

Universidad de La Salle

**Ciencia Unisalle**

---

Especialización en Gestión Energética y  
Ambiental

Facultad de Ingeniería

---

1-1-2011

## **Alternativas para el mejoramiento de la gestión energética del Hospital Santa Clara E.S.E., Bogotá D.C., Colombia**

Diana Griselda Padrón Montilva  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Silvia Patricia Morales Fernández  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/esp\\_gestion\\_energetica](https://ciencia.lasalle.edu.co/esp_gestion_energetica)

---

### **Citación recomendada**

Padrón Montilva, D. G., & Morales Fernández, S. P. (2011). Alternativas para el mejoramiento de la gestión energética del Hospital Santa Clara E.S.E., Bogotá D.C., Colombia. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/esp\\_gestion\\_energetica/5](https://ciencia.lasalle.edu.co/esp_gestion_energetica/5)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Especialización en Gestión Energética y Ambiental by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA DEL  
HOSPITAL SANTA CLARA E.S.E. BOGOTÁ D.C.– COLOMBIA.

DIANA GRISELDA PADRÓN MONTILVA  
SILVIA PATRICIA MORALES FERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
GESTIÓN ENERGÉTICA Y AMBIENTAL  
BOGOTÁ, D. C. – COLOMBIA  
Mayo, 2011

ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA DEL  
HOSPITAL SANTA CLARA E.S.E. BOGOTÁ D.C.– COLOMBIA.

DIANA GRISELDA PADRÓN MONTILVA  
SILVIA PATRICIA MORALES FERNÁNDEZ

Tesis para optar al título de especialista en gestión energética y ambiental

Doctora Ángela María Otálvaro  
Docente

UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
GESTIÓN ENERGÉTICA Y AMBIENTAL  
BOGOTÁ, D. C. – COLOMBIA  
Mayo, 2011

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

Bogotá, Mayo 2011

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	6
CAPÍTULO I. MARCO DE REFERENCIA .....	7
1.1. OBJETIVOS .....	8
1.1.1 Objetivo general.....	8
1.1.2 Objetivos específicos .....	8
1.2. MARCO TEÓRICO.....	9
1.3. ANTECEDENTES .....	18
1.4. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS .....	22
1.5. MARCO LEGAL.....	24
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO .....	27
CAPÍTULO III. DIAGNOSTICO .....	34
3.1. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR.....	36
3.2. DIAGNÓSTICO DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL POR USO DE LA ENERGÍA EN EL HSC.....	37
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	39
4.1. HISTÓRICOS DE CONSUMO.....	39
4.2. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES .....	43
4.3. ESTRATEGIA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA .....	46
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
5.1. CONCLUSIONES .....	57
5.2 RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS .....	62
ANEXO A. ENTREVISTA REALIZADA AL RECURSO HUMANO DEL HSC COMO PARTE DEL DIAGNÓSTICO .....	63
ANEXO B. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y ASPECTOS AMBIENTALES DEL HOSPITAL SANTA CLARA E.S.E .....	67
ANEXO C. CRITERIO DE SELECCIÓN DE EQUIPOS .....	68
ANEXO D. GUIA DE MONITOREO .....	69

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de Gestión Energética.....	15
Tabla 2. Consumos energéticos de hospitales de Bogotá, años 2008 al 2010 .....	21
Tabla 3. Consolidado Marco legal energético Colombiano.....	25
Tabla 4. Información General del HSC .....	34
Tabla 5. Consumos y costos energéticos del HCS durante el periodo 2007 - 2010 .....	40
Tabla 6. Diferencias de consumos mensuales con respecto al consumo energético promedio anual .....	42
Tabla 7. Información de motores del HSC.....	44
Tabla 8. Indicadores de Gestión Energética propuestos para el HSC.....	46
Tabla 9. Recomendaciones para obtener la eficiencia energética de los equipos.....	50
Tabla 10. Seguimiento a los indicadores de gestión energética.....	56

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases para la implementación del sistema de gestión energética .....	10
Figura 2. Distribución típica de consumo energético en servicios sociales y de salud.....	17
Figura 3. Diagrama del Diseño Metodológico .....	27
Figura 4. Ubicación geográfica del HSC .....	345
Figura 5. Plano General de la Institución.....	35
Figura 6. Histórico de consumos energéticos durante los años 2007 - 2010 .....	41
Figura 7. Comparación de consumos históricos con respecto al consumo promedio anual	42

## INTRODUCCIÓN

En todas las naciones los hospitales han sido motivo de especial interés, que deben responder a un derecho fundamental de los ciudadanos: la salud. Se consideran instalaciones complejas ya que para su funcionamiento se requiere una minuciosa planificación en cuanto a expansión, mejoramiento y especialmente el mantenimiento, que permitirá prestar un servicio eficiente sin afectar la actividad diaria de los distintos servicios. De este modo, dichas instituciones, se ven enfrentadas cada día a nuevos desafíos médicos, a la aplicación de nuevas tecnologías, y a la prestación de un sin número de servicios, que deben estar siempre operativos. Al mismo tiempo, por ser un servicio público la población exige mejoras, eficiencia y agilidad.

Para que el servicio hospitalario funcione adecuadamente, se debe tener especial cuidado con los sistemas de suministro y consumo de energía, pues se ha podido constatar que dichos sistemas, frecuentemente son obsoletos, razón por la cual el personal técnico, debe ocuparse preferentemente de asegurar el funcionamiento rutinario de éstos, dejando de lado temas tan importantes como la optimización y el incremento de la eficiencia energética.

El Hospital Santa Clara E.S.E, Bogotá, Colombia, no escapa a esta situación; prueba de ello es el incremento acelerado de sus gastos energéticos, reflejados notablemente en la factura de pago. Una de las principales causas de este fenómeno, quizás, esté relacionada con la escasa planificación involucrada en actividades asociadas a la expansión y remodelación realizadas al hospital.

Por estas razones, se hace necesario plantear un sistema de gestión energética que conduzca a optimizar el uso de la energía, justificado por las mejoras en la rentabilidad que esto generaría, y que se podría evaluar en términos de la reducción de los costos energéticos.

Dicho sistema de gestión debería tener en cuenta, la eficiencia energética y las energías renovables no convencionales, las cuales, finalmente, se transforman en una estrategia promisoría para combatir los efectos del cambio climático, logrando disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, modificando la demanda y adoptando tecnologías de energía limpia.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO DE REFERENCIA**

*En este capítulo se presentan los objetivos del estudio así como un compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la investigación realizada. Además, se incluye la revisión de los antecedentes y marco legal sobre el tema estudiado. Dentro del marco teórico se encontrará una explicación del Sistema de Gestión Energética, su objetivo, estructura y alternativas usadas mundialmente para mejorar dicha gestión a nivel empresarial, todo esto utilizando como referencia autores y artículos que han desarrollado el tema con anterioridad. En la parte de antecedentes se presenta un recuento general de hospitales a nivel mundial que han realizado una gestión energética eficiente y los consumos energéticos de los hospitales públicos distritales resaltando aquellos que han obtenido los mejores resultados. Por último en el marco legal se presenta un consolidado de las normas más relevantes a nivel nacional y distrital relacionadas con el uso de la energía en Colombia.*

---

En el mundo actual se está planteando la importancia de la conservación de los recursos naturales. Dichos recursos son utilizados para la generación de energía eléctrica y térmica, entre otras. Por tal motivo, el tema de eficiencia energética se ha venido desarrollando con fuerza en los últimos tiempos, haciendo énfasis especialmente en la parte industrial. Cuando se habla de eficiencia energética se hace énfasis en darle el mejor uso a la energía, intentando tener las menores pérdidas posibles durante un proceso (Dirección ambiental sectorial. Ministerio del medio ambiente, 2002).

Los hospitales por su parte, requieren el uso de energía tanto térmica (para generación de vapor y calentamiento de agua), como eléctrica (para el funcionamiento de los equipos biomédicos e iluminación) principalmente.

El manejo inadecuado de los recursos energéticos se traduce en procesos más ineficientes, en donde las materias primas se transforman a medias, malgastando así los insumos y obteniendo como resultado productos indeseados que se emitirán posteriormente al ambiente como contaminantes, caso específico es el de la combustión, que debe tener eficiencias energéticas altas para evitar el desperdicio de los materiales combustibles y para minimizar las emisiones que contaminan el medio ambiente.

Con la implementación de un sistema de gestión energética se lograría disminuir los impactos ambientales, dado que dicho sistema estaría enfocado en dos direcciones: una, que implica la intervención de equipos de procesos que utilizan y/o transforman energía, en los

que se presentan emisiones al ambiente, y la otra, hacia el uso racional de la energía, lo que permite optimizar procesos y crear una cultura ambiental en el uso adecuado de la misma, logrando así un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Respecto a lo social, todos los miembros de una organización son responsables del manejo racional de los combustibles, de las fuentes de energía y de los consumos. Esto es vital para lograr las metas sociales sobre desarrollo sostenible, equilibrio ambiental y generación de bienestar comunitario. Las empresas, y en particular los hospitales son esenciales en este proceso, dado que brindan un servicio fundamental a la comunidad y éste depende en gran parte de la energía.

También es importante tener en cuenta el alto costo del consumo de energía en los hospitales, los cuales, con frecuencia tienen recursos económicos limitados. Un sistema de gestión energética aportaría un beneficio considerable, como es la reducción de estos costos, lo cual implicaría un gran beneficio, pues este ahorro económico considerable, podría ser usado en favor de la comunidad.

El presente proyecto de investigación tiene como propósito estudiar diversas alternativas y proponer al Hospital Santa Clara E.S.E. (HSC) un sistema que permitirá el mejoramiento de su gestión energética, con el fin de que esta entidad logre hacer un uso eficiente de la energía, y pueda servir de ejemplo a otros hospitales, especialmente los públicos, en el camino hacia su mejoramiento continuo.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general**

Proponer alternativas viables para lograr el mejoramiento de la gestión energética del HSC tercer nivel de atención, Bogotá, D.C., Colombia.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

Realizar un diagnóstico de la situación energética actual del HSC.

Identificar los impactos ambientales generados en el HSC por el manejo de la energía.

Desarrollar indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan la medición del consumo de energía.

Ubicar los puntos críticos del consumo de energía que se encuentran en el hospital estudiado.

Identificar alternativas que permitan la reducción del consumo energético en el HSC

Diseñar un programa que presente diversas estrategias para mejorar la gestión energética en el HSC

## **1.2 MARCO TEÓRICO**

La gestión energética se puede concebir como un esfuerzo organizado y estructurado para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, conversión y utilización de los recursos energéticos. Esto es, lograr un uso racional de la energía, que permita reducir el consumo de la misma sin perjuicio de la comodidad, productividad, calidad de los servicios y, de un modo general, sin reducir el nivel de vida de los seres humanos (Jaramillo H., 1999).

La administración de la energía representa una de las áreas que toda empresa debe tener en cuenta, definitivamente se necesita un enfoque gerencial, coherente e integral. La experiencia demuestra que los ahorros de energía son significativos y perdurables cuando se trata la energía como un recurso más, bajo el control de la administración de la empresa (Borroto, et. al, 2005)

Las empresas que hacen gestión de energía responden a una conciencia de mejoramiento continuo y al mismo tiempo, están contribuyendo a los programas energéticos del país y al desarrollo sostenible del mismo.

Los objetivos principales de la gestión energética son:

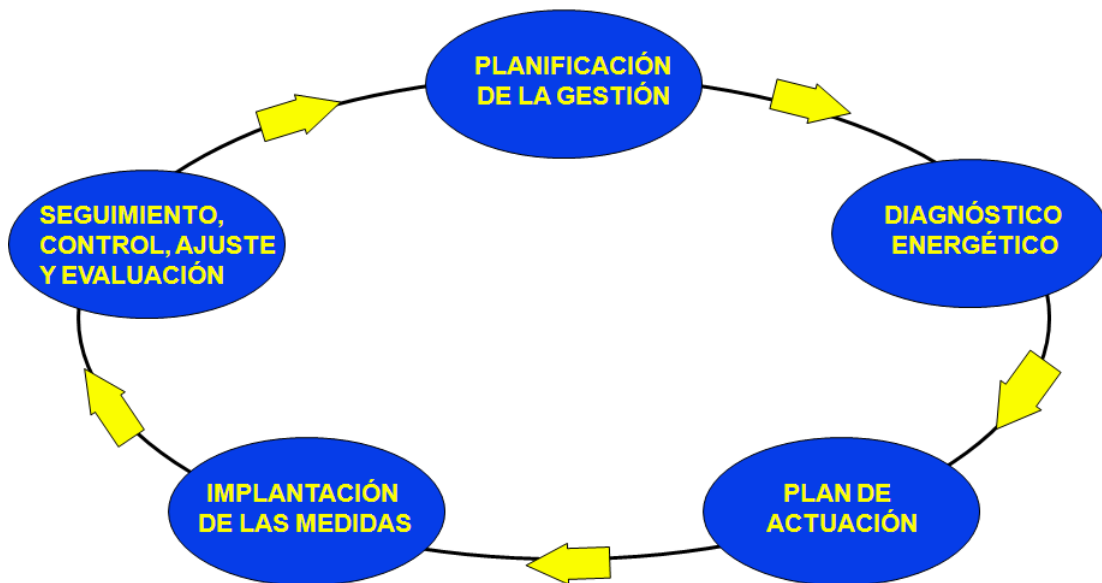
- Controlar y gestionar la energía
- Demostrar que se puede ahorrar energía sin necesidad de culpar a ineficiencias de los equipos
- Controlar y optimizar la facturación, logrando mayores inversiones rentables
- Disminuir impactos ambientales como consecuencia de la disminución del consumo energético

- Optimizar la calidad de las energías disponibles

Jaramillo H. (1999)

De forma genérica en la implementación de todos los sistemas de gestión energética se identifican cinco (5) fases o etapas fundamentales que se presentan en la Figura 1:

Figura 1. Fases para la implementación del sistema de gestión energética



Fuente: (Ente Vasco de la Energía, S/A)

### **Planificación de la Gestión**

En la etapa de planificación lo más importante es el compromiso de la gerencia de la empresa, pues sin ésta, no se podrán definir políticas energéticas ni se podrán fijar los objetivos de ahorro y eficiencia de la empresa. Además en esta etapa se debe crear un grupo de trabajo con responsabilidades distribuidas para cada una de las fases de implementación y del programa de gestión energética, se debe llevar a cabo la asignación de presupuestos e inversiones y realizar el plan de formación y de trabajo con fechas.

## **Diagnóstico Energético**

El objetivo fundamental del diagnóstico es la identificación de medidas de ahorro de energía económicamente rentables. El diagnóstico permite conocer la situación energética de un determinado equipo, instalación o planta de producción, además permite establecer las bases para la toma de decisiones sobre la implementación de proyectos de mejora. En esta fase es donde se realiza la recolección de datos sobre consumos energéticos, se determinan los puntos críticos, se realizan cálculos energéticos y es posible establecer las medidas de ahorro prioritarias.

## **Plan de Actuación**

La dirección establecerá un plan de inversiones con criterios de rentabilidad económico-energética, de calidad y de productividad que garantice el futuro de la empresa. En esta fase se determinará la necesidad o no de apoyo externo y se hará búsqueda de sistemas y ayudas para la financiación de las inversiones.

## **Implantación de las Medidas**

En esta etapa, la dirección toma la decisión para la realización de proyectos y define las especificaciones de los equipos o instalaciones que se deben contratar. Se solicitan cotizaciones a los proveedores de acuerdo a los términos técnicos de referencia para que sean comparables, se definen los criterios de valoración para comparación de las ofertas. Al tomar la decisión se procede al establecimiento de los sistemas de financiación tomando en cuenta los programas de promoción e inversiones y por último se realizan los proyectos de mejoras.

## **Seguimiento, Control, Ajuste y Evaluación (mejora continua)**

El seguimiento asegura que se están dando los pasos estipulados para cerciorarse de la adecuada evolución de la situación energética. Las acciones de seguimiento y control incluyen el seguimiento de los costos y consumo de energía, así como el control y uso óptimo de las fuentes energéticas. En esta fase se debe hacer seguimiento a las desviaciones de los índices energéticos, evaluarlos y proponer necesidades de corrección. En tal caso, se deben redefinir las medidas.

