

Implementación de métodos y técnicas de auditoría energética en el Hospital “San Juan de Dios” del departamento de Estelí

Orbelith de la Concepción Murillo Jarquín,
Emilio Martín Lanuza Saavedra

Resumen: La implementación de métodos y técnicas de auditoría energética en el Hospital San Juan de Dios (HSJD) de la ciudad de Estelí, consistió en la identificación de los usos energéticos actuales en todas y cada una de las áreas del edificio. Se hizo el reconocimiento del edificio, de las instalaciones y de los equipos y de las distintas fuentes de energía. Así mismo, se conoció la situación energética actual del hospital (diagnóstico), a través de la recolección de datos históricos del consumo eléctrico “facturas eléctricas” de los tres últimos años, que presentaron problemas con el factor de potencia, y con una alta carga reactiva que supera en algunos casos más del 75% de la energía registrada.

Estos comportamientos son un indicador de que es necesario contar con un plan de medidas para mejorar esta situación. Las medidas pasan por usar aparatos de consumo con tecnologías más eficientes, tiempo de uso de los aparatos, hasta implementar tecnologías energéticas renovables en ciertas áreas del hospital. Todo ello contribuiría a disminuir el gasto de energía. Pero también, los recursos financieros que merman el presupuesto del hospital, principalmente, por el canal de la facturación eléctrica, resultan suficientes para realizar estas inversiones en el corto plazo. En una primera gran proyección del plan propuesto en este trabajo apunta a un 34.3% de ahorro del consumo total actual.

Palabras claves: Auditoría, Diagnóstico, Consumo, Potencia, renovables.

Introducción:

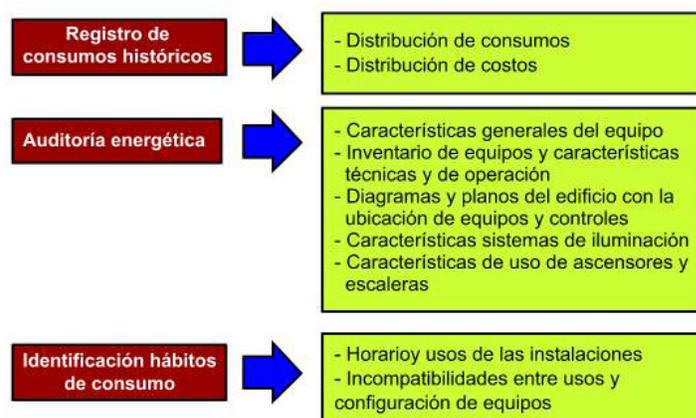
Se realiza un análisis progresivo de cómo y dónde se usa la energía en las diferentes instalaciones o áreas del HSJD con el objeto de caracterizar el consumo energético actual por tipo de dispositivo, el tipo de fuente de energía y de consumo, así como también de brindar pautas para mejorar la eficiencia, y toda la situación energética. Es decir, se va identificando

las áreas en las cuales se hace uso no eficiente de la energía y en dónde y cómo es posible hacer mejoras por medio de planes contingentes a distintos plazos, incluyendo el uso de tecnologías energéticas renovables.

Materiales y Métodos:

Se realizó encuestas y entrevistas al personal encargado en cada una de las áreas, con el fin de realizar un inventario de todos los elementos y equipos que consumen energía en los que se revisan los siguientes sistemas: energéticos, eléctricos, térmicos, de refrigeración, electromecánicos, y de iluminación

En el desarrollo de la diagnosis se registró los consumos históricos del hospital para conocer la distribución de consumo y costos a lo largo de los tres últimos años. Luego se realizó la evaluación y valoración energética en cada sector del HSJD con el propósito de conocer la situación energética actual del mismo en cuanto al consumo de energía. Finalmente se identificó los hábitos de consumo de energía de cada una de las áreas del hospital en la que se conoce el horario y uso de cada uno de los equipos existentes.



Auditoría energética en edificios. Etapa de diagnóstico

En el desarrollo de la metodología para la realización de la auditoría energética se llevaron a cabo las siguientes fases:

- **Primera etapa:** Pre - Diagnóstico
- **Segunda etapa:** Diagnóstico
- **Tercera etapa:** Propuesta de mejoras con el objetivo de:

* Artículo de la tesis para optar al título de Master en Energía Renovables presentada por: Emilio Martín Lanuza Saavedra / e-mail: emilio.lanuza@gmail.com y Orbelith de la Concepción Murillo Jarquín, orbelith_mj@yahoo. El 06-07-2009.

- Identificar y cuantificar el potencial de ahorro de energía en las diferentes instalaciones del hospital y el equipamiento energético.
- Analizar las condiciones reales de funcionamiento de los principales equipos.
- Identificar y evaluar las mejoras o alternativas viables técnica y económicamente.

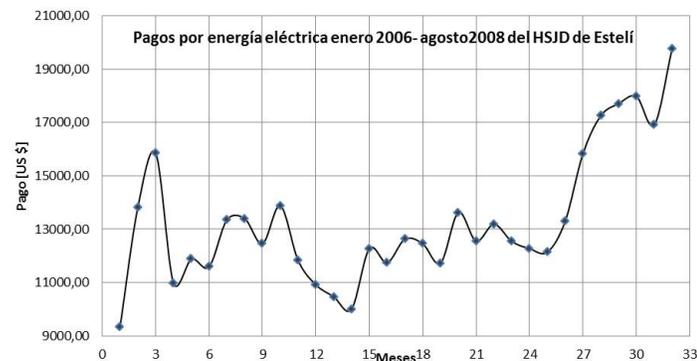
Resultados y discusión:

Los resultados obtenidos indican el consumo porcentual de energía (kWh) de los principales equipos del HSJD, como lo muestra la siguiente tabla:

Consumo de energía de principales subsistemas HSJD	Energía (kWh)			% del Total de Consumo
	diario	mensual	anual	Mensual
Total consumo refrigeradoras	122.0	3711.8	44544.6	5.47%
Total aires acondicionados	929.2	28263.2	339158.0	41.64%
Total consumo iluminación	542.2	17536.2	210041.8	25.84%
Total de consumo de estos equipos	1593.5	49511.2	593744.4	72.95%
Otros equipos eléctricos	603.6	18359.8	220322.8	27.05%
Total general de consumo eléctrico HSJD	2197.1	67871.0	814067.2	100.0%

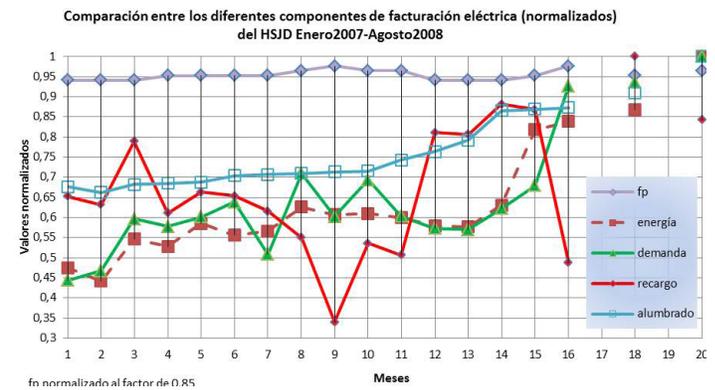
Los aires acondicionados tienen el mayor peso en el consumo (41.64%) y están ubicados en los quirófanos y sala de tomografía. El consumo en iluminación (25.84%) es alto debido al uso de lámparas fluorescentes de 40 W y lámparas incandescentes de 80 W tanto en interiores como en los pasillos del HSJD. Un porcentaje considerable de energía (5.47%) la consumen las refrigeradoras utilizadas en su mayoría para mantener y conservar medicamentos. El hospital carece de un sistema central de refrigeración o de cuartos fríos.

A enero de 2008, luego de estabilizarse el abastecimiento de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), el HSJD comenzó a consumir energía más regularmente, pero también incrementó algunas áreas y nuevos servicios de atención. Esta tendencia continuó hasta Agosto, según los registros obtenidos. Sin embargo, aunque bien se consumió más energía,

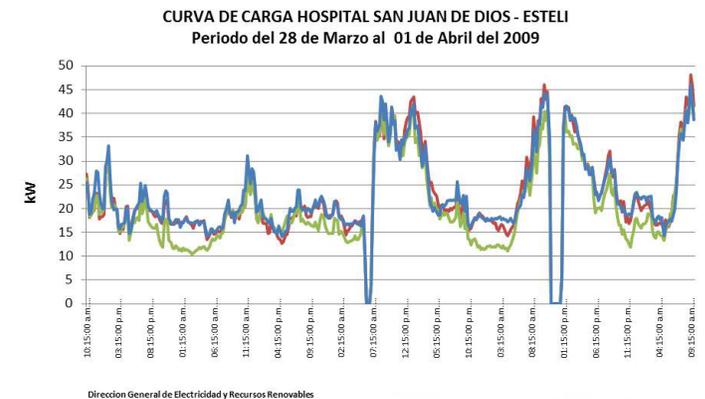


la facturación eléctrica presenta una componente fuerte de uso de potencia reactiva, a la que se suma la falta de regulación del factor de potencia, que conllevó al HSJD a pagar, en ese mismo periodo más de 74 mil córdobas por recargo del factor de potencia.

Trabajando gráficamente con valores normalizados de las variables eléctricas medidas en la facturación, como se ve en la siguiente gráfica, el comportamiento del pago por recargo va opuesto al del factor de potencia. Esto conlleva a idear propuesta de cómo mejorar el factor de potencia en las instalaciones del HSJD. Entre ellas, debe estar la disminución de la componente reactiva.



Como complemento al presente trabajo, se solicitó al Ministerio de Energía y Minas (MEM) realizar mediciones de carga en el HSJD, y que fue llevada a cabo en el periodo comprendido del 28 de Marzo al 01 de Abril del 2009. En la siguiente gráfica se presenta esta curva de carga, en la que destacan dos cortes de energía, y los picos de levante típicos de los momentos de atención al público en periodo normal. Así, para el fin de semana (dos primeros días de mediciones), la carga promedio es de 18.4 kW, mientras en las horas pico se alcanza un promedio de 26.5 kW en la demanda, con un máximo de 48.1 kW.



En las horas fuera del periodo de mayor atención, los picos indican un incremento de la carga justo cuando se realiza labores de lavandería, cocina, atención a pacientes internos, etc.

Las consecuencias naturales de la Auditoría energética son las mejoras que se tomen para sanar la situación energética en el edificio. Sin embargo, la toma de decisiones puede implicar realizar dichas mejoras por etapas en el tiempo, que impliquen, entre otras cosas la implementación de medidas administrativas, medidas técnicas y hasta capacitaciones al personal que labora en el edificio. Por supuesto, debe existir la rotulación correspondiente para los visitantes y pacientes que asisten al centro hospitalario, que contribuyan al buen funcionamiento de estas medidas.

Para ello, se consideran los planes de mejoras, atendiendo la prioridad de bajar el consumo de energía, y que permita ahorrar recursos y optimizar el uso de los aparatos.

Plan de mejoras inmediatas

- Evaluación de carga del Hospital y la calidad de la energía: Medir la frecuencia y la amplitud de la corriente eléctrica antes, después de, y sin la subestación.
- Reemplazo de los equipos actuales por equipos certificados, que indiquen ahorro y eficiencia.
- Incorporación de elementos eléctricos y/o electrónicos para disminuir las componentes de reactivas que permitan tener ahorro y mejora en la eficiencia.
- Revisar los conductos por donde fluye el vapor, se observan muy deteriorados, roturas, empalmes con fugas de vapor y lugares abiertos por donde se escapa calor (disipación no deseada).
- Optimizar el confort de iluminación del hospital.
- Optimizar el confort de climatización del hospital.
- Crear un plan de consumo energético para el uso y dispositivos eléctricos de todos los equipos que no sea necesario utilizar (lámparas).
- Regular la iluminación de pasillos exteriores a través de un control de iluminación automático, o bien por a través de un plan de ahorro de energía.
- Ubicación de tragaluz en aquellas áreas que demandan iluminación por el día como en el área de cocina, pasillos y lavandería.
- Plan de mantenimiento eléctrico permanente del edificio que incluya:
 - Reemplazo de aquellas luminarias que han sobre pasado su vida útil y aún siguen funcionando.
 - Limpieza de equipos y controles de mando para asegurarse que estén bien fijados y no hayan pérdidas por mal contacto.
 - Revisión de la polaridad de tomacorrientes para prevenir posible fugas energéticas

Mejoras a mediano plazo (de 1 a 3 años)

- Uso de tecnologías energéticas renovables, por ser tecnologías limpias y ecológicas.
- Aprovechamiento de la energía solar para la generación de energía eléctrica, a través de paneles fotovoltaicos para ciertas áreas del hospital.
- Uso de energía solar térmica para calentar agua y producir vapor.
- Aprovechamiento de los residuos orgánicos y sólidos del hospital para producir biogás y utilizarse en procesos térmicos.
- Aprovechamiento de las aguas residuales del hospital para producir biogás.

Mejoras a largo plazo (de 4 a 8 años)

Sistema eléctrico

- Introducción de sistemas de control de las variables eléctricas de consumo.
- Uso de equipos de regulación y estabilización del fluido eléctrico.
- Sustitución general de luminarias y aparatos comunes cuando hayan alcanzado su vida útil, o un porcentaje de la misma, digamos un 80% del tiempo.
- Utilización de sistemas automáticos de iluminación que permitan disminuir el consumo innecesario de luminarias en pasillos, oficinas y salas no críticas.
- Controlar y regular el uso de equipos de climatización y refrigeración.
- Introducir generadores eléctricos con fuentes renovables de energía.

Sistema térmico

- Implementación de sistemas de recuperación de calor para preparación de agua de lavado de ropa y otros procesos térmicos.
- Uso de sistemas térmicos para la obtención de calor para los distintos procesos térmicos del HSJD.
- Uso de sistemas más eficientes para el consumo de combustible líquidos y gaseosos.

A continuación se presenta una proyección de lo que significaría en ahorro energético la implementación del plan propuesto, considerando la inclusión de todas las etapas de la Auditoría practicada, y de acuerdo a los resultados de las mediciones que llevó a cabo el MEM. También se incluye la posibilidad de ahorrar energía por una disminución promedio de 2.7 horas por día del consumo global de todos los aparatos eléctricos, excepto los de refrigeración.

Tipo de Energía	Consumo por mes	% de ahorro mensual respecto al total mensual
Energía Eléctrica Todo el hospital	60000 [kWh] (Según facturación de UNION FENOSA, mes de Agosto del año 2008)	
Eficiencia energética y medidas de Ahorro		
Iluminación Sustitución de 1000 lámparas de 40W por 32W	5840.0 [kWh]	9.7%
Iluminación Sustitución de 50 bujías incandescentes por bujías ahorrativas	2080.5 [kWh]	3.4%
Refrigeración Colocación de filtros para eliminar potencia reactiva	556.8 kWh	0.9%
Aire Acondicionados Colocación de filtros para eliminar potencia reactiva	3,891.5 [kWh]	6.4%
Uso y manejo de los equipos eléctricos en menos horas/día	11.25% horas (promedio) 8160.0 [kWh]	13.6%
Energías Renovables		
Sistema Solar fotovoltaico	43.8 [kWh]	0.073%
Sistema Solar térmico		
Turbinas eólicas	10 [kWh]	0.016%
Biodigestor		
AHORRO TOTAL MENSUAL (proyectado)	20582.52 [kWh]	34.3%

Notas:

1. La construcción de un biodigestor para la producción de metano, mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos que se generan en el hospital, es otra alternativa viable. Para esto se tendrá que realizar un estudio de diferentes variables como volumen del afluente por día, las características que tiene, para dimensionar el biodigestor a montar. Dentro de los residuos orgánicos se debe contar principalmente con los desechos de comida y de la cocina.

2. Mejoras en el sistema de tuberías que se utilizan con la caldera de vapor de agua, se observaron muchas fugas que provocan entre otras cosas pérdidas de energía, menor eficiencia en su desempeño, mayor desgaste.

3. Además puede utilizar energía solar térmica para montar un sistema de precalentamiento de agua, que alimente a la caldera con agua de entrada a unos 70°C lo que disminuiría el gasto del combustible (bunker) en un buen porcentaje según el porcentaje de agua a ser calentada referente al total necesario.

Agradecimientos:

Hacemos un reconocimiento especial a nuestro tutor de tesis M.Sc. René Martín Miranda Urbina con su rica y amplia experiencia en el campo de Energías Renovables; a la Dirección del hospital San Juan de Dios de la ciudad de Estelí, a la Decana de la FAREM, Maestra Ramona Rodríguez Pérez por su apoyo y solidaridad, agradecemos especialmente al Ministerio de Energía y Minas (MEM) por su apoyo con las mediciones en la planta eléctrica del Hospital.