



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELÉCTRICA  
DEPARTAMENTO DE POTENCIA**



Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo, sedes Aragua y Carabobo.

**Elaborado por:**

Prof. Eva Monagas  
Prof. Verner Hornebo

Bárbula, Venezuela  
Enero 2018



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELÉCTRICA  
DEPARTAMENTO DE POTENCIA**



Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo, sedes Aragua y Carabobo.

**Elaborado por:**

Prof. Eva Monagas

Prof. Verner Hornebo

**TRABAJO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD DE CARABOBO**

**PARA OPTAR A LA CATEGORIA DE PROFESOR ASOCIADO**

Línea de Investigación: Eficiencia Energética y Calidad de Energía

Bárbula, Venezuela  
Enero 2018

## ACTA

Nosotros, los abajo firmantes, miembros del jurado designado en fecha **09/02/2018** por el Ilustre Consejo de **Escuela**, para estudiar y evaluar el Trabajo de Ascenso titulado "**Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo, sedes Aragua y Carabobo**", presentada por el Profesor **Eva Monagas** C.I. Nro.: **6.122.881**, para ascender en el Escalafón a la Categoría de Profesor **Asociado**, según lo estipulado en el Estatuto del Personal Docente y de Investigación de la Universidad de Carabobo, hemos acordado por unanimidad aprobar el referido trabajo como credencial de mérito a los efectos del Ascenso solicitado.

El veredicto favorable del Jurado se basa en los siguientes aspectos:

- 1) El trabajo satisface los requisitos de exposición sistemática, claridad metodológica y complementación bibliográfica.
- 2) El trabajo constituye un aporte importante en el campo de servicio comunitario, escrito a la línea de investigación de **Eficiencia energética y Calidad de energía**.
- 3) El trabajo es el resultado de una investigación del autor, donde se demuestra el conocimiento profundo que tiene sobre el tema de **eficiencia energética, auditorías energéticas con metodología de análisis de la eficiencia energética (AEE)**.
- 4) El trabajo cumplió con los requisitos de defensa pública de acuerdo a lo establecido en el artículo 216 y 217 del Estatuto del Personal Docente y de Investigación de la Universidad de Carabobo.

Dando fe de lo anteriormente expuesto se levanta la presente Acta el **09/02/2018**.

Prof. **Milagros Peña**  
Presidente Jurado

Prof. **Irahís Rodríguez**  
Miembro Jurado

Prof. **Teddy Rojas**  
Miembro Jurado



## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mi país, Venezuela.

*Eva Monagas*



## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo ha sido posible por la ayuda del personal de la Sala Técnica de la Dirección de Planta Física quienes coordinaron con las Direcciones de Administración y Servicios de cada facultad y las dependencias de servicios, así como suministrando los planos de la Ciudad Universitaria de ambas sedes.

Igualmente, nuestras palabras de agradecimiento al grupo investigador del proyecto y de la línea de Investigación de Calidad de Energía y Eficiencia Energética. En este caso, nuestro especial agradecimiento a Diego Gallego, Jorge Lugo, Lenín Agrinzone, Luis Sosa, Wilber Rodríguez, José A. Medina, Gregorio Doria, Jeremías Avendaño, Reinaldo Sánchez y Andrés Caldeira quienes con sus trabajos especiales de grado se comprometieron con el reto de abordar la inmensidad de la Universidad de Carabobo.



## **Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo, sedes Aragua y Carabobo.**

**Autor:**

Prof. Eva Monagas  
Prof. Verner Hornebo

### **RESUMEN**

El propósito general de la investigación es consolidar los planes de ahorro de energía de cada dependencia a fin de integrar las estrategias en torno a la institución para verificar el alcance integrado del 20% de ahorro establecido en G.O. No 39.298. Las bases teóricas comprenden principalmente los conceptos de censo de carga, datos epidérmicos de las edificaciones, línea de base energética, patrones de uso de la energía para el cálculo de los indicadores energéticos y plan de ahorro energético. 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 de la Universidad de Carabobo ubicados en casi dos millones de metros cuadrados en tres estados venezolanos y consta de cuatro fases metodológicas: a) levantamiento de información de parámetros actuales de consumo, el patrón de uso de la energía y determinar los potenciales de ahorro de energía por equipos, áreas o centro de costos mediante una evaluación técnica detallada de los diferentes; b) diseño de planes de ahorro por dependencia de Aragua y Carabobo; c) desarrollo de la propuesta de reglamento para la política energética en la Universidad de Carabobo; y d) diseño de programas de formación para comités de gestión de energías de empresas e instituciones con formato de Diplomado. Los resultados muestran que la  $LBE=6,41\text{kWh/m}^2$  y los indicadores energéticos comparados con valores referenciales europeos deja la inquietud de la calidad de ambientación en las instalaciones universitarias. Con los planes de ahorro se alcanza una reducción institucional de 27,76% y se realizan propuestas de política energética y programas de formación para unidades de gestión de energía.

**Palabras claves:** Eficiencia energética, censo de cargas, plan de ahorro, política energética.

**Línea de Investigación:** Eficiencia energética y Calidad de Energía.

**Área prioritaria:** Energía.



## **Energy efficiency institutional evaluation in the dependencies of the Universidad de Carabobo, Aragua and Carabobo sites.**

**Author:**

Prof. Eva Monagas  
Prof. Verner Hornebo

### **ABSTRACT**

The general purpose of the research is to consolidate the energy saving plans of each unit in order to integrate the strategies around the institution to verify the integrated scope of the 20% savings established in G.O. No 39,298. The theoretical bases mainly include the concepts of load census, epidermal data of the buildings, energy baseline, energy use patterns for the calculation of energy indicators and energy saving plan. The methodology implemented for the project is the energy analysis of buildings (AEE-Spain Methodology) applied to non-residential buildings that allows the calculation of loads and consumptions of the buildings of the University of Carabobo located in almost two million square meters in three states Venezuelans and consists of four methodological phases: a) information gathering of current consumption parameters, the pattern of energy use and determining the energy saving potentials by teams, areas or cost centers through a detailed technical evaluation of the different ; b) design of savings plans by dependency of Aragua and Carabobo; c) development of the proposed regulation for energy policy at the University of Carabobo; and d) design of training programs for energy management committees of companies and institutions with a Diploma format. The results show that the ELB = 6.41kWh / m<sup>2</sup> and the energy indicators compared with European reference values leaves the restlessness of the quality of ambience in the university facilities. With savings plans, an institutional reduction of 27.76% is achieved and proposals for energy policy and training programs for energy management units are made.

**Key words:** Energy Efficiency, load census, savings plan, energy policy.

**Research line:** Energy Efficiency and Energy Quality.

**Priority area:** Energy.



## INDICE GENERAL

|  |     |
|--|-----|
| DEDICATORIA.....   | i   |
| AGRADECIMIENTOS .....  | ii  |
| RESUMEN .....  | iii |
| ABSTRACT .....   | iv  |
| INDICE GENERAL .....   | v   |
| INDICE DE FIGURAS.....   | vii |
| INDICE DE TABLAS .....   | vii |
| INTRODUCCIÓN.....  | 1   |
| CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....                       | 3   |
| I.1.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. ....               | 3   |
| I.2.- OBJETIVO GENERAL: .....                                      | 6   |
| I.3.- OBJETIVOS ESPECIFICOS: .....                                 | 6   |
| I.4.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. ....                      | 6   |
| I.5.- DELIMITACIONES.....  | 7   |
| CAPITULO II. MARCO TEÓRICO. ....                                   | 12  |
| II.1 Antecedentes. ....  | 12  |
| II.2 Bases teóricas y conceptuales. ....                           | 16  |
| II.2.1 Ahorro Energético e Eficiencia Energética.....              | 16  |
| II.2.2 Auditoría Energética.....                                   | 18  |
| II.2.3 Metodología AEE.....  | 22  |
| II.3 Bases para programas de formación.....                        | 24  |
| II.4 Bases legales. ....   | 24  |
| III. 1 Tipo de investigación.....                                  | 32  |
| III.2. Diseño de las fases metodológicas .....                     | 32  |
| III.3. Unidad de estudio y análisis.....                           | 35  |
| III.4. Técnicas de recolección y procesamiento de información..... | 35  |
| CAPITULO IV. RESULTADOS. ....                                      | 37  |
| IV.1 Identificación de la situación actual.....                    | 37  |





|   |    |
|---|----|
| IV.2 Planes de ahorro. ....   | 40 |
| IV.3 Políticas energéticas. ....  | 42 |
| IV.4 Programas de formación. ....   | 43 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....  | 45 |
| Anexo 1. Documentos del Proyecto. ....  | 52 |
| Anexo 2. Tabla de consumos energéticos típicos y eficientes referenciales. .... | 56 |
| Anexo 3. Formato de censo de carga. ....  | 57 |
| Anexo 4. Condición resumen de la situación actual. ....                         | 58 |
| Anexo 5. Curso Unidades de Gestión de Energía. ....                             | 60 |



## **INDICE DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| Fig. Nº 1. Distribución de áreas entre sedes UC.....                       | 8  |
| Fig. Nº 2. Dependencias UC en campus Bárbula.....                          | 9  |
| Fig. Nº 3. Dependencias UC en campus La Morita .....                       | 10 |
| Fig. Nº 4. Otras Dependencias UC: Rectorado, Torre Escorpio, Mañongo. .... | 10 |
| Fig. Nº 5. Modelo de Gestión energética. ....                              | 20 |
| Fig. Nº 6. Representación conceptual del desempeño energético. ....        | 22 |
| Fig. Nº 7. Distribución del consumo energético institucional.....          | 38 |

## **INDICE DE TABLAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Grupo investigador. ....  | 11 |
| Tabla 2. Resumen de resoluciones 73, 74, 75, 76 y 77. ....                         | 28 |
| Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables.....                            | 30 |
| Tabla 4. Factores de demanda. ....   | 33 |
| Tabla 5. Muestra .....   | 35 |
| Tabla 6. Indicadores energéticos UC y referenciales. ....                          | 40 |
| Tabla 7. Tabla integrada de ahorros en planes por edificación y por estrategia. .. | 42 |



## INTRODUCCIÓN

Dentro del Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2005 – 2030 [1], establece los lineamientos fundamentales de la política energética venezolana para fortalecer el modelo de desarrollo sostenible dentro del área estratégica de Petróleo, gas y energía. Por su parte, dentro de la misma política hacia las instituciones, el Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e innovación, en sus proyectos estratégicos del año 2011, establece como proyectos prioritarios la eficiencia energética.

Aunque en la Universidad de Carabobo ya estaba establecida y consolidada la Línea de investigación de Eficiencia Energética y Calidad de energía desde el año 2004, no fue sino hasta el año 2008, que se realiza la primera revisión del ámbito de acción, los objetivos de la línea y alcances deseados, los proyectos y se asignó responsable de seguimiento de los resultados de la línea de investigación [2].

Por su parte, en el año 2009 se presenta una grave crisis del sector eléctrico donde uno de los aspectos que más resaltó 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 de acuerdo al análisis cuantitativo de la línea de investigación de Eficiencia Energética y Calidad de Energía de la Universidad de Carabobo [3]. Con la crisis encima y de acuerdo a ese análisis, se reorienta el Plan de investigaciones considerando la atención al desarrollo de proyectos de eficiencia energética en instituciones del estado, ya que la Gaceta No 39.298 así lo establecía, y en industrias [4]. Sin embargo, la propia Universidad de Carabobo como institución del Estado quedó sujeta a esta regulación.

En este caso, el análisis de la eficiencia energética de la institución educativa de mayor cobertura del Estado Carabobo fue considerado en el plan de investigaciones. El propósito general de este proyecto consiste en determinar la situación diagnóstica, desarrollar los planes de ahorro de energía a cada dependencia para alcanzar el 20% de ahorro establecido en Gaceta Oficial No 39.298 de fecha 03/11/2009, avanzar hacia una



política energética institucional y desarrollar planes de formación a corto y mediano plazo para comités de gestión de energía en edificaciones educacionales.

Esta investigación se estructura en cuatro capítulos que comprenden:

1. La descripción del problema de la investigación el cual se sustenta en la necesidad de conformar un plan de ahorro macro que muestre los esfuerzos universitarios por aportar al problema nacional, formular los objetivos para lograrlo, los aportes sociales y académicos que justifican la investigación y las delimitaciones de contexto.
2. La fundamentación teórica y estudios previos que puedan ser implementados para el diagnóstico y/o el cálculo de las variables energéticas para edificaciones educativas, para el desarrollo de una política energética y para la consolidación de un programa de diplomado.
3. La metodología implementada la cual se fundamenta en el paradigma cuantitativo, con tipo proyecto factible y estrategia basada en la metodología AEE (Análisis energético de edificaciones) que establece los fundamentos para la recopilación de la información, la organización de todos los documentos recuperados y para el análisis de los datos obtenidos.
4. La presentación de los resultados que mostrarán el diagnóstico de los indicadores energéticos de partida, los planes de ahorro para la implementación de los mismos, la política energética prevista para la Universidad de Carabobo y los programa de formación propuestos para unidades de gestión de energía.

Finalmente se indican las conclusiones de la investigación y recomendaciones para estudios futuros tanto en eficiencia energética como para las acciones en la línea de investigación.



## **CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

A continuación se presentan el problema que, además de revisar la producción investigativa de la línea de Eficiencia Energética y Calidad de Energía que conllevó a formular el Plan de Investigaciones [5], también llevó a la formulación de este proyecto en el marco de ese plan. Igualmente, este capítulo presenta los objetivos de la investigación, la justificación y las delimitaciones donde se muestran las áreas brutas y de construcción abarcadas.

### **I.1.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

Según el Ministerio del poder Popular Para la Energía Eléctrica (en adelante MPPEE) en el año 2009 se presenta una grave crisis del sector eléctrico. Esa crisis fue producto de un conjunto de circunstancias:

- El fenómeno El Niño y los cambios climáticos que afectaron las cuencas hidrográficas destinadas a la generación hidroeléctrica.
- La capacidad instalada del parque térmico disponible resultó insuficiente para compensar la disminución de los aportes energéticos hidráulicos, lo cual generó racionamientos importantes en casi todo el país.
- Más de 30% de pérdidas no técnicas.
- Alto consumo de energía per cápita 4200kWh/habitante.