Por último se realiza la determinación de los ahorros conseguidos y se lleva a cabo una evaluación del programa de gestión energética, como parte de la mejora continua de la empresa.

Las empresas que hacen gestión energética responden a una conciencia de mejoramiento continuo y al convencimiento de que existen importantes potenciales de ahorro dentro de ellas. Al mismo tiempo, están contribuyendo al desarrollo sostenible.

Otro de los puntos importantes al referirse a un sistema de gestión de eficiencia energética corresponde a los elementos, los cuales son un conjunto de acciones y de enfoques. Desde el punto de vista práctico vale la pena señalar algunos elementos importantes como los siguientes:

- Evitar desperdicios en el consumo de energía.
- Utilizarla energía y transformarla adecuadamente.
- Acoplar procesos para aprovechar las energías residuales.
- Tener conciencia de la capacidad de los equipos, y de acuerdo a esta ponderación dimensionar correctamente las instalaciones y escoger la capacidad adecuada para cada equipo.
- Procurar un nivel de control de procesos cada vez mayor.
- Examinar las ventajas de los procesos continuos y evitar las interrupciones y paros.
- Conocer los límites de rendimiento de los procesos y velar porque se logren en ellos los rendimientos energéticos más altos que sea posibles en ellos y en las demás actividades de la empresa.
- Reducir al mínimo las pérdidas en redes de distribución de electricidad, vapor, aire y líquidos.
- Aislar térmicamente los aparatos y tuberías calientes.
- Hacer revisiones a las instalaciones periódicamente, como rutina interna y en caso necesario, por expertos en ahorro de energía.
- Promover la conservación.
- Establecer programas de entrenamiento para el personal que tiene responsabilidades relacionadas con los equipos de consumo energético significativo.

- Velar porque se evite tener encendidos equipos cuando no se encuentran en uso.
- Realizar actividades de registro y monitoreo de consumos de energía.
- Asegurar que el mantenimiento de los equipos contemple aspectos relacionados con la energía y que tengan elementos preventivos y predictivos.
- Velar porque se encuentren con instrumentación adecuada y en funcionamiento.
- Mantenerse al día en los avances tecnológicos y en la modernización de los equipos y procesos que consumen energía.
- Estar consciente y cumplir las normas y exigencias ambientales y energéticas.
- Contar con bases técnicas y con información organizada para los equipos.
- Velar porque haya trabajo de equipo, motivación y compromiso de las personas en los temas relacionados con la energía.
- Velar porque se lleven registros de consumo y costos energéticos para los distintos equipos y procesos que lo ameriten.
- Velar porque al comprar o diseñar nuevos equipos o procesos, se tengan en cuenta los aspectos energéticos.

(Dirección ambiental sectorial. Ministerio del medio ambiente, 2002)

Hay diversos factores y elementos claves a ser considerados en un programa de ahorro de energía en la industria como las siguientes:

- Eficiencia de maquinaria nueva.
- Pérdidas por combustibles no quemados.
- Pérdidas térmicas por paredes.
- Pérdidas térmicas en humos calientes.
- Pérdidas en la puesta en marcha (arranque).
- Pérdidas con funcionamiento en vacío.

- Pérdidas en productos rechazados.
- Pérdidas por exceso de temperatura.
- Fugas de vapor y aire comprimido.
- Pérdidas térmicas en tuberías.
- Pérdidas por excesiva e inadecuada iluminación.
- Equipos viejos de bajo rendimiento.
- Buenas prácticas de limpieza mantenimiento y contabilidad.
- Manejo eficiente de los aires acondicionados.
- Calentamiento y enfriamiento del agua.
- Eficiencia y consumo de los motores.
- Producción de vapor y cogeneración.
- Refrigeración.
- Manejo de información energética

(Dirección ambiental sectorial. Ministerio del medio ambiente, 2002).

La gestión energética es una de las principales áreas de oportunidad para reducir costos, proteger el medio ambiente e incrementar la competitividad de las empresas (Borroto, et al, 2005)

Para poder determinar la eficiencia de un programa de ahorro energético, es necesaria la aplicación de indicadores de gestión energética. Los indicadores son herramientas que permiten medir los objetivos energéticos planteados. El objeto es realizar la medición y contar con información confiable.

En la tabla 1, se pueden observar un conjunto de indicadores utilizados actualmente a nivel mundial como una forma de medición de planes de ahorro y eficiencia energética.

Tabla 1 Indicadores de Gestión Energética

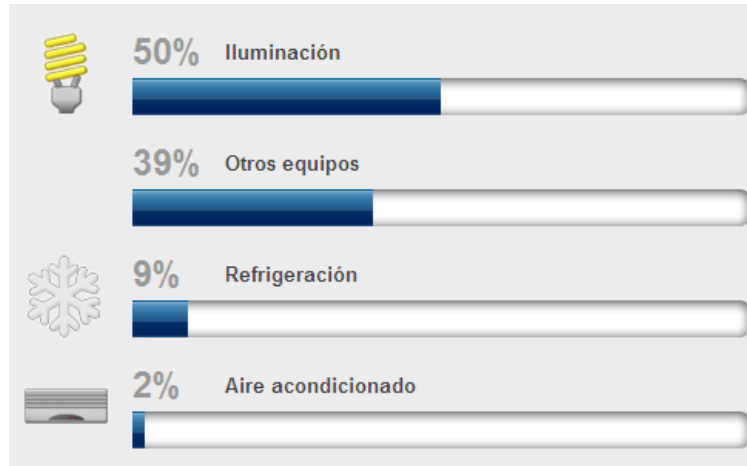
<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>
Consumo Energético Anual	Permite medir la cantidad de energía que se usa en un año en una edificación.
%Ahorro Combustible	Se refiere al porcentaje de ahorro de combustible logrado con respecto al año anterior.
Gastos Energéticos(pesos)	Significa cuánto dinero se gasta por el consumo de energéticos-
%Ahorro Respecto al Año Anterior	Porcentaje de ahorro -debido al uso de energía-obtenido comparando con el año anterior
Consumo Final de Energía Desagregado por Sectores	El indicador permite conocer patrones de consumo de los diferentes sectores y constituye además una importante herramienta para el desarrollo de planes o programas que apunten al uso eficiente o ahorro de energía.
Relación Crecimiento del PIB y Consumo Energético	Relaciona el crecimiento económico con el consumo de energías fósiles y las emisiones contaminantes generadas. Se dice que existe una relación positiva, a mayor crecimiento económico, mayor consumo de energías fósiles y mayor número de emisiones contaminantes.
Diagrama de Dispersión del Consumo Mensual de Energía Eléctrica vs Camas-día-ocupadas	Evalúa si existe una dependencia directa entre el consumo energético y las habitaciones-días-ocupadas. Para que un índice de consumo sea válido debe existir una correlación significativa entre el consumo de energía y la variable, con la cual éste se relaciona. Para que un índice sea válido como indicador de eficiencia energética el coeficiente de correlación $R^2$ entre las variables relacionadas en el índice debe ser igual o mayor que 0,75

<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>
Índices de gastos energéticos vs Ingresos	Indicador global integrador y útil, que no permite evaluar los resultados específicos en cuanto a eficiencia en la utilización de los energéticos, ni permite diagnosticar y corregir las causas que puedan provocar su deterioro
Consumo Total de Energía Secundaria	Mide la cantidad de energía secundaria que se consume en una edificación en un año.
Consumo de Energía Per Cápita	Mide el consumo “aparente” que surge del cociente entre consumo final de energía (primaria y secundaria) de todos los sectores de la economía y el número de habitantes para cada año.
Emisiones de Dióxido de Carbono por MWh Generado	Este indicador permite medir la intensidad de emisión de CO <sub>2</sub> , uno de los principales gases de efecto invernadero durante el proceso de generación de energía eléctrica.
Índices de Consumo por Habitación-día-ocupada (kWh/HDO, m <sup>3</sup> /HDO)	Se busca correlacionar el consumo total de un edificio con respecto al número de habitaciones ocupadas por día, ponderando aquellos factores que marcan diferencias entre habitaciones del mismo edificio, por otras cargas no asociadas con las habitaciones ocupadas, etc.
Índice de Consumo por Unidad de Área Construida (kWh/m <sup>2</sup> -año).	Busca correlacionar el consumo total de una edificación con respecto al área construida de la misma.

Fuente: Recopilación de las autoras

Según, CODENSA (*Compañía Distribuidora de Energía, S.A.*) el consumo típico en las entidades de salud se puede desglosar de la siguiente manera, como se puede ver en la figura 2

Figura 2. Distribución típica de consumo energético en servicios sociales y de salud



Fuente: CODENSA

### **Modelos de Gestión de energía en el mundo**

Un amplio estudio de los modelos de gestión de energía usados en el mundo, mostró que éstos consideran necesario desarrollar una cultura organizacional para el uso racional y eficiente de la energía, dirigida en términos estratégicos a lograr la sostenibilidad energética y ambiental de los procesos productivos, y en términos tácticos a incrementar el nivel de competitividad empresarial. Asimismo, muestra que en general la gestión energética está desarticulada de los marcos de los sistemas ambientales y de innovación tecnológica, y son poco compatibles con los sistemas de gestión de la producción. (Campos, et al. 2008)

Por su parte, en Colombia se han venido realizando modelos de gestión energética para el sector productivo que han sido aplicados a empresas. El análisis de los modelos de gestión aplicados en Colombia permite afirmar que para que un modelo sea efectivo, debe considerar el nivel de desarrollo del sector donde va a ser aplicado. (Campos, et al. 2008)

Los modelos de gestión energética en Colombia, se han desarrollado espontáneamente o tomado como referencia de modelos externos. Se ha limitado fundamentalmente a los siguientes aspectos: diagnósticos de eficiencia energética, monitoreo de indicadores energéticos, sustitución de fuentes primarias para el suministro de energía, cambios tecnológicos y gestión de negociación y contratación de energéticos primarios. (Campos J P. O., 2006)

### 1.3 ANTECEDENTES

#### A nivel internacional:

*Hospital Universitario Reina Sofía, Córdoba, España 2008.* Se realizó un análisis de la situación inicial del hospital, tomando en cuenta la situación de las instalaciones, su crecimiento en un futuro y el marco legislativo en materia energética y ambiental. El objetivo del modelo de gestión energética consistía en la construcción y mejora de las instalaciones de producción y distribución, mantenimiento de las instalaciones receptoras, un plan de ahorro y optimización, así como la implementación de sistemas de energías renovables y un suministro de energía térmica a contador. Se contrató a una empresa con experiencia en el área y finalmente se logró el aprovechamiento de energías renovables (energía solar), gestionando los recursos energéticos convencionales de manera óptima. Se aprovechó la energía de los mismos edificios, garantizando de esta manera un servicio más fiable al ciudadano. El Hospital Reina Sofía está ahorrando un ocho (8) por ciento de electricidad y un seis (6) por ciento de gas a través de un proyecto de gestión energética, por el que además produce 2.000 MWh al año de energía solar térmica y 700Tn al año de ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub>. (*Agencia Andaluza de la energía y Asociación Española de Empresas de Mantenimiento Integral de Edificios, Infraestructuras e Industrias, 2008*)

*Hospital Universitario de Palma, Sevilla, España 2005.* Para el momento del proyecto la mayoría de los equipos del hospital databan de la época de su construcción (1977-1979), resultando en equipos con capacidad de producción insuficiente para garantizar la calidad del servicio asistencial ante averías, elevado coste de explotación (mantenimiento y energía primaria), frecuentes paradas y riesgo inherente al funcionamiento. Las calderas obsoletas se eliminaron y se instalaron dos nuevas calderas con quemador de gas natural (anteriormente se usaba Gasoil), se retiraron dos depósitos enterrados de Gasoil y se inertizó un tercero. Se eliminaron las enfriadoras que estaban fuera de servicio y las tres torres de refrigeración asociadas. Se instalaron tres nuevas enfriadoras de alta eficiencia. Con este proyecto se logró satisfacer las necesidades reales, mejoras medioambientales (emisiones y ahorros energéticos), aumentando la disponibilidad y seguridad de las instalaciones, y reducir riesgo de legionelosis<sup>1</sup>, etc. (*Coronado, J., Giraldo J.M. y Maestre, F. Tipos de contratos administrativos y financiación externa, 2005*)

---

<sup>1</sup>Legionelosis: Enfermedad causada por bacterias del género *Legionella*, que se difunde especialmente por el agua y por el uso de nebulizadores.

*Hospital General de Kingston (KGH por sus siglas en inglés), Ontario, Canadá 2001.* El hospital en 1998 realizó una auditoría energética detallada, la cual reveló muchas oportunidades de ahorro, que no podían ser ignoradas. La auditoría permitió identificar al menos 35 áreas, en las cuales se podrían hacer mejoras, la mayoría de ellas muy rentables. El KGH estaba gastando aproximadamente US\$ 2.6 millones en energía – US\$ 1.5 millones en electricidad, US\$ 925,000 en vapor y US\$ 135,000 en agua. La auditoría energética identificó ahorros potenciales de US\$ 200,000 por año, para un costo capital inicial de US\$ 1 millón. El retorno de la inversión se daría en solo 5 años. El Dr. Peter Glynn, consejero delegado del KGH, dijo lo siguiente sobre el éxito del programa de eficiencia energética: “Con recursos limitados disponibles para el cuidado directo de los pacientes, es vital que los hospitales investiguen todas las posibles oportunidades para buscar ahorros en las operaciones. Nosotros estamos complacidos que esta iniciativa ha encontrado eficiencias que nos ayudan a gastar menos energía. La línea de fondo es que hay más dinero disponible para el cuidado de los pacientes y programas clínicos. Nosotros vemos esto como una situación de ganar-ganar para el ambiente y para los pacientes a quienes les prestamos los servicios (*Glynn, P. Kingston General Hospital Remedies High Energy Costs, 2001*).

En 1987 *Somerset Health Authority, en Reino Unido*, inició un programa dirigido a reducir en un 25% su costo anual energético de 2.1 millones de libras esterlinas durante un periodo de hasta 5 años, mejorando los hábitos de limpieza del hospital. Se colocaron monitores de energía y se capacitó el personal para que estuviera pendiente día a día de la energía de los diferentes equipos e identificando oportunidades de ahorro. La meta original de reducir el 25% en los costos fue cumplida en 3 años. El ahorro neto al final del tercer año fue de 1015000 libras esterlinas, de las cuales 331000 fueron de buenas medidas de limpieza.

En 1993, se llevó a cabo la implementación de un programa de energía en el *Hospital de Florida, USA*. Durante los primeros 18 meses de ejecución del programa el hospital ahorró cerca de US\$ 662000 en energía. En este periodo el consumo de combustible fósil se redujo más de 4.5 millones de litros o 27%. El consumo de electricidad fue reducido aproximadamente 3.5 millones de kWh o 7%. Por su parte, en 1994, *en el Hospital Royal Darwin, Australia*, se lograron ahorros en los costos de electricidad directa que resultó de la reducción de la velocidad de las unidades de ventilación son estimados en AU\$ 129000 por año. El ahorro de combustible diesel asociado con la eliminación del recalentamiento está estimado en AU\$ 181000 por año. Un ahorro adicional, estimado en AU\$ 140000 por año, resultado de aumentar la temperatura de los cuartos 1°C. (CADDET, *Saving Energy with Energy Efficiency in Hospitals, Sittard, Países Bajos. 2005*)

---

### **A nivel distrital**

La Alcaldía Mayor de Bogotá expidió el Decreto 456 de 2008, mediante el cual se reformó el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital y se dictaron otras disposiciones. Esto obligó a las entidades públicas distritales a elaborar un Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA), donde debe contemplarse el Programa de uso eficiente de energía en miras de alcanzar los objetivos de ecoeficiencia del Distrito Capital, consignados en el Decreto 456.

De los 21 Hospitales que conforman la red distrital pública, los Hospitales del Tunal tercer nivel, Suba segundo nivel y Nazareth primer nivel, presentan disminuciones significativas de consumos energéticos de hasta un 50% en el transcurso del año 2008 al 2010, según información de la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA).

En la tabla 2 se presenta un consolidado de los consumos per cápita de energía de los hospitales distritales de los años 2008, 2009 y 2010.

