac. atend	7.44	7.60
Diesel en Calderas	L/ton. vapor	15.87	19.40
Diesel en GEE	g/kwh	228.02	229.1
Diesel en Incinerador	L/quemas	32.49	33.14

Es de señalar que las mediciones del consumo de los portadores energéticos se realiza con la instrumentación de forma centralizada, los analisis y cálculos de los índices de consumos propuestos sobre todo el caso de la electricidad de las diferentes áreas de mayor consumo se realizan basados en el nivel de actividad propia de los mismos,

horarios de trabajo, datos técnicos del equipamiento medico y no medico instalado y de los muestreos de los centros de cargas eléctricos que alimentan esas áreas en determinadas horas del día.

Se realizó el análisis para los índices de consumo aplicando las ecuaciones resultantes de los gráficos de correlación lo cual refleja diferencias entre los índices de consumos y consumos reales de portadores energéticos con los calculados según las ecuaciones. (Tabla No. 8 anexos)

Se presentan también diferencias entre el valor real del índice de consumo y el valor calculado según ecuación resultante del gráfico de correlación para ambos años, en siete ocasiones el valor del índice calculado está por debajo del valor real en el caso de la electricidad y en el 2010 la diferencia es menor, existe tendencia a coincidir ambos índices y este pudiera utilizarse como indicador general para medir eficiencia, siempre teniendo en cuenta la energía no asociada directamente a la prestación de servicios a pacientes. Ocurre similar para el caso del diesel, donde se debe tener en cuenta la necesidad de estratificar por niveles de actividad específico de cada área con las mediciones necesarias para ello.

3.8.- Situación de la institución referente a gestión energética

La gestión energética en la institución en el periodo analizado ha sido insuficiente, se presentan dificultades a las cuales se les proponen soluciones a corto plazo. Estas dificultades están referidas a:

- Se conoce la estructura de consumo de los portadores energéticos de la institución y a nivel de áreas de servicios, así como su impacto en los costos, pero no se ha alcanzado el adecuado control por sistemas y equipos mayores consumidores, dada la falta de medios de medición.
- Existen indicadores de eficiencia energética a nivel de institución, pero su desagregación a nivel de áreas, sistemas y equipos mayores consumidores, se realiza de forma teórica por no contar con los medios de medición.

- Se han realizado inspecciones y diagnósticos energéticos preliminares y se han identificado algunos potenciales de ahorro.
- No se logra la participación y apoyo de todo el personal para la elevación de la eficiencia energética.
- Insuficiente grado de instrumentación y automatización.
- No existe un elevado nivel de información general y específica de los trabajadores y cuadros en los temas relacionados con la energía y la Tecnología de Gestión Total de la Energía.
- No existe un mecanismo efectivo para lograr la motivación por el ahorro de energía y agua, ni se desarrollan las capacidades de los trabajadores en su vínculo con la gestión ambiental teniendo insuficiente divulgación el tema.

3.9.- Propuesta de soluciones para la eliminación de pérdidas energéticas en áreas y equipos de la institución

En este epígrafe se presentan las soluciones de los problemas detectados que influyen negativamente en el logro de la eficiencia energética, con su correspondiente evaluación económica

3.9.1.- Determinación de las pérdidas energéticas en la cámara de congelación área de cocina.

Las características del compresor de la cámara de congelación del área de cocinas son las siguientes:

- Compresor Gilfred.
- Modelo: 150 GK-40
- Año de fabricación: 1998
- Cv= 1.8 – 7.71 m³/h
- PM: 25 kg/cm²

- Capacidad de refrigeración: 1.5 ton.
- 1750 rpm
- Refrigerante utilizado R 22 (CHCIF2)

Partiendo de los parámetros determinados en el diagrama i-p se procedió a los cálculos de las pérdidas en la cámara de congelación y se comprobaron los parámetros de funcionamiento de la misma.

Tabla No. 9.- Datos de los puntos determinados en diagrama para refrigerante R22

Parámetros	UM	Punto No1	Punto No2	Punto No3	Punto No3'	Punto No4
Temperatura	°C	-7	68	30	25	-12
Presión	kgf/cm ²	3	12	12	12	3
Entalpía	cal/kg	60	69	20	18	18
Entalpía	kJ/kg	705	735	535	525	525

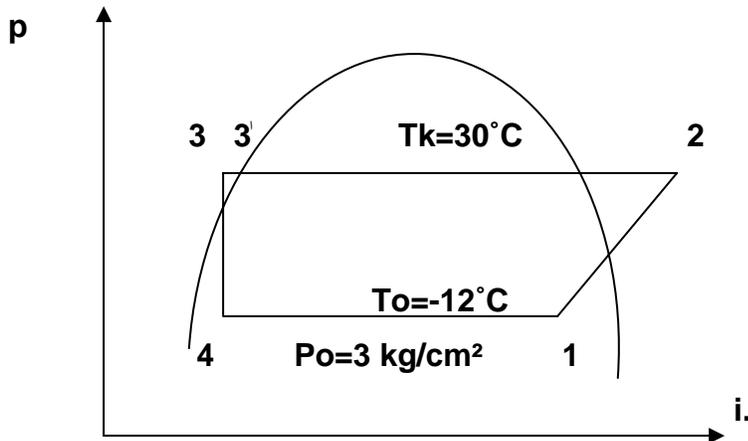


Gráfico No. 19. - Diagrama i-p del refrigerante R22 empleado en el sistema de refrigeración de la cámara de congelación de la cocina.

Fuente: parámetros en carpeta técnica y diagrama p-i para el refrigerante F. 22.

Elaboración propia.

Para el caso de estudio se emplean:

Tabla No. 10.- Datos de los productos almacenados en la cámara de congelación de la institución para la realización de los cálculos.

Producto	Kg/mes	Bajo cero	Sobre cero
Buey	400/500	0.75 Kcal/Kg °C	0.40 Kcal/Kg °C
Aves	180	0.79 Kcal/Kg °C	0.37 Kcal/Kg °C
Cerdo	210	0.68 Kcal/Kg °C	0.38 Kcal/Kg °C
Helados	150	0.33 Kcal/Kg °C	

Se comprobaron parámetros y se efectuó el cálculo de las pérdidas energéticas para 16 horas de trabajo del compresor, siendo los resultados los que aparecen en la siguiente tabla.

Tabla No.11.- Resultados del cálculo de las pérdidas en la cámara de congelación del área de cocina en la institución.

Denominación	Valor en kcal.	Valor en kWh.
Pérdidas de energía a través de las paredes	4732	5.58
Pérdidas de energía por motores eléctricos	1608.2	1.90
Pérdidas por servicios (uso de puertas, alumbrado, calor del personal etc.)	484	0.57
Pérdidas de energía por carga diaria que entra a la cámara	45829.4	50.08
Pérdidas de energía por calor latente de congelación	365	0.43
Pérdidas de energía por congelación	12410	14.6
Pérdidas de energía totales incluyendo el 10 % como coeficiente de seguridad.	69786.42	80.95

- Las pérdidas de energía totales incluyendo el 10 % como coeficiente de seguridad asciende a 69786.42 kcal. igual a 80.95 kWh. en 16 horas de trabajo del compresor perdiéndose el 46 % de la capacidad de refrigeración del mismo.
- La cantidad de refrigerante $G = 2.0256 \text{ kg./s}$ encontrándose dentro del rango establecido por el fabricante (de 0.5 a 2.14 kg./s)

- El coeficiente de funcionamiento COP = 6 está dentro del rango recomendado de (entre 3 y 10)
- La potencia consumida por el compresor es de 5.68 kW, está por encima de la establecida por el fabricante de 5.3 kW. En 0.38 kW.