Las principales consecuencias corresponden a: a) el grave deterioro de la calidad de servicio, específicamente en lo establecido en materia de servicio técnico de acuerdo a las Normas de Calidad Del Servicio de Distribución de Electricidad [6] por la indisponibilidad del mismo, y b) los aspectos derivados de la indisponibilidad del servicio tales como: afectación a los ciclos de producción de bienes, discontinuidad o suspensión temporal en servicios básicos de salud, banca, agua, educación, seguridad, comunicaciones, alimentos, tránsito, etc.



Se declara el estado de emergencia sobre la prestación del servicio eléctrico nacional y sus instalaciones y bienes asociados [7]. También se insta al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, en conjunto con otros organismos del Estado, a realizar programas educativos y campañas comunicacionales en las cuales se estimule a la población a hacer uso eficiente y contribuir al ahorro de la energía eléctrica.

Debido a la crisis en el suministro eléctrico y que la demanda energética en el país había venido incrementando de forma acelerada, específicamente a un ritmo de siete por ciento (7%) anual desde el 2005, el Ministerio del Poder Popular para la Educación Superior (2009) requirió dar cumplimiento a la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.298, del martes 03 de noviembre de 2009.

La misma gaceta aparte del Decreto 6.992, también se promueven dos resoluciones. Una de ellas establece la creación de los grupos de gestión de energía eléctrica dentro de los entes del Estado cuya finalidades son: la elaboración de la auditoría energética de las edificaciones e instalaciones; la elaboración de plan para la reducción del consumo de electricidad; la definición de las estrategias comunicacionales de concienciación al personal en materia de uso eficiente de la energía; la verificación de la ejecución del mantenimiento integral de los sistemas acondicionadores de aire, refrigeración, iluminación, bombeo de agua, elevación y transporte, equipos de oficina y de computación y calentadores de agua, con el fin de reducir tanto la demanda como el consumo de energía eléctrica; la comprobación de la ejecución de la sustitución de los equipos eléctricos de baja eficiencia; el seguimiento y control de las estadísticas de consumo y demanda de energía eléctrica; el control y seguimiento de los indicadores de gestión energética, ajustados al tipo de actividad que caracteriza al organismo o ente; y el seguimiento y control.

Por otra parte, y debido a las mismas políticas en instalaciones de gobierno, de acuerdo a correspondencia N° DM-004477-09 del Ministro del Poder Popular Dr. Luis Acuña Cedeño dirigida a la Rectora de la Universidad de Carabobo Dra. Jessy Divo de Romero de fecha 27/11/09 se solicita el cumplimiento de la Gaceta Oficial N° 39.298 y



del Decreto 6.992 del 21/10/2009 donde se establecen las medidas para atender la emergencia eléctrica nacional.

La Universidad de Carabobo, que es una institución pública para la educación, se encuentra obligada a dar respuesta a los lineamientos. Sin embargo, a esa fecha carece de los estudios necesarios para el análisis de la eficiencia energética en sus instalaciones, desconoce el censo de cargas en sus dependencias y, como se encuentra ubicada en tres estados de Venezuela, el área para emprender el estudio debe ser considerado para el avance del proyecto.

Ante la crisis, la universidad no contó con los planes de ahorro energético para cumplir con lo planteado por el Ejecutivo Nacional en las instalaciones académicas y tampoco conoce los indicadores energéticos de arranque para fijar el punto de partida que ofrecerá la referencia base para determinar los posteriores progresos. Tampoco cuenta con planes de formación para los Comités de Gestión de energía obligados a conformar en las instituciones del Estado.

Aunque lo más grave de la crisis estaba pasando para el 2011, la Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela decreta la Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía dejando claro que la política nacional continuaba en esta materia. El objetivo de esta ley es promover y orientar el uso racional y eficiente de la energía en los procesos de producción, generación, transformación, transporte, distribución, comercialización, así como el uso final de la energía. Igualmente para el 2014, la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC), en su Gestión social y Ambiental ha desarrollado e implementado estrategias para promover el uso racional y eficiente de la energía eléctrica, en función de optimizar el sector eléctrico.

Esta investigación se plantea para determinar cuáles son los indicadores energéticos actuales en la Universidad de Carabobo, cuáles son los potenciales ahorros que pueden alcanzarse como un todo en la institución y cuál es el plan integrado de la institución, cuáles son las orientaciones de una política energética institucional y cuáles



deben ser los programas para formación a corto plazo y mediano plazo de los comités de gestión de energía.

### **I.2.- OBJETIVO GENERAL:**

Consolidar planes de ahorro de energía de la Universidad de Carabobo a fin de alcanzar el 20% de ahorro establecido en G.Of No 39.298 de fecha 03/11/2009 para evaluar la eficiencia energética institucional y establecer indicadores integrados de energía.

### **I.3.- OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1. Identificar la situación actual de consumo, censo de carga, facturación, áreas finales, línea de base energética por equipos o grupos de equipos en los circuitos de baja tensión, indicadores de desempeño energético y el patrón de uso de la energía para la determinación de los potenciales de ahorro de energía.
2. Diseñar de planes de ahorro por cada dependencia de Aragua y Carabobo partiendo niveles de ahorro factibles y la inversión económica requerida con el fin de disminuir el consumo de energía y así dar cumplimiento al Decreto Nº 6.992 orientando a los procesos de seguimiento y control.
3. Consolidar una política energética en la Universidad de Carabobo para dar respuesta a los establecidos en la gaceta oficial 39.298.
4. Diseñar programas de formación de corto y mediano plazo para comités de gestión de energía de empresas e instituciones cumpliendo con las normas de curso y Diplomado de la Universidad de Carabobo.

### **I.4.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

Esta investigación, cuyo propósito es evaluar la eficiencia energética en la Universidad de Carabobo se justifica por los siguientes beneficios y aportes:

- Desde el punto de vista social, este trabajo busca disminuir 20% de energía de una importante institución educativa de influencia en tres estados lo cual





contribuye a la optimización del uso de energía nacional ya que la disminución del consumo de energía, se traduce en una contribución a la holgura en el Sistema Eléctrico Nacional. Dado que los resultados también aportan planes de formación se contribuye con la concienciación en materia de uso eficiente de la energía y estrategias para ser más competitivos en la gestión del conocimiento en materia de eficiencia energética.

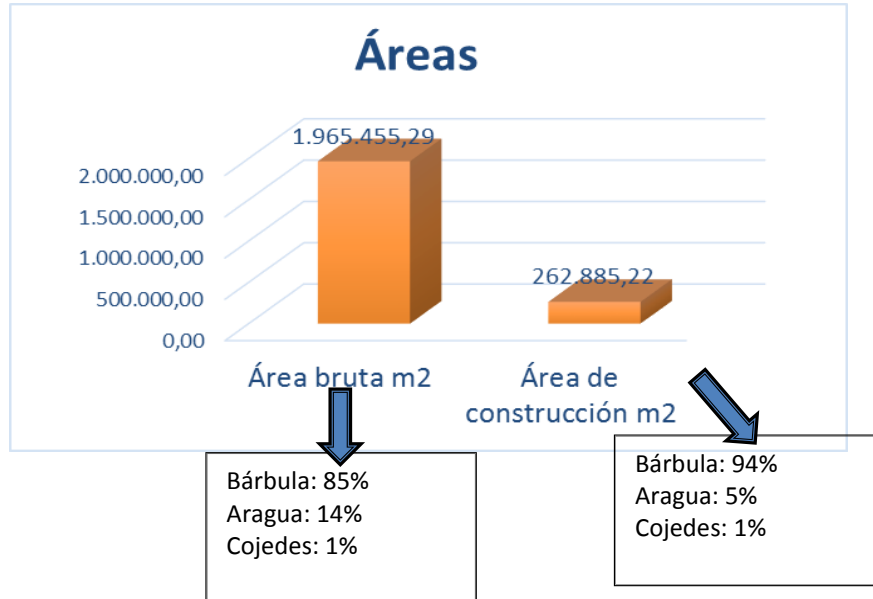
- Este estudio podrá ser evaluado por otras instituciones similares por lo cual logra el grado de universalidad necesario para ser aplicado a otros entornos educativos o instituciones del estado.
- Desde el punto de vista institucional, la Universidad de Carabobo agrega valor a su gestión ya que le permitirá usar de forma óptima los recursos energéticos.
- El valor académico se destaca en que está en cumplimiento con el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2030, Áreas Estratégicas ONCTI-PEI 2011 y Universidad De Carabobo 2010-2020. En el ámbito interno, la investigación está enmarcada en la línea de "Eficiencia Energética y Calidad de Energía" que se desarrolla en la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Potencia de la Universidad de Carabobo y aporta al área prioritaria de Energía UC [8].

### **I.5.- DELIMITACIONES.**

**De Espacio (geográfico):** El presente proyecto se llevara a cabo en las instalaciones de de la Universidad de Carabobo, sede Carabobo y Aragua que comprenden las áreas brutas estimadas de 1.663.048,41m<sup>2</sup> y 282.643,19m<sup>2</sup> respectivamente, estimados a través de la herramienta google maps.

En el caso de Carabobo fueron contabilizadas las dependencias ubicadas en el campus Bárbula así como las siguientes dependencias: instalaciones de Mañongo, Cine Arte Patio Trigal, Dirección de Desarrollo Estudiantil, Torre Escorpio y Rectorado.

La figura N° 1 muestra las proporciones de área bruta y área de construcción de las dependencias en estudio por Estado.



**Fig. N° 1. Distribución de áreas entre sedes UC.**

No fueron considerados en este estudio el Centro de Interpretación Histórica, Unidad de Atención Médica Integral, Dirección de medios electrónicos y telemática, otras dependencias en C.C. Prebo, dependencias ubicadas en el C.C. Camoruco, ni casas de extensión universitaria. Otras instalaciones no involucradas en este estudio representan las ubicadas en el núcleo San Carlos que corresponden a 10.771,91m<sup>2</sup> de área bruta. Con los planos suministrados por la Dirección de Planta Física se determinan las áreas de construcción.

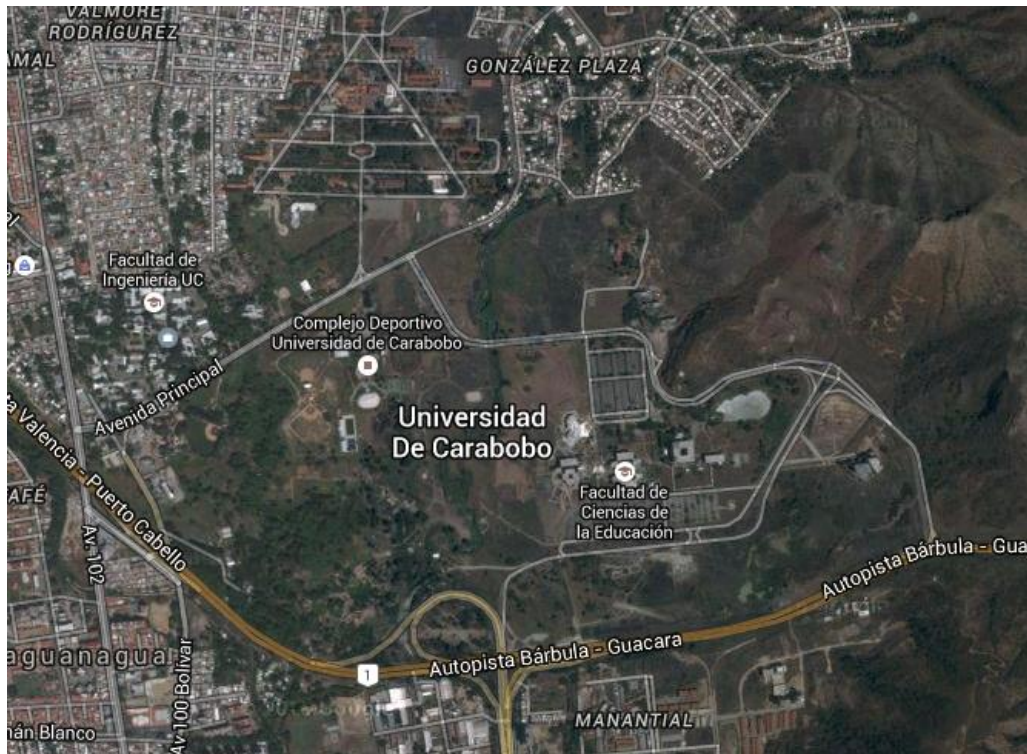
Las figuras N° 2, N° 3 y N° 4 muestran las vistas satelitales de las dependencias involucradas correspondientes al campus Bárbula, La Morita y las dependencias consideradas que se encuentran fuera del campus universitario.

**De Tiempo:** La recopilación de información comprende desde Diciembre 2013 hasta Mayo 2016 en las diversas dependencias de la Universidad de Carabobo.

**De contenido:** El trabajo se fundamenta en la metodología para el análisis energético de edificios (Metodología AEE-España) [9], por lo cual comprende la realización del censo



de cargas, con el cual se toman los datos de placa de todos los equipos que consuman energía eléctrica a fin de realizar la estimación de la demanda de energía consumida por mes, esta estimación se comparara con las facturas de electricidad suministradas por la Dirección de Planta Física.