Tabla 2. Consumos energéticos de hospitales de Bogotá, años 2008 al 2010

AÑO	MES	CONSUMO DE ENERGÍA PERCAPITA (KWh/USUARIO)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		HOSPITAL EL TUNAL	HOSPITAL VISTA HERMOSA	HOSPITAL MEISSEN	HOSPITAL FONTIBON	HOSPITAL SUBA	HOSPITAL KENNEDY	Hospital Simón Bolívar III Nivel E.S.E.	Hospital Santa Clara III Nivel E.S.E.	Hospital San Blas II Nivel E.S.E.	Hospital Bosa II Nivel E.S.E.	Hospital Centro Oriente II Nivel E.S.E.	Hospital Engativá II Nivel E.S.E.	Hospital Tunjuelito II Nivel E.S.E.	Hospital Nazaret I Nivel E.S.E.	Hospital Usme I Nivel E.S.E.	Hospital San Cristóbal I Nivel E.S.E.	Hospital Pablo VI Bosa I Nivel E.S.E.	Hospital del Sur I Nivel E.S.E.	Hospital Chapinero I Nivel E.S.E.	Hospital Rafael Uribe Uribe I Nivel E.S.E.
2008	ENERO	82,00	0,00	21,99	38,80	43,30	80,80	90,32	67,40	83,92	24,78	21,65	32,65	17,30	45,45	17,29	35,40	24,78	0,04	35,10	34,08
	FEBRERO	78,00	53,79	23,56	38,20	38,60	80,00	93,91	70,92	73,92	22,81	15,64	30,50	16,55	44,56	21,41	42,96	22,81	0,04	32,62	31,76
	MARZO	83,40	47,22	24,36	36,10	37,20	87,20	103,94	76,78	77,49	22,47	12,27	29,92	15,75	50,72	21,48	41,65	22,47	0,05	36,63	34,71
	ABRIL	84,10	48,83	24,65	39,70	36,80	89,60	90,32	73,85	73,02	24,87	15,30	30,66	14,92	87,74	23,18	37,75	24,87	0,04	35,79	33,83
	MAYO	84,40	45,76	22,33	32,00	30,10	81,60	105,38	68,57	73,44	23,26	15,22	32,53	17,02	57,42	22,56	35,77	23,26	0,04	35,84	49,10
	JUNIO	80,50	55,19	21,14	39,00	31,40	84,00	83,87	71,50	71,94	21,32	20,57	32,03	15,74	55,14	22,54	37,94	21,32	0,04	35,55	31,04
	JULIO	85,10	49,39	16,46	35,10	32,10	93,60	94,62	73,89	86,38	22,51	17,29	26,46	16,55	52,02	24,12	41,11	22,51	0,04	37,05	33,26
	AGOSTO	80,20	67,35	24,34	45,30	36,40	80,00	94,62	63,89	89,47	24,57	18,73	42,02	16,00	57,13	24,79	41,70	24,57	0,04	37,23	32,83
	SEPTIEMBRE	79,50	35,33	19,75	40,40	33,90	89,60	88,89	73,89	90,09	18,87	17,03	36,25	23,86	61,64	26,78	43,07	18,87	0,04	35,59	27,70
	OCTUBRE	81,70	54,29	18,23	42,60	34,70	94,40	91,04	78,33	73,58	21,26	19,30	34,42	24,56	58,69	25,19	38,32	21,26	0,04	38,43	37,33
	NOVIEMBRE	75,00	62,12	25,29	39,40	36,70	76,00	101,79	66,11	72,66	22,45	19,73	36,69	25,38	59,18	28,45	40,77	22,45	0,05	35,62	32,54
	DICIEMBRE	79,70	61,19	22,13	38,50	32,50	92,80	101,79	81,67	69,20	16,83	13,37	36,21	24,04	52,26	20,49	28,11	16,83	0,05	38,52	36,10
2009	ENERO	43,40	0,00	21,91	35,40	39,90	82,40	105,25	72,07	65,80	22,88	21,66	39,41	15,63	56,45	26,14	80,11	22,88	0,04	30,51	44,34
	FEBRERO	36,50	19,58	20,69	35,20	40,40	84,00	95,23	68,40	26,66	19,38	15,64	39,02	16,20	59,89	23,22	73,06	19,38	0,04	32,46	58,66
	MARZO	39,10	53,63	20,81	34,30	35,00	96,00	93,79	76,24	20,39	18,19	12,27	37,90	13,90	63,99	16,99	29,09	18,19	0,04	30,94	40,58
	ABRIL	37,70	58,02	19,27	33,60	33,30	88,80	92,36	71,30	73,79	23,78	15,30	36,39	15,32	64,85	23,75	47,24	23,78	0,04	30,13	56,43
	MAYO	37,10	57,38	17,48	32,90	32,90	89,60	95,23	72,98	67,14	20,23	15,22	33,64	14,23	66,33	19,97	42,20	20,23	0,04	40,27	42,31
	JUNIO	36,70	63,44	19,70	35,20	32,20	84,00	88,07	66,76	63,96	22,61	20,57	33,47	14,98	43,11	19,27	38,02	22,61	0,04	31,70	43,45
	JULIO	40,90	82,87	9,62	30,60	29,30	103,20	79,47	84,51	57,08	18,20	17,28	41,14	16,95	47,08	21,29	41,95	18,20	0,04	30,96	50,22
	AGOSTO	40,70	68,76	8,07	31,90	32,90	85,60	92,36	69,30	70,79	21,43	18,72	26,75	15,99	65,37	19,92	40,57	21,43	0,04	33,59	44,36
	SEPTIEMBRE	39,00	51,73	33,46	30,60	36,40	100,80	85,20	81,13	52,96	18,64	17,03	37,30	18,38	52,86	21,79	42,80	18,64	0,04	31,99	46,54
	OCTUBRE	39,30		35,88	37,12	30,26	86,40	98,81	73,24	64,22	17,54	19,29	33,57	16,25	44,53	20,97	37,50	17,54	0,04	33,38	44,46
	NOVIEMBRE	40,70		31,25	32,92	34,80	83,20	91,65	71,55	62,07	18,77	19,74	26,53	18,59	39,43	17,41	35,85	18,77	0,05	30,15	40,64
	DICIEMBRE	99,30		50,90	35,65	38,65	83,10	85,20	78,31	60,66	19,59	13,37	32,99	17,40	45,97	21,30	38,40	19,59	0,05	29,85	46,36
2010	ENERO	28,93	56,13	38,80	34,23	6,04		96,75	76,96	61,52	25,78	17,96	39,25	18,26	25,56	21,03	34,45	22,98	0,04	34,20	36,98
	FEBRERO	27,94	58,66	42,80	31,57	5,12		92,89	75,88	61,51	26,72	19,62	46,35	20,72	32,94	24,74	37,62	24,02	0,04	33,95	42,78
	MARZO	25,61	46,75	45,42	27,62	5,13		102,13	73,71	59,01	23,19	14,92	40,40	17,81	97,83	20,59	32,90	20,87	0,04	33,63	41,22
	ABRIL	27,22	43,76	41,25	38,76	5,28		92,02	80,76	57,38		14,80	41,14	20,96	66,82	19,95	35,19	18,82	0,04	39,37	43,38
	MAYO	28,67	30,01	37,91	31,31	5,40		95,50	71,00	68,13		12,61	37,48	17,81	48,62	20,35	33,16	21,53	0,04	37,57	50,62
	JUNIO	25,99	36,66	36,25	31,12	4,97		96,14	75,83	62,11		13,21	36,08	18,21	25,14	18,20	0,60	19,13	0,04	36,58	37,17
	JULIO	29,97	41,83	40,10	29,72	4,81		95,11	75,83	70,18		13,41	38,85	21,67	19,44	21,35	0,70	20,09	0,04	36,78	
	AGOSTO	27,98	36,20	38,43	32,45	4,34		91,03	66,62	64,64		16,30	36,57	18,31	20,67	19,71	0,62	20,90	0,04	35,51	
SEPTIEMBRE	24,21	35,90	37,45		4,48		93,16		54,94			14,01		18,74	16,44	18,09		17,99	0,04	37,32	

Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente, 2010

Como se puede observar en la Tabla 2, los Hospitales El Tunal, Suba y Nazareth – resaltados en color azul - son los que han presentado mayor disminución en sus consumos energéticos entre los años 2008 a 2010 con respecto a los demás hospitales del Distrito. El Hospital El Tunal reportó una reducción de hasta 70% en sus consumos, mientras que el Hospital Suba 86% y el Hospital Nazareth 73%, lo cual indica que han llevado responsablemente un programa de eficiencia energética inmerso en los Planes Institucionales de Gestión Ambiental (PIGA). En color amarillo se encuentra el Hospital Santa Clara, E.S.E (HSC), objeto del estudio, el cual muestra aumentos graduales de sus consumos energéticos per cápita en el mismo periodo de tiempo, y aunque este hospital también está obligado por la Secretaria Distrital de Ambiente a contar con PIGA, su programa de eficiencia energética no está fortalecido y no cuenta con todas las herramientas necesarias para llevarlo a cabo.

#### **1.4 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS**

Para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto, se hace necesario hacer claridad sobre la definición de algunos conceptos que están presentes a lo largo del mismo, como:

**Acometida:** Es la parte de la instalación de enlace comprendida entre la red de distribución y la caja general de protección. Sus características vienen reguladas por la instrucción MIE BT 011 del REBT (Santamaría, 1998).

**Condensador:** Es un dispositivo que almacena energía eléctrica. Un condensador se compone de dos capas de material conductor, separadas por un aislante. Cuando se conecta un condensador a una fuente de corriente directa, los electrones se mueven hacia una de las placas del condensador y se detienen ahí porque no pueden atravesar el material aislante (Loper y AHR, 1973).

**Certificación FIDE:** Fide es el Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica, que tiene como misión promover acciones que induzcan y fomenten el ahorro y uso racional de la energía eléctrica, utilizando productos de alta eficiencia energética. El sello FIDE, es un programa que evalúa e identifica a los productos eficientes en el ahorro de energía eléctrica, a los que después de comprobar su alto nivel de eficiencia se les otorga un certificado o licencia para portar una etiqueta de SELLO FIDE (FIDE, 2010).

**Diagrama unifilar:** es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella. El esquema unifilar se distingue de otros tipos de esquemas eléctricos en que el conjunto de conductores de un circuito se representa mediante una única línea, independientemente de la cantidad de dichos conductores. Típicamente el esquema unifilar tiene una estructura de árbol (LAROUSSE S.A, 1998).

**HSC:** Hospital Santa Clara E.S.E

**Potencia:** se define como cantidad de energía eléctrica o trabajo realizado que se transporta o se consume en una determinada unidad de tiempo. (Santamaría, 1998)

**Fotosensor:** es un dispositivo que convierte la luz en una carga eléctrica; cuanto más brillante sea la luz, mayor será la carga. Consiste en un sensor de luz que permite cronometrar el tiempo de ocurrencia de un evento por interrupción del paso de luz entre dos elementos del mismo (Santamaría, 1998).

**Luxómetro:** es un aparato que permite la medición de la intensidad luminosa. La unidad de medición es el lux (Real Academia Española, 2011).

**Motor monofásico:** son motores de pequeña potencia y su comportamiento eléctrico para régimen estable (no se incluye el arranque ni regulación de la velocidad), es equivalente al de una impedancia(Santamaría, 1998).

**PIGA:** el Plan Institucional de Gestión Ambiental es un instrumento de planeación ambiental institucional, que parte del análisis descriptivo e interpretativo de la gestión ambiental de las sedes administrativas y operacionales, así como la administración de equipamiento y vehículos de la entidad; para plantearse acciones de gestión ambiental desde sus programas, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de ecoeficiencia del Plan de Gestión Ambiental, primordialmente y a los objetivos de calidad ambiental y armonía socio ambiental, de acuerdo con sus competencias misionales (Secretaría Distrital de Ambiente, 2009).

**Transformadores:** es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna en un cierto nivel de voltaje, en energía alterna de otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético. Está constituido por dos o más bobinas de material conductor, asiladas entre si eléctricamente por lo general enrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferromagnético (Definición ABC una guía única en la red).

## 1.5 MARCO LEGAL

Desde el año 1974, en Colombia se viene presentando la preocupación por la conservación del medio ambiente. Es así que surgió el Decreto Ley 2811 por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En el artículo 1 de este decreto, se establece que el ambiente es patrimonio común y el Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. Aunque en ese momento no se tenía una preocupación por lo energético en Colombia en el artículo 3, se regula entre otros recursos, las fuentes primarias de energía no agotables, las pendientes topográficas con potencial energético y los recursos geotérmicos. El Estado y los particulares tienen la responsabilidad de velar por el uso adecuado de estos recursos.

Posteriormente con la Constitución del año 1991, se fortaleció la protección del medio ambiente, es así como en el artículo 80 se establece como deber del Estado la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación restauración o sustitución. Aunque no se toca de frente la gestión energética, la carta magna promueve el cuidado y conservación de los recursos naturales que posteriormente será reglamentado mediante leyes, decretos, resoluciones y circulares.

Desde el año 1992 con la Cumbre de Rio de Janeiro donde tomó fuerza el concepto de desarrollo sostenible, Colombia fortaleció su legislación ambiental y en 1993 con la ley 99, se estableció el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y se creó el Ministerio del Medio Ambiente, ente rector de lo ambiental y se organizaron todas las instituciones que vigilarán el uso adecuado de los recursos naturales. En cuanto a la parte energética, en 1994 se creó la ley 143 reestructurando todo el sistema nacional de interconexión eléctrica teniendo en cuenta la experiencia vivida en 1991 con el racionamiento de energía, ocasionado por el fenómeno del niño. A través de esta norma se tuvo en cuenta el criterio de confiabilidad y se dio apertura a otros tipos de energía, diferente a la hídrica, para abastecer el sistema como las energías térmicas.

