



**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA INSTITUCIONAL EN
LAS DEPENDENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO.
SEDES ARAGUA Y CARABOBO.**

EVA MONAGAS¹

VERNER HORNEBO²

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. emonagas@uc.edu.ve.

² Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. vernerh@hotmail.com.

Eficiencia Energética y Calidad de Energía,
Departamento de Potencia, Escuela de Eléctrica.

Resumen

En el año 2009, según el Ministerio del poder Popular Para la Energía Eléctrica, se presenta una grave crisis del sector eléctrico. Uno de los aspectos que resaltaron con la crisis fue el alto consumo de energía per cápita de 4200kWh/habitante. Hasta ese año, y durante los veinte años anteriores, la mayoría de las investigaciones se orientaron hacia la calidad de energía. Posterior al análisis cuantitativo de las investigaciones, se reorienta el Plan de investigaciones tomando como partida el análisis de la eficiencia energética institucional. El objetivo general del proyecto consiste en desarrollar los planes de ahorro de energía institucional de cada dependencia para alcanzar el 20% de ahorro establecido en Gaceta Oficial No 39.298 de fecha 03/11/2009, lo cual requiere el diagnóstico de los indicadores energéticos de partida y el diseño de los planes de ahorro para la implementación de los mismos. La metodología implementada para el proyecto es el análisis energético de edificios (Metodología AEE-España) aplicada a edificios no residenciales que permite el cálculo de cargas y consumos de los edificios ubicados en casi dos millones de metros cuadrados en tres estados venezolanos. Los resultados indican la distribución del consumo de energía diferenciando edificación de aulas y de servicios a la academia, se diseñaron los planes de ahorro que pueden alcanzar desde un 52% a un 64% de ahorro dependiendo de la edificación y las estrategias de ahorro, la línea base energética se encuentra entre 7kW/m² a 11kW/m².

Palabras claves: *Eficiencia energética, plan de ahorro, línea base energética.*



ABSTRACT

In 2009, the Ministry of Popular Power for the Electric Power present a major crisis at the electricity sector. One highlighted aspect of the crisis was the highest per capita energy consumption of 4200kWh by habitant. Until that year, and during the previous twenty years, the investigations focused on power quality. After to research's scientometric analysis, the research plan was reoriented taking as starting the institutional energy efficiency analysis. The project objective is to develop energy savings plans of each building to achieve 20% savings established in Official Gazette No 39.298 dated 03/11/2009, which requires the diagnosis of starting energy indicators and the design of savings plans for implementing them. The methodology used for the project is the buildings energy analysis (Methodology BEA-Spain) applied to non-residential buildings that allows the calculation of buildings loads and consumption on nearly two million square meters in three Venezuelan states. The results indicate the energy distribution consumption in building classrooms and differentiating services to academia, savings plans that can reach from 52% to 64% savings depending on the building and saving strategies were designed, the energy baseline is among 7kW / m² to 11 kW / m².

Keywords: *Energy efficiency, savings plan, baseline energy.*

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2009, según el Ministerio del poder Popular Para la Energía Eléctrica, se presenta una grave crisis del sector eléctrico. Se declara el estado de emergencia sobre la prestación del servicio eléctrico nacional y sus instalaciones y bienes asociados [1]. Esta crisis presentó las siguientes características:

- Racionamientos importantes en casi todo el país dados por la dificultad de suministro por plantas hidráulicas debido a la sequía de los embalses afectados por el fenómeno climatológico “El Niño” y unido a la indisponibilidad del parque térmico por problemas de mantenimiento.
- Más de 30% de pérdidas no técnicas.



- Alto consumo de energía per cápita 4200kWh/habitante aunque una importante proporción corresponde a industrias básicas y petroleras.- Las secciones del mismo; teniendo como última sección las conclusiones y recomendaciones.

Sin embargo, la línea de investigación de “Eficiencia energética y calidad energía” de la Universidad de Carabobo, formalizada en el año 2004, presentaba como resultados de su análisis cuantitativo que el enfoque universitario que fue dirigido principalmente hacia el área de calidad de energía y la menos abordada fue el área de eficiencia energética de acuerdo a lo indicado por Monagas [2].

En razón a los aspectos mencionados, se diseña un nuevo plan de investigaciones que considera en el área de eficiencia, la evaluación de la eficiencia energética

institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo.

El propósito general del proyecto consiste en desarrollar los planes de ahorro de energía institucional de cada dependencia para alcanzar el ahorro establecido para el sector público [3]. A tal fin, se requiere diagnosticar los parámetros actuales de consumo, el patrón de uso de la energía, epidermis de las edificaciones para la determinación de los potenciales de ahorro de energía por equipos, áreas o centro de costos mediante la evaluación técnica de los diferentes departamentos y diseñar planes de ahorro y gestión de energía por cada dependencia de Aragua y Carabobo determinando porcentajes de ahorro factibles para su implementación.

2. BASES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS

Para el desarrollo del proyecto se consideran los conceptos asociados a la metodología de análisis energético



de edificios (Metodología AEE-España) planteada por Rey y Velazco [4] que se aplica a edificios no residenciales y en funcionamiento.

En este caso, los factores asociados a los análisis de eficiencia energética que comprenden: energía, área bruta, área útil o de construcción, patrón de uso de la energía, censo de cargas, distribución del uso de la energía, áreas de consumo significativo, variables epidérmicas de las edificaciones y cálculo térmico, cálculo de la línea base energética y los indicadores energéticos, planes de ahorro y estimación del cumplimiento legal.

La recolección de información se fundamenta en el instrumento de censo de cargas validado por Juicio de experto involucrando funcionarios de Corpoelec, y la guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas [5].

Igualmente se consideran los aportes previos de Martínez y Gimón [6] que evaluaron la escuela de eléctrica,

Monagas [7] que formuló planes de ahorro fundamentados en el censo de cargas para la Torre Escorpio, e Hidalgo [8] que evaluó el edificio de postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales ubicado en Carabobo.

Finalmente, se realiza el cálculo de cargas y consumos de los edificios de la Universidad de Carabobo en tres estados venezolanos: Aragua, Carabobo y Cojedes.

Para las mediciones de las áreas brutas se utilizó la visión satelital y herramientas de Google Earth. Las áreas brutas se determinaron con los planos y los consumos con las facturas suministrados por la Dirección de Mantenimiento, Ambiente e Infraestructura de la Universidad de Carabobo. Los patrones de carga se determinaron con la información recabada de los medidores totalizadores previa autorización de Corpoelec y los censos de carga fueron levantados con el instrumento para tal fin en cada



edificación así como los datos de las variables epidérmicas.

3. RESULTADOS

A continuación se integran los resultados. En este caso, es importante indicar que no han sido integradas todas las dependencias objetivo debido a que algunas áreas se encuentran aún en evaluación.

3.1 Datos globales: en la tabla 1 se presentan los resultados de área bruta, área útil y consumo de energía por estados.

Tabla 1. Datos globales UC.

Universidad de Carabobo	Área bruta m ²	Área de construcción m ²	KWH/mens. de consumo
Totales	1.965.455,29	262.885,22	1.616.697,11
Carabobo	85%	94%	89%
Aragua	14%	5%	10%
Cogedes	1%	1%	1%

De acuerdo a la información de la tabla las dependencias de la Universidad de Carabobo se ubican en 1.965.455,29 metros cuadrados de área bruta de terrenos en tres estados, comprenden 262.885,22

metros cuadrados de construcción y representan una carga energética al sistema eléctrico nacional de 1.616,7MWh.

Considerando los resultados globales, para efectos del proyecto, solo se evalúan Aragua y Carabobo en razón que la proporción de área bruta, área de construcción y energía consumida en las dependencias del Estado Cojedes corresponden solo al 1% de los totales respectivos.

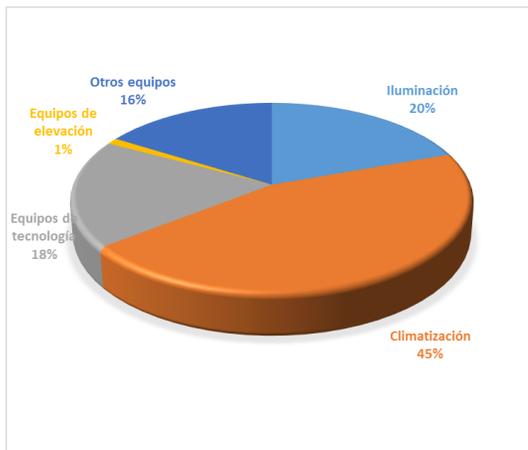
3.2 Distribución de la energía: para determinar la distribución de energía se integran los censos de carga de todas las edificaciones. Para este cálculo se diferenciaron las edificaciones de servicios para la academia (transporte, comedor, torre Escorpio, bomberos, fundacine, etc.) de las edificaciones de docencia efectiva (facultades).

Igualmente se consideran los siguientes bloques de consumo: iluminación, climatización, equipos de tecnología, elevación, otros equipos



(cafeteras, microondas, filtros de agua, neveras, hidroneumáticos y compresores, etc).

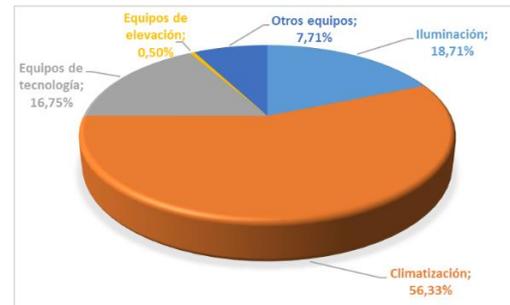
Figura 1. Distribución del uso de energía. Servicios a la academia.



De acuerdo a la figura 1 se observa que el mayor bloque de energía se destina a equipos de clima, seguido por iluminación y equipos de tecnología.

De acuerdo a la figura 2, igual que en el caso anterior, se observa que el mayor bloque de energía se destina a equipos de clima, seguido por iluminación y equipos de tecnología. Sin embargo, las proporciones cambian.

Figura 2. Distribución del uso de energía. Docencia efectiva.



3.3 Patrón de uso de la energía: el registro integrado muestra que el consumo inicia su ascenso a las 6:30am y decae a las 4.30pm para los edificios de servicios a la academia con máximo de consumo a las 11:45am. Para los edificios de docencia efectiva el ciclo inicia desde las 6:30am y decae a las 9:00pm con máximo de consumo a las 11:00am

3.4 Línea base energética: la línea base energética (LBE) para edificaciones de servicios a la academia es 7,06kWh/m². Para edificaciones de docencia efectiva la línea de base energética es 10,74kWh/m².



Estos resultados comparados con algunos casos de estudio presentados por Rey y Velazco [4] donde los promedios de línea base energética oscilan entre 28,56kWh/m² y 42,98kWh/m² parece indicar que la Universidad de Carabobo presenta una baja línea base energética.

3.5 Planes de ahorro: los planes de ahorro comprenden tres estrategias importantes que fueron previamente formuladas para calcular los aportes en ahorro. Estas son:

- a. Cambios en el patrón de uso de la energía. Involucró atender las recomendaciones de Corpoelec y plantear propuestas de formación en el uso de energía a trabajadores, usuarios y grupos de gestión de energía.
- b. Atenuar el segundo bloque de consumo en la distribución resultado en edificaciones (sección 3.2). Es decir, la sustitución de luminarias por equipos de alto rendimiento.

- c. Atender el primer bloque de consumo en la distribución resultado en edificaciones (sección 3.2). Es decir, la sustitución de equipos de climatización por equipos de alto rendimiento. Esta fue considerada como la medida última debido a las dificultades del presupuesto universitario.

Los resultados reflejan posibilidades de ahorro entre 18-24% con modificaciones en el patrón de consumo. Se pueden incorporar ahorros entre el 12-14% si se realizan sustituciones de luminarias (fluorescente T12 a fluorescente T8). Se pueden incorporar ahorros entre el 22-26% si se sustituyen equipos de climatización.

Finalmente, los porcentajes de ahorro alcanzados pueden oscilar entre 52-64% si se aplican las tres estrategias en simultáneo. Pero para alcanzar este resultado se requiere formación y capacitación, inversión en infraestructura y la formulación de



una política energética institucional. Por su parte, para hacer seguimiento de los resultados y alcances se requiere infraestructura tecnológica para el registro regular y continuado de las variables energéticas (cualitativas y cuantitativas) y plataformas para el manejo y almacenamiento de la información.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La modificación de patrones de conducta logran los ahorros requeridos por la Gaceta Oficial 39.298. Sin embargo, el avance en nuevos objetivos energéticos requiere inversión.

Las líneas base energética y los indicadores energéticos aún no se comparan formalmente con estándares nacionales e internacionales. Sin embargo, algunos valores típicos de eficiencia de normas españolas indican que los indicadores energéticos alcanzados

están muy por debajo de sus valores típicos.

El avance en la evaluación y diagnóstico recae principalmente sobre estudiantes en trabajo especial de grado (último semestre) de ingeniería eléctrica de la Facultad de Ingeniería. Mientras la evaluación global e integración de datos recae sobre sobre estudiantes en trabajo especial de grado (último semestre) de Computación de la Facultad de Ciencia y Tecnología.

Para completar los planes de ahorro y las evaluaciones energéticas en la Universidad de Carabobo, con los recursos disponibles para el avance, se necesitaron tres años. Por lo cual se considera que para evaluar aproximadamente 670mil m² se debe disponer de un año.

REFERENCIAS

[1] Presidencia de la Republica (2010). Estado de emergencia sobre la prestación del servicio eléctrico



- nacional y sus instalaciones y bienes asociados. Gaceta Oficial N° 39.363. Decreto N°7.228. Caracas. Venezuela.
- [2] Monagas, E. Planificación de la Producción Científica: Línea de Investigación de Eficiencia Energética y Calidad de Energía de la Universidad de Carabobo. Memorias del V Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias 2012 Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. Julio 2012, p. 715-727.
- [3] Presidencia de la Republica (2009). Se crea con carácter temporal, la comisión interministerial estratégica para el sector eléctrico. Gaceta Oficial N° 39.298. Decreto N°6.992. Caracas. Venezuela.
- [4] Rey, J.; Velasco, E. (2006) Eficiencia Energética en Edificios. (ed.2006). Editorial THOMSON. Madrid España.
- [5] World Wildlife Fund. España (2008). Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.wwf.es>. [Consulta 2014, Octubre 20]
- [6] Martínez y Gimón (2002). Estudio de la Eficiencia Energética en la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo. Universidad de Carabobo. Naguanagua, Venezuela.
- [7] Monagas, E. (2010). Informe de Diseño de Plan de ahorro energético para la Torre Escorpio. Informe administrativo interno. Dirección General de Biblioteca Central, Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- [8] Hidalgo, C. (2011). Estudio de la Eficiencia Energética del Edificio de Postgrado de FACES, de la Universidad de Carabobo. Universidad de Carabobo. Naguanagua, Venezuela.



Eva Monagas. Ingeniero Electricista (USB-1.989), Especialista en Instalaciones Eléctricas (USB-1.992), Estudios Avanzados en Gerencia opción Finanzas (UNITEC-2006), Maestría en Gerencia Avanzada en Educación (UC-2015), Doctorando en Doctorado Latinoamericano en Educación Políticas Públicas y Profesión docente (UPEL). Profesor nivel Agregado de la Universidad de Carabobo. PEII-A (2012), PEII-A2 (2014).

“Copyright ©2015. “Eva Monagas”: El autor delega a la Organización de la IX Jornada de Investigación la licencia para reproducir este documento para los fines del Congreso ya sea que este artículo se publique en el sitio web del congreso, en un medio de almacenamiento masivo o en un documento impreso de las ponencias de la IX Jornada de Investigación.



Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio de Poder Popular
para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología



Instituto Universitario
de Tecnología de Valencia

IX Jornadas Nacionales y I Jornadas Internacionales de



ENERGÍA

Conservación y Desarrollo Sustentable

Se certifica que la ciudadana **Eva Monagas** ha participado en carácter de **Ponente** del trabajo **“Evaluación de la Eficiencia Energética Institucional en las Dependencias de la Universidad de Carabobo. Sedes Aragua y Carabobo”**, en el marco de las **IX Jornadas Nacionales y I Jornadas Internacionales de Investigación** desarrolladas entre el 2 y el 6 de Noviembre del año 2015, organizado por el Instituto Universitario de Tecnología de Valencia.

Se extiende este certificado desde la ciudad de Valencia, Estado Carabobo, en la República Bolivariana de Venezuela con fecha 06 de Noviembre de 2015.



Dr. **Wladimir Espinador**
Coordinador Comisión de
Transformación del IUT
Valencia



Ing. **Mario Evies**
Sub Director Académico
IUT Valencia



MSc. **Lucia Marin**
Coordinadora División de
Investigación, Extensión,
Posgrado y Producción IUT
Valencia