**Fig. Nº 2. Dependencias UC en campus Bárbula.**

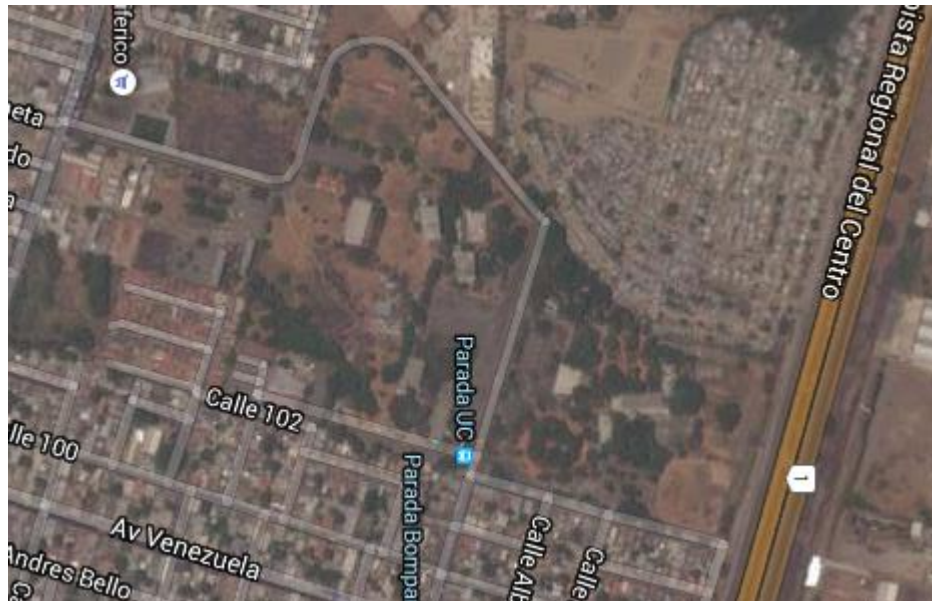
Igualmente comprende la medición de la potencia eléctrica total durante la jornada laboral desde las 6am hasta las 7pm, con lo que se obtendrán los índices energéticos de las edificaciones.

En casos donde se observe bajo nivel de iluminación, se verificarán los niveles mediante la simulación con el software Dialux de un salón modelo y se verificará si el valor obtenido es aceptable con las normas vigentes.

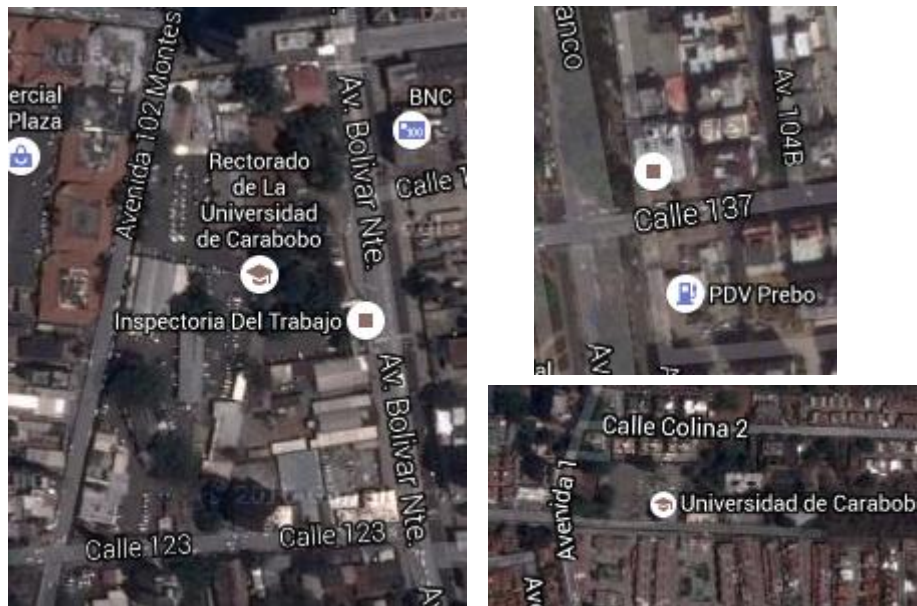
Se levantó la información correspondiente a la envolvente de las edificaciones delimitando solo a la parte estructural como son: tipo de pared, color de pared, área de



la pared orientación de la pared, tipo de techo, color de techo, tipo de ventana, orientación de la ventana, área de la ventana, tipo de piso y entrepiso.



**Fig. N° 3. Dependencias UC en campus La Morita**



**Fig. N° 4. Otras Dependencias UC: Rectorado, Torre Escorpio, Mañongo.**





El Programa de mediano plano, 150 horas académicas, para la formación de Unidades de Gestión de Energía de la Universidad de Carabobo se rige por las Normas para la conformación de Diplomados de la Dirección General de Diseño y Desarrollo Curricular mientras que el curso rápido, 40 horas académicas, seguirá los lineamientos de otros cursos presentados a la Fundación Prodefain UC.

Debido al espacio geográfico esta investigación se trató como un proyecto de investigación mayor para lo cual se contó con un grupo investigador, el cual se presenta en la tabla N° 1, que involucró proyectos de grado de pregrado para consolidar e integrar la información en un lapso previsto de dos años y los documentos institucionales del proyecto se presentan en el Anexo 1.

**Tabla 1. Grupo investigador.**

| Línea de investigación:    | Eficiencia energética y calidad de energía.  |                            |  |                    |                                   |                                  |
|----------------------------|--|----------------------------|--|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Proyecto de investigación: | Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo, sedes Aragua y Carabobo. |                            |  |                    |                                   |                                  |
| <b>Grupo investigador:</b> |  |                            |  |                    |                                   |                                  |
| Nombre                     | Cédula de Identidad  | Teléfono                   | Correo   | Responsabilidad    | Dependencia                       | Tiempo de dedic. Semanal (horas) |
| Prof. Eva Monagas          | 6122881  | 4141452619                 | <a href="mailto:evamonagas@gmail.com">evamonagas@gmail.com</a>                 | Coordinador        | Esc. Eléctrica UC                 | 5                                |
| Prof. Milagros Peña        | 7072336  | 4144179868                 | <a href="mailto:mpenaz@gmail.com">mpenaz@gmail.com</a>                         | Investigador       | Esc. Eléctrica UC                 | 1                                |
| Prof. Verner Hornebo       | 11099125   | 4165403513                 | <a href="mailto:vhornebo@uc.edu.ve">vhornebo@uc.edu.ve</a>                     | Investigador       | Esc. Eléctrica UC                 | 5                                |
| Prof. Alejandro Bolívar    | 10975010   | 4127422856                 | <a href="mailto:bolivara@gmail.com">bolivara@gmail.com</a>                     | Investigador       | Est. Bás. - Computación           | 2                                |
| Tec. Gustavo Ruiz          | 12772413   | 4164349795                 | <a href="mailto:ruiz.gustavo@gmail.com">ruiz.gustavo@gmail.com</a>             | Técnico            | Laboratorio Máquinas UC           | 2                                |
| <b>Trabajos de Grado</b>   |  |                            |  |                    |                                   |                                  |
| Wilber Rodríguez           | 17073374   | 4144951402                 | <a href="mailto:wrodriguez17@gmail.com">wrodriguez17@gmail.com</a>             | Asistentes de inv. | Rectorado-Av. Bolívar             | LISTO 2015                       |
| Luis Sosa                  | 15507484   | 4127404704                 | <a href="mailto:lasv82@hotmail.com">lasv82@hotmail.com</a>                     | Asistentes de inv. | DDE-La Campiña                    | LISTO 2015                       |
| Carlos Hidalgo             |  |                            |  | Asistentes de inv. | FACES Postgrado-Campus Bárbula    | LISTO 2011                       |
| Jeremías Avendaño          | 15127564   | 4244265606                 | <a href="mailto:jeremhy@gmail.com">jeremhy@gmail.com</a>                       | Asistentes de inv. | FACES Pregrado+Actualiz           |                                  |
| Reinaldo Isaac Sánchez C   | 16502102   | 4244412593                 | <a href="mailto:rey.sd@hotmail.com">rey.sd@hotmail.com</a>                     | Asistentes de inv. | Postgrado+PF (Campus Bárbula)     | LISTO 2016                       |
| Ronald Córdoba             | 17986562   | 4243585556                 | <a href="mailto:ronaldcordobauc@hotmail.com">ronaldcordobauc@hotmail.com</a>   | Asistentes de inv. | FACYT-Campus Bárbula              | No inició                        |
| Harry Avellaneda           | 15979858   | 4148829057                 | <a href="mailto:harry.j82@gmail.com">harry.j82@gmail.com</a>                   | Asistentes de inv. | FACE-Campus Bárbula               | No inició                        |
| Andrés Caldeira            | 17569391   | 4124217388                 | <a href="mailto:andrescaldeira86@gmail.com">andrescaldeira86@gmail.com</a>     | Asistentes de inv. | INGENIERIA-Campus Bárbula         | LISTO 2016                       |
| Lenín Agrinzone            | 19008438   | 4268450182                 | <a href="mailto:leninwifi@hotmail.com">leninwifi@hotmail.com</a>               | Asistentes de inv. | FCJP-Campus Bárbula               | LISTO 2015                       |
| José Alexander Medina      | 17978124   | 4242563036                 | <a href="mailto:alexmedinaduran@gmail.com">alexmedinaduran@gmail.com</a>       | Asistentes de inv. | FOdo+DIGAE+Celis Pérez+Capilla    | LISTO 2015                       |
| Leonardo Rangel            | 20698615   | 4264554751                 | <a href="mailto:llrc198@hotmail.com">llrc198@hotmail.com</a>                   | Asistentes de inv. | FCS-Campus Bárbula                | No inició                        |
| Julio López                | 19022232   | 4124119856                 | <a href="mailto:jli_valencia@gmail.com">jli_valencia@gmail.com</a>             | Asistentes de inv. | FCS-Campus Bárbula                | No inició                        |
| Diego Gallego              | 17397867   | 4125037453                 | <a href="mailto:diegoalejandro0386@gmail.com">diegoalejandro0386@gmail.com</a> | Asistentes de inv. | Mañongo+Fundacine                 | LISTO 2015                       |
| Jorge Lugo                 | 18687702   | 4269382678 /<br>4144199000 | <a href="mailto:lugocoti@gmail.com">lugocoti@gmail.com</a>                     | Asistentes de inv. | Deporte+Comedor+Transporte+Bombes | LISTO 2015                       |
| Jesús Andrade              | 16.338.457   | 4243249040                 | <a href="mailto:jmandrade84@gmail.com">jmandrade84@gmail.com</a>               | Asistentes de inv. | Campus La Morita FACES            | No inició                        |
| Gregorio Doria             | 19.000.180   | 4127982462                 | <a href="mailto:grejodor@gmail.com">grejodor@gmail.com</a>                     | Asistentes de inv. | Campus La Morita FCS              | LISTO 2016                       |
| Eva Monagas                | 6122881  | 4141452619                 | <a href="mailto:evamonagas@gmail.com">evamonagas@gmail.com</a>                 | Investigador       | Torre Escorpio                    | LISTO 2010                       |
| Total Tesistas             | 15   | Estudiantes IE             |  | Asistentes de inv. | Esc. Eléctrica UC                 | 72                               |



## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.**

En este capítulo se presentan los trabajos previos así como los trabajos de grado que aportaron a esta investigación, las bases teóricas y conceptuales que fundamentan este proyecto.

### **II.1 Antecedentes.**

Los trabajos que sirvieron de apoyo y guía a esta investigación son:

Martínez y Gimón (2002) presentan el primer “Estudio de la eficiencia energética en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo” como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [10]. El trabajo tuvo la finalidad de determinar el consumo eléctrico para evaluar las posibilidades en el uso eficiente de los equipos de iluminación y de acondicionamiento en la escuela de Ingeniería de Eléctrica aplicando principios de auditoría energética. Sin embargo este proyecto no consolida indicadores energéticos aunque realiza censo de cargas de la escuela.

Monagas (2010) por informe externo dirigido a Corpoelec presenta el “Plan de Ahorro energético de la Torre Escorpio” [11] como respuesta a procedimientos de notificación que realizó la empresa a dependencias de la Universidad de Carabobo para establecer los planes. Ese informe levanta el censo de cargas de esa dependencia y establece las medidas para alcanzar el 20% de ahorro energético establecido en la gaceta [4]. Sin embargo, este trabajo no consolida indicadores energéticos y aunque formuló y aplicó estrategias de comunicación al uso eficiente fue campaña limitada al edificio.

Castillo, Richard. (2010) presenta “Evaluación técnico-económica de la eficiencia energética de los sistemas de iluminación y climatización en el Complejo Petroquímico



Morón” como trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Electricista de la Universidad de Carabobo [12]. Este trabajo desarrolla una evaluación técnico-económica de la eficiencia energética de los sistemas de iluminación y climatización, con el fin de identificar alternativas para la reducción del consumo de energía, aunque tampoco desarrolla indicadores energéticos.

Hidalgo (2011) presenta la “Auditoria Técnico Económica de la Eficiencia Energética al Edificio de Pregrado de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo (faces) campus Bárbula” como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [13]. Así como el trabajo de Martínez y Gimón, el trabajo tuvo la finalidad de determinar el consumo eléctrico para evaluar las posibilidades en el uso eficiente de la energía eléctrica aplicando principios de auditoría energética. Aunque este trabajo está motivado por la crisis eléctrica del año 2010 como el de Monagas en la torre Escorpio, tampoco este proyecto no consolida indicadores energéticos aunque realiza censo de cargas del edificio.

Gallego, D. (2015) presenta la “Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo, caso de estudio: instalaciones en mañongo y cine Patio Trigal” como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [14]. Esta es la primera investigación en el marco del proyecto y tuvo por objeto realizar la evaluación energética de las dependencias ubicadas en Mañongo y en el Centro Comercial Patio Trigal, considera la aplicación de la metodología AEE y desarrolla una base de datos que permita integrar las variables eléctricas del proyecto completo.

Lugo, J. (2015) presenta la “Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de deporte, comedor, transporte y bomberos de la universidad de Carabobo, sede Carabobo” como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad



de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [15]. Esta investigación, también en el marco del proyecto, amplió la cobertura geográfica de dependencias de servicios a la academia, se realizó considerando la metodología AEE y desarrolla una base de datos que permite integrar las variables epidérmicas de las edificaciones.

Sosa (2015) presenta la "Auditoría Energética al Edificio de la Dirección de Desarrollo Estudiantil (D.D.E.) de la Universidad de Carabobo como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [16]. Esta investigación, también en el marco del proyecto, continúa ampliando la cobertura geográfica de dependencias de servicios a la academia fuera del campus, se realizó considerando la metodología AEE y plantea el primer estudio con equipos y áreas médicas y la situación de dependencias sin medición instalada.

Rodríguez (2015) presenta el "Diseño del Plan de Ahorro de Energía Mediante el Análisis de la Auditoría Energética - Rectorado - UC" como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [17]. Al igual que las anteriores, esta investigación continúa evaluando servicios a la academia fuera del campus, se realizó considerando la metodología AEE y también presenta la situación de áreas sin medición.

Agrinzone (2015) presenta la "Evaluación de la eficiencia energética institucional en la dependencia de ciencias Jurídicas y Políticas de la Universidad de Carabobo, sede Carabobo" como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [18]. Esta investigación corresponde a la primera facultad evaluada con metodología AEE, con diseño que integra equipos eficientes y propone un instrumento para el seguimiento y control regular de las acciones previstas en los planes de ahorro.





Medina (2015) presenta la "Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Facultad de Odontología, DIGAE, Celis Pérez y Capilla de la Universidad de Carabobo, Sede Carabobo" como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [19]. Esta investigación comprende nuevas facultad y dependencias evaluadas con metodología AEE y propone avance a una política energética para la Universidad de Carabobo.

Doria (2016) presenta la "Evaluación de la eficiencia energética institucional en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo, sede Aragua" como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [20]. Esta investigación involucra la sede Aragua evaluando la facultad de ciencias de la salud con metodología AEE y propone un programa de formación para las Unidades de Gestión de Energía.

Caldeira (2016) presenta la "Evaluación de la eficiencia energética en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo" como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [21]. Esta investigación comprende la facultad de ingeniería evaluada con metodología AEE y propone una normativa derivada de la política energética planteada por Medina (2015).

Avendaño y Sánchez (2016) presentan la "Evaluación De La Eficiencia Energética Institucional De La Universidad De Carabobo Sede Carabobo. Caso Estudio: Edificios De Pre-Grado Y Post-Grado De La Facultad De Ciencias Económicas Y Sociales, Edificio De Planta De Física" como trabajo especial de grado presentado ante la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista [22]. Esta investigación comprende instalaciones de la ciudad universitaria en la Av. Salvador Allende que fueron evaluadas con metodología AEE y propone los mecanismos y productos de comunicación de las políticas energéticas para la promoción del ahorro energético.



Aunque aún quedan las dependencias de Facultad de Educación y Facultad de Ciencia y Tecnología en evaluación, el área de cobertura de esta investigación consolida una muestra representativa de la Universidad de Carabobo para ser integrada en un nuevo trabajo que muestre los primeros indicadores energéticos institucionales, proponga la política energética para la institución, y consolide un curso y un diplomado para Unidades de Gestión de Energía.

## **II.2 Bases teóricas y conceptuales.**

A continuación se presentan los conceptos necesarios para desarrollar los objetivos los cuales se enfocan en el análisis energético de edificaciones.

### **II.2.1 Ahorro Energético e Eficiencia Energética.**

De acuerdo a la Real Academia Española la eficiencia como "capacidad de disponer de algo para conseguir un efecto determinado" determina que la eficiencia energética es la capacidad de disponer de energía para alcanzar los mejores beneficios para el ser humano con el mínimo impacto sobre el medio ambiente. Según Rey-Velazco (2006), la eficiencia energética es el conjunto de acciones que permiten el ahorro de energía sin afectar el confort humano [9] mientras que para Vásquez y otros (2009) es un concepto de vida donde el desarrollo tecnológico y los consumidores deben comprometerse al uso racional de la energía [23].

Entrar en los conceptos asociados que permitan un análisis energético a edificios involucra aclarar ¿Qué es energía, qué es energía eléctrica y cómo se mide? La energía como capacidad para realizar un trabajo se ha convertido en factor importante para el desarrollo económico y social de las naciones. Las fuentes o proveedores de energía se encuentran en el medio ambiente y muchas de ellas



no son renovables lo cual establece su inexistencia en el futuro y consolida la necesidad del uso eficiente.

Ahora bien, la energía eléctrica, que proviene de otras fuentes de energía, en algunos casos tiene procesos de producción donde se emiten a la atmósfera diversos compuestos contaminantes al medioambiente involucrados en el efecto invernadero, el cambio climático, la lluvia ácida, el deterioro de la capa de ozono los cuales agrega nuevas consecuencias negativas sobre los recursos del futuro.

Más allá de que la energía eléctrica está asociada al flujo de electrones para producir un trabajo que se transformará en bienes y servicios, es una energía limpia y económica por lo cual fue ampliamente desarrollada desde el siglo pasado. Está determinada por la potencia eléctrica generada o consumida por unidad de tiempo y es medida comúnmente con contadores de energía eléctrica.

La base para determinar el ahorro energético alcanzado es la verificación del contador mes a mes y la comparación entre los consumos. El estudio del ahorro energético no es algo novedoso ya que nació como una respuesta producto del fuerte impacto de la crisis del petróleo de 1973 [24]. Esto produjo complicaciones en países donde la electricidad producida provenía mayormente de combustibles fósiles y promovió el surgimiento políticas para optimizar el uso de la energía eléctrica.

Actualmente en Venezuela, los estudios de ahorro energético han sido presionados a través de políticas públicas ante las dificultades de la oferta de energía eléctrica la cual se ha visto afectada por el fenómeno de El Niño, con sus respectivos periodos de sequía que han afectado los embalses, la falta de mantenimiento del sistema eléctrico, las dificultades en la generación térmica, la poca expansión y renovación de la generación y transmisión unida a un crecimiento sostenido en la demanda.

Ahora bien, si la eficiencia energética tiene las bondades ya descritas, el ahorro energético es inminente vía políticas públicas y se conoce la forma de medir



las posibilidades de ahorro ¿Cómo iniciar un plan de ahorro energético? Según Rey-Velazco si se considera que la energía es un insumo de costo variable que puede ser utilizado de una manera eficiente introduciendo prácticas que permitan el ahorro, entonces habría que reconocer el estado actual energético para establecer esas prácticas.

Pero ese diagnóstico energético debe indicar cómo es el patrón de uso de la energía además de cuáles son los niveles, áreas involucradas, etc. A ese diagnóstico se le denomina auditoría energética.

### **II.2.2 Auditoría Energética.**

A manera de definición, la auditoría energética *“es una herramienta técnica utilizada en la evaluación del uso eficiente de la energía que requiere una inspección y un análisis energético detallado de los consumos y pérdidas de energía”* Rey-Velazco (2006, p.28). Para los mismos autores la auditoría energética se trata del estudio de la disminución de costos energéticos en edificaciones y para realizar una auditoría energética es necesario conocer el equipamiento instalado en una edificación así como el patrón de uso de la energía por parte de los usuarios de tal edificación y comprenderá el análisis de las distintas variables energéticas involucradas.

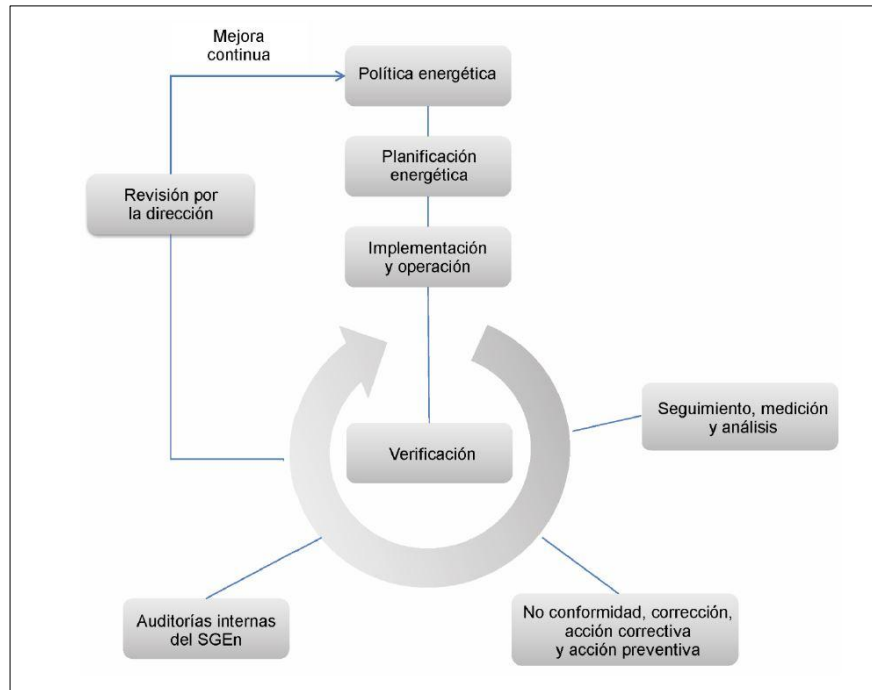
Sin embargo, esta definición puede presentar un punto de confusión con el término *“pérdidas de energía”*. En este caso, las pérdidas de energía eléctrica se reconocen como las pérdidas del sistema eléctrico que están formuladas como la diferencia entre la potencia generada y la potencia facturada y se clasifican como técnicas y no técnicas, pero a este aspecto no se refiere la definición de Rey-Velazco. Estas pérdidas realmente se refieren a los consumos energéticos realizados en forma innecesaria ya que no aportaron a la calidad y el confort ambiental en las edificaciones.



Entonces, para esta investigación la auditoría energética se define como el conjunto de estudios realizados sobre las distintas edificaciones de la Universidad de Carabobo a fin de determinar los consumos y *posibles ahorros* de energía.

### Tipos de auditorías.

Las auditorías se clasifican de acuerdo a la profundidad del estudio y al tipo de edificación a analizar según Rey-Velazco (2006). Respecto a la profundidad del estudio las auditorías pueden ser: a) solo diagnóstico energético, lo cual de acuerdo a Peña y Sánchez (2012) requiere la revisión de estructura de usos y consumos de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos, la identificación de las áreas de uso significativo de la energía y la identificación, priorización y registro de oportunidades para mejorar el desempeño energético [25]; b) auditoría energética básica: diagnóstico, propuestas de ahorro, estudio económico de las propuestas; c) auditoría energética a profundidad: corresponde a la auditoría básica más evaluación y cambios al proceso productivo y su tecnología; d) auditoría energética dinámica y continua: es la auditoría energética básica que se realiza en forma continua y comprende los aspectos de la gestión energética en edificios que en general se rigen por las normas ISO 50001:2011 [26] y cuyo modelo se resume en la figura N° 5. Respecto a las auditorías según el tipo de edificación se refiere a: industriales, comerciales, residenciales, institucionales, entre otros.



**Fig. Nº 5. Modelo de Gestión energética.**  
**Fuente: Norma ISO 50001:2011 [26]**

Esta investigación trata de una auditoría energética básica que comprende la consolidación de componentes básicos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) como lo son: políticas energéticas y programas de formación para unidades de gestión de energía para el seguimiento, medición y análisis de las variables energéticas.

### Objetivos.

De acuerdo a lo anterior, para Rey-Velazco (2006) las auditorías energéticas persiguen los siguientes objetivos:

- Obtener datos sobre consumos, costos de energía, instalaciones y producción de energía para comprender la dinámica que involucra el proceso productivo y las variables energéticas.
- Lograr balances energéticos, patrones de acuerdo a estaciones y/o patrones temporales.



- Identificar áreas de oportunidad para potenciales ahorros.
- Cuantificar los ahorros.

Aunque los objetivos de esta investigación ya están definidos, es importante indicar que el conjunto de estudios agrupados en esta investigación no tuvieron el interés de cuantificar el ahorro energético en variables económicas debido a que las tarifas aplicadas en la República Bolivariana de Venezuela no hacen atractivo el ahorro de energía por disminución de los costos de energía. En este caso, el ahorro se fundamenta en la motivación hacia el desarrollo sostenible y el uso consciente y racional de la energía. Por lo tanto, la cuantificación económica del conjunto de estudios solo involucró la estimación económica de las mejoras por potenciales ahorros.

#### Variables involucradas en el comportamiento energético.

Para Rey-Velazco (2006), las variables involucradas en la auditoría energética se relacionan con los siguientes aspectos claves: a) la evaluación medioambiental de la edificación que consiste en verificar su ubicación y capacidad de aprovechamiento solar, b) el diseño arquitectónico básicamente para el cálculo térmico que tendrá influencia sobre el cálculo energético, c) los materiales, y d) las instalaciones ya que están directamente involucradas en el cálculo energético (calefacción/refrigeración, sistema sanitario, sistema eléctrico).

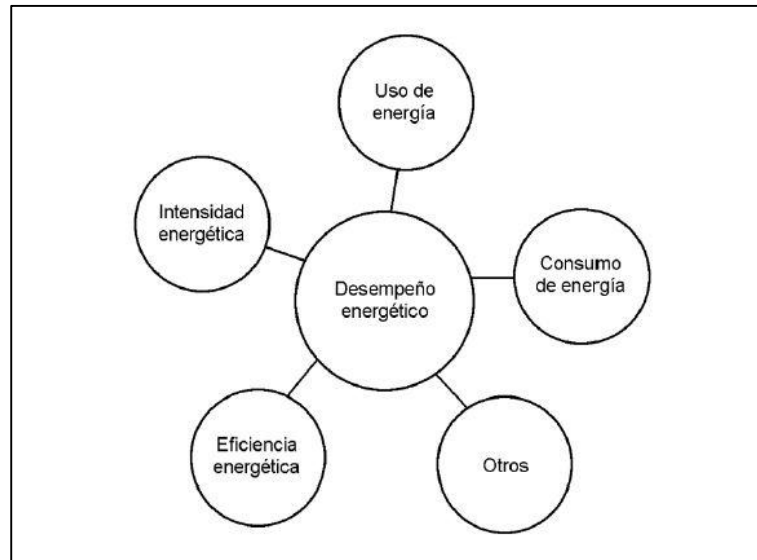
Sin embargo, para los mismos autores la valoración de los puntos a) y c) se considera despreciable debido principalmente a que responden a variables urbanas no conocidas por el auditor energético ya que dependen de planes urbanísticos y normas específicas.

Por lo cual, las variables involucradas en este conjunto de estudios son: el diseño de las envolventes de las edificaciones para el cálculo térmico, las instalaciones mecánicas (sistemas de refrigeración), instalaciones sanitarias (equipos de bombeo), instalaciones eléctricas (censo de cargas eléctricas



conectadas a la red, patrón de uso, consumo de energía, facturación), y otros equipos típicos de instalaciones educativas en áreas académicas (aulas y laboratorios), deportivas, culturales y de servicios a la academia.

Estas variables también consolidan el desempeño energético de acuerdo a la Norma 50001:2011 que se resume en la figura N° 6 [26].



**Fig. N° 6. Representación conceptual del desempeño energético.**  
**Fuente: Norma ISO 50001:2011 [26]**

### **II.2.3 Metodología AEE.**

Realizar el análisis energético de las edificaciones involucra responder la siguiente interrogante ¿La metodología es única para todos los tipos de edificación? Rey-Velazco (2006) y la Norma ISO 50001:2011 indican que hay un procedimiento general común pero que hay que verificar aspectos particulares.

Ahora bien ¿Cuáles son esos aspectos particulares? Básicamente hay dos: a) si la edificación es nueva o existente, y b) si la edificación es residencial o no residencial.





Cuando la edificación es nueva se plantea la "*certificación energética*" para la puesta en marcha de la edificación, pero ese no es el caso de la Universidad de Carabobo cuyas edificaciones analizadas no son nuevas.

Como es una edificación existente Rey-Velazco (2006) indica que las metodologías para realizar auditorías energéticas son: el análisis energético de viviendas (AEV) en el caso que la edificación sea residencial y el análisis energético de edificios (AEE) en el caso de edificaciones no residenciales.

En este caso, la aplicación de la metodología AEE involucra cinco pasos:

1. Identificar los datos climatológicos para fijar los valores promedios de temperatura exterior de la edificación que debe ser considerada en el cálculo térmico.
2. Definir el edificio lo cual involucra definir zonas de interés, volumen, ventilación, horarios de uso, aspectos temporales, áreas, tipos de actividades, censo de cargas, cálculo del número de personas, facturación, revisión de aspectos de calidad en iluminación, entre otras requeridas para el cálculo térmico y eléctrico.
3. Calcular las demandas de calefacción y refrigeración.
4. Calcular los consumos energéticos.
5. Evaluación energética lo cual comprende básicamente determinar los indicadores energéticos en kWh/m<sup>2</sup> y la línea base energética para ser comparados con valores estándar o con metas de consumo establecidos y establecer objetivos energéticos y estrategias de ahorro.

Las diferentes variables, definiciones, formas de cálculo y sus técnicas de obtención se presentan en la matriz de operacionalización de variables para cada objetivo de esta investigación.

Sin embargo, para la realización de análisis y evaluación de los resultados, para esta investigación se contrastarán con los consumos energéticos típicos y eficientes de Reino Unido de acuerdo a Rey y Velazco (p.134) que se presenta en el anexo N° 2.



### **II.3 Bases para programas de formación.**

Esta investigación comprende la elaboración de programas de formación de corto plazo y mediano plazo correspondientes a: curso de capacitación y diplomado. Los fundamentos conceptuales para la elaboración de este tipo de programas están definidos y normalizados por la Universidad de Carabobo.

En este caso, los diplomados tienen su normativa [27] de formulación establecidos por el Vicerrectorado Académico de la Universidad de Carabobo, mientras que los cursos de capacitación y adiestramientos tienen los lineamientos internos establecidos por la Fundación Prodefain UC en la facultad de ingeniería.

### **II.4 Bases legales.**

A continuación se resumen los decretos, normativas y resoluciones publicadas referentes al ahorro energético y eficiencia energética que deben quedar vinculadas con una política energética institucional. Para esta investigación se considera las políticas generadas a partir de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) [28] y la investigación de la gestión de la demanda en Venezuela de Ibarra (2013) [29].

- Oficina de Planificación de Sistemas Interconectados (OPSIS, 1999) elabora Plan de Expansión 1999-2013 en el cual estaban representados todos los actores que conformaban el sistema. El plan presentado tenía una visión de 20 años.
- Ministerio de Fomento y de Energía y Minas (1999) publica la Resolución mediante la cual se establecen los niveles tarifarios a ser empleados en el período 1999-2002 por cada una de las empresas. Asimismo, se definen los mecanismos de ajustes y las obligaciones que deben aplicar con el fin de asegurar una óptima y eficiente gestión con una excelente calidad del servicio. Estableciéndose también dentro de su articulado, que las empresas podrán ofrecer a sus usuarios tarifas opcionales que permitan lograr los objetivos de promover el ahorro energético, mayor eficiencia y racionalidad en el uso del servicio eléctrico.



- Ley de Servicio Eléctrico (1999) establece el reordenamiento estructural del Sector Eléctrico.
- La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN, 2000) publica en la Norma 3.560 con los procedimientos para indicar el valor de la eficiencia en función del consumo de energía de los acondicionadores de aire tipo ventana que se comercializan en el país. Etiquetado y reporte de eficiencia energética.
- Cordiplan y el Ministerio de Energía y Minas (2001) planifican sobre el informe de las demandas del país para los próximos diez años y se formula el Plan 2001 del Sistema Eléctrico Nacional.
- Se crea la Comisión Nacional de la Energía Eléctrica (CNEE, 2001), el cual debe velar por la aplicación de los programas sobre uso racional y eficiente de la energía.
- Ley Orgánica del Servicio Eléctrico (LOSE, 2001) se promulga en Gaceta Oficial número 5.568. Se crea la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, ente encargado de la regulación, supervisión, fiscalización y control de las actividades que constituyen el servicio eléctrico. Debe también de velar por la aplicación de los programas sobre uso racional y eficiente de la energía.
- El Despacho del Presidente (2002) decreta la creación de la "Comisión Presidencial para el estudio, evaluación y seguimiento del cumplimiento de los planes de la atención del riesgo potencial de insuficiencia en el suministro de energía eléctrica". Publicada mediante decreto 1.719 en la Gaceta Oficial N°37.411.
- En el año 2002, se presenta una situación de déficit de energía eléctrica, entre los cuales se destaca el alto crecimiento anual de la demanda de energía eléctrica, el intenso y largo período de sequía que podría limitar la capacidad de la central hidroeléctrica de Gurí, y la existencia de evidencias a nivel hidrometeorológico de que la situación persistirá a lo largo del año 2002, por lo cual se adoptaron las medidas que se muestran a continuación:
  - ✓ Decreto Presidencial N°1629: Instructivo Presidencial para el Ahorro de la Energía en el Sector Público, estableciéndose que los órganos de la



administración pública deben ejecutar programas de ahorro de energía eléctrica para reducir su consumo en un 20%, en un período de 1 año, tomando como referencia el consumo registrado durante el 2001.

- ✓ Resolución N°055: Se fijan las tarifas máximas que aplicarán las empresas eléctricas, incorporando nuevamente en el artículo 7, que las empresas podrán ofrecer a sus usuarios tarifas opcionales que permitan lograr los objetivos de promover el ahorro energético, mayor eficiencia y racionalidad en el uso del servicio eléctrico.
- ✓ Se formula un Plan de Contingencia (2003) relacionado con lo que se debería hacer en caso de que el Guri llegara a su cota crítica de 240 metros.
- ✓ Se presenta "Aporte para el debate Acerca de la Constituyente". La propuesta de la Constituyente Eléctrica se concibe como un ejercicio para implementar sistemáticamente una serie de actos constituyentes dirigidos a refundar el sector eléctrico.
- El Ministerio de Energía y Minas (2005) desarrolla el Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico Nacional. Se publica un instrumento legal de carácter obligatorio que tiene como finalidad garantizar que las condiciones de diseños y construcción de las nuevas edificaciones, cumplan con los límites del Valor de Transferencia térmicas confortables, logrando la reducción del consumo de energía eléctrica por uso de aires acondicionados.
- Surge la Misión Revolución Energética (2006). Con el propósito de alcanzar la eficiencia energética a través del racionamiento del consumo de energía y el aprovechamiento de fuentes alternativas, como la eólica (viento) y la solar a través de:
  - ✓ Cambiar los 52 millones de bombillos incandescentes existentes para la fecha.
  - ✓ Ahorrar 2000 megavatios de electricidad, equivalentes a 200 millones de dólares.



- ✓ Instalación de 1000 megavatios (MW) de generación distribuida.
- ✓ Implementación de diversas campañas educativas.
- Se publica el Proyecto Nacional Simón Bolívar (2007) donde se establece entre sus directrices "Venezuela: Potencia Energética Mundial.
- Se publica La Ley Orgánica de Reorganización del Sector Eléctrico (2007). Se crea la figura de la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC) y se da inicio a la nacionalización de las empresas de servicio eléctrico.
- Decreto N°6.992 en la Gaceta Oficial N°39.298 (2009) de la República Bolivariana de Venezuela donde todos los órganos y entes de la administración pública nacional deben ejecutar planes para reducir en al menos un veinte por ciento (20%) su consumo eléctrico, tomando como referencia el consumo registrado durante el mismo mes del año anterior.
- Creación del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (2009) con el objetivo de trabajar para la optimización en la eficacia para la prestación del servicio de energía eléctrica, sus fuentes de generación y transmisión, así como la rectoría en materia de incentivos de políticas de energía eléctrica.
- Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico (LOSSE-2010), en el artículo 18 se decreta "La planificación de las actividades del Sistema Eléctrico Nacional para la prestación del servicio, estimulará el desarrollo de áreas estratégicas y el uso racional y eficiente de las fuentes primarias de producción de energía eléctrica, sin perjuicio de las áreas pobladas, agrícolas, forestales, mineras y bajo régimen de administración especial, conforme a los principios rectores, con sujeción a la presente Ley, su Reglamento y la legislación aplicable".
- En el año 2011, se mantuvo la campaña de ahorro y se realizó un segundo proyecto de instalación masiva de bombillos ahorradores.
- Gaceta Oficial N°39.694 (2011), resolución N° 73, 74, 75, 76 y 77, de la República Bolivariana de Venezuela, Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, Despacho del Ministro, publica cinco (5) resoluciones por parte del Ministerio del



Poder Popular para la Energía Eléctrica para la orientación en materia de Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica por parte de los organismos públicos. Las medidas se resumen en la tabla N° 2.

- Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía (2011), Gaceta Oficial N°39.823 tiene por objeto principal promover y orientar el uso racional y eficiente de la energía en los procesos de producción, generación, transformación, transporte, distribución, comercialización, así como el uso final de la energía.
- Gaceta Oficial N°40.151 (2013), se declara estado de emergencia del Sistema y Servicio Eléctrico Nacional, por un lapso de noventa (90) días.
- Gaceta oficial N° 40.720 (2015), Decreto N° 1.920 se crea el "Estado Mayor Eléctrico" para la toma de decisiones estratégicas para energía eléctrica.
- Plan de Administración de Cargas (PAC-2015), el Ministerio del poder popular para la energía Eléctrica (MPPEE) implementó plan para rotación de los bloques de carga.

**Tabla 2. Resumen de resoluciones 73, 74, 75, 76 y 77.**

| Resolución             | Objetivo   | Específico   |
|------------------------|--|--|
| 73 Avisos Luminosos.   | Busca promover el uso racional y eficiente de la energía prohibiendo el uso de lámparas, bombillas incandescentes o halógenos en vallas y avisos publicitarios, debiendo sustituirse por lámparas y bombillos ahorradores. | Sustituir todos los tubos fluorescentes de tipo T12 (20W ó 40W) por tubos fluorescentes tipo T8 (32W ó 17W). Avisos publicitarios privados limitados al horario comprendido entre las 6:00pm y las 12:00am |
| 74 Residencial.        | Incentivo sobre su facturación mensual (descuentos y contribuciones), dependiendo el consumo de energía eléctrica presente en la facturación por 30 días   | Disminución del consumo residencial.   |
| 75 Factor de Potencia. | Promover la mejora del Factor de Potencia en los usuarios industriales, comerciales y oficiales con cargas superiores o iguales a doscientos (200kVA).   | Los usuarios de los sectores Industrial, Comercial y Oficial con cargas superiores a los doscientos (200kVA) deben mantener el factor de potencia igual o superior de 0,9.                                 |



| <b>Continuación tabla 3. Resumen de resoluciones 73, 74, 75, 76 y 77.</b> |   |   |
|---|---|---|
| Resolución  | Objetivo  | Específico  |
| 76 Grandes Usuarios.  | Promover la disminuir de consumo de energía sobre el Sistema Eléctrico Nacional.  | Las Personas Jurídicas del Sector Privado, que superen una Demanda Asignada Contratada (200kVA), deberán realizar acciones para mantener una reducción de al menos un diez por ciento (10%). Activar autogeneración entre 11:00 horas y las 16:00 horas y entre las 18:00 horas y las 22:00 horas |
| 77 Modificación 003.  | Continuidad en la orientación en materia de uso racional y eficiente de la energía eléctrica por parte de los organismos públicos | Creación de grupos de gestión de energía y recomendaciones en materia de sistemas de acondicionadores de aire, refrigeración, iluminación, sistemas de bombeo, elevación y transporte, equipos de oficina y computación, calentadores de agua.  |



**Tabla 4. Matriz de operacionalización de variables.**

| MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES            |   |  |   |   |   |   |   |
|--|---|--|---|---|---|---|---|
| Variable   | Objetivo Específico   | Definición   | Dimensión   | Indicador o fórmula de cálculo                              | Técnica   | Instrumento   |   |
| Energía.   | 1. Identificar la situación actual de consumo, censo de carga, facturación, nivel de iluminación, variables epidérmicas de la edificación, curva de demanda de la institución, línea de base energética por equipos o grupos de equipos en los circuitos de baja tensión, el patrón de uso de la energía para la determinación de los potenciales de ahorro de energía. | Capacidad de un sistema de producir una actividad externa o de realizar trabajo.   | kWh   | $E = \int P \cdot dt$                                       | Censar la potencia total del área x un tiempo determinado   | Factura   |   |
| Area bruta   |   | Superficie total del terreno donde se desarrolla un urbanismo  | m <sup>2</sup>  | $A = L_1 \cdot D_1 + L_2 \cdot D_2 + \dots + L_n \cdot D_n$ | Medir longitud y Ancho y luego totalizar  | Herramientas AutoCAD, Google Earth  |   |
| Area de Construcción                                 |   | Es la cantidad total de metros cuadrados aprovechable que tiene la edificación   | m <sup>2</sup>  | $A = L_1 \cdot D_1 + L_2 \cdot D_2 + \dots + L_n \cdot D_n$ | Medir longitud y Ancho y luego totalizar  | Herramientas AutoCAD  |   |
| Revisión energética. Ajustes por método de medición. |   | Es el proceso de análisis que compara la facturación con la estimación para la determinación del valor base que da soporte a la planificación energética.  | kWh medidos vs patrón   |   | Medir la Potencia de la edificación con un registrador de variables eléctricas y ajustarlo con la curva típica del sector institucional y compararlo con la capacidad instalada | Utilizar el equipo de Medición de Energía, totalizarla y luego comparar con la Capacidad del Transformador  | 1) Valor base de kWh para iniciar planes de ahorro y 2) Curva típica de carga |
| Uso de energía (patrón).                             |   | Es el comportamiento en un periodo de tiempo del consumo de la energía eléctrica de la edificación y comparándolo con sector donde este se encuentre. Las edificaciones se dividen dependiendo su consumo en patrón de consumo bajo, patrón de consumo normal y patrón de consumo alto | horas uso   |   | Aproximar el consumo actual de la edificación con lo establecido por leyes o normas pertenecientes a cada sector.   | Es comparar el consumo actual obtenido en el censo de carga de la edificación con la curva institucional establecida por las leyes                                      | Planilla de censo de cargas y estimación del consumo                          |
| Análisis de uso.                                     |   | Es el estudio del patrón de uso de los equipos de consumo energético para evaluar su eficiencia  | kWh x grupo de equipos  |   | Medir la potencias de los equipos o grupos de equipos de la edificación en su horario de funcionamiento   | Comparar el consumo de los equipos o grupos de equipos de la edificación con los datos del fabricante para así evaluar posibles mejoras en la eficiencia de los mismos. | Planilla de censo de cargas y estimación del consumo                          |
| Evaluación de los pasados y los actuales.            |   | Realizar la cronología de la demanda neta en función del tiempo para ver el crecimiento de la misma  | kWh vs t  |   | Multiplicar la energía consumida (KWh) por el periodo de tiempo deseado (día, semana, mes, año, etc.),  | Revisar la facturación de la edificación en periodos mensuales y tener los datos del consumo  | Históricos de consumo   |
| Línea de base energética                             |   | Es un valor que representa el consumo energético de la organización durante un período definido en condiciones normales. A partir de este valor, se proceden a realizar comparaciones, con el objetivo de detectar posibles futuras desviaciones energéticas.                          | kWh/m <sup>2</sup>  |   | Comparación de los valores pasados obtenidos en la facturación como referencia con el valor actual de consumo.  | Utilizar Excel Comparar censo con la facturación  | Planilla de censo de cargas y estimación del consumo Excel                    |
| Indicadores de desempeño energético                  |   | Permiten el monitoreo y la medición del desempeño energético de la edificación   | kWh/m <sup>2</sup><br>kWh/mes<br>kWh/grupo eq<br>horas uso prom |   | Usar equipos de medición para el monitoreo de las cargas  | Utilizar una hoja de cálculo para realizar la relación entre los consumos energéticos por grupos de equipos y el área bruta de la edificación                           | Planilla de censo de cargas y estimación del consumo                          |
| Capacidad térmica                                    |   | Cálculo del fenómeno que tiende a modificar la temperatura interior del aire o su contenido en humedad, y es requisito fundamental el estudio de las componentes de carga en el espacio que va ser acondicionado   | Toneladas de refrigeración                                      |   | Software de Lugo (2015)   | Observar orientación, espacios, tipos de cerramientos, uso, áreas de ventanas y puertas, cantidad de ocupantes, etc.  | Formato a descargar del propio software                                       |





| MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES                            |  |   |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|---|
| Variable   | Objetivo Específico  | Definición  | Dimensión   | Indicador o fórmula de cálculo  | Técnica   | Instrumento   |
| Propuestas de ahorro de energía.                                     | 2. Diseñar de planes de ahorro por cada dependencia de Aragua y Carabobo partiendo niveles de ahorro factibles y la inversión económica requerida con el fin de disminuir el consumo de energía y así dar cumplimiento al Decreto Nº 6.992 orientando a los procesos de seguimiento y control. | Propuestas acciones para el ahorro energético con la mejor relación económica   | Alternativas  | Identificar las áreas y equipos con peor eficiencia energética  | Identificar las cargas de mayor consumo el censo y se proceder a bajar las horas uso o sustitución de equipos                             | Planilla de censo de cargas y estimación del consumo                    |
| Objetivos energéticos  |  | Son las metas a alcanzar una vez finalizado el proyecto   | kWh/m2  | Lograr la reducción del 20% de consumo energético en la edificación   | Haciendo uso racional y eficiente de la energía tales como cambios conductas y sustitución de equipos.                                    | G.Of No 39.298  |
| Plan de ahorro.  |  | Programación donde se detalla las acciones para lograr la eficiencia energética.  | Acciones  | Identificar aquellas Propuestas de ahorro energético que logren cumplir la meta   | Implementación de acciones que logren los objetivos planteados basados en la propuestas de ahorro de energía                              | Acciones  |
| Costos del Plan de ahorro  |  | Es el gasto económico que representa el plan de ahorro energético diseñado  | Bs  | Es la inversión Inicial y todos los costos operacionales para aplicar el plan de ahorro energético seleccionado             | Estudio de las propuestas económicas  | Plan de compras   |
| Estimación de la mejora del cumplimiento legal                       |  | Alcanzar un ahorro energético del 20%   | %   | %Ahorro = $(kWh_{proy} - kWh_{act})/kWh_{act}$<br>Comparar los resultados obtenidos con los valores actuales                | Verificar el cumplimiento del plan de ahorro diseñado.  | Planilla de censo de cargas y estimación del consumo con plan de ahorro |
| Procesos de seguimiento y verificación                               |  | Creación de un conjunto de leyes y normas internas, con el fin de cumplir con las políticas establecidas por los entes gubernamentales. | Reglamentación interna:<br>Reglamento, Normas y Procedimientos  | Promulgar todas las leyes o normativas necesarias en la universidad para llevar a cabo los objetivos energéticos planteados | Establecer normas de uso eficiente de la energía y promover el buen comportamiento de los usuarios sobre las horas de usos de los equipos | Propuesta de articulado interno   |
| Niveles de ahorro alcanzados   |  | Valor de la diferencia porcentual entre el valor de kWh facturado en el mes versus el valor de arranque de kWh en estudio inicial       | %   | %Ahorro = $(kWh_{mes} - kWh_{inicial})/kWh_{inicial}$<br>Comparar los resultados obtenidos con los valores actuales         | Monitoreo mensual del consumo por dependencia   | Factura   |
| Documentación. Cambio de comportamiento. Seguimiento y verificación. |  | Documentos necesarios para el seguimiento y verificación de los planes de ahorro  | Instrucciones técnicas  | Valoración cualitativa de categorías  | Check list  | Fomatos de instrucciones técnicas                                       |
| Controles Operacional  |  | Valores estándares o metas a alcanzar   | Actividades de seguimiento y mantenimiento  | Verificación de estándares internacionales y nacionales (si aplica)   | Tabulación  | Formatos de seguimiento, mantenimiento y control                        |
| Adquisición de productos, equipos y bienes.                          |  | Lista de compras necesarias de productos de sustitución   | Plan de Compras   | Verificación en campo   | Contabilización por áreas e integración   | Plan de compras   |
| Política energética  | 3. Consolidar una política energética en la Universidad de Carabobo para dar respuesta a los establecidos en la gaceta oficial 39.298.   | Reglamentación interna:<br>Reglamento, Normas y Procedimientos  | Vincular a bases legales de la sección II. 3  | Analizar e integrar   | Propuesta de articulado interno   |   |
| Formación y cultura energética en la organización. Diplomado.        | 4. Diseñar programas de formación de corto y mediano plazo para comités de gestión de energía de empresas e instituciones cumpliendo con las normas de curso y Diplomado de la Universidad de Carabobo.  | Programa  | Se elabora presentando los requerimiento del artículo 9 de las Normas de diplomados UC a 150 horas académicas | Técnicas de enseñanza para aprendizaje significativo y por descubrimiento   | Programa  |   |
| Formación y cultura energética en la organización. Curso.            | Tratado sobre una materia específica explicada o destinada a ser explicada durante cierto tiempo   | Propuesta de curso  | Se elabora siguiendo las pautas establecidas por PRODEFAIN-UC. 24 horas académicas                            | Técnicas de enseñanza para aprendizaje significativo y por descubrimiento   | Propuesta de curso  |   |



## **CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.**

A continuación, este capítulo presenta el diseño metodológico conformado por las pautas pertinentes que orientan el desarrollo de esta investigación la cual requiere la integración de resultados de otras investigaciones ya culminadas para consolidar el todo institucional.

### **III. 1 Tipo de investigación.**

En razón de que esta investigación busca indicar características y perfiles de grupos, en este caso de perfiles energéticos, que puedan ser sometidos a un análisis, de acuerdo a Hernández, Fernández, Baptista (2007) la investigación es cuantitativa tipo descriptiva [30].

### **III.2. Diseño de las fases metodológicas**

Para esta investigación, que se desarrolló en varios años e involucra la integración de resultados de varias investigaciones de pregrado, el diseño metodológico fue el siguiente:

**Fase 1. 1.** Identificación de la situación actual de consumo, censo de carga, facturación, áreas finales, línea de base energética por equipos o grupos de equipos en los circuitos de baja tensión, indicadores de desempeño energético y el patrón de uso de la energía para la determinación de los potenciales de ahorro de energía.

- Fase 1.1. Distribución de las áreas al grupo investigador, obtención y distribución de planos. Este paso constituye la distribución del área geográfica de la Universidad de Carabobo determinando zonas límites entre grupos investigadores. Las áreas fueron distribuidas de acuerdo a la tabla N° 1, mostrada en el capítulo 1. Los planos de las instalaciones fueron obtenidos a través de la Dirección de Planta Física de la Universidad de Carabobo y distribuidos al grupo investigador.



- Fase 1.2. Elaboración de formato base para censo de cargas y selección grupos de carga. El formato de censo de carga fue elaborado, fue validado por Corpoelec y se muestra en el anexo 3. Por su parte, los grupos de carga corresponden a: iluminación, climatización, refrigeración, equipos de tecnología, equipos de elevación, otros equipos.
- Fase 1.3. Fijación de criterios de para los factores de demanda de los equipos en instalaciones. Dado que las edificaciones están activas y no se trata del cálculo de circuitos de acuerdo a lo establecido en el Código Eléctrico Nacional, sección 220 o 440, la estimación del consumo a efectos de auditoría lleva a fijar criterios para la estimación de factores de demanda, lo cual sería contrastado con la facturación. En la sección 4 del mismo anexo 3 se presentan los factores de demanda establecidos para los equipos y los mismos responden a los criterios de la tabla 4, los cuales serían definitivamente fijados en acuerdo con el grupo investigador.

**Tabla 5. Factores de demanda.**

| Grupo de carga        | Factor de demanda | Criterio  |
|-----------------------|-------------------|---|
| Iluminación           | 0,9 a 1           | Corresponde a luminarias en servicio para áreas académicas (salones, laboratorios, pasillos, oficinas académico-administrativas, cubículos, etc.) |
| Climatización         | 0,7 a 0,9         | Corresponde a equipos de aires acondicionados con horarios de uso prolongado (>6horas)  |
| Refrigeración         | 0,6               | Corresponde a equipos para la refrigeración de alimentos, muestras, sustancias, medicinas, enfriadores de agua, etc.                              |
| Calentadores          | 0,9 a 1           | Corresponde a calentadores de agua, secadores de pelo y ropa, calderas, planchas, tosty arepa o similares   |
| Equipos de tecnología | 1                 | Corresponde a computadores personales, servidores, fotocopiadoras, radios, televisores, estaciones de trabajo con PC, impresora, escáner, etc.    |
| Equipos de elevación  | 0,4 a 0,5         | Corresponde a ascensores y/o escaleras mecánicas.   |
| Otros equipos         | A convenir        | Por el grupo investigador   |

- Fase 1.4. Caracterización integrada de las edificaciones con situación actual de consumo de acuerdo a los grupos de carga seleccionados en la fase 1.2., facturación la cual fue obtenida a través de la Dirección de Planta Física,



cálculo térmico de las edificaciones en base a sus variables epidérmicas obtenido mediante software de cálculo realizado por Lugo [15], línea de base energética por equipos o grupos de equipos en los circuitos de baja tensión, el patrón de uso de la energía para la determinación de los potenciales de ahorro de energía.

**Fase 2.** Diseño de plan de ahorro por cada dependencia de Aragua y Carabobo partiendo niveles de ahorro factibles y la inversión económica requerida con el fin de disminuir el consumo de energía y así dar cumplimiento al Decreto N° 6.992 orientando a los procesos de seguimiento y control.