Se proponen medidas para la eliminación de las pérdidas y mejorar el funcionamiento de la cámara de congelación en el epígrafe 3.10

3.9.2.- Instalación de calentadores solares para el servicio de agua caliente del tercer y cuarto nivel de Hospitalizados:

Resultados del análisis y propuesta de soluciones.

En el caso de análisis los datos a calcular para el tercer y cuarto nivel de hospitalizados y tercer nivel de servicios aparecen en anexos tablas No. 12, 13 y 14.

Las características de los calentadores solares propuestos a instalar aparecen en la siguiente tabla:

Tabla No. 15.- Características de los calentadores solares a instalar son:

Denominación	UM	Cantidad
Longitud	mm	2004
Ancho	Mm	900
Altura	Mm	380
Peso vacío	kg	50
Acumulación	L	160
Presión máxima de trabajo	bar	5
Material de la cubierta: vidrio templado	mm	4
Area de captación	m ²	1.67
Entregan a 45 °C	L/día	250

Otras características:

- Hermeticidad: silicona acética.
- Material tanque acumulador: acero vitrificado.
- Conexión entada/salida: 1" R/H
- Caja exterior: fibra de vidrio laminada.

- Aislante térmico: poliuretano expandido 30 mm de espesor.
- No precisa anclaje
- Diseñados como calentador y acumulador sus principios de funcionamiento son la concentración solar y el efecto invernadero.
- Fácil de insertar en cualquier sistema.
- se consulto la bibliografía Libro de Obras del Hospital General Provincial y se determino que para estos niveles los materiales a emplear para la sustitución de las tuberías y accesorios serian los siguientes:

Los ahorros por concepto de electricidad y diesel anuales serian:

Por electricidad tercer nivel hospitalizados.....	\$ 9600.00
Por electricidad cuarto nivel hospitalizados.....	\$ 9600.00
Por electricidad tercer nivel bloque servicios	\$ 9600.00
Subtotal	\$ 28800.00
Por ahorro en consumo de diesel en calderas.....	\$ 12479.35
Total general	\$ 41279.35

Ahorro físico total anual 191318 Kwh/año y 23323.6 litros de diesel año.

PRI = costo inversión / ahorro total

PRI = 121790.64 / 41279.35

PRI = 2.95 años

Como puede apreciarse es efectivo la instalación de calentadores solares para el tercer y cuarto nivel de hospitalizados y bloques de servicios ya que en ellos se concentra los principales servicios médicos y salas más sensibles que necesitan que se les brinde este servicio, además de estos beneficios sociales se incluye a ello los considerables ahorro anuales que se obtienen por concepto de ahorro de electricidad y diesel en calderas. Todos estos beneficios serian posible con la instalación de 96 calentadores solares (40 para el tercer y cuarto nivel hospitalizados respectivamente y 16 para el tercer nivel bloque de servicios) del tipo MEGASUM 200, con un area de captación de 1.65 m², una eficiencia de 65 %, entrega promedio de 250 litros/ día, insolación media en la cubierta del colector de 5000 Kcal / día (anexo aparecen las tablas con los cálculos efectuados según programa **Excel de COPEXTEL**)

3.9.3. Determinación de las pérdidas energéticas por salideros de vapor por deficiente estado técnico de las trampas de vapor en el área de cocina.

Datos técnicos de la caldera:

Nacionalidad: Cubana. (Alastor)

Tipo: estacionaria, tubo y coraza.

Marca: C MSC -4000

Capacidad nominal: 4 ton vapor /h

Presión máxima de trabajo: 1.2 Mpa = 1200 Kpa

Presión de calculo: 1.30 Mpa = 1300 Kpa

Temperatura del vapor 184 °C

Demanda de vapor: 3300 Kg vapor/h

Poder calórico del combustible: 9600 Kcal/h

Volumen de agua: 12.33 m³

Temperatura del agua: 27 °C

$B_{perd} = D \cdot l_v / \eta_b \cdot V_{cb}$

Donde:

B_{perd} : combustible consumido adicionalmente. Kj/Kg.

l_v : entalpía del vapor que se fuga (esta se determina con los valores de p y t entrando en la tabla de valores para el vapor Steam Table) Kj/Kg.

η_b : rendimiento bruto de la caldera, el cual se toma de los datos técnicos de la misma que para el caso de la calderas de 4 ton vapor/h el rendimiento es de 89.2

D: caudal del vapor que sale por el orificio

$$D = k \cdot d^2 \cdot (P/P+1)$$

$$D = 0.23 \text{ Kg/h}$$

$$B_{perd} = 0.08 \text{ Kg/h}$$

En las 5 trampas de vapor representarían 5.6 Kg/día = 2083.2 Kg/año = 2.1 ton.

Por tanto se propone la sustitución o reparación de estas trampas de vapor para eliminar las fugas y con ello las pérdidas energéticas que trae consigo el deficiente funcionamiento de las mismas.

3.9.4. Determinación de las pérdidas energéticas por la falta de aislamiento térmico en las tuberías.

siendo equivalente a: 30, 60 y 100 metros respectivamente

$$B_{\text{perd}} = Q_v / \eta_{\text{bruto}} * V_{\text{cb}}$$

Donde

B_{perd} : combustible perdido en Kg/h

Q_v : pérdidas de calor Kj/h

η_{bruto} : rendimiento bruto de la caldera

V_{cb} : valor calórico bajo del combustible. Kj/kg

$$B_{\text{perd}} = 0.04 \text{ Kg/h} = 0.56 \text{ Kg/día} = 208.32 \text{ Kg/año} = 0.21 \text{ Toneladas.}$$

Por tanto se propone completar el aislamiento térmico de estos tramos de tuberías sin aislar las pérdidas energéticas que trae consigo el deficiente funcionamiento de las mismas.

Todas las estas medidas propuestas en el presente trabajo permiten disminuir los consumos de portadores energéticos con el consiguiente ahorro físico y económico que representan:

Tabla No. 16.- Resumen de los ahorros con a aplicación de las medidas propuestas.

Actividades.	Ahorro año.	
	Físico	Valores. \$ MN
Reparación cámara de congelación.	51275 Kwh.	6153.02
Instalación Calentadores solares	194988 Kwh.	28800.00
Instalación Calentadores solares	24324 Lts. Diesel	12479.35
Sustitución o reparación Trampas de vapor	2473 Lts. Diesel	1268.98
Completar aislamiento térmico de tuberías	250 Lts. Diesel	126.89
Total.		48828.24

3.10.- Propuesta de oportunidades para reducir el consumo de diesel y electricidad

Diesel.

- ❖ Lograr el 100% del aislamiento térmico de tuberías de vapor con lo que se ahorrarían 0.21 toneladas de diesel al año.
- ❖ Eliminación de las fugas de vapor por deficientes funcionamiento de las trampas de vapor área de cocina con lo que se ahorrarían 2.1 toneladas de diesel al año
- ❖ Ajustar las purgas de las calderas en función de los parámetros del agua de la misma.
- ❖ Realización periódica de los ajustes de la combustión partiendo del análisis de los parámetros de los gases de salida de la caldera.
- ❖ Reparar las trampas de vapor del área de cocina.
- ❖ Proponer a la dirección la necesidad de Instalar un flujómetro para contabilizar el suministro de vapor a las áreas que lo consumen.

Electricidad.

- ❖ Mejorar hermeticidad de los locales climatizados específicamente áreas administrativas y de servicios no médicos.
- ❖ Eliminación de pérdidas energéticas y reducción de consumo eléctrico en cámaras de congelación.
- ❖ Sustitución de luminarias fluorescentes de 40 por 32 Watts.
- ❖ Aumento de la eficiencia operacional del sistema de refrigeración de la institución.
- ❖ Estudiar y proponer desplazamiento de las actividades para disminuir el consumo en horario pico e incrementarlo fuera de este.
- ❖ Valorar la factibilidad de la aplicación de sistema de calentamiento de agua para tercer y cuarto nivel de la institución.
- ❖ Seccionalizar los circuitos para poder establecer índices de consumo en cada área.
- ❖ Cumplir con los acomodos de cargas planificados dentro de las medidas organizativas.
- ❖ Instalar la cortina en la puerta de la cámara de congelación.
- ❖ Realizar mantenimientos planificados a los equipos de climatización y refrigeración.

- ❖ Mejorar la hermeticidad de los locales climatizados de las áreas administrativas y de servicios no médicos.
- ❖ Racionalizar el uso de los aires acondicionados de ventana.
- ❖ Mejorar el factor de potencia del banco No. 2 (banco normal)

Cámara de congelación.

- ❖ Sustituir refrigerante Freón 22 por : R 404 A , R 407 A o R-717
- ❖ Eliminación de las pérdidas de energía de 69786.42 Kcal./ h equivalente a 80.95 kW. en la cámara de congelación de la cocina por insuficiente aislamiento térmico y deficiente estado constructivo.

Para ello:

- a) Revisión de la hermeticidad de las puertas para eliminar agujeros y hendiduras.
 - b) Aplicación de cortinas a la nevera con una inversión de \$ 1400.00 CUC. Recuperable en 6 meses ([anexo 7](#))
 - c) Adquisición de 3 estantes de aluminio para la colocación de los productos mejorando con ello el coeficiente de transferencia de calor, cumpliendo con la circulación de aire entre productos y la debida separación entre los estantes (50 cm.) con una inversión de S 4500.00 CUC recuperable en 1.2 años ([anexo 8](#))
 - d) Garantizar el aislamiento térmico de las paredes de la cámara de congelación con el aislamiento recomendado (fibra de vidrio de 100 mm de espesor) con una inversión \$ 5650.00 CUC recuperable en 1.3 ([anexo 9](#))
- ❖ **Cumplir con los requerimientos técnicos de :**
 - a) Efectuar mediciones periódicas para que la temperatura de la superficie exterior del evaporador no exceda los 5 °C superior a la del refrigerante en el interior del evaporador
 - b) Mantener limpios y descongelados los evaporadores (llamados difusores) y toda la superficie de transferencia de calor en el condensador.

- c) Programar la apertura de las puertas para hacerlo solo cuando sea imprescindible y en cada ocasión por el tiempo mínimo requerido (para ello emplear mecanismo de despachos)
- d) Uso racional de la cámara de congelación para lo que fue diseñada.
- e) Incluir este equipo en el programa de reparaciones de la institución teniendo en cuenta que por cada Ton de refrigeración (3000 kcal./h) de la capacidad de enfriamiento el país gasta 1 tonelada de petróleo al año.

Agua:

- ❖ Concluir reparación de las redes y tuberías hidráulicas.
- ❖ Disminución de los consumos a través de la disminución del horario de bombeo sin afectar calidad de los servicios.

Medidas para atenuar la contaminación Ambiental en la institución.

- ❖ Sustitución del refrigerante freón 22 por refrigerantes ecológicos como: R404 A, R 407 A. o R-717.
- ❖ Estudiar factibilidad de aplicación de fuentes renovables de energía (Biogás) una vez reparada la planta de tratamiento de residuales líquidos y eliminar con ello la posible contaminación de la cuenca del río Yayabo.
- ❖ Reparación y reubicación del incinerador para lograr disminuir el consumo de diesel así como la contaminación por emisión a la atmósfera de gases producto de la combustión y olores cercanos al área de la cocina.
- ❖ Monitorear el cumplimiento estricto de la clasificación y separación adecuada de los residuales sólidos y clínicos de alto riesgo.

Oportunidades relacionadas con la gestión energética y las prácticas de consumo:

- Incremento de la educación energética ambiental y la promoción del ahorro de energía a todos los niveles.

- Elevación del nivel de la gestión energética en la institución, mediante la implementación de sistemas avanzados de administración de energía.
- Reforzamiento institucional en el campo de la eficiencia energética.
- Desarrollo de seminarios, eventos, cursos, diplomados, especializaciones, etc., sobre eficiencia energética.
- Establecimiento de legislaciones que promuevan la eficiencia energética.
- Compromiso de la Dirección.

Aunque en las actividades de la Gestión Energética todo el personal debe tomar parte de una forma u otra, resulta imprescindible para el éxito de estas actividades el compromiso de la dirección para con esa administración. Este compromiso implica:

(Borroto, 2002)

1. La definición de organización estructural para su implementación.
2. El establecimiento de metas.
3. El comprometer los recursos humanos y económicos necesarios.
4. La difusión y apoyo sistemático al programa.

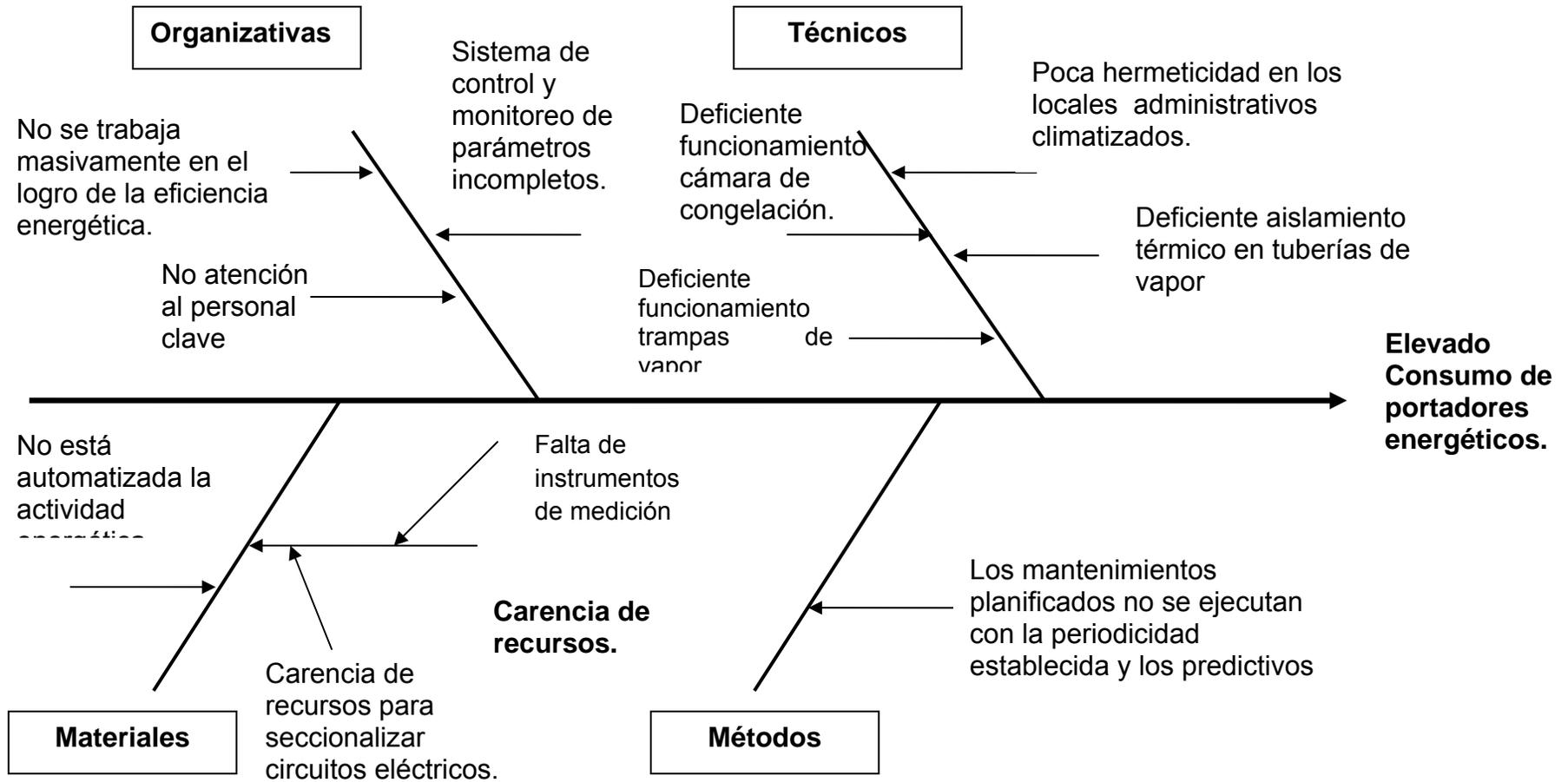
A partir de la implementación de la Tecnología de Gestión Total de la Energía, se pudo lograr garantizar varias posibilidades de reducción de los consumos.