En materia de eficiencia energética Colombia posee una legislación relativamente nueva, especialmente enfocada al Uso Racional de la Energía (URE). En el año 2001, se creó la Ley 697 mediante la cual se fomentó el uso racional y eficiente de la energía, se promovió la utilización de energías alternativas y se dictaron otras disposiciones. Esta norma por lo tanto es el pilar de la gestión energética en el ámbito nacional. A nivel distrital con la circular 003 del 31 de agosto de 2001 promueve el uso racional de la energía eléctrica en instituciones públicas y por lo tanto esta norma viene a ser una de las bases de la legislación

en materia energética en el Hospital Santa Clara, ya que es una institución pública del orden distrital. En el año 2008 mediante el decreto 456 de la Alcaldía Mayor de Bogotá se reforma el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital, en su artículo 8 estableciendo los objetivos de la gestión ambiental distrital, dentro de los que se incluyen la eco eficiencia como el uso eficiente del espacio, uso eficiente del agua, uso eficiente de materiales y uso eficiente de la energía. Para lograr estos objetivos las entidades distritales como es el caso del Hospital Santa Clara deben cumplir los objetivos de ecoeficiencia a través del Plan Institucional de Gestión Ambiental PIGA, dentro del cual se debe plantear el programa de uso eficiente de la energía, donde se busque promover la racionalización del consumo energético y auspiciar las iniciativas tendientes a aumentar el consumo de energías más limpias y fuentes más seguras a largo plazo. En la tabla 3, se presenta un consolidado de la normatividad colombiana relacionada con el uso eficiente de la energía:

Tabla 3. Consolidado Marco Legal Energético Colombiano

<b>Legislación</b>	<b>Título</b>	<b>Nivel</b>	<b>Expedida por</b>	<b>Fecha de expedición</b>
Decreto Ley 2811	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente	Nacional	Presidencia de la República	18 de diciembre de 1975
Constitución Política de Colombia	Constitución Política de Colombia	Nacional	Asamblea Nacional Constituyente	1991
Ley 697	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.	Nacional	Ministerio de Minas y Energía	3 de octubre del 2001
Decreto 2231	Por la cual se establece una medida tendiente al uso racional y eficiente de	Nacional	Presidencia de la República	22 de junio del 2007

<b>Legislación</b>	<b>Título</b>	<b>Nivel</b>	<b>Expedida por</b>	<b>Fecha de expedición</b>
	la energía eléctrica.			
Circular 003	Mediante la cual se promueve el uso racional de la energía eléctrica en las entidades públicas.	Local	Alcaldía Mayor de Bogotá	31 de agosto del 2001
Decreto 3450	Por la cual se dictan medidas tendientes al uso racional y eficiente de la energía eléctrica	Nacional	Presidencia de la República	12 de septiembre del 2008
Decreto 456	Por el cual se reforma el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones	Distrital	Alcaldía Mayor de Bogotá	23 de diciembre de 2008
Resolución 180606	Por la cual se especifican los requisitos técnicos que deben tener las fuentes lumínicas de alta eficiencia usadas en las sedes de las entidades públicas	Nacional	Ministerio de Minas y Energía	28 de abril del 2008

Fuente: Autoras

## CAPÍTULO II

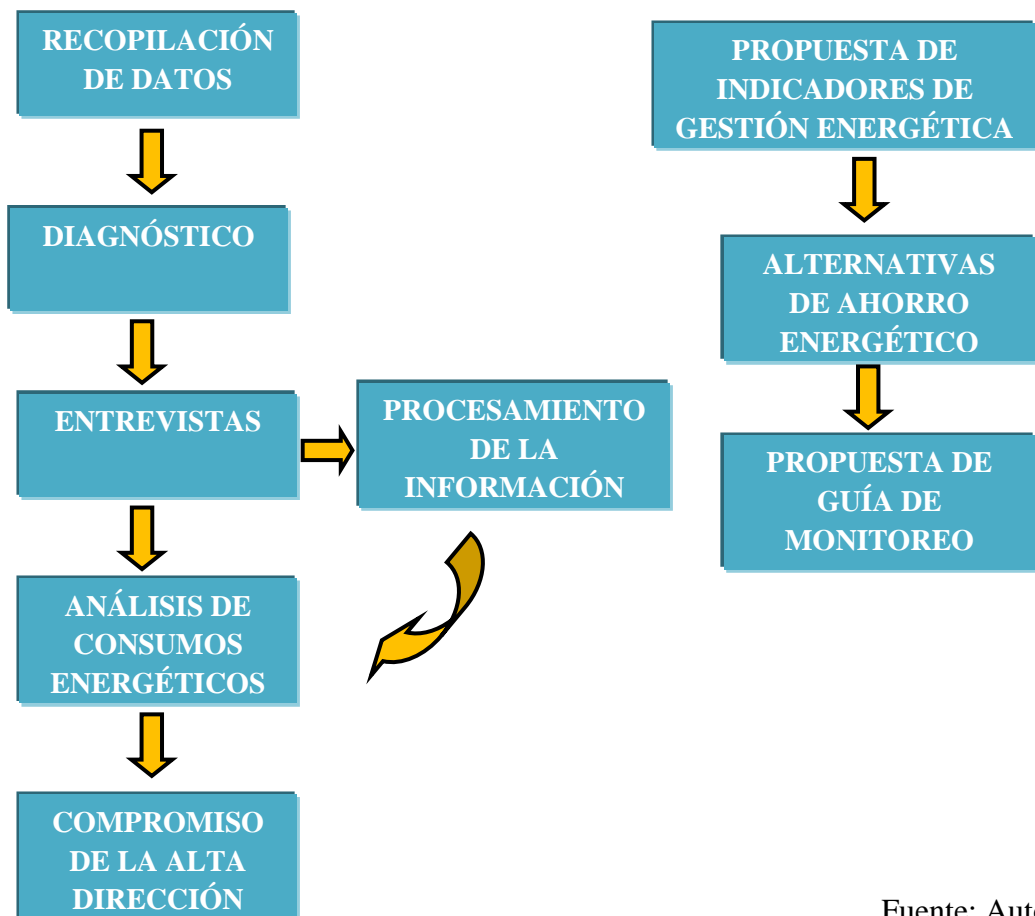
### DISEÑO METODOLÓGICO

*En este capítulo se expone de manera clara las técnicas y procedimientos que se utilizaron para llevar a cabo el estudio. Se iniciará con un diagrama de flujo que presenta paso a paso cada una de las actividades que se realizaron para alcanzar los objetivos de la investigación, incluyendo una explicación específica de cada actividad e indicando los recursos necesarios para desarrollar el proyecto.*

---

La realización del proyecto se ejecutó a través de las siguientes etapas que se pueden observar en la Figura 3:

Figura 3. Diagrama de etapas del Diseño Metodológico



Fuente: Autoras

## **ETAPA 1. Decisión estratégica.**

En esta etapa se identificó el estado actual del HSC, las metas globales y los impactos en la productividad, el medio ambiente, la utilidad, los gastos operacionales, el rendimiento y las ventajas de la implementación de un sistema de gestión integral de la energía.

Esta etapa se llevó a cabo mediante las siguientes actividades:

- 1. Recopilación de datos:** El primer paso para establecer una propuesta de gestión energética, es realizar una recopilación de datos de los consumos energéticos para posteriormente hacer un análisis preliminar de los mismos. Estos datos se consultaron con la oficina de mantenimiento del HSC, ya que allí es donde se almacenan todas las facturas de servicios públicos. El estudio se realizó teniendo en cuenta la información correspondiente al periodo 2007 – 2010.
- 2. Diagnóstico de recorrido en las instalaciones del hospital:** para tener una concepción más amplia de los procesos, se llevó a cabo un recorrido por las instalaciones del hospital en compañía de un técnico de mantenimiento, orientando la visita a conocer la situación actual sobre ciertos aspectos energéticos. Este diagnóstico tuvo como objetivo establecer metas de ahorro energético, así como evaluar las medidas de conservación y ahorro energético sin afectar los niveles de producción. En primer lugar se detectaron medidas de ahorro que se puedan aplicar de inmediato y luego otras medidas que se puedan realizar pero que requerirían un gasto económico mayor.
- 3. Entrevista a dirigentes, técnicos, operadores y obreros del hospital:** Con el objetivo de profundizar en la situación actual del HSC, también se contempló dentro del proyecto realizar entrevistas a todos los encargados del área operativa, ya que son los que poseen mayor conocimiento en el tema energético. Por tal motivo se entrevistaron a los electricistas e ingenieros biomédicos del hospital sobre los detalles de los procesos, consumos energéticos promedios de los equipos hospitalarios, cronogramas de mantenimiento de los equipos e instalaciones eléctricas. (Ver Anexo A)
- 4. Procesamiento de la información:** Una vez obtenida toda la información se procedió a procesarla usando herramientas informáticas que facilitaron la etapa de análisis de los datos relacionados con los consumos energéticos. Se realizaron cuadros y gráficos que permitan una mejor visualización de la situación del HSC.

- 5. Análisis preliminar de los consumos energéticos:** Una vez procesada la información se realizó un análisis preliminar de los consumos de energía, mediante los cuadros y gráficos realizados en la etapa de procesamiento de datos, con el fin de conocer el potencial de ahorro energético que posee el HSC. A través de este análisis se identificaron puntos críticos de control o susceptibles de mejoramiento.
- 6. Análisis de las características de los motores:** Los equipos a los que se les realizó un análisis profundo fueron los motores, por ser unos de los que consumen más energía. Se levantó primero un inventario de los motores existentes en el HSC y de la potencia de cada uno en caballos de fuerza (hp), información que se obtuvo de la placa de cada motor. Posteriormente se midió la corriente o (intensidad permanente) de cada cable que conecta a los motores y las acometidas y se anotó el calibre de cada acometida. Estos datos se consignaron en un tabla para realizar los siguientes procedimientos:

**6.1** Los caballos de fuerza (hp) de cada motor se convirtieron a Vatios (W), para ello se sabe que 1hp es equivalente a 746 Vatios, esta es la potencia nominal.

**6.2** Posteriormente se obtuvo la potencia real utilizada, basada en los datos de medición de intensidad permanente tomados con pinza voltiamperimétrica en el terreno. Para esto se usó la fórmula

$$P = V * I$$

Donde V es voltaje e I es la corriente. Como la mayoría de los motores son de corriente trifásicos y bifásicos es necesario utilizar el método de Aron para hallar la potencia activa que consiste en multiplicar por  $\sqrt{3}$ . (Santamaría, 1998). Entonces la fórmula corregida queda de la siguiente manera:

$$P = V * I * \sqrt{3}$$

Para motores bifásicos el voltaje es igual a 208 W, la corriente (I) está dada en amperios y es el resultado de la medición con pinzas voltiamperimétricas.

Posteriormente se halló la capacidad de corriente de cada conductor, con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V} * \sqrt{3}$$

Con estos resultados se realizó una comparación de la corriente permanente (real) con la capacidad de corriente que puede soportar cada cable.

Con los datos del calibre de las acometidas se determinó si los cables estaban subutilizados o sobre utilizados. Para esto se tomó como referencia las normas NTC 1332, UL 83 que indican la capacidad de corriente según el calibre. A continuación se realizó una comparación entre el calibre de las acometidas y la capacidad de corriente, según el calibre para realizar los análisis respectivos (Santamaría, 1998).

7. **Análisis de los impactos ambientales debidos al uso de la energía eléctrica:** Se realizó usando como modelo la matriz general de identificación de impactos y aspectos ambientales de la Secretaria Distrital de Ambiente. Se identificaron las actividades que realiza el HSC relacionadas con el uso de energía mediante inspecciones y solicitando información de los procesos del HSC a los líderes de los mismos. Una vez identificadas las actividades se describieron los aspectos ambientales involucrados los cuales se registraron en el formato de la Secretaria Distrital de Ambiente. Además se describieron los impactos ambientales por cada aspecto identificado, registrando estos impactos en el formato mencionado.

En la casilla de observaciones del formato se hicieron las aclaratorias necesarias. Posteriormente se realizaron valoraciones cuantitativas de cada impacto ambiental. Siguiendo la metodología establecida en el formato de la Secretaria Distrital de Ambiente, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- a) Definición según el tipo de impacto: si es positivo o negativo.
- b) Alcance: **Puntual:** si el impacto queda confinado solamente en el área donde se genera. **Local:** cuando trasciende los límites del área de influencia. **Regional:** tiene consecuencias a nivel regional.
- c) Probabilidad: **Baja:** No existe la posibilidad o hay una posibilidad muy remota de que suceda. **Media:** existe una posibilidad bastante certera de que suceda, es considerablemente cierta. **Alta:** es muy posible que suceda en cualquier momento.
- d) Duración: **Breve:** cuando la alteración del medio no permanece en el tiempo y dura un lapso de tiempo muy pequeño. **Temporal:** cuando la alteración del medio no permanece en el tiempo, pero dura un lapso de tiempo moderado. **Permanente:** Cuando se supone una alteración indebida en el tiempo.
- e) Recuperabilidad: **Reversible:** puede eliminarse el efecto por medio de actividades humanas tendientes a la recuperación de los recursos afectados. **Recuperable:** Se puede disminuir el efecto por medio de medidas de control, hasta un estándar

determinado. **Irrecuperable:** Los recursos afectados no se pueden afectar a las condiciones originales.

- f) Cantidad: **Baja:** alteración mínima del factor o característica ambiental considerada. No existe ningún potencial de riesgo sobre el medio ambiente. **Moderada:** cuando se presenta una alteración moderada del factor o característica ambiental considerada, tiene un potencial de riesgo medio e impactos moderados sobre el medio ambiente. **Alta:** se asocia a destrucción del medio ambiente o sus características, con repercusión futura de importancia sobre el medio ambiente.
- g) Legislación: Si presenta o no legislación ambiental relacionada.

Los valores que se asignan para la calificación son:

- 1: corresponde al rango más bajo del criterio.
- 5: corresponde al rango medio del criterio
- 10: corresponde al rango más alto del criterio.

Se estableció la importancia del impacto multiplicando la calificación asignada a los criterios de alcance, probabilidad, duración, recuperabilidad, cantidad y legislación.

De acuerdo al resultado obtenido se clasificó el impacto según los siguientes rangos y se determinó la intervención a realizar:

- a) 1.000.000 a 125.000: (Alta), se deben establecer mecanismos de mejora, control y seguimiento.
- b) 124.999 a 25.000: (Moderada), revisar el control operacional.
- c) 24.999 a 1.000: (Baja), hacer seguimiento al desempeño ambiental.

Luego se identificó la legislación relacionada con el impacto identificado, y su numeral o artículo correspondiente en la casilla del formato de evaluación de impactos ambientales de la Secretaría Distrital de Ambiente y se determinó si cumple o no.

Por último se estableció la significancia del impacto ambiental en donde los valores superiores a 25000, clasifican el impacto como significativo, valores inferiores a 25000 lo clasifican como no significativo.

**8. Compromiso de la alta dirección:** Una vez realizadas las actividades anteriores, que llevaron a la caracterización energética del HSC, se presentó el estado actual de la empresa, por medio de un resumen ejecutivo, a la alta gerencia a través del Comité de Gestión Ambiental, donde asisten todos los directivos del hospital. Puesto que este comité se encarga de definir los compromisos de tiempos, tareas y de reducción de costos energéticos, se determinarán los requisitos para implementar el Sistema de Gestión Integral Energético (SGIE) en el Hospital y el plan de negocios con base en resultados. Además, es allí, donde se establecen los compromisos generales de la gerencia durante la instalación y operación del sistema.

## **ETAPA 2. PROPUESTA**

Las actividades que comprenden esta etapa son las siguientes.

**1. Propuesta de indicadores de gestión energética:** Se hizo una revisión de los indicadores usados actualmente a nivel mundial y se seleccionaron aquellos que aplicaban a la investigación y se establecieron metas alcanzables para cada uno.

**2. Alternativas de ahorro y uso racional de energía:** Una vez realizado el análisis preliminar de los consumos energéticos y una vez establecidos los indicadores, se procedió con el planteamiento del programa de ahorro y uso racional de energía, proponiendo las medidas más viables y efectivas basadas en el estudio realizado. Este planteamiento incluyó también potenciales de ahorro generales que pueden implementarse en cualquier empresa y que igualmente pueden ser efectivas.

**3. Propuesta de una guía de monitoreo:** Esta etapa consistió en establecer el sistema de monitoreo de la eficiencia energética del proceso. Esta guía tiene como objetivo general el seguimiento y control de las alternativas propuestas en la etapa anterior, así como la evaluación de la eficacia de las mismas. Para ello se deben diseñar herramientas como: software o elementos de monitoreo, indicadores, variables a monitorear, valores estándares, tiempos e intervalos de monitoreo, gráficos de resultados, reportes de resultados, sistemas de información y divulgación de resultados, responsable del monitoreo y equipo de mejora. El equipo de mejora es el que se encargará de analizar los resultados diarios del monitoreo y adoptar las acciones correctivas o preventivas requeridas.

## **Recursos**

Para la ejecución del presente proyecto se contó con los siguientes recursos:

**Humanos:** El personal de mantenimiento específicamente el ingeniero jefe del área, el arquitecto, los electricistas, ingenieros biomédicos y calderistas, claves para la obtención de la información requerida.

**Documentos:** Los documentos otorgados por el HSC como facturas de servicios públicos, cronogramas de mantenimiento de equipos y redes eléctricas, planos, diagramas de flujo de los procesos, información general del hospital.

**Infraestructura:** El HSC, que fue la empresa escogida para realizar el proyecto.

**Técnicos:** Herramientas informáticas como Microsoft Office.

### CAPÍTULO III

#### DIAGNÓSTICO

*En el presente capítulo se exponen las características generales del hospital, así como el análisis preliminar de la situación energética del mismo. Inicialmente se dará una descripción de la ubicación, estructura y especificaciones del hospital y posteriormente se presentará el escenario de la gestión energética actual del hospital, con el fin de situar al lector en la problemática tratada en el presente proyecto.*

---

En la Tabla 4 se muestra información general del Hospital Santa Clara, como su ubicación, superficie, cantidad de camas, población y trabajadores

Tabla 4 Información General del HSC

---

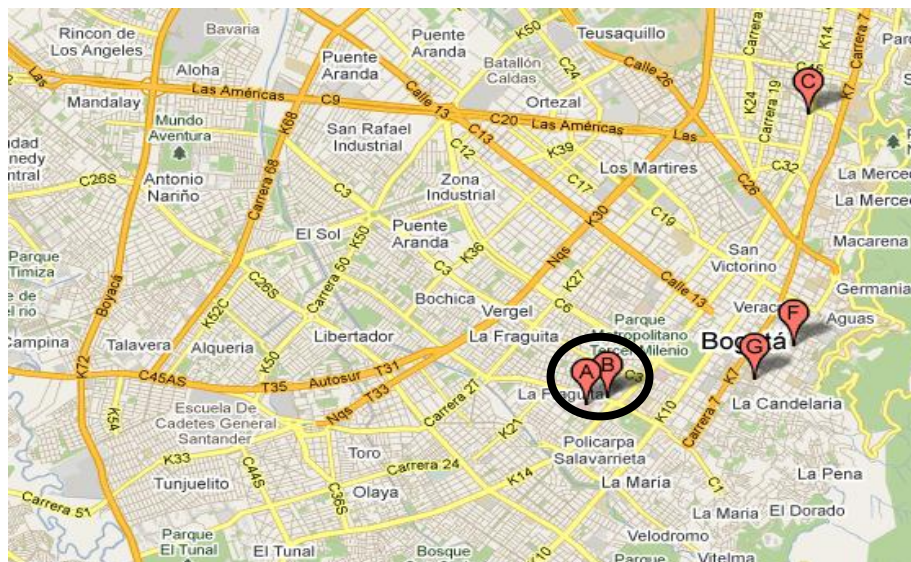
<b>Dirección Hospital Santa Clara, E.S.E.</b>	Carrera 15 N° 1 – 59 sur
<b>Superficie Total</b>	31296,42 m <sup>2</sup>
<b>Superficie Construida</b>	8739,77m <sup>2</sup>
<b>Total Camas</b>	277
<b>Total Población Mensual aproximada</b>	8500
<b>Total trabajadores (Funcionarios y Contratistas)</b>	1189

---

Fuente: PIGA HSC

En la figura 4 se presenta el mapa de ubicación del hospital Santa Clara en Bogotá, D.C. indicando los límites y avenidas que lo rodean.

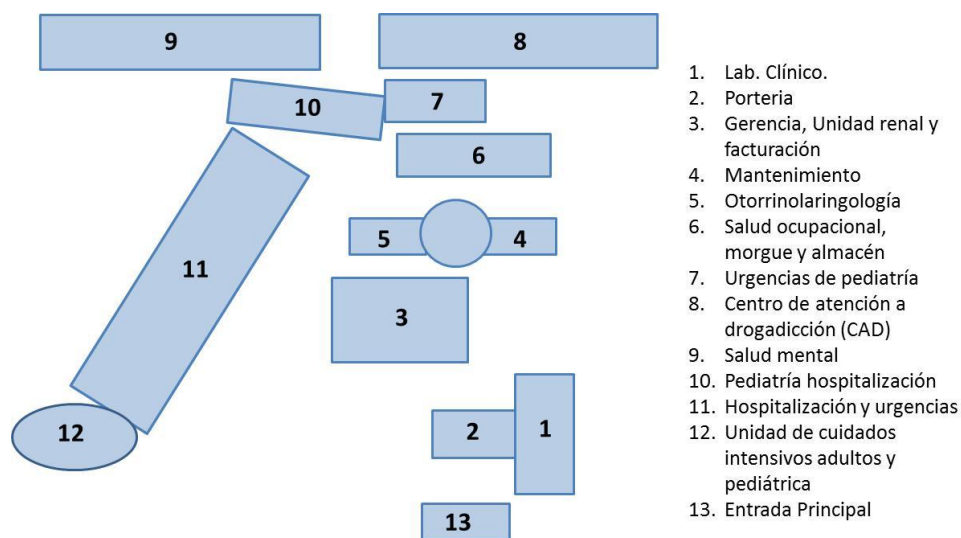
Figura 4. Ubicación geográfica del HSC



Fuente: Google Maps

La figura 5 muestra el plano general del HSC, en el cual se aprecia una estructura de bloques y las áreas que contiene cada uno.

Figura 5. Plano General de la Institución



Fuente: Mantenimiento HSC.

Los principales servicios que presta el Hospital son:

- Urgencias adultas y pediátricas
- Laboratorio Clínico
- Departamento de Enfermería
- Consulta Externa
- Hospitalización
- Medicina Interna
- Rayos X
- Unidad de Cuidados Intensivos
- Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos
- Laboratorio Pulmonar
- Hemodinamia
- Cardiología Invasiva
- Lavandería
- Servicios de Alimentos
- Unidad Renal

Fuente: PIGA HSC 2010

### **3.1 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR**

Para la realización del diagnóstico actual del HSC se realizaron visitas y entrevistas a distintas personas dentro del hospital, durante las cuales se pudo recopilar la siguiente información:

En cuanto a los sistemas de iluminación, se constató que en los pasillos de los distintos edificios existen fotosensores, lo que permite un ahorro energético. Desde el año 2007 se están realizando los cambios de luminarias fluorescentes estándar, a luminarias T8 con balastro electrónico. Se pudo corroborar que el último inventario de bombillería fue realizado en el año 2008 y de esa fecha hasta ahora se han venido haciendo cambios tanto en el número como en el tipo de bombillos empleados.

Respecto a los equipos, el HSC cuenta con un inventario, pero no existe registro del consumo energético teórico de los mismos, razón por la cual no se conoce la influencia de la adición de un equipo nuevo sobre el consumo energético total del hospital. Además que los tableros eléctricos no están sectorizados, por lo que hay equipos que no se sabe a qué tablero de operación se encuentran conectados.

Así mismo, para reducir la energía reactiva, se instalaron en el año 2008 un banco de condensadores. El HSC se provee de energía mediante tres (3) transformadores y no cuenta con un diagrama unifilar que permita conocer todas las instalaciones eléctricas presentes en el mismo. El HSC posee un único medidor de energía eléctrica, el cual registra los factores de consumo, por lo cual no se pueden conocer las áreas de mayor o menor consumo energético.

La instalación eléctrica del HSC en algunos puntos tiene una edad aproximada de 67 años, es decir la antigüedad del hospital, por lo que el sistema de cableado ha sobrepasado su vida útil y es posible que existan fugas de energía dentro del sistema.

En cuanto a la normatividad, el HSC cuenta con un Plan Institucional de Gestión Ambiental PIGA, en el cual se contempla el programa de uso eficiente de la energía, sin embargo, este programa no está basado en diagnósticos reales; solamente propone alternativas generales de ahorro energético.

En el tema de la capacitación, se han desarrollado campañas de uso eficiente de energía, se han realizado talleres a los trabajadores en su proceso de inducción y a los estudiantes cuando entran al hospital. Se observa que en los interruptores del área de hospitalización hay mensajes de sensibilización para que apaguen las luces cuando no se están utilizando.

### **3.2 DIAGNÓSTICO DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL POR USO DE LA ENERGÍA EN EL HSC**

En el anexo B se encuentra la matriz de evaluación de impactos ambientales relacionados con el uso de energía. De la matriz se observa lo siguiente:

Las actividades que generan impactos ambientales negativos muy significativos son la utilización veinticuatro (24) horas de equipos eléctricos y electrónicos en unidades como cuidados intensivos, unidad de cuidados intermedios, cirugía y urgencias y el procesamiento de muestras de laboratorio, esto se debe al uso continuo de equipos que son altos consumidores de energía.

Las actividades que generan impactos negativos significativos sobre el aprovechamiento de la energía son el uso de aire acondicionado y ventilación en quirófanos, iluminación general de áreas, lavado de ropa hospitalaria, impresiones y fotocopias, actividades administrativas, esterilización de equipos y ropa hospitalaria y utilización diurna de equipos en consulta externa, rehabilitación y laboratorio pulmonar.

Por su parte, las actividades que generan impactos positivos significativos son cambios en la iluminación incandescente por fluorescente de bajo consumo y la implementación del programa de uso eficiente y ahorro de energía.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y ANÁLISIS**

*En el presente capítulo se exponen los resultados de la investigación y su correspondiente análisis. En primer lugar se presentan los consumos energéticos del hospital en los últimos cuatro años (2007-2010) analizando el comportamiento de los mismos y las variables que influyeron en éste, posteriormente se presenta un análisis de las características de los motores por ser uno de los equipos que consume más energía, realizando una comparación entre la potencia nominal y la que realmente se está usando y entre la corriente que pasa por cada conductor y la capacidad de corriente que pueden soportar los mismos. Por último se presenta la estrategia para el mejoramiento de la gestión energética, objetivo principal de la investigación, que consta de cuatro partes, escogencia de los indicadores energéticos que pueden aplicarse al hospital, criterio de selección de equipos, propuesta para mejorar la eficiencia energética por equipos y una guía de monitoreo que permitirá la evaluación de la eficiencia del sistema de gestión energética en el tiempo.*

---

#### **4.1 HISTÓRICOS DE CONSUMO**

De acuerdo a los datos de consumos energéticos durante el periodo 2007-2010, suministrados por el HSC, se elaboró la Tabla 5, en la cual se refleja el aumento progresivo del consumo de un año a otro y el costo relacionado por esta causa.

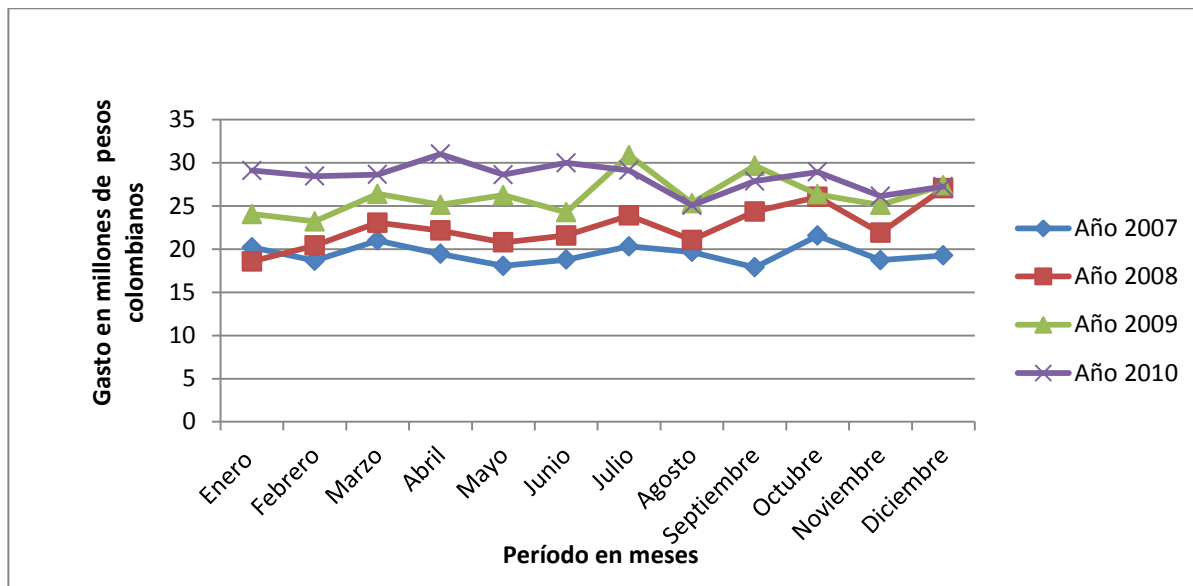
Tabla 5. Consumos y costos energéticos del HCS durante el periodo 2007 - 2010

Periodo	AÑO 2007		AÑO 2008		AÑO 2009		AÑO 2010	
	Consumo (kw/h)	Valor pagado	Consumo (Kw/h)	Valor pagado	Consumo (Kw/h)	Valor pagado	Consumo (Kw/h)	Valor pagado
Enero - Febrero	98400	20214510	92000	18584000	103200	24063100	113600	29102830
Febrero - Marzo	108000	18660730	96800	20419960	97600	23212500	112000	28462590
Marzo - Abril	98400	21015540	104800	23056000	108800	26393760	108800	28640120
Abril - Mayo	92000	19458360	100800	22163904	101600	25140060	119200	31024890
Mayo - Junio	95200	18067390	93600	20789496	104000	26248590	104800	28628520
Junio - Julio	104000	18783800	97600	21575456	95200	24267830	112000	30004930
Julio - Agosto	100000	20323230	106400	23905952	120000	30895600	112000	29133130
Agosto - Septiembre	91200	19675490	92000	21058800	98400	25334390	98400	25070900
Septiembre - Octubre	109600	17896540	106400	24354960	115200	29659770	106400	27888700
Octubre - Noviembre	94400	21572240	112800	26056800	104000	26350600	110400	27575084
Noviembre - Diciembre	96800	18735320	95200	21892192	101600	25129690	104000	26149610
Diciembre - Enero	95200	19270504	117600	27048000	111200	27404460	116000	26677132
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>1183200</b>	<b>233573390</b>	<b>1216000</b>	<b>270905520</b>	<b>1260800</b>	<b>314100350</b>	<b>1317600</b>	<b>338358436</b>
<b>PROMEDIO MENSUAL</b>	98600		101333,3333		105066,6667		109800	

Fuente: Autoras

En la tabla 5 se puede verificar el incremento del consumo energético anual durante el periodo estudiado que presente el HSC y por consiguiente el aumento en gastos energéticos que posee. Estos datos se observan de una manera más clara en la figura 6 que se muestra a continuación:

Figura 6. Histórico de consumos energéticos durante los años 2007 - 2010



Fuente: Autoras

De la figura 6 se puede observar que no se presenta un comportamiento definido en cuanto a las alzas y bajas de los gastos energéticos, sin embargo se aprecia que en los años evaluados la energía ha ido en un relativo aumento. Esto se debe a la instalación de nuevos equipos biomédicos e informáticos. Dentro de los equipos biomédicos se destaca el cambio del TAC (Tomógrafo Axial Computarizado) en julio del 2009 por uno de mayor potencia. En visitas realizadas al hospital se pudo corroborar que no cuentan con registros anuales de consumos energéticos, ni con contadores de energía por áreas por lo cual no se pueden determinar las causas exactas de este comportamiento.

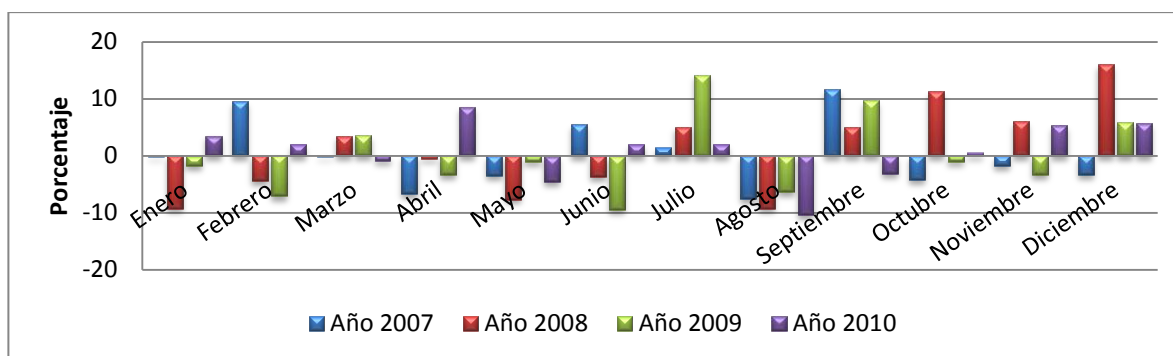
La tabla 6 que se presenta a continuación muestra las diferencias de consumos mensuales con respecto al consumo energético promedio anual, lo que permite concluir que no hay un comportamiento definido en cuanto a los porcentajes de desviación, lo que se puede observar en la figura 7.

Tabla 6. Diferencias de consumos mensuales con respecto al consumo energético promedio anual

	Año 2007 (%)	Año 2008 (%)	Año 2009 (%)	Año 2010 (%)
Enero	-0,2	-9,21	-1,78	3,46
Febrero	9,53	-4,47	-7,11	2
Marzo	-0,2	3,42	3,55	-0,91
Abril	-6,69	-0,53	-3,3	8,56
Mayo	-3,45	-7,63	-1,02	-4,55
Junio	5,48	-3,68	-9,39	2
Julio	1,42	5	14,21	2
Agosto	-7,51	-9,21	-6,35	-10,38
Septiembre	11,62	5	9,64	-3,1
Octubre	-4,26	11,32	-1,02	0,55
Noviembre	-1,83	6,05	-3,3	5,28
Diciembre	-3,35	16,05	5,84	5,65

Fuente: Autoras

Figura 7. Comparación de consumos históricos con respecto al consumo promedio anual



Fuente: Autoras

De la figura 7 se puede analizar la diferencia mensual con respecto a los promedios de consumos energéticos anuales, donde una vez más se nota que no hay un comportamiento regular de mes a mes, sin embargo se concluye que en los meses de mayo y agosto, durante los cuatro (4) años analizados se presentaron los menores consumos energéticos con respecto al promedio anual, ya que se presentó una desviación negativa durante todos los años en dichos meses. Estos bajos consumos en el mes de agosto son debidos a que el TAC (Tomógrafo Axila Computarizado) no funciona en esta época y además el personal de

muchos de los consultorios se encuentra en periodo vacacional. En el mes de mayo no se tienen referencias notables que puedan explicar el comportamiento en este periodo.

Por otro lado se concluye que los meses de mayor consumo energético fueron julio, septiembre y diciembre. El alto consumo en julio de 2009 se debe a la puesta en funcionamiento de un nuevo TAC de alto consumo y en el mes de diciembre el aumento se debe a la iluminación navideña. De la figura 7 se observa que en el año 2010 no existen aumentos drásticos en el consumo con respecto a los años anteriores estudiados, esto debido a la implementación de medidas de ahorro energético, como instalación de bombillas ahorradoras, fotoceldas en pasillos e iluminación externa, así como banco de condensadores. Se han realizado también campañas de sensibilización en el uso racional de la energía.

## **4.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES**

En la siguiente tabla se consigna el inventario de los motores y los resultados de las mediciones realizadas, descritas previamente en la metodología.

Tabla 7. Información de motores del HSC

Cantidad	Ubicación	Potencia nominal (W)	Fuerza (hp)	Intensidad de arranque (A)	Potencia Activa (W)	Intensidad permanente (A)	Capacidad de corriente de cada conductor A	Tipo de motor	Calibre AWG	Capacidad de corriente del cable A	Tiempo de uso	Observaciones
4	(UCI) adultos piso 1 y pediátrico piso 2	186,5	0,25	6,02	607,36	2,92	0,52	bifásico	Nº 12	30	24 hrs	
2	(UCI) adultos piso 1 y pediátrico piso 2	3730	5	8,09	1772,46	4,92	10,35	trifásico	Nº 12	30	24 hrs	
3	(UCI) adultos piso 1 y pediátrico piso 2	1119	1,5	5	954,68	2,65	3,11	bifásico	Nº 12	30	24 hrs	
2	unidad de calderas	2760,2	3,7	12,9	1341,60	6,45	7,66	bifásico	Nº 12	30	45 min	cada 30 min por 18 hrs
2	unidad de calderas	3580,8	4,8	14,4	2737,95	7,6	9,94	trifásico	Nº 12	30	45 min	cada 30 min por 18 hrs
2	unidad de calderas	2238	3	9,02	1523,88	4,23	6,21	trifásico	Nº 12	30	20 min	cada 1 hrs por 18 hrs
2	unidad de calderas	11190	15	28,9	5908,20	16,4	31,06	trifásico	Nº 6	75	20 min	cada 2 hrs por 24 hrs
2	unidad de calderas	1865	2,5	16,7	2914,47	8,09	5,18	trifásico	Nº 12	30	35 min	cada 3 hrs por 18 hrs
2	alarma contra incendio	2238	3	7,9	1401,40	3,89	6,21	trifásico	Nº 12	30	20 min	cada 45min por 24 hrs
1	alarma contra incendio	18650	25	61,3/35,8	10879,73	30,2	51,77	trifásico	Nº 10	40	en emergencia	motor triángulo estrella
1	alarma contra incendio	559,5	0,75	9,2	1621,15	4,5	1,55	bifásico	Nº 12	30	en emergencia	
2	aire medicinal	7460	10	26,9	4791,40	13,3	20,71	trifásico	Nº 8	55	20 a 25 min	30 min por 24 hrs
1	unidad de residuos	4476	6	40	5908,20	16,4	12,42	trifásico	Nº 8	55	1 min	cada 5 min por 2 hrs
2	carpintería	1492	2	5,9	900,64	2,5	4,14	trifásico	Nº 12	30	cambia por día	
1	carpintería	746	1	3,2	684,49	1,9	2,07	bifásico	Nº 12	30	cambia por día	
1	unidad de hemodinamia	246,18	0,33	2,5	432,31	1,2	0,68	bifásico	Nº 12	30	45 min	cada 1 hrs por 24 hrs
1	unidad de hemodinamia	2238	3	10,9	1772,46	4,92	6,21	trifásico	Nº 12	30	24 hrs	
3	suministro de agua potable	4476	6	15,8	2846,02	7,9	12,42	trifásico	Nº 10	40	35 min	depende del cosumo
1	consulta externa	3730	5	16,2	2701,92	7,5	10,35	trifásico	Nº 10	40	1 min	cada 20 min por 24 hrs
5	lavandería	2238	3	9,8	1801,28	5	6,21	trifásico	Nº 12	30	cambia por día	el motor cambia de jiro
4	lavandería	3730	5	11,92	1786,87	5,96	10,35	trifásico	Nº 12	30	cambia por día	
1	laboratorio clínico	246,18	0,33	2,5	540,38	1,5	0,68	bifásico	Nº 12	30	45 min	cada 1 hrs por 24 hrs
1	laboratorio clínico	2238	3	10,9	2237,19	4,95	6,21	trifásico	Nº 12	30	24 hrs	
2	unidad de esterilización	246,18	0,33	2,5	244,97	1,2	0,68	bifásico	Nº 12	30	45 min	cada 1 hrs por 24 hrs
2	unidad de esterilización	2238	3	10,9	1801,28	5	6,21	trifásico	Nº 12	30	24 hrs	
2	salas de cirugía	246,18	0,33	2,5	432,31	1,2	0,68	bifásico	Nº 12	30	45 min	cada 1 hrs por 24 hrs
1	salas de cirugía	3730	5	8,22	1873,33	5,2	10,35	trifásico	Nº 10	40	24 hrs	
1	ufen de sistemas	246,18	0,33	2,5	432,31	1,2	0,68	bifásico	Nº 12	30	45 min	cada 1 hrs por 24 hrs
1	ufen de sistemas	2238	3	10,6	1765,25	4,9	6,21	trifásico	Nº 12	30	24 hrs	
6	ufen de alimentos	1492	2	3,29	240,00	2	12,43	monofásico	Nº 12	30	24 hrs	
9	urgencias adultos	1492	2	3,2	234,00	1,95	12,43	monofásico	Nº 12	30	24 hrs	

Fuente: Autoras

De la tabla 7 se analiza lo siguiente:

### **Potencia nominal vs Potencia activa.**

Al realizar la comparación entre la potencia activa, es decir la potencia que realmente se está utilizando, con la potencia nominal o teórica se deduce que ocho (8) de los motores (cuadros en rojo) están sobre utilizados, es decir, emplean una potencia mayor de la que pueden dar, esto significa que para las necesidades en las áreas analizadas los motores utilizados son de una potencia pequeña y esto puede acarrear calentamiento de los mismos. Por otro lado catorce (14) de los motores (cuadros azul fuerte) están subutilizados, esto significa que la potencia que se necesita en estas áreas es menor que la que brindan, por lo cual los motores son muy grandes para los requerimientos necesarios. Los nueve (9) cuadros azules, son aquellos que se acomodan a la potencia que realmente se necesita. Todo lo anterior indica que en el hospital no se realiza un análisis de potencia para la escogencia de los motores y esto acarrea desperdicios de energía o sobrecalentamiento de los motores.

### **Corriente Vs Capacidad de corriente de cada conductor:**

Realizando una comparación entre la corriente de cada conductor y la capacidad de corriente de los cables, columnas 9 y 11 de la Tabla 7 respectivamente, se deduce que los cables que se encuentran en color verde, calibre 12, conducen corrientes menores que las que tienen capacidad de conducir, según la norma NTC 1332 UL 83. Sin embargo los calibres utilizados son los mínimos exigidos, por seguridad, por el Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RETIE). En estos casos no se puede realizar ninguna corrección al respecto. No obstante, los cuadros en color naranja, son los cables que pueden ser cambiados por calibres más pequeños con el fin de minimizar la capacidad de corriente y por consiguiente los costos, ya que entre más grueso sea el calibre, genera más costos para el hospital.

### 4.3 ESTRATEGIA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA

#### Indicadores energéticos

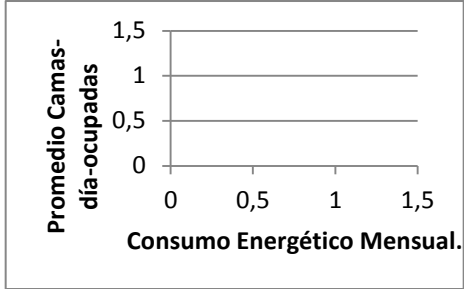
La continuidad y éxito de un proceso está determinada en gran parte por la capacidad de éste para evaluarse a sí mismo.

A través de la medición se obtiene información útil sobre los logros y metas alcanzadas y, además, permite valorar los procesos para hacer las correcciones necesarias.

Los Indicadores, también llamados medidas, son el medio que tenemos para visualizar si se están cumpliendo o no ciertos objetivos. Luego de realizar un estudio de los indicadores energéticos más utilizados actualmente a nivel mundial, se propone el uso de los siguientes indicadores, presentados en la Tabla 8 para llevar un registro en el HSC:

Tabla 8. Indicadores de Gestión Energética propuestos para el HSC

Indicador	Descripción	Fórmula
Consumo Energético Anual	Permite medir la cantidad de energía que se usa en un año en una edificación.  CEA: Consumo energético anual $C_{enero\dots\diciembre}$ = Consumo energético de cada mes del año	$CEA = C_{enero} + C_{febrero} + \dots + C_{diciembre}$
%Ahorro respecto al año anterior	Permite conocer el porcentaje de ahorro del presente año, comparado con el año anterior  Cactual = Consumo energético del año actual  C año ant = Consumo energético del año anterior	$\%Ahorro = \frac{C. \text{año actual} - C. \text{año ant}}{C. \text{año ant}} * 100$
Gasto energético	Significa cuánto dinero se	GE: Gasto mensual que indica la

Indicador	Descripción	Fórmula
(pesos)	gasta por el consumo de energéticos (en este caso energía eléctrica).  GE = Gasto Energético mensual en pesos colombianos	factura de energía eléctrica
Consumo final de energía desagregado por sectores	El indicador permite conocer patrones de consumo de los diferentes sectores. CF <sub>área n</sub> = Consumo energético final por cada edificación del hospital	$CF_{\text{área } 1} = X$ $CF_{\text{área } 2} = Y$ $\dots$ $CF_{\text{área } n} = Z$
Diagramas de dispersión del consumo mensual de energía eléctrica vs Camas-día-ocupadas	Permite evaluar si existe una dependencia directa entre el consumo energético y las camas-días-ocupadas. Para que un índice sea válido como indicador de eficiencia energética el coeficiente de correlación R <sup>2</sup> entre las variables relacionadas en el índice debe ser igual o mayor que 0,75	
Consumo de Energía per cápita	Mide el consumo “aparente” que surge del cociente entre consumo final de energía de todas las edificaciones del hospital y el número de personas, tanto personal como pacientes, cada año. CER = Consumo de Energía Per cápita	$CER = \frac{\text{Consumo total}}{\text{Total Personas}}$
Índice de consumo por unidad de área construida (kWh/m <sup>2</sup> -año).	Este índice busca correlacionar el consumo total de una edificación con respecto al área construida del mismo. CUAC = Consumo energético por unidad de área construida	$CUAC = \frac{\text{Consumo total}}{\text{Área construida}}$

Fuente: Autoras

El indicador consumo energético anual permitirá realizar una comparación del consumo año tras año para evaluar su aumento o su disminución y se podrá verificar el porcentaje de ahorro respecto al año anterior; este indicador está íntimamente relacionado con el gasto energético (pesos colombianos), pues, a mayor consumo mayor será el pago que deberá realizar el hospital y viceversa.

El consumo final de energía desagregado por sectores permitirá conocer el consumo que posee cada área por separado lo que facilitará el análisis energético y será de gran utilidad para el desarrollo de planes que apunten al uso eficiente o ahorro de energía, pues no todas las áreas presentan las mismas necesidades ni pueden tratarse de la misma manera.

Los diagramas de dispersión del consumo mensual de energía eléctrica Vs Camas-día-ocupadas permitirá evaluar si existe una dependencia directa entre el consumo energético y las habitaciones-días-ocupadas, pues no siempre este indicador es apropiado para evaluar la eficiencia energética de un hospital. Lo que es necesario evaluar para ver la relevancia de este indicador es la correlación  $R^2$  que existe entre las variables relacionadas, el cual debe ser igual o mayor a 0.75. Si  $R^2$  no es representativo, este indicador no refleja adecuadamente la eficiencia global en el consumo eléctrico del HSC ni podría ser utilizado para la evaluación de proyectos de mejora, por lo tanto se descartaría.

Por su parte el indicador de consumo de energía per cápita permitirá conocer el aporte que hace cada persona al consumo energético del HSC, tomando en cuenta tanto empleados como estudiantes y pacientes.

El último indicador propuesto es el índice de consumo por unidad de área construida ( $\text{kWh/m}^2\text{-año}$ ), el cual muestra si existe una relación de incremento en el consumo de energía al aumentar el área del HSC, por ejemplo al hacer remodelaciones.

### **Criterio de selección de equipos**

La selección de un equipo requiere de un estudio de las especificaciones y funcionalidad del mismo, junto con una evaluación de la capacidad y características relacionadas con el ahorro energético que son importantes y deben estar siempre presentes. A continuación se propone una guía que servirá de ayuda al momento de seleccionar equipos para el HSC

- ✓ Definir las especificaciones mínimas necesarias del equipo que se desea adquirir.
- ✓ Solicitar al menos, tres (3) cotizaciones con las mismas especificaciones.
- ✓ Investigar si las empresas a las cuales se les está pidiendo cotización poseen certificaciones ambientales, o si tienen programas de ahorro energético y gestión ambiental.
- ✓ Verificar la eficiencia del equipo, su consumo energético y su vida útil.
- ✓ Verificar que los equipos que se compren estén libres de sustancias peligrosas como cadmio, mercurio o sustancias radiactivas.
- ✓ Todos los equipos, obligatoriamente deben suministrarse con un folleto informativo elaborado por el fabricante en idioma español. Dicho folleto informativo es un elemento importante para la prevención, en él se recogerán elementos como explicación de las marcas, indicación de límites de uso del equipo, especificación de los niveles de riesgo para los que está previsto, etc. En consecuencia, dicho documento debe constituir uno de los pilares básicos en el proceso de selección de equipos.

En el anexo C se encuentra la lista de chequeo para realizar la escogencia de los equipos teniendo en cuenta el criterio energético. Para realizar esta lista se seleccionaron las características más importantes a tomar en cuenta, a cada uno de estos ítems se le asignó un puntaje del 0 al 3, donde 0 significa que el proveedor del equipo no dio información sobre la característica estudiada, 1 indica que el proveedor no cumple con las especificaciones mínimas necesarias, 2 indica que el proveedor cumple estrictamente con los requerimientos mínimos y 3 implica que las características suministradas por el proveedor están por encima del requerimiento mínimo. En caso de que no aplique alguna característica se colocará N/A (No Aplica).

El criterio de selección estará determinado por el proveedor que obtenga mayor puntaje, en caso de presentarse un empate se recurrirá al factor costo, seleccionando de esta manera el equipo más económico.

## Propuesta para mejorar la eficiencia energética por equipos

Para realizar la gestión energética completa, es necesario tener en cuenta las recomendaciones por equipos, presentadas en la Tabla 9:

Tabla 9. Recomendaciones para obtener la eficiencia energética de los equipos

<b>EQUIPO</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>Aires acondicionados</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Colocar termostatos que permitan regular la temperatura del aire acondicionado.</li><li>✓ No colocar la temperatura del aire muy baja, se recomienda mantenerla aproximadamente en 22 °C.</li><li>✓ Asegurarse de limpiar o reemplazar los filtros. El mantenimiento debe realizarse por lo menos cada 2 semanas.</li><li>✓ Emplear dispositivos de desconexión del aire acondicionado cuando las terrazas y/o ventanas se encuentren abiertas.</li><li>✓ Asegurarse que los aislamientos en tuberías y ductos para aire acondicionado estén en buen estado, eliminando fugas de aire.</li><li>✓ Utilizar aislantes con eficiencia comprobada en la superficie exterior de techos. Se ha podido comprobar que una capa de 25 mm de poliuretano aplicada en el techo reduce el consumo de energía eléctrica en aire acondicionado hasta en 29%, aunque es posible obtener resultados similares cubriendo el techo con pinturas especiales. (FIDE, 2010)</li><li>✓ Si se va a comprar un equipo de aire acondicionado nuevo se debe verificar que sea un modelo que esté certificado por una organización de energía. Se sugiere que cumplan con el sello de certificación FIDE o que cumpla con el programa EnergyStar, pues estos modelos usan mucho menos energía que otras unidades.</li></ul>

<b>EQUIPO</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>Cableado eléctrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mejorar el aislamiento, pues la falta de éste produce un intercambio de calor entre el medio ambiente y las tuberías, provocando pérdidas de energía. Reponer el aislamiento donde fue retirado, reemplazar donde esté deteriorado y colocar aislamiento nuevo en donde se detecten pérdidas de calor.</li> </ul>
<b>Iluminación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Frecuentemente los niveles de iluminación que se usan, tanto en áreas comunes como en áreas específicas, son muy altos. Es conveniente comprobar tales niveles usando un luxómetro y compararlo con las tablas de iluminación. En caso de existir sobre iluminación, conviene retirar algunas lámparas o sustituirlas por otras de menor potencia. Si el nivel de iluminación no es suficiente, se pueden utilizar reflectores de aluminio en los gabinetes sin incrementar la carga eléctrica.</li> <li>✓ En caso de que los niveles de iluminación sean los adecuados, lo recomendable es utilizar lámparas que proporcionen el mismo nivel, pero con una menor potencia</li> <li>✓ Se recomienda llevar a cabo análisis en cada edificio del Hospital para el aprovechamiento de la luz natural, pues al realizar recorridos por el mismo, se pudo notar que existe un gran potencial de ahorro de energía</li> </ul>
<b>Compresores de aire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se deben mantener a una presión continua y estable en toda la instalación.</li> <li>✓ Limpiar regularmente los filtros de aire</li> <li>✓ Utilizar buenas abrazaderas en todas sus mangueras.</li> <li>✓ No debe existir una caída de presión superior al 5% entre el compresor y el punto de utilización más lejano</li> </ul>
<b>Equipos biomédicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar el mantenimiento preventivo sugerido por el fabricante de cada equipo</li> <li>✓ En caso que el equipo lo permita, apagarlo cuando no se esté usando.</li> </ul>

<b>EQUIPO</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>Transformadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estos son equipos sofisticados que se deben mantener en buenas condiciones con asesoría experta.</li> <li>✓ Evitar un manejo inadecuado de los aceites de reemplazo.</li> <li>✓ Mantener limpio la envolvente y los radiadores</li> <li>✓ Evitar trabajarlos a muy baja o nada de carga</li> <li>✓ Mantener el nivel de aceite dieléctrico.</li> </ul>
<b>Secadoras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Operar de forma regulada el equipo.</li> <li>✓ Medir la eficiencia regularmente.</li> <li>✓ Cargar la ropa de forma regular, a que no se dejen espacios para que el aire busque rutas preferenciales.</li> <li>✓ Si el equipo tiene sistemas de recirculación, estos se deben utilizar y calibrar.</li> <li>✓ Evitar que la temperatura sea la única variable que se controla. Esto puede ser muy engañoso y llevar a consumos excesivos de combustibles.</li> <li>✓ Desarrollar métodos adecuados de determinación de humedad en el producto. Este punto es muy importante, pues se pueden generar altos costos en busca de puntos de secado muy exigentes.</li> <li>✓ Mantener el sistema limpio.</li> <li>✓ Evitar que el aire de descarga final sea succionado de nuevo hacia la entrada del sistema.</li> </ul>
<b>Motores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar la eficiencia de los motores especialmente de los de gran tamaño.</li> <li>✓ Estudiar la posibilidad de cambiar los motores antiguos de baja eficiencia por motores de nueva generación.</li> <li>✓ Calibrar los instrumentos de los tableros de control.</li> </ul>

EQUIPO	RECOMENDACIONES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evitar fugas, puntos calientes en los conductores y uniones.</li> <li>✓ Hacer mantenimiento preventivo mediante termografías en puntos calientes y potenciales.</li> <li>✓ Revisar rodamientos y ventiladores.</li> <li>✓ Revisar la energía perdida en los elementos de regulación y estudiar la posibilidad de que se trabaje con control electrónico de velocidad en los motores.</li> <li>✓ Revisar los amperajes de las líneas y velar porque estén dentro de los estándares.</li> <li>✓ Vigilar el factor de potencia de los equipos y de la empresa y mantenerlo dentro de los límites. Estudiar el control automático de este factor.</li> <li>✓ Contar con diagramas de los sistemas eléctricos y con un tabla de puntos de diseño y funcionamiento esperados.</li> <li>✓ Se puede lograr mejoras en la eficiencia de los motores hasta de un 30% mediante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motores eficiente energéticamente.</li> <li>• Velocidades ajustables</li> <li>• Acondicionamiento de la potencia.</li> <li>• Mejores bombas, ventiladores compresores y otros equipos.</li> <li>• Mejores diseños del sistema.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Equipos de cómputo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar los equipos que pueden apagarse cuando no estén en uso.</li> <li>✓ Usar etiquetas verdes y rojas para indicar qué equipos pueden apagarse y cuáles deben dejarse prendidos.</li> <li>✓ Hacer saber al personal que los equipos con etiquetas verdes deben dejarse encendidos cuando no estén en uso.</li> </ul>

EQUIPO	RECOMENDACIONES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Comprobar que la temperatura de las salas de computadores se mantiene a 25°C.</li> <li>✓ Utilizar sistemas trifásicos en lugar de monofásicos.</li> </ul>
<b>Cuartos fríos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se recomienda hacer seguimientos en las noches y en fines de semana y si es el caso, programar los controles y las secuencias de los equipos para evitar estos sobrecostos.</li> <li>✓ Evitar en lo posible ingresos no programados a los cuartos.</li> <li>✓ Vigilar la hermeticidad de las puertas.</li> <li>✓ Almacenar los productos con criterio, evitando cerrar los pasos de aire desde los difusores. Con regularidad deben hacerse mediciones de temperaturas internas para detectar si los controles y circulaciones de aire en verdad dan lugar a las temperaturas deseables.</li> <li>✓ Controlar y programar los tiempos de almacenamiento. Esto implica buena coordinación comercial y con la zona de producción.</li> <li>✓ Apagar las lámparas internas siempre que el cuarto esté cerrado.</li> <li>✓ Se recomienda adquirir un equipo de medición de temperaturas para llevar controles regulares de las temperaturas en distintas zonas de los cuartos.</li> <li>✓ Mantener en buenas condiciones los medidores de temperatura.</li> </ul>

Fuente: Recopilación de las Autoras

## **Guía de monitoreo**

La continuidad y éxito de un proceso está determinada en gran parte por la capacidad de este para evaluarse a sí mismo.

A través de la medición se obtiene información útil sobre los logros y metas alcanzadas y, además, permite valorar los procesos para hacer las correcciones necesarias.

Con los indicadores propuestos anteriormente (Tabla 8) se realizaron formatos de monitoreo de los mismos, los cuales se exponen en la guía de monitoreo (Ver Anexo D), de acuerdo a su frecuencia y estableciendo responsabilidades para la medición de cada uno, como se puede ver en la Tabla 10:

Tabla 10. Seguimiento a los indicadores de gestión energética

Indicador	Descripción de Variables	Frecuencia	Fuente de origen	Responsable
<b>Consumo energético anual</b>	Energía consumida en kWh por año	Anual	Factura de energía eléctrica	Equipo líder en eficiencia energética
<b>%Ahorro respecto al año anterior</b>	Energía consumida en kWh del año actual y el anterior	Anual	Factura de energía eléctrica	Equipo líder en eficiencia energética
<b>Gastos energéticos (pesos)</b>	Costo de la energía en pesos durante un año	Mensual	Factura de energía eléctrica	Equipo líder en eficiencia energética
<b>Consumo final de energía desagregado por sectores</b>	Energía consumida en kWh por sectores	Mensual	Contadores de energía por sectores	Equipo líder en eficiencia energética
<b>Diagramas de dispersión del consumo mensual de energía eléctrica vs Camas-día-ocupadas</b>	Consumo energético mensual en kWh y número promedio de camas ocupadas por mes	Mensual	Factura de energía eléctrica y área de planeación	Equipo líder en eficiencia energética
<b>Consumo de Energía per cápita</b>	Consumo energético anual en kWh y número total de trabajadores, estudiantes y pacientes	Anual	Factura de energía eléctrica, área de planeación y recursos humanos	Equipo líder en eficiencia energética
<b>Índice de consumo por unidad de área construida (kWh/m<sup>2</sup>-año).</b>	Consumo energético anual en kWh y cantidad total de metros cuadrados construidos	Anual	Factura de energía eléctrica y área de mantenimiento	Equipo líder en eficiencia energética

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*El capítulo quinto presenta las conclusiones de la investigación y una serie de recomendaciones generales a tener en cuenta para mejorar la eficiencia energética del Hospital Santa Clara.*

---

#### 5.1. CONCLUSIONES

1. Se realizó un diagnóstico energético del HSC, en el cual se pudieron encontrar grandes potenciales de ahorro energético como tener en cuenta criterios energéticos para la adquisición de equipos, medir la iluminación que realmente se necesita, instalar medidores de consumo energético por áreas, realizar mantenimientos continuos a los equipos de refrigeración y aires acondicionados y cambiar luminarias convencionales por ahorradoras tipo T8 o T5, entre otros.
2. Se evaluaron los impactos ambientales generados por el uso de la energía, observándose que las actividades que presentan mayor impacto son el uso de equipos eléctricos las veinticuatro (24) horas y la iluminación permanente de áreas.
3. Se identificó que los tableros eléctricos no están sectorizados, por lo que existen equipos que no se sabe a qué red se encuentran conectados.
4. Los indicadores y metas planteadas en el programa de ahorro y uso eficiente de la energía del HSC no son representativos, ya que no tienen en cuenta los factores que inciden en el aumento del consumo energético.
5. Se determinaron que los puntos críticos corresponden a la iluminación, así como el TAC, en los cuales se presenta el mayor consumo de energía.
6. Se realizó una guía de monitoreo la cual consta de 5 etapas, las cuales son: 1) Seguimiento y divulgación de indicadores. 2) Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación. 3) Evaluación del personal entrenado. 4) Chequeos de gerencia. 5) Evaluación y divulgación de resultados que comparada con el sistema de gestión actual permitirá evaluar la eficiencia del sistema de gestión energética.
7. Se identificaron las alternativas de ahorro energético como: tener en cuenta criterios energéticos para la compra de equipos eléctricos y electrónicos, instalar medidores por áreas para identificar aquellas que requieran mayor intervención, cambiar las

luminarias por ahorradoras, cambiar motores e instalarlos de acuerdo a las necesidades reales de energía y llevar indicadores que tengan en cuenta las variables que inciden en el aumento o disminución de la energía.

8. La mayor dificultad que presenta el HSC para realizar una adecuada gestión energética es que no cuenta con registros que permitan definir los aumentos o disminuciones de los consumos históricos de energía.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta que el HSC tiene variados equipos que funcionan con energía eléctrica y que ésta representa un alto costo en los servicios públicos se realizan las siguientes recomendaciones para lograr eficiencia energética:

1. Instalar contadores por áreas (asistenciales), con el fin de conocer los consumos específicos y de esta manera realizar intervenciones de mejoramiento que se reflejarán en mejores resultados.
2. Realizar un estudio unifilar con el fin de obtener información concisa del sistema eléctrico como la identificación de todas las redes y a qué tableros están conectados.
3. Instalar interruptores por áreas específicas y no generales como en habitaciones, oficinas y no por áreas con el fin de usar la energía para iluminación que realmente se requiere y no mantener áreas iluminadas que no lo necesitan.
4. Contar con un equipo que lidere el programa de eficiencia energética y que conozca del tema.
5. Capacitar continuamente a todos los empleados que tienen relación con el mantenimiento de equipos eléctricos para que conozcan la importancia de la eficiencia energética.
6. Capacitar a todos los funcionarios y contratistas del HSC en el cuidado de la energía.
7. Instalar sensores de movimiento en zonas donde no hay mucha afluencia de gente, por lo que en el HSC se recomienda colocarlos en el área de cuidados intensivos y áreas administrativas.

8. Instalar bombillería ahorradora, específicamente lámparas T8 o T5, las cuales consumen menos energía y son más eficientes. Es importante tener en cuenta que sean de marcas reconocidas mundialmente para lograr un mejor resultado.
9. Realizar un diagnóstico energético y propuestas en el HSC, enfocadas a los equipos que usan combustibles para su funcionamiento.

## REFERENCIAS

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA Y ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE MANTENIMIENTO INTEGRAL DE EDIFICIOS, INFRAESTRUCTURAS E INDUSTRIAS (2008). *Gestión Energética Global en un Hospital Público, mediante la utilización de Energías Renovables*, Sevilla, España.

BORROTO, et al, (2005). *La gestión energética, una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial*. Medellín, Colombia.

CENTRE FOR THE ANALYSIS AND DISSEMINATION OF DEMONSTRATED ENERGY TECHNOLOGIES (CADDET)(2005). *Saving energy with Energy Efficiency in Hospitals*, Sittard, Países Bajos.

CODENSA (2011), *Recuperado el 13 de marzo de 2011, de <http://gestionomiennergia.micodensa.com/empresa/distribucion?tipo=52>*. Colombia.

CORONADO, J., GIRALDO J.M. Y MAESTRE, F.(2005). *Tipos de contratos administrativos y financiación externa*. Sevilla, España.

CAMPOS J, et. al(2006). *Programa de Gestión Integral de la Energía para el Sector Productivo Nacional Proyecto Upme Colciencias*. Universidad del Atlántico y Universidad Autónoma de Occidente .

CAMPOS J. et al (2008). *Modelo de Gestión Energética para el sector productivo nacional*. Bogotá, Colombia.

DEFINICIÓN ABC UNA GUIA ÚNICA EN LA RED. (s.f.). *Definición ABC.com*. Recuperado el 15 de febrero de 2011, de <http://www.definicionabc.com/general/transformador.php>

ESPINOZA S., DÁVILA R, POVEDA M. (2005). *Diagnóstico energético del hospital general de las Fuerzas Armadas No 1*. Ecuador.

Ente Vasco de la Energía. (S/A). *La Gestión Energética en la Industria*. País Vasco.

FIDE (2010). *FIDE*. *Uso responsable de electricidad con compromiso ambiental*. Recuperado el 03 de Abril de 2011, de <http://www.fide.org.mx/home/home.asp>

GLYNN, P. (2001). *Kingston general hospital Remedies high energy costs*. Canadá

JARAMILLO, H. (1999). Gestión energética en la industria. Revista Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, No 073. Universidad ICESI. Cali, Colombia.

LAROUSSE S.A. (1998). *DICCIONARIO ENCICLOPEDICO*. Santa Fe de Bogotá Colombia: Ediciones Larousse.

(LOPEZ O., AHR A.(1973). Introduction to electricity and electronics.Delmar Publishers. New York. Estados Unidos.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC 1486) (2008). Documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Colombia

SANTAMARÍA, A. C.-G. (1998). Tecnología Eléctrica. Madrid: Mc Graw Hill/ Interamericana de España S.A.U.

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. (2009). *Lineamientos para la Formulación e Implementación del PIGA*. Subdirección de Planes y Políticas Ambientales, Bogotá.

UPME-Ministerio de Minas y Energía. (2011). *Términos de referencia*. Bogotá.

# **ANEXOS**

## ANEXO A

### Entrevista realizada al recurso humano del HSC como parte del diagnóstico

	PREGUNTA	RESPUESTA			OBSERVACIONES
		SI	NO	PARCIAL	
<b>ILUMINACION</b>					
1	¿Usan lámparas fluorescentes ahorradoras T8?	X			Desde hace mes y medio se han hecho los cambios. En San Rafael I y pasillo falta T8
2	¿Usan balastos electrónicos?	X			Desde hace mes y medio se están haciendo cambios paulatinos
3	Existen campañas de sensibilización para que los usuarios apaguen la luz al salir de un cuarto o corredor?		X		-
4	¿Ha revisado recientemente el nivel de iluminación en las zonas de trabajo?		X		-
5	¿Se aprovecha al máximo la luz que entra por las ventanas?		X		Se han realizado adecuaciones sin tener en cuenta las ventanas
6	¿Se limpian las luminarias anualmente?	X			Semestralmente
7	¿Hay suficientes interruptores de luz?			X	Hay áreas donde no se presentan suficientes interruptores
8	Se apagan las luces en las zonas que no se usan frecuentemente?	X			Son controlados por la fotocelda
9	¿Se usan fotoceldas para controlar automáticamente las luces internas?	X			En San Rafael, Pediatría, Pasillo Rampa, Santa Inés, Santa María, Alumbrado Exterior
10	¿Se reemplazan las bombillas incandescentes normales por lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo?	X			-
11	¿Se usan luminarias con tubos fluorescentes gemelos con reflectores de espejo?		X		No, debido a que con el tiempo se opacan y disminuyen la iluminación
12	En los almacenes y otras zonas de techo alto ¿está usando lámparas de descargue de alta presión?				Desconocimiento del personal
<b>CALDERAS</b>					
13	¿Se revisan periódicamente por profesionales?	X			Mantenimiento General cada 4 meses
14	¿Se controla la eficiencia de las calderas?		X		No, solo se lleva el consumo diario
15	¿Están aisladas todas las tuberías de distribución, válvulas y acoples?			X	En la parte de la lavandería no hay aislamiento
16	¿La línea de combustibles para calderas es independiente de cualquier otra área?		X		La línea de gas esta compartida con el área de la cocina
17	Tiempo de uso de las calderas				13-14 horas diarias

EQUIPOS ELÉCTRICOS					
18	¿Se apagan los computadores, impresoras y equipos asociados cuando no están en uso?		X		-
19	¿Se hacen comprobaciones periódicas de la condición de los cierres de los refrigeradores y congeladores?		X		Solo se hace mantenimiento correctivo, no preventivo.
20	¿Se indica al personal a que apaguen los equipos eléctricos cuando trabajan al vacío?				No se trabajan equipos al vacío.
21	¿Se apagan los equipos de soldadura cuando no están en uso?	X			Hay 2 equipos de soldadura 220V y un equipo que trabaja a 110V
22	¿Se ha comprobado si el aire acondicionado de las salas de los computadores se mantiene a la temperatura correcta?			X	No hay suficiente ventilación en algunas áreas. En la UPS no hay AA, hay extractores
23	¿Se ha comprobado si los motores trifásicos de más de 5KW pueden ser cambiados de la conexión delta a la estrella?			X	Hay solo un motor en la bomba contra incendio que funciona con conexión delta estrella
AIRE COMPRIMIDO					
24	¿Es conciente el personal del alto costo del aire comprimido?			X	No sabe con certeza el costo ni la energía que pueda consumir
25	¿Tienen implementado un sistema efectivo para conocer las fugas?	X			El equipo es automatizado, con sensores
26	¿Ha implementado un programa periódico de pruebas y reparación de fugas?	X			A diario se revisan correas, aguas de tanques. Cada hora entre 7:00am y 5:00pm
27	¿Están las tuberías de aire comprimido que ya no se usan permanentemente aisladas?		X		Todas las tuberías que se tienen están actualmente en uso
28	¿Se genera el aire comprimido a la presión mínima exigida?	X			Se genera a la presión normal exigida. En el tanque la presión es de 120psi, pero a la salida hay un regulador y permite que salga entre 50 y 60psi
29	Si se usan pistolas de soplado ¿Están reguladas a la presión recomendada?	X			Para pintura está regulado a 35 y 40psi. Para secado de en el área de esterilización se usa a la presión de la red
30	Se limpian o cambian a menudo los filtros de aire de entrada?	X			Se limpian cada 8 días
31	¿Se toma directamente el aire desde el exterior?	X			-

32	Es el sistema de tratamiento de aire inspeccionado y mantenido periódicamente?		X		Se necesitan unos laboratorios que exige el INVIMA pero no se han hecho en el hospital
33	¿Necesitan todas las zonas de aire comprimido la misma presión?	X			-
34	¿Ha cambiado las válvulas de drenaje manual?		X		-

Fuente: elaboración propia a partir del formato suministrado por la Dirección Ambiental Sectorial. Ministerio del Medio Ambiente 2002

## Anexo B. Matriz de evaluación de impactos y aspectos ambientales del HSC

---



Anexo C. Criterio de selección de equipos

EQUIPO	Características Equipo	Especificaciones mínimas necesarias	Empresa 1		Empresa 2		Empresa 3	
			Característica	Puntaje	Característica	Puntaje	Característica	Puntaje
EQUIPO X	Eficiencia							
	Consumo energético							
	Tiempo de vida útil							
	Presencia de sustancias peligrosas							
	Emisiones							
	Tipo de corriente: monofásico, bifásico o trifásico							
	Certificaciones ambientales y/o energéticas							
	Folleto informativo en español							
	Disponibilidad y tiempo de entrega							
	Costo inicial			-		-		-
	Costo de instalación			-		-		-

Fuente: Autoras

Las especificaciones mínimas necesarias del equipo serán establecidas por los expertos del hospital de acuerdo a sus requerimientos.

Las características son las indicadas por cada proveedor de acuerdo a los ítems a tomar en cuenta para cada equipo

Puntaje: 0: El proveedor no informa sobre la especificación

1: No Cumple con las especificaciones mínimas necesarias

2: Cumple estrictamente las especificaciones mínimas necesarias

3: El equipo se encuentra por encima de las especificaciones mínimas necesarias

N/A: No aplica

HOSPITAL SANTA CLARA III NIVEL  
EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO



# ***GUIA DE MONITOREO PARA LA GESTIÓN ENERGÉTICA 2011***

---

<b>Versión</b>	1.0
<b>Dirección</b>	Cra 15 N 1 – 59 sur
<b>Conmutador</b>	3282828
<b>Elaborado por</b>	Diana Padrón y Silvia Morales Estudiantes de la especialización en Gestión energética y ambiental Universidad de La Salle
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:santaclara@esebogota.gov.co">santaclara@esebogota.gov.co</a>
<b>Fecha última de actualización</b>	Mayo 2011

## GLOSARIO

**Eficiencia energética:** es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.(UPME-Ministerio de Minas y Energía, 2011)

**Gestión:** coordinación de todos los recursos disponibles para conseguir determinados objetivos, implica amplias y fuertes interacciones fundamentales entre el entorno, las estructuras, el proceso y los productos que se deseen obtener.(UPME-Ministerio de Minas y Energía, 2011)

**Indicador:** Cifra representativa de una situación, proceso, programa, entre otros, para un periodo determinado. Deben ser medibles, alcanzables, estar coordinados, ser desafiantes y comprometedores. (LAROUSSE S.A, 1998)

**Monitoreo:** es el proceso de recoger la información rutinariamente sobre todos los aspectos de una gestión y usarla en la administración y toma de decisión de la gestión. Es una herramienta básica y vital que provee a la empresa información que es esencial para el diseño, implementación, administración y evaluación de las actividades de la gestión. (LAROUSSE S.A, 1998).

## **INTRODUCCIÓN**

Toda gestión implica realizar actividades para el logro de objetivos específicos. Sin embargo ¿cómo saber si determinada gestión está logrando lo que se propuso la empresa?. Es allí donde cobra importancia el monitoreo o seguimiento de las actividades de la gestión para posteriormente evaluar su eficiencia.

La gestión energética no está exenta de ser evaluada, todo lo contrario, es necesario e importante realizar un seguimiento riguroso a las actividades inmersas en dicha gestión, ya que esto indicará si se están haciendo bien las cosas alcanzando las metas y objetivos propuestos, o si por el contrario es necesario realizar ajustes para lograr una verdadera eficiencia energética.

En la presente guía se encuentran los pasos necesarios para llevar a cabo un monitoreo a la gestión energética del HSC, con el fin de entregar una herramienta sencilla, para que una vez implementado el programa de eficiencia energética, este pueda ser evaluado de una manera eficiente.

## **OBJETIVOS**

1. Elaborar una guía de monitoreo para realizar seguimiento a la gestión energética del HSC.
2. Describir los pasos necesarios para monitorear eficientemente la gestión energética en el HSC.
3. Orientar al equipo que liderará la gestión energética en el HSC para que realicen un seguimiento y evaluación.

## **ALCANCE**

La presente guía está dirigida para el equipo que liderará la gestión energética en el Hospital Santa Clara E.S.E.

Puede ser aplicada a todas las áreas del HSC y a los procesos y personal relacionados con el uso de energía eléctrica.

## GUIA PARA EL MONITOREO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL HOSPITAL SANTA CLARA E.S.E

Para realizar un monitoreo a la Gestión energética en el HSC, es necesario realizar las siguientes etapas:

1. Seguimiento y divulgación de indicadores.
2. Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación.
3. Evaluación del personal entrenado.
4. Chequeos de gerencia.
5. Evaluación y divulgación de resultados.

En la siguiente tabla se define el resultado que se espera con cada actividad y cuáles son los registros necesarios para llevarla a cabo.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>REGISTROS</b>
Seguimiento y divulgación de indicadores	<p>Cumplimiento de los indicadores establecidos para alcanzar los potenciales de reducción identificados</p> <p>Control de las variables que impactan los consumos y la eficiencia energética de los equipos y procesos.</p> <p>Alineación de los procesos gerenciales hacia el uso eficiente de la energía</p>	<p>Formato de análisis de indicadores (Anexo1).</p> <p>Informes de desempeño a gerencia.</p>
Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación	<p>Cambio y consolidación de hábitos operacionales, de mantenimiento, de producción y de coordinación hacia las</p>	<p>Lista de chequeo para evaluación de las buenas prácticas.</p>

	mejores prácticas de ahorro energético	
Evaluación del personal entrenado	Mantener el personal responsable actualizado y calificado para las buenas prácticas de eficiencia energética. Evaluar el grado de entendimiento de las capacitaciones.	Registro de actividades de entrenamiento al personal responsable de la evaluación energética.  Realizar evaluaciones individuales luego de cada capacitación.
Chequeos de gerencia	Mejorar continuamente el programa de eficiencia energética.	Lista de chequeo para verificar el cumplimiento de todos los objetivos planteados en el programa.
Evaluación y divulgación de resultados	Incremento cuantificado de la eficiencia energética del HSC. Incremento cuantificado de la productividad del hospital. Reducción cuantificada del consumo energético del hospital HSC. Incremento de la conciencia energética y ambiental a todos los niveles involucrados.	INDICADORES:  Consumo energético anual  % Ahorro respecto al año anterior  Gastos energéticos (pesos)  Consumo final de energía desagregado por sectores  Diagramas de dispersión del consumo mensual de

		<p>energía eléctrica vs Camas-día-ocupadas</p> <p>Consumo de Energía per cápita</p> <p>Índice de consumo por unidad de área construida (kWh/m<sup>2</sup>-año).</p> <p>Índice de eficiencia de las capacitaciones.</p>
--	--	--

Fuente: Autoras

Los formatos presentados a continuación permitirán llevar a cabo el monitoreo de cada uno de los indicadores propuestos.

Formatos de monitoreo de los indicadores de gestión energética

Formato 1. INDICADOR: Consumo final de energía desagregado por sectores								
	Fecha medición	Sector A	Sector B	Sector C	Sector D	Sector E	Sector F	TOTAL
Enero								
Febrero								
Marzo								
Abril								
Mayo								
Junio								
Julio								
Agosto								
Septiembre								
Octubre								
Noviembre								
Diciembre								

75

Análisis del indicador: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Responsable

Formato 2. INDICADOR: Consumo de energía per cápita (CEPC)				
Año	Fecha medición	Consumo Total Energía (kW)	Total personas	CEPC (kW/persona)
2011				
2012				
2013				
2014				
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				
2020				

**FÓRMULA:**  

$$CEPC = \frac{\text{Consumo total}}{\text{Total Personas}}$$

Total personas = Total de trabajadores, estudiantes y pacientes en el periodo estudiado

Análisis del indicador:

---



---



---



---

Responsable

Formato 3. INDICADOR: Porcentaje de ahorro respecto al año anterior			
Año	Fecha medición	Consumo Total Energía (kw)	%Ahorro
2010			
2011			
2012			
2013			
2014			
2015			
2016			
2017			
2018			
2019			
2020			

**FÓRMULA:**

$$\%Ahorro = \frac{C. actual - C. año ant}{C. año ant} * 100$$

Análisis del  
indicador:

---



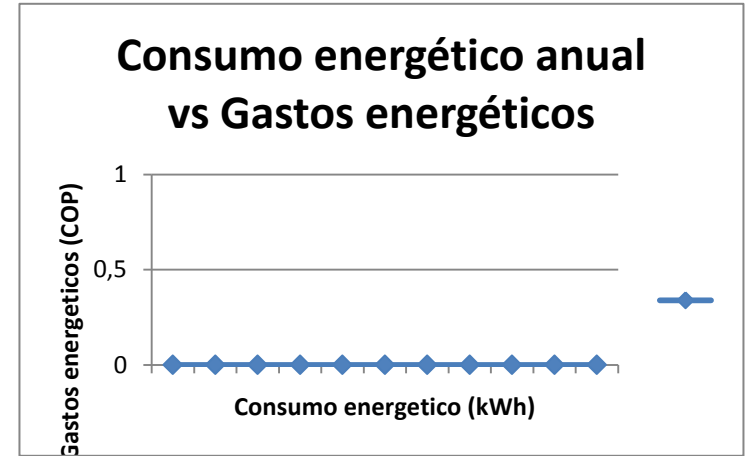
---



---

\_\_\_\_\_  
Responsible

Formato 4. INDICADOR: Consumo energético anual y gastos energéticos			
	Fecha medición	Consumo energético (kWh)	Gastos energéticos (COP)
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			
TOTAL AÑO		0	0



Análisis del indicador: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Responsable

Formato 5. INDICADOR: Índice de Consumo por unidad de área (CUAC)				
Año	Fecha medición	Consumo Total Energía (kWh)	Área construida (m2)	CUAC (kWh/m2-año)
2011				
2012				
2013				
2014				
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				
2020				

**FÓRMULA:**

$$CUAC = \frac{\text{Consumo total}}{\text{Área construida}}$$

79

Análisis del indicador:

---



---



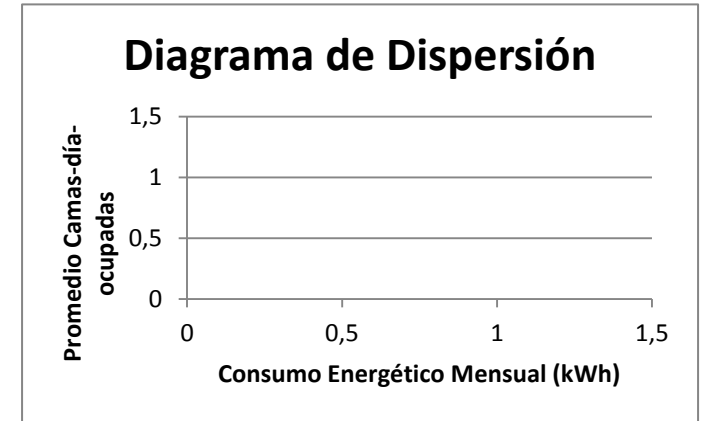
---



---

Responsable

Formato 6. INDICADOR: Consumo energético anual y gastos energéticos			
	Fecha medición	Consumo energético (kWh)	Promedio Camas-día-ocupadas
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			
TOTAL AÑO			



Análisis del indicador:

---



---



---



---

Responsable