- Fase 2.1. Evaluación de la eficiencia energética y cálculo de los ahorros en base a las nuevas condiciones simuladas en los censos de carga. Partiendo de los censos de carga obtenidos de la fase 1.2. se determinan los grupos de mayor consumo y los potenciales ahorro de acuerdo a tres procedimientos: cambios en el patrón de uso (impulsado por Corpoelec, basado en el Decreto N°6.992), sustitución de luminarias con mejores rendimientos energéticos o sustitución de equipos de climatización como última opción para evitar derogaciones a la institución en razón a las dificultades presupuestarias.
- Fase 2.2. Análisis de los potenciales ahorros y diseño del plan integrado institucional. Una vez culminada la fase anterior, se integran los porcentajes alcanzados por cada procedimiento indicado (fase 2.1.) y se consolida el plan de ahorro integrado para la institución.

**Fase 3.** Consolidación de una política energética en la Universidad de Carabobo para dar respuesta a los establecidos en la gaceta oficial 39.298.



**Fase 4.** Diseño de programas de formación de corto y mediano plazo para comités de gestión de energía de empresas e instituciones cumpliendo con las normas de curso y Diplomado de la Universidad de Carabobo.

### III.3. Unidad de estudio y análisis.

Como el objetivo de la investigación es evaluar la eficiencia energética institucional, el objeto de análisis son las instituciones de educación universitaria. Por su parte, la población para esta investigación corresponde a todas las edificaciones de educación universitaria de la Universidad de Carabobo ubicadas en las áreas de la figura N° 1 de acuerdo a lo indicado en las delimitaciones de espacio geográfico.

Finalmente, la muestra analizada de esta investigación se presenta en la tabla 5 por área bruta, por área de construcción y por consumo de energía. De acuerdo a la tabla, más del sesenta por ciento (60%) de las áreas y de la energía institucional fue analizada.

**Tabla 6. Muestra**

| Universidad de Carabobo  | Área bruta m <sup>2</sup> | Área de construcción m <sup>2</sup> | kWH/mens. de consumo |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| <b>Totales estimados</b> | 1.965.455,29              | 262.885,22                          | 1.616.697,11         |
| <b>Analizado</b>         | 1.239.116,42              | 180.844,84                          | 1.160.277,50         |
| <b>Muestra</b>           | 63,04%                    | 68,79%                              | 71,77%               |

### III.4. Técnicas de recolección y procesamiento de información.

La información de los censos de carga fue recopilada mediante la observación directa a equipos e instalaciones por el grupo investigador. Asimismo, la información requerida para las políticas energéticas y la formulación de programas de formación también fue recopilada mediante observación directa a documentos. Las áreas fueron determinadas a través de planos en Autocad, los cuales junto a las facturaciones de las dependencias fueron suministrados por la Dirección de Planta Física.



Para el procesamiento de información se utilizó Microsoft Excel para cálculos de variables e indicadores energéticos y el cálculo térmico de las edificaciones mediante software de cálculo realizado por Lugo [15].



## **CAPITULO IV. RESULTADOS.**

A continuación se presentan los resultados alcanzados en cada una de las fases metodológicas descritas en el capítulo anterior que integran y consolidan la evaluación institucional y los objetivos de esta investigación para así cerrar el proyecto de investigación presentado por el Departamento ante la Dirección de Investigación.

### **IV.1 Identificación de la situación actual.**

Los resultados integrados de la situación actual de consumo, censo de carga, facturación, cálculo térmico de las edificaciones en base a sus variables epidérmicas, curva de demanda de la institución, línea de base energética por equipos o grupos de equipos en los circuitos de baja tensión, el patrón de uso de la energía para la determinación de los potenciales de ahorro de energía se presentan en el anexo N° 4.

#### Facturación y censo de carga.

La energía facturada en el conjunto de dependencias analizadas corresponde a 778.742kWh por mes presentándose estacionalidad asociada a períodos académicos y vacacionales. Sin embargo, se observaron algunas dificultades con la facturación: a) en algunas dependencias a pesar de contar con contador de energía (DDE) la facturación se realiza por estimación, b) algunas dependencias no cuentan con contador de energía (Rectorado) y no se dispone de facturas, c) en algunas dependencias se determina que la energía estimada es significativamente mayor o menor a la facturada lo cual requiere procedimientos de aferición del contador.

En tales casos no se pudo observar la evaluación de los consumos pasados por lo cual no fue posible identificar la tendencia.

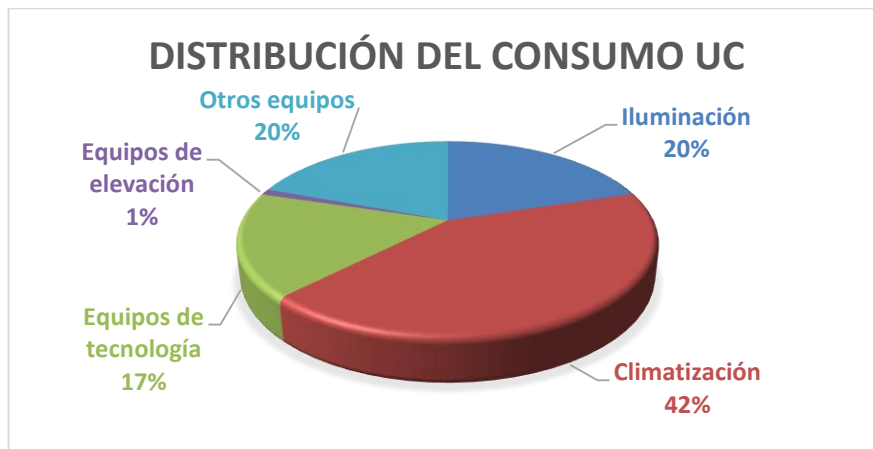
Por su parte, la energía estimada de acuerdo al censo de cargas es de 1.159.302kWh por mes lo cual representa una desviación de 32,83% respecto a la facturada en las dependencias analizadas. Esto muestra los problemas para la contabilización de la energía en la institución, por tanto, deja claro las dificultades para



la supervisión y control de planes de ahorro sin equipos confiables de medición en la relación comercial empresa-universidad.

### Distribución y patrón de uso de la energía.

Ahora bien, en ese anexo se puede observar la distribución de la energía para cada una de las edificaciones analizadas y para la institución de forma integrada lo cual refleja no solo el valor sino la proporción de la situación actual del consumo. De esta manera, en la figura N° 7 se muestra la situación actual de la distribución institucional.



**Fig. N° 7. Distribución del consumo energético institucional.**

En la figura N° 7, se observa que el grupo de cargas que mayor consume energético representan para la universidad corresponde a los equipos de acondicionamiento de aire, seguidos por iluminación y otros equipos (principalmente laboratorios, comedores, etc.), equipos de tecnología y, por último, sistemas de elevación. Sin embargo, llama la atención la poca energía destinada a sistemas de elevación en instalaciones educativas que deben velar por la equidad de acceso de la educación lo cual incluye a personas con discapacidad motora. Por lo cual, es conveniente conocer estándares de este tipo de cargas en instituciones educativas.





### Capacidad térmica de las edificaciones.

De acuerdo al anexo 4, se observa que se disponen de 2.116 toneladas de refrigeración para el acondicionamiento de espacios universitarios en el conjunto de dependencias analizadas para una necesidad de 2077 toneladas de carga térmica calculada según Lugo. En promedio esto corresponde a 0,0117Ton/m<sup>2</sup> de área útil o 12Ton por cada 100m<sup>2</sup> de construcción lo cual no se considera una carga exagerada y derrochadora. En este punto conviene una revisión exhaustiva por la Escuela de Ingeniería Mecánica respecto a los valores alcanzados y la herramienta de cálculo desarrollada por Lugo en la Escuela de Eléctrica.

### Niveles de iluminación.

Algunas de las edificaciones mostraron dificultades para alcanzar los niveles de iluminación establecidos en ambientes de estudio, sin embargo, las edificaciones más jóvenes de la ciudad universitaria en su mayoría cumplen con las simulaciones realizadas a través del software Dialux realizadas por el grupo investigador.

En este caso, es importante destacar aspectos claves respecto a la iluminación institucional: a) algunas facultades hacen uso inapropiado de la energía manteniendo iluminación artificial en áreas de circulación iluminadas con luz natural, b) una proporción importante del sistema de iluminación institucional sigue siendo fluorescente de bajo rendimiento (4x40W), y c) la evaluación de la iluminación cada año es importante ya que el sistema de iluminación presenta dificultades de mantenimiento lo que afecta la sustitución de luminarias por lo que una disminución del consumo no significa reducción del consumo de energía sino afectación de la calidad de las instalaciones.

### Línea base energética e indicadores energéticos.

De la misma manera se observa que la línea base energética es 6,41kWh/m<sup>2</sup>, así como los indicadores energéticos. Sin embargo, ese valor comparado con la tabla de consumos energéticos típicos y eficientes referenciales muestra una brecha importante a



analizar. En la tabla 6 se presenta el contraste entre los resultados del anexo 4 y los valores referenciales del anexo 2 considerando los valores referenciales menores con mezcla de tipo de acondicionamiento.

**Tabla 7. Indicadores energéticos UC y referenciales.**

| Indicadores energéticos             | Resultados UC             |      | Valores referenciales |           |
|-------------------------------------|---------------------------|------|-----------------------|-----------|
|                                     |                           |      | Eficientes            | Típicos   |
| Línea de base energética            | kWh/m <sup>2</sup>        | 6,41 | 112                   | 205       |
| Indicadores de desempeño energético | kWh/m <sup>2</sup> ilum   | 1,29 | 14                    | 23        |
|                                     | kWh/m <sup>2</sup> clim   | 2,71 | 79                    | 151       |
|                                     | kWh/m <sup>2</sup> eq tec | 1,11 | 14                    | 18        |
|                                     | kWh/m <sup>2</sup> elev   | 0,06 | 3                     | 4         |
|                                     | kWh/m <sup>2</sup> otros  | 1,24 |                       |           |
|                                     | horas promedio            | 11   | No indica             | No indica |

De acuerdo a la tabla se observa que la línea base energética no alcanza ni el 6% del valor referencial. Comportamiento similar muestran el resto de indicadores. En este caso, la tendencia actual de la empresa distribuidora a mencionar derroche de energía por parte de los usuarios puede ser cuestionada. Por lo cual, esta investigación apunta al desarrollo de estándares referenciales nacionales de indicadores energéticos.

## **IV.2 Planes de ahorro.**

A pesar de los resultados observados en la fase anterior, se acometieron planes de ahorro para las dependencias estudiadas ya que el establecimiento de los mismos fue legalmente vinculante por el Decreto N° 6.992. En este caso, con la finalidad de disminuir el 20% establecido en el decreto se analizaron los censos de carga y a continuación se conforman tres estrategias para la reducción del consumo:

1. Cambios del patrón de uso de la energía. Fueron sugeridos cambios en el patrón de uso de la energía para los grupos de carga que consistieron principalmente en la disminución de horas de uso de cargas por acondicionamiento de aire, equipos de tecnología y de iluminación. Solo en la Torre Escorpio se implementó



aprovechamiento en cargas de equipos de elevación (ascensores). Esta estrategia permite ahorros que oscilan entre el 5% a 30%.

2. Sustitución de luminarias. Cuando la estrategia anterior no alcanza el 20% establecido por la ley, se propusieron planes para la sustitución de luminarias y equipos de climatización. Sin embargo, la implementación de estos planes está amenazado por dificultades presupuestarias. Esta estrategia permite ahorros que oscilan entre el 3% a 10%.
3. Sustitución de equipos de climatización. Algunas dependencias tienen equipos de acondicionamiento de aire que muestran relaciones de eficiencia energética deficientes ( $EER < 12$ ). Para algunos pocos casos, los planes también involucraron la sustitución de equipos de climatización. Sin embargo, como la proporción de carga por equipos de climatización es importante su impacto en la reducción también lo es. Esta estrategia permite ahorros que oscilan entre el 2% a 35%.

Los resultados alcanzados por planes internos de ahorro se resumen en la tabla 7 donde se integran los aportes por edificación y por estrategia. Se observa que los planes previstos pueden alcanzar ahorros de hasta el 27,76% que corresponde a 353325,65kWh de energía ahorrada. Es importante indicar que aunque en algunas dependencias se evaluó la implementación de las tres estrategias, la recomendación final se ajusta principalmente a tratar de alcanzar el 20% con la menor inversión.

Sin embargo, los ahorros estimados por estrategias internas de ajuste no pueden competir con los ahorros impuestos a través de los Planes Administrados de Carga donde se redujo la disponibilidad del servicio en programas de 4horas diarias para el año 2016 los cuales dejan la interrogante de ¿Para qué un Decreto si igualmente se violenta contra la calidad del servicio a los usuarios?

El principal resultado de esta fase metodológica es filosófico. Acometer acciones para alcanzar la eficiencia energética debe tener como punto base de partida unas



condiciones mínimas de calidad de energía, específicamente de servicio técnico y servicio comercial.