- Disminución de los consumos eléctricos de la instalación por:
 1. Eliminación de las pérdidas energéticas en Cámaras de congelación y mantenimiento y en sistemas de tuberías sin aislamiento térmico.
 2. Aplicación de medidas técnico organizativas que contribuyan al ahorro de portadores energéticos.
 3. Introducción de fuentes renovables de energía.

3.11.- Diagrama causa efecto.

A partir de las deficiencias detectadas se confeccionó el diagrama causa efecto (Figura 3.1) que permitió identificar las principales causas del elevado consumo de portadores energéticos en el Hospital General Provincial.

Figura 3.21. Diagrama Causa – Efecto.



3.12.- Plan de acción para la proyección de la empresa hacia el mejoramiento energético.

Basados en las principales causas detectadas y graficadas en el diagrama causa efecto se confeccionó el siguiente plan de acción.

No	Acción	Fecha de Cumplimiento	Participantes	Responsables	Observaciones
1	Capacitar el personal de la institución en el tema energético fundamentalmente los relacionados con las áreas de mayor consumo de portadores energéticos.	Anual	Todos los trabajadores	Director Hospital.	
2	Realizar acomodo de carga en el área energética: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Parada de la caldera de vapor a las 6.30 p.m. ◆ Desconexión de los equipos de climatización, computación, ventilación en el área administrativa 3 horas diarias (11.00am a 1.00pm) ◆ Parada de 2 horas del sistema de bombeo de agua 2:00 p.m. a 4.00 p.m. ◆ Disminución del alumbrado interior al mínimo indispensable a partir de las 8.00pm hasta 7.00 am. 	Permanente Inmediata y Permanente Inmediata y Permanente	Operador. Operador Jefes de servicios.	Jefe de Mantenimiento y Energético.	La ejecución de esta medida es permanente no obstante esta será objeto de cambio solo de producirse una emergencia.
3	Mantener el parte diario de autolectura de conjunto con el personal encargado de estas funciones a estadística y la	Permanente	Técnico energético	Vicedirector administrativo Hospital.	La ejecución de esta medida debe ser garantizada por el consejo

	Empresa Eléctrica por ser centro seleccionado.				energético de la institución y no dejarlo solo al técnico en energía evitando complicaciones
4	Estudiar la posibilidad de la seccionalización de los circuitos por áreas.	Octubre 2010	Energéticos del Hospital y Vicedirección de inversiones Provincial.	Vicedirector administrativo
5	Mejorar el sistema de refrigeración (cámara de congelación) <ul style="list-style-type: none"> ◆ Sustituir refrigerante R22 por los sustitutos recomendados ◆ Aplicación de cortinas a la nevera ◆ Adquisición de 3 estantes de aluminio para la colocación de los productos. ◆ Garantizar el aislamiento térmico de las paredes de la cámara de congelación con el aislamiento recomendado (fibra de vidrio de 100 mm de espesor) ◆ Reparar la puerta de la nevera principal y activar la cortina de aire para garantizar hermeticidad. 	Diciembre 2010 Septiembre 2010 Septiembre/10 Noviembre 2010 Septiembre 2010	Personal calificado Personal mantenimiento Personal calificado Operario y mecánicos especializados	Vicedirector administrativo Jefe de Mantenimiento del hospital. Jefe de Mantenimiento y vicedirector administrativo de Hospital. Jefe de Mantenimiento y vicedirector administrativo de Hospital.	Participan además especialista del departamento técnico de la Dirección Provincial de Salud.
6	Aislar térmicamente las tuberías de vapor de la caldera hacia los	Octubre 2010	Personal mantenimiento.	Jefe de mantenimiento	

	diferentes consumidores metros totales ◆ Diámetro 1" cantidad 30 metros. ◆ Diámetro 3" cantidad 160 metros.	190			Hospital.	
--	--	-----	--	--	-----------	--

7	Reparación y eliminación de los salideros en trampas	Noviembre 2010	Operarios y mecánicos	Jefe de Mantenimiento del Hospital	La ejecución de esta medida esta sujeta a la aprobación de financiamiento por el MINSAP.
8	Mantener regulada la temperatura de salida de los gases en la caldera en los parámetros establecidos de 250 -300 °C	Diario	Operarios de calderas	Jefe área energética	
9	Proponer la reparación capital del incinerador de la institución para disminuir el índice de consumo de combustible de 50 L/quema y disminuir las emisiones a la atmósfera.	Diciembre /10	Personal especializado.	Vice director Administrativo	Esta medida para su ejecución debe rectorada por la empresa de calderas Alastor.

Conclusiones:

1. Se diagnosticó el estado actual de consumo de portadores energéticos con la aplicación de la prueba de necesidad dando como resultados que los portadores de mayor incidencia en la estructura de consumo fueron el diesel y la electricidad representando el 80 % del consumo, el 20 % restante corresponde a gasolina, gas licuado y lubricantes.
2. Se demostró en el análisis del consumo de electricidad y diesel que no existe correlación lineal exacta entre el consumo y el nivel de actividad, sin embargo se consideran aceptable los resultados para una institución que presta servicios médicos; existen consumos elevados en ambos casos no asociados al nivel de actividad, por tanto la institución requiere del mejoramiento de los índices de consumo.
3. El diagnóstico de recorrido permitió determinar las principales dificultades energéticas como carencia de recursos materiales; deficientes sistemas de monitoreo y control utilizados; falta de atención al personal que labora en los puesto que definen el consumo de energía; deficiencias en los sistemas de refrigeración y incumplimientos en la periodicidad en los mantenimientos de equipos no médicos.
4. Se determinaron y evaluaron las oportunidades de ahorro en la institución comprobándose la factibilidad técnica, económica y ambiental de las mismas, se lograría con su aplicación un ahorro de 27045 L./año de diesel, 246263 Kwh./año lo que representa un total general de ahorro de \$ 43428.35 MN
5. Se confeccionó un plan de acción a partir de las deficiencias detectadas en el diagnóstico lo cual le permite a la institución establecer sus proyecciones para lograr la reducción de los consumos de portadores energéticos.

Recomendaciones

- ❖ Continuar el proceso de implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en el Hospital General Provincial, para que el empleo de los portadores energéticos sea racional y eficiente.
- ❖ Profundizar en el análisis y determinación de índices de consumo físico en la institución.
- ❖ Someter a discusión y aprobación en el consejo de dirección de la institución el plan de acción propuesto con el objetivo de aplicarlo y lograr los resultados esperados.

Bibliografía:

1. Acosta I.; Antonio González (1989) “Importancia del trabajo colectivo en el ahorro de energía.” Area energética Poder Popular Cienfuegos, Revista Energía No 5.
2. Agrás Valdivia, J. F (2008). “Ahorro de energía en iluminación, nociones elementales sobre la ley y vía para ahorrar energía eléctrica mediante una iluminación mas eficiente.” Revista Energía y tú. Cuba solar No. 41 p.45-46.
3. ALTSHULER, J.(1994) “La especialización en telecomunicaciones y la reforma de 1960 del plan de estudios de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de La Habana.” In CEHOC. Estudios de Historia de la Ciencia y la Tecnología, La Habana: Editorial Academia, p.11-49.
4. ALTSHULER, J. (et al) (2004) “Hacia una conciencia energética.” Editorial Academia, p.4, p 11

5. Álvarez Guerra M. A., Plasencia Ovidio Rodríguez Santos, Mario Fernando Fariñas Pino, José L. Sánchez Ávila (2008) "Temas avanzados de refrigeración y climatización." Editorial Universo Sur, UCF. p.134
6. Arrastía Ávila Mario Alberto (2008) "Generación distribuida en Cuba: cambio a un nuevo paradigma energético." Especialista de divulgación CUBAENERGIA disponible en <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia11>. accedido 8 mayo 2009
7. Beatón P., Silvia E. (1999) "Pruebas de balance térmico de calderas de bagazo." Santiago de Cuba.
8. Bermúdez Rojas, Carmen; (et al) "Los Calentadores solares como una forma de fuente renovable de energía alternativa." Dirección Provincial de Finanzas y Precios, Holguín, Cuba. p. 4 y 6
9. Berríz Pérez, Luis (1980). "Cálculo de colectores e instalaciones solares." La Habana; Academia de Ciencias de Cuba: IDICT, 126 p.
10. Berríz Pérez, Luis. (2008) "Un fanático de la energía solar: Una anécdota del desarrollo energético sostenible." Revista Energía y Tú. Cuba Solar No. 46 p.41
11. Borroto Nordelo Aníbal; José Monteagudo Yanes; Marcos de Armas, Percy Viego Felipe; Milagros Montesino Pérez; Sergio Montelíer Hernández. (2002) "Ahorro de Energía en Sistemas Termomecánicos." Editorial Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". ISBN 959-257-045-0.
12. Borroto Nordelo Aníbal. (2005) "Ahorro de energía en sistemas de vapor." Centro de estudios de energía y medio ambiente, Editorial Universidad de Cienfuegos.
13. Borroto Nordelo Aníbal., (et al.) (2002) "Gestión Energética Empresarial". Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Editorial Universidad de Cienfuegos. ISBN 959-257-040-X.
14. Borroto Nordelo Aníbal. (2005) "Ahorro de Energía en Sistemas de Vapor." Editorial Universidad de Cienfuegos. ISBN-959-257-094-2.
15. Borroto Nordelo Aníbal y José P. Monteagudo Yanes (2006) "Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios" Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos, Cuba. p.9, 18, 21, 26 y 63.
16. Borroto Nordelo Aníbal., (et al), (2002) "Gestión Energética Empresarial." Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos, Cuba.. ISBN 959-257-040-X. Editorial Universidad de Cienfuegos. Año 2002.

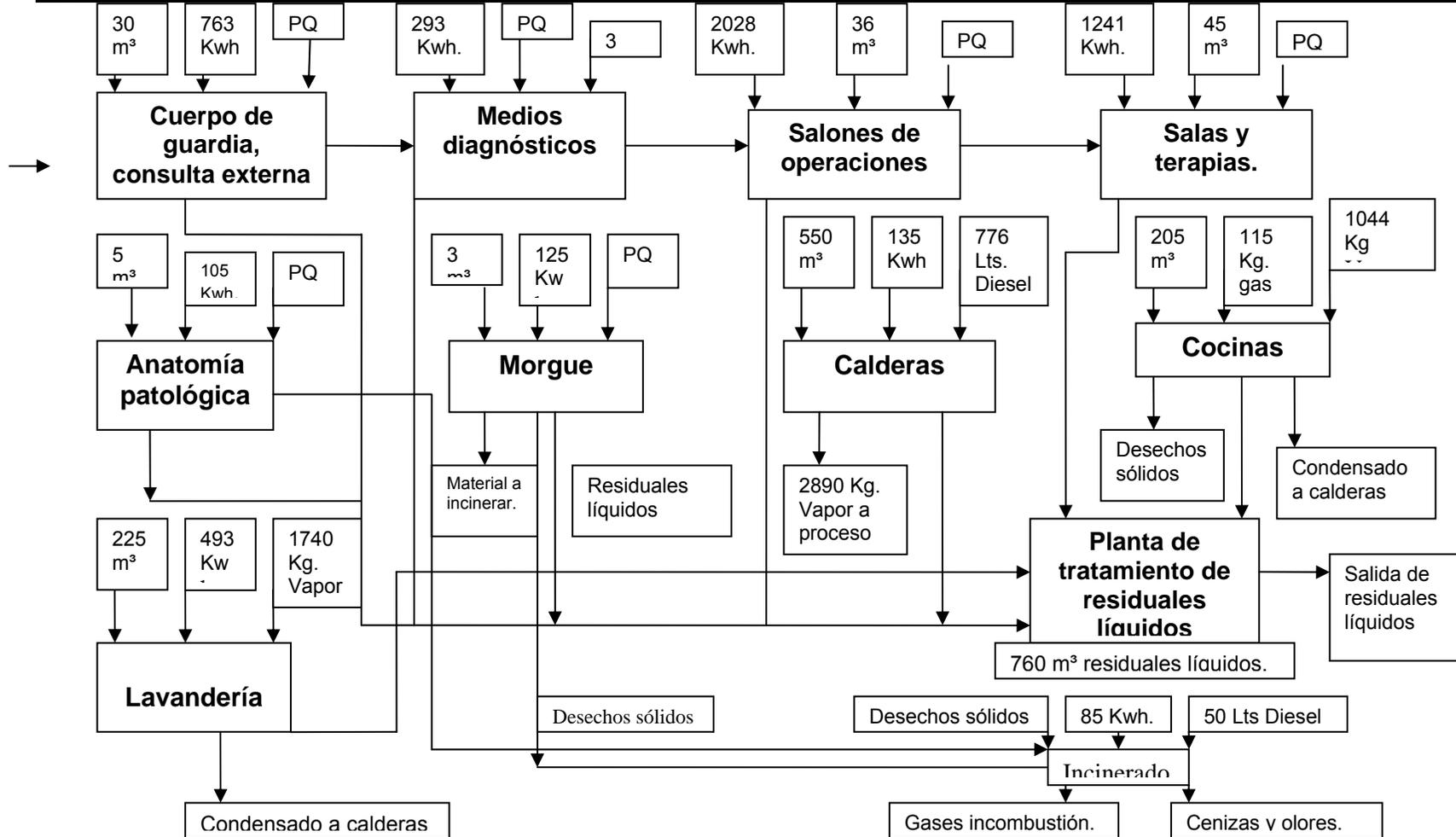
17. Borroto Nordelo Aníbal y Percy Viego Felipe. (2001) Gestión Energética Empresarial Diplomado en Gestión Eficiente de la Energía. Universidad Autónoma de Baja California, Tecate, B.C., México,
18. Borroto Nordelo, A., J. Borroto Bermúdez (1999) “El Verdadero Costo de la Energía.” Revista Mundo Eléctrico Colombiano.
19. Borroto Nordelo, Aníbal, J. Borroto Bermúdez, (1998). “Evaluación Económica de Proyectos de Ahorro de Energía.” Universidad de Cienfuegos, Cuba.
20. Borroto Nordelo, Aníbal (1997). “Administración de Energía: Auditorias Energéticas y Cogeneración. “Especialización en Ciencias Térmicas, Universidad de Valle, Cali, Colombia.
22. Borroto Nordelo Aníbal., Percy Viego Felipe, (2001) “Diplomado en Gestión Total Eficiente de la Energía” Universidad Autónoma de Baja California, México.
23. Breéis Luis. (2007) “Energía, medio ambiente y sostenibilidad” investigador titular de Cubaenergía. Presidente de CUBASOLAR email: sol@rcubasolar.cu disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energía/energía11>.
24. Cabrera Gorrin O., (compilador) “Ganancias de Calor y Cargas Térmicas y ahorro de energía, reflexiones.” CEEPI, Sancti Spiritus
25. Calvo A. (1994) “Valoración exergética de la industria azucarera: La cogeneración.” Ciudad de la Habana,
26. Campos Avella J. et. Al., Universidad de Cienfuegos, (1999) “La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial
27. Campos Avella J.C.; Rafael Gómez Dorta; Leonardo Santos Macías. (1999) “Eficiencia Energética y Competitividad Empresarial”. Editorial Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. ISBN 959- 257-018-3.
28. Campos Avella Juan.C., (et.al.), (1997) “La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial.” Editorial Universidad de Cienfuegos, Cuba, ISBN 959-257-018-3.
29. Campos Avella J.C. (2000) “Herramientas para Establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía.” Diplomado en Gestión Energética, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.
30. Campos Juan .C.; Santos L. (1998) “La termo economía como herramienta para la explotación en las plantas industriales.” IV conferencia del CETA, universidad de Las Villas
31. Chaple Pérez Roberto (1999). “Buscando el camino hacia la eficiencia energética en el MINSAP: una Propuesta. p. 2-3

32. Colectivo de Experto del Centro de Estudio de la Energía del Ministerio de Industria y Energía. España. (1982). Técnicas de Conservación Energéticas en la Industria. Fundamento y Ahorro en operaciones. Reproducción en Cuba. Ed. Científico Técnica. Edición Revolucionaria. II Edición. La Habana.
33. Colectivo de autores, centro de estudios de Energía y medio Ambiente Universidad de Cienfuegos. (2002) "Gestión Energética en el sector productivo y de los servicios."
34. Comisión Nacional de Energía. (1990) "Ahorro y uso racional de la energía. Medidas y sugerencias practicas." La Habana:, 152 p.
35. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía de México CONAE.(2004) Cogeneración.. Libro y Manual digital.
36. Corporación Iberoamericana CYTED (ciencia y tecnología para el desarrollo.) (2006). "La integración de procesos en la producción de biocombustibles en condiciones energéticamente sustentables y ambientalmente compatibles."
37. Corp Linares, S.; (et al) (2008) "Laboratorio de ensayos de tecnologías energéticas, una herramienta educativa y de experiencia de diferentes equipos y sistemas para facilitar la adopción de políticas y estrategias energéticas bien fundamentadas." Revista energía y tú. Cuba Solar No. 41 p. 36 y 38.
38. Cuellar Yamilka. (2000) "Estudio de factibilidad de inversiones para la remodelación del sistema de tratamiento de residuales del Hospital General Provincial." Departamento de proyectos Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos Sancti Spíritus.
39. De Groote Patrick (1999). "El mantenimiento en países en vías de industrialización " gerente general DGS internacional Gante-Bélgica p.13
40. Díaz Raúl (1987) "Manual de tratamientos de aguas y aguas residuales LIMPEZA. Resinas de intercambio teórico. Conceptos Básicos. Maestría en ingeniería en Saneamiento Ambiental." Editorial Instituto del libro.
41. Duffie J. A. (1991) Solar Engineering of Thermal Processes / J. A. Duffie, W. Beckman. 2a. ed.. New York., Wiley Interscience.
42. Duliep Lescaille, Enoc. (1999) "El movimiento de los fluidos en los equipos tecnológicos y de servicios." Instituto Politécnico José Antonio Echevarría, Ciudad Habana Facultad mecánica.
43. Duliep Lescaille, Enoc. (1999) "Gestión energética." Instituto Politécnico José Antonio Echevarría, Ciudad habana Facultad mecánica. p.24, 35 y 39
44. EA Krasnoschiokov , AS Sukomial "Problemas de termo transferencia."
45. Fonte Hernández Aramis (2001) "Confluencias de cuatro términos y aplicaciones del biogás en el municipio camagüeyano de Minas" centro meteorológico de Camaguey.

46. Francisco Martín W., Eduardo López Bastida, Juan A. Castellanos Álvarez, Silvia Gil Fundora. "Metodología de la Investigación." Universidad de Cienfuegos, Cuba.
47. Francisco Martín W., Eduardo López Bastida, José Pedro Monteagudo Yanes (2005) "Gestión y uso racional del agua." ISBN 978-959-257-179-2 Editorial UNIVERSO SUR Universidad de Cienfuegos Correo electrónico: Wfrancisco@ucf.edu.cu
48. García Doderó V. ; Fernando Sánchez Albavera (2007) "Fundamento y anteproyecto de ley para promover la eficiencia energética en Venezuela" <http://www.consumer.es> accedido 15 febrero 2009
49. García R. A. (1984) Tesis presentada en opción de grado al Ms.C en Ingeniería en Saneamiento Ambiental Nordel., "Tratamiento del agua para la industria y otros usos. Parte II Editorial Pueblo y Educación.
50. González Suárez E. (2002) "La Integración de procesos una vía para lograr producciones energéticamente sustentables y ambientalmente compatibles Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba
51. Guardado Chacón, J.A.; Jorge Luis Cartada Ferrera (2008) "Las plantas de biogás y los huracanes." Revista Energía y tú. Cuba solar ISSN 1028-9955 p.15
52. Herrera García, Antonio.; David Morillón Gálvez (2007) "Estructura del consumo energético en hospitales: caso del conjunto del IMSS en Aguascalientes.", HGZ No. 1 del IMSS en Aguascalientes, Instituto de Ingeniería, UNAM
53. Kandrachova H. G. "Maquinas de estaciones de refrigeración." Editorial MIR Moscú.
54. López Forero D., Aníbal Borroto Nordelo, (2001) Tesis de Maestría en Eficiencia Energética "Propuesta de un Sistema de Gestión Energética bajo la concepción de la ISO 9000 para la Industria Colombiana", Universidad de Cienfuegos.
55. Montesinos Larrosa, A.; Moreno Figueredo, C. (2008) "Fuentes de energía, capacidad instalada y producción de electricidad en Cuba año 2008.", Revista Energía y Tu. Cuba Solar No. 46 p.20.
56. Moran M.I. y Shapiro H.N. (1999) "Análisis exergético. Fundamentos de la termodinámica técnica." Barcelona EU Revista. ISBN 84-291-4168-5.
Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/exr%c3%Ada>.
57. Noskov A. A. ; Romankov P. G.; Pavlov K. P. (1981) "Problemas y ejemplos para el curso de operaciones básicas y aparatos de tecnología química." Editorial Mir Moscú
58. PAEC (2006) "La revolución Cubana, logros y desafíos del desarrollo económico." disponible en http://www.revolucioncubana.cip.cu/logros_y_desafios_del_desarrollo_economico/programa_de_ahorro_de_electricidad_en_Cuba.PAEC./ consultado 25/3/10

59. PEMEX/USAID/PA. Consulting “Introducción a análisis económicos, recuperación, tasa de retorno, descuento, financiamiento de inversiones para eficiencia energética, uso de ESCOS”
60. Pashkov, N. N. Dolgachev, F.M. (1985) “Hidráulica y máquinas hidráulicas.” Editorial Mir Moscú.
61. Percy Viego Felipe; Marcos de Armas Teyra; Arturo Padrón Padrón (2002) “Ahorro de Energía en Sistemas de Suministro Eléctrico Industrial.” Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Editorial Universidad de Cienfuegos. ISBN 959-257-041-8.
62. Puerta Fernández J. F.(2004) “Economía y Dirección energética.” Universidad de Cienfuegos, facultad de mecánica, CEEM,
63. Ríos Carnicero, F. J. “Como diseñar y desarrollar un plan de mejora global del mantenimiento.” organización industrial Novotec. Consultores S.A. Bilbao p.37
64. Rodríguez Castellón S.(1999) “Consideraciones sobre el Sector Energético Cubano.” Centro de Estudios de la Economía Cubana. P.15.
65. Roque Diaz P.; Wall E.; Wall G.: (2004) “Nacional exergy balance of Cuba.”
66. Santiago, JF (1997) “Manual de potabilización de aguas”. Centros de Información y saneamientos, INRH,.Winnaker K, Weingetner E, Tecnologías Químicas.
67. Torres Martínez J. (2008): “Energética sustentable: tercera transición, necesidad, oportunidad y vectores de un nuevo sistema energético mundial.” Revista Energía y Tu CUBASOLAR No. 41 p.22-23

Figura No.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DIARIO EN EL HOSPITAL GENERAL PROVINCIAL “CAMILO CIENFUEGOS.”



1
Nomenclatura: PQ productos químicos, cloro, cilol. 2 litros diarios salas y 3 salones.
 m³: agua consumida

T

Tabla No. 1 Incidencia de los gastos de portadores energéticos en el presupuesto de la institución período enero 2009 a junio 2010.

ACAPITES	GASTOS MP MN	% DELTOTAL
Gastos de Bienes y Servicios		
Alimentación	3701,1	8,91
Vestuario y Lencería	62,4	0,15
Medicamentos	7000,9	16,86
Energía, Combustibles y Lubricantes .	833.82	2,83
Mantenimiento y Reparaciones	606,5	1,46
Servicios a Profesionales	388,9	0,94
Otras Transferencias	2181,1	5,25
Otros Gastos	759,57	1,83
Gastos Capital (inversiones)	3202,7	7,71
Gastos Personal (Salario)	22857,9	55,05
Total General.	41691.82	100,00

Tabla No.2.- Comportamiento del consumo de portadores energéticos periodo enero 2009 a junio de 2010.

PORTADOR ENERGETICO	UM	2009	2010	TOTAL
Diesel directo	litros.	270875	191570	462445
Gasolina B 83	litros.	16790	8630	25473
Gas Manufacturado.	litros.	25700	15160	40860
Diesel Indirecto	litros.	246970	105130	352100
Gasolina B 90	litros.	8800	4630	13430
Electricidad	MWh	2672.12	1502.53	4174.65
GEE	litros.	12590	5050	17640
Agua.	litros.	471960	196003	667963

Tabla No.3.- Comportamiento del consumo de Electricidad periodo enero de 2009 a junio de 2010. UM: kWh.

MESES	Año 2009	Año 2010	Total.
Enero	157390	179200	422690
Febrero	183610	169300	432910
Marzo	195500	204700	494200
Abril	242400	273320	268432
Mayo	256280	339310	578590
Junio	223850	336700	549550
Julio	258810	-	-
Agosto	250860	-	-
Septiembre	246840	-	-
Octubre	245240	-	-
Noviembre	215870	-	-
Diciembre	195470	-	-
Total.	2672120	1502530	4174650

Tabla No.4.- Comportamiento de la atención a pacientes en el Hospital periodo 2007-2009 UM: Pacientes (U)

MESES	Año 2009	Año 2010
Enero	25150	28497
Febrero	29181	27787
Marzo	31040	38910
Abril	35969	32606
Mayo	44969	34485
Junio	33723	35411
Julio	39075	-
Agosto	39540	-
Septiembre	36782	-
Octubre	36670	-
Noviembre	30850	-
Diciembre	30336	-
Total.	413285	197696

Tabla No.5.- Consumo de Diesel Total y directo para sistemas ingenieros e incinerador período enero de 2009 a junio de 2010. UM: Litros

MESES	<i>Año 2009</i>		<i>Año 2010</i>		<i>TOTAL DE DIESEL</i>
	Diesel directo	Diesel total	Diesel directo	Diesel total	
Enero	19930	39040	32500	50870	89910
Febrero	22050	48280	30450	41240	89520
Marzo	23560	46140	31960	48420	94560
Abril	23120	43160	29830	52860	96020
Mayo	23130	43970	32330	51880	95850
Junio	23460	43700	34500	53480	97180
Julio	23740	44250	-	-	-
Agosto	24310	48420	-	-	-
Septiembre	24950	48190	-	-	-
Octubre	23200	49410	-	-	-
Noviembre	21030	38580	-	-	-
Diciembre	18395	34395	-	-	-
Total.	270875	527535	191570	298750	826285

Tabla No.6.- Consumo de Agua en la institución periodo 2007-2009 UM: m³

MESES	Año 2009	Año 2010
Enero	41775	32953
Febrero	41285	30987
Marzo	41894	33850
Abril	41895	30023
Mayo	42010	35504
Junio	42015	32686
Julio	41875	-
Agosto	39850	-
Septiembre	39322	-
Octubre	36650	-
Noviembre	33450	-
Diciembre	33450	-
Total	478471	196003

Tabla No. 8 Comportamiento de los índices de consumo reales de portadores energéticos y los calculados en el período analizado aplicando las ecuaciones de los gráficos de correlación.

Meses	Energía Eléctrica (kWh. /Pacientes atendidos)			Diesel Directo (L/ Pacientes Ingresados)		
	Ind. Consumo Real	Ind. Consumo Calculado	Diferencia	Ind. Consumo Real	Ind. Consumo Calculado	Diferencia
Ene-09	5.30	6.64	1.34	10.53	12.80	2.27
Feb-09	5.71	6.53	0.83	11.19	12.70	1.51
Mar-09	5.92	6.50	0.58	11.30	12.56	1.26
Abr-09	6.93	6.43	-0.50	10.97	12.54	1.56
May-09	5.70	6.17	0.47	11.32	12.61	1.29
Jun-09	5.50	6.27	0.77	11.51	12.62	1.10
Jul-09	6.62	6.31	-0.31	11.33	12.55	1.22
Ago-09	6.34	6.30	-0.05	11.65	12.47	0.82
Sep-09	6.05	6.27	0.21	12.68	12.44	-0.25
Oct-09	5.89	6.25	0.36	13.72	12.54	-1.18
Nov-09	6.97	6.58	- 0.39	10.79	12.73	1.94
Dic-09	6.44	6.61	0.17	10.29	12.95	2.66
Ene-10	4.90	6.52	1.62	12.16	12.04	-0.12
Feb-10	5.01	6.63	1.62	12.03	12.15	0.12
Mar-10	5.00	6.31	1.31	12.26	12.09	- 0.17
Abr-10	8.65	6.56	- 2.09	13.77	12.47	-1.30
May-10	9.84	6.45	- 3.39	11.80	12.00	0.20
Jun-10	9.51	6.42	- 3.09	12.66	11.91	-0.76
Total	6.44	5.27	-1.17	11.84	10.33	-1.51

Tabla No. 12.- servicios del Cuarto nivel bloque de hospitalizados.

Denominación	UM	Cantidad	Total
Número de salas	U	8	8
Pacientes promedios por salas	U	30	240
Baños por salas	U	3	24
Cantidad de cubículos por salas	U	6	48

Tabla No.13.- servicios del tercer nivel bloque de hospitalizados.

Denominación	UM	Cantidad	Total
Número de salas	U	8	8
Pacientes promedios por salas	U	30	240

Baños por salas	U	3	24
Cantidad de cubículos por salas	U	6	48

Tabla No.14.- servicios del tercer nivel bloque de Servicios.

Denominación	UM	Cantidad	Total
Unidad Quirúrgica	Salones	14	14
Legrado	Salones	3	3
Unidad de cuidados intensivos	U	1	1
Servicio gastroenterología	U	1	1
Central de esterilización	U	1	1
Servicio Neumología	U	1	1
Medicina Nuclear	U	1	1



TERCER NIVEL BLOQUE HOSPITALIZADOS

El colector MEGASUN 160 con un área de captación de 1.65 m² y una eficiencia promedio del 65 %, entrega como promedio anual 250 litros/día de agua caliente a 50 °C (DT = 20 °C) para una insolación media en la cubierta del colector de 5000 Kcal./día. Esta entrega equivale a un ahorro de 5.46 kW-h/día con respecto a energía eléctrica (0,12 USD/kW-h) y representa a su vez un ahorro anual de 240 USD por colector instalado.

Este colector compacto que integra en un solo equipo el captador y el acumulador permite hacer instalaciones sencillas y seguras no teniendo problemas de incrustaciones a su vez de brindar una eficiencia superior a los sistemas con colectores solares del tipo plano.

Cálculo del número de equipos.

Cantidad de huéspedes =240

pacientes

Asignación diaria de agua caliente a 50 °C por huésped: 42

litros/pacientes -día

Demanda total de agua = 10080

litros.

= 240 huésped x 42 litros / día =10080 litros/ día

Cantidad de equipos = Demanda total / Capacidad x Equipo.

= 10080 litros/día / 250litros/día = 40 equipos

Datos comerciales preliminares

No	Descripción	Cantidad	Costo /u	Total / cuc	Total /MN
1	Colector MEGASUN 160 L	40	750.00	30000.00	8406.72
2	Kit de instalación	40	120.00	4800.00	1345.08
3	Insumos de instalación			1356.00	
4	Montaje (MN) (2 días)				3765.60
	SubTotal (cuc)			36156.00	
	Total (cuc)	-	-	36156.00	
	Total(MN)				13517.40
			CUC+MN	49673.40	

Datos económicos	
Capacidad de entrega promedio del sistema solar	10080 litros/día
Costo Total del Sistema (cuc)	36434.40 cuc
Costo M.N (pesos)	13517.40 pesos
Costo del litro instalado	3.61 cuc/litro
Ahorro anual estimado de electricidad (0,12 USD/kW)	9676.8 USD
Recuperación de la inversión	3.77 años



TERCER NIVEL BLOQUE SERVICIOS.

El colector MEGASUN 160 con un área de captación de 1.65 m² y una eficiencia promedio del 65 %, entrega como promedio anual 250 litros/día de agua caliente a 50 °C

(DT = 20 °C) para una insolación media en la cubierta del colector de 5000 kcal/día Esta entrega equivale a un ahorro de 5.46 kW-h/día con respecto a energía eléctrica (0,12 USD/kW-h) y representa a su vez un ahorro anual de 240 USD por colector instalado Este colector compacto que integra en un solo equipo el captador y el acumulador permite hacer instalaciones sencillas y seguras no teniendo problemas de incrustaciones a su vez de brindar una eficiencia superior a los sistemas con colectores solares del tipo plano.

Cálculo del número de equipos.

Cantidad de huéspedes

Asignación diaria de agua caliente a 50 °C por huésped: 42

litros/pacientes -día

Demanda total de agua = # de huésped x asignación de agua/pacientes/día.

= 95 pacientes x 42 litros/día=4000 litros/día

Cantidad de equipos = Demanda total /

Capacidad x Equipo.

= 4000 litros/día / 250litros/día =

16 equipos

Datos comerciales preliminares

No	Descripción	Cantidad	Costo/u	Total / cuc	Total /MN
1	Colector MEGASUN 160 L	16	750.00	12000.00	3336.00
2	Kit de instalación	16	120.00	1920.00	533.76
3	Insumos de instalación			1084.80	
4	Montaje (MN) (2 días)				3012.48
	SubTotal (cuc)			15004.80	
	Total (cuc)	-	-	15004.80	
	Total(MN)				6882.24

CUC+MN

21887.04

Datos económicos			
Capacidad de entrega promedio del sistema solar		4000	litros/día
Costo Total del Sistema (cuc)		15004.80	cuc
Costo M.N (pesos)		6882.24	pesos
Costo del litro instalado		3.75	cuc/litro
Ahorro anual estimado de electricidad (0,12 USD/kW)		3840	USD
Recuperación de la inversión		3.91	años

EcoSol Solar
Sistemas Energéticos Alternativos.

Una División de COPEXTEL S.A.



CUARTO NIVEL BLOQUE HOSPITALIZADOS

El colector MEGASUN 160 con un área de captación de 1.65 m² y una eficiencia promedio del 65 %, entrega como promedio anual 250 litros/día de agua caliente a 50 °C (DT = 20 °C) para una insolación media en la cubierta del colector de 5000 Kcal./día Esta entrega equivale a un ahorro de 5.46 kW-h/día con respecto a energía eléctrica (0,12 USD/kW-h) y representa a su vez un ahorro anual de 240 USD por colector instalado

Este colector compacto que integra en un solo equipo el captador y el acumulador permite

hacer instalaciones sencillas y seguras no teniendo problemas de incrustaciones a su vez de brindar una eficiencia superior a los sistemas con colectores solares del tipo plano.

Cálculo del número de equipos.

**Cantidad de huéspedes =240
pacientes**

Asignación diaria de agua caliente a 50 °C por huésped: 42 litros/ pacientes -día

Demanda total de agua = 10080 litros.

= 240 huésped x 42 litros/día=10080 litros/día

Cantidad de equipos = Demanda total / Capacidad x Equipo.

= 10080 litros /día / 250litros/día = 40 equipos

Datos comerciales preliminares

No	Descripción	Cantidad	Costo/u	Total / cuc	Total /MN
1	Colector MEGASUN 160 L	40	750.00	30000.00	8406.72
2	Kit de instalación	40	120.00	4800.00	1345.08
3	Insumos de instalación			1356.00	
4	Montaje (MN) (2 días)				3765.60
	SubTotal (cuc)			36156.00	
	Total (cuc)	-	-	36156.00	
	Total(MN)				13517.40
				CUC+MN	49673.40

Datos económicos			
Capacidad de entrega promedio del sistema solar		10080	litros/día
Costo Total del Sistema (cuc)		36434.40	cuc
Costo M.N (pesos)		13517.40	pesos
Costo del litro instalado		3.61	cuc/litro
Ahorro anual estimado de electricidad (0,12 USD/kW)		9676.80	USD
Recuperación de la inversión		3.77	años

Figura No.2.- Diagrama resultante cálculo económico de las cortinas para la cámara de congelación.



Figura No.3.- Diagrama resultante cálculo económico de los estantes para la cámara de congelación.



Figura No.3.- Diagrama resultante cálculo económico del aislante para la cámara de congelación.