**Tabla 8. Tabla integrada de ahorros en planes por edificación y por estrategia.**

| Investigador       | Dependencia      | Consumo actual kWh | Ahorro Estrategia 1 | Ahorro Estrategia 2 | Ahorro Estrategia 3 | %     | Consumo meta |
|--------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|--------------|
| Monagas            | Torre Escorpio   | 68618,76           | 19,95               | No                  | No                  | 19,95 | 54929,32     |
| Gallego            | Mañongo          | 40092,82           | 19,71               | No                  | 2,17                | 21,88 | 32190,53     |
|                    | Fundacine        | 3285,41            | 23,52               | No                  | No                  | 23,52 | 2512,68      |
| Sosa               | DDE              | 32542,22           | 5,15                | 9,59                | 4,79                | 19,53 | 26186,02     |
| Lugo               | Comedor          | 32211,13           | 37,22               | No                  | 34,73               | 37,22 | 23988,64     |
|                    | Bomberos         | 18908,76           | 20,68               | No                  | 6,35                | 20,68 | 14997,73     |
|                    | Dir. Transporte  | 6176,92            | 21,42               | No                  | 15,46               | 21,42 | 4853,76      |
|                    | Áreas Deportivas | 21582,38           | 29,99               | No                  | No                  | 29,99 | 15109,32     |
| Rodriguez          | Rectorado        | 138652,64          | 14,04               | 3,37                | 13,26               | 17,41 | 24145,35     |
| Agrinzone          | FCJyP            | 124294,72          | 21,04               | No                  | No                  | 21,04 | 98134,53     |
| Medina             | FOdontología     | 89413,16           | 18,37               | No                  | No                  | 18,37 | 72992,88     |
|                    | Digae            | 34831,34           | 20,37               | No                  | No                  | 20,37 | 27736,01     |
|                    | Celis Pérez      | 18104,52           | 22,53               | No                  | No                  | 22,53 | 14006,79     |
|                    | Capilla          | 1180,78            | 20,57               | No                  | No                  | 20,57 | 937,83       |
| Doria              | FCS Morita       | 156262,9           | 15,54               | 3,92                | 5,28                | 24,74 | 117603,46    |
| Caldeira           | Ingeniería       | 216470,91          | 19,8                | No                  | No                  | 19,80 | 180327,69    |
| Avendaño y Sanchez | FACES Pre        | 157.647,93         | 21,63               | No                  | No                  | 21,63 | 120213,48    |
|                    | INFACES          | 93.700,67          | 20,78               | No                  | No                  | 20,78 | 74229,67     |
|                    | Planta Física    | 18.374,18          | 24,19               | No                  | No                  | 24,19 | 13930,81     |
| TOTAL              |                  | 1272352,14         |                     |                     |                     | 27,76 | 919026,49    |

### IV.3 Políticas energéticas.

Para fomentar la cultura hacia el ahorro de energía se previó la consolidación de una política energética en la Universidad de Carabobo que acompañara el marco de acciones necesarias para la implementación de los planes de ahorro. En este caso, se consideró que la política energética debe tener las siguientes visión y misión:

Visión: ser una universidad de referencia en materia de recursos energéticos en Venezuela por su competencia para construir conocimiento en el área, por su experiencia en la participación de planes y proyectos, y el comportamiento ético en la ejecución de las acciones.

Misión: La Universidad de Carabobo debe ser partícipe solidaria del estudio y análisis del abastecimiento seguro de energía, la reducción del costo de la energía y ser un espacio donde se puedan acometer acciones tanto prácticas institucionales como académico



investigativas para disminuir la demanda proyectada, desarrollar equipos para la supervisión y el control del consumo energético, blindar la seguridad del suministro eléctrico, fomentar el desarrollo e implementación de energías limpias, diseñar instrumentos, estándares e indicadores energéticos, ser partícipe en la formación de unidades de gestión de energía en el ámbito de acción de la universidad, ser asesor al Estado y participar en el establecimiento de regulaciones y reglamentos en torno a energías renovables, y promover la integración y difusión de información sobre los recursos energéticos.

Partiendo de esta concepción se consolidan una propuesta de reglamento establecida por Medina [19] y una propuesta de normativa para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en la Universidad de Carabobo elaborada por Caldeira [21] para constituir dos documentos base a una política institucional.

#### **IV.4 Programas de formación.**

En razón a la visión y misión concebida en las políticas energéticas para todo lo que se consideró como el Proyecto de Eficiencia Energética Institucional, indicadas en la sección anterior, queda clara la importancia de ser partícipes y avanzar en la formación de unidades de gestión de energía. En este caso, se planificó el diseño de programas de formación de corto y mediano plazo para comités de gestión de energía de empresas e instituciones.

La formación larga tiene la finalidad de profundizar en los aspectos que son tendencia mundial y local en materia de eficiencia energética, auditorías y certificaciones energéticas a fin de consolidar talentos en el área. Así, cumpliendo con las normas para la conformación de cursos de Prodefain UC y las normas para la elaboración de Diplomados de la Universidad de Carabobo se consolida un Diplomado de 150 horas académicas y un curso de 24 horas académicas.

El diplomado como oferta de formación larga para unidades de gestión de energía fue desarrollado por Doria [20] y consideró, tendencias nacionales e internacionales en



contenidos. La propuesta corta de curso para unidades de gestión de energía se presenta en el anexo N° 5 y comprende seis áreas de contenido en tres sesiones de clase.

Para finalizar, esta investigación también sirve como informe final de cierre al Proyecto de Eficiencia Energética Institucional aprobado por la Facultad de Ingeniería según oficio CFI-1208-CU del 15/12/2014.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Los resultados dan muestra de la situación actual de consumo energético institucional, la línea de base, los indicadores de desempeño energético y el patrón de uso de la energía en un esfuerzo que involucró el estudio de más de ciento ochenta mil metros cuadrados de construcción con un grupo de investigación de doce personas constituido entre profesores y estudiantes de pregrado.

En este caso, la línea base energética es de 6,41kWh/m<sup>2</sup> y los indicadores energéticos en iluminación, climatización, equipos de tecnología, equipos de elevación y otros equipos comparados con valores referenciales europeos deja la inquietud de la calidad de ambientación en las instalaciones universitarias y, por supuesto, deja muy claro que no existe derroche de energía.

Sin embargo, la imposibilidad de contrastar con valores referenciales nacionales genera la inmediata recomendación de que, en el área de eficiencia energética de la línea de investigación de "Eficiencia energética y calidad de energía", se deben realizar estudios que se orienten al establecimiento de tales valores y ampliar gestiones con la Distribuidora de energía para llegar a un acuerdo nacional respecto a esos indicadores.

En el mismo ánimo del debate, se considera necesario que ese acuerdo nacional también realice una revisión de las resoluciones 73, 76 y 77 y del propio Decreto N° 6.992 que involucra medidas de ahorro con disminución de horas de funcionamiento de los equipos lo cual parece afectar la calidad de la ambientación de las instalaciones.

Otra recomendación de estudios a futuro corresponde a la validación y revisión del software de cálculo térmico realizado por Lugo [15] a través de la Escuela de Ingeniería Mecánica así como los resultados alcanzados en cálculo térmico. La razón de esta observación es que, a pesar de que la capacidad instalada es comparable a los resultados del programa, la distancia entre los valores referenciales europeos (Eficiente= 79kWh/m<sup>2</sup>) de energía por metro cuadrado de climatización dista significativamente del indicador alcanzado en la Universidad de Carabobo (2,71kWh/m<sup>2</sup>).



Los planes de ahorro fueron desarrollados por el grupo investigador para cada dependencia. Sin embargo, este trabajo consistió en establecer los ahorros integrados para la institución, considerando las sedes de Aragua y Carabobo. En este caso, a pesar de las dificultades de algunas dependencias en alcanzar mejores niveles de ahorro, para dar cumplimiento al Decreto N° 6.992, la institución en forma integrada logra el cumplimiento de lo establecido donde fueron analizadas tres estrategias de ahorro alcanzando 27,76%.

Las estrategias de ahorro comprendieron modificación del patrón de consumo, sustitución de luminarias y equipos de climatización de alto rendimiento energético. Sin embargo, la Universidad de Carabobo con ente del Estado con dificultades presupuestarias no logra implementar, hasta ahora, las estrategias de sustitución. Por lo cual una reducción sostenida del consumo de energía en la institución no será posible a corto y mediano plazo.

Por su parte, los procesos de seguimiento y control de la ejecución de los planes se realizan a través de las unidades de gestión de energías de las dependencias. Pero estos procesos presentan las siguientes amenazas:

- Aún ninguna dependencia tiene asignada la atribución de mantener la integración de los reportes energéticos los cuales deberían ser actualizados y analizados cada año, para lo cual debe establecerse o asignarse la atribución a la Unidad de Gestión de Energía de la institución para contar seguimiento y control.
- Esta unidad, no solo debe contar con el talento humano entrenado para el trabajo, sino que debe contar con los equipos y tecnología necesaria para realizarlo. En este caso, los resultados de esta investigación, no financiada por entes externos o internos tal como se indica en los documentos del proyecto presentados en el anexo 1, se logró sostener principalmente con los recursos de estudiantes de pregrado.

Por tanto, los procesos de seguimiento y control, así como el sostenimiento de una política interna de reducción de energía también se encuentran bajo amenaza.





Por otra parte, una observación importante derivada del estudio y análisis de lo que impulsa el establecimiento de los planes de ahorro, corresponde a la incoherencia entre el propósito del Decreto N° 6.992 y la imposición del Plan Administrado de Carga (PAC). ¿Para qué establecer un Decreto de establecimiento de planes de ahorro si se autoriza la suspensión arbitraria del servicio aunque sea bajo un programa? Ningún plan de ahorro que resulte de atender al Decreto N° 6.992 podrá competir con los racionamientos establecidos en el PAC que terminan suspendiendo los procesos productivos. Esta situación no puede confundirse con políticas de sostenibilidad y ahorro energético de una Nación ya que se violentan los derechos de los usuarios.

En materia de políticas internas este trabajo también avanzó en la consolidación de una política energética en la Universidad de Carabobo, tanto en reglamento como en normativa. Sin embargo, no solo requiere la revisión de la Consultoría Jurídica, sino también de las unidades de gestión de energía de todas las dependencias para gestionar la propuesta de aprobación ante el Consejo Universitario.

Por último, esta investigación también derivó en el diseño de programas de formación de corto y mediano plazo para comités de gestión de energía de empresas e instituciones cumpliendo con las normas de curso y Diplomado de la Universidad de Carabobo con lo cual el componente formativo del proyecto también fue una dimensión atendida con este trabajo. Por tanto, todos los objetivos de este proyecto han sido atendidos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación 2005-2030 (2005). Ministerio de Ciencia y Tecnología. República Bolivariana de Venezuela. Tomado en red mundial en fecha 20/10/2011 en el sitio: [www.uc.edu.ve/uc\\_empresas/Plan.pdf](http://www.uc.edu.ve/uc_empresas/Plan.pdf)
2. Monagas, E. (2008). Línea de Investigación: Calidad de Energía y Eficiencia energética. Informe interno presentado ante el Departamento de Potencia de la escuela de eléctrica. Bárbula, Venezuela. Reposado en archivos del Departamento.
3. Monagas, E. (2010). Análisis cuantitativo de la Línea de Investigación Eficiencia Energética y Calidad de Energía de la Universidad de Carabobo. Trabajo de Ascenso para optar a la categoría de profesor Agregado. Universidad de Carabobo.
4. Gaceta Oficial N° 39.298. Decreto N°6.992 mediante el cual se crea, con carácter temporal, la Comisión Interministerial Estratégica para el Sector Eléctrico para la reducción del 20% del consumo eléctrico en entes y órganos de la administración pública. República Bolivariana de Venezuela, Presidencia de la República. Caracas, 03-11-2009.
5. Monagas, E. (2012). 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.
6. Gaceta Oficial N° 38.006. Normas de Calidad Del Servicio de Distribución de Electricidad. República Bolivariana de Venezuela Ministerio de Energía y Minas Despacho del Ministro. Caracas, 19 Agosto 2004.
7. Gaceta Oficial N° 39.363. Decreto N°7.228 mediante el cual se declara estado de emergencia sobre la prestación del servicio eléctrico nacional y sus instalaciones y bienes asociados. República Bolivariana de Venezuela, Presidencia de la República. Caracas, 08-02-2010.



8. Pinto,G.-Anzola,D.-otros (2011). Documento No. 4. Orientaciones y Formato para la Definición y Descripción de las Áreas Prioritarias de Investigación de la Universidad de Carabobo. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
9. Rey, F.-Velasco, E. (2006). Eficiencia Energética en Edificios. Certificación y Auditorías Energéticas. Thomson. Madrid, España.
10. Martínez, J. y Gimón, J. (2002). Estudio de la eficiencia energética en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo. Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
11. Monagas, E. (2010). Diseño del plan de ahorro energético. Edificio escorpio, Universidad de Carabobo. Informe de la Dirección General de Biblioteca Central según N° DGBC-UC-00340 de fecha 21/06/2010. Valencia, Venezuela.
12. Castillo, Richard. (2010). Evaluación técnico-económica de la eficiencia energética de los sistemas de iluminación y climatización en el Complejo Petroquímico Morón. Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
13. Hidalgo, C. (2011). "Auditoria Técnico Económica de la Eficiencia Energética al Edificio de Pregrado de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo (faces) campus Bárbula". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
14. Gallego, D. (2015). Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo, caso de estudio: instalaciones en mañongo y cine patio trigal. Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
15. Lugo, J. (2015). "Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de deporte, comedor, transporte y bomberos de la universidad de Carabobo, sede Carabobo". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
16. Sosa, L. (2015). "Auditoría Energética al Edificio de la Dirección de Desarrollo Estudiantil (D.D.E.) de la Universidad de Carabobo". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.



17. Rodríguez, W. (2015). "Diseño del Plan de Ahorro de Energía Mediante el Análisis de la Auditoría Energética - Rectorado –UC". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
18. Agrinzone, L. (2015). "Evaluación de la eficiencia energética institucional en la dependencia de ciencias Jurídicas y Políticas de la Universidad de Carabobo, sede Carabobo". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
19. Medina, J. (2015). "Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Facultad de Odontología, DIGAE, Celis Pérez y Capilla de la Universidad de Carabobo, Sede Carabobo". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
20. Doria, G. (2016). "Evaluación de la eficiencia energética institucional en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo, sede Aragua". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
21. Caldeira, A. (2016). "Evaluación de la eficiencia energética en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
22. Avendaño y Sánchez (2016). "Evaluación de la eficiencia energética institucional de la Universidad de Carabobo, sede Carabobo. Caso estudio: edificios de pre-grado y post-grado de la facultad de ciencias económicas y sociales, edificio de planta de física". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
23. Vázquez, C., Osal, W., Sudriá, A., Yépez, W., Parra, E., Sánchez, I., Ramírez, R., Doyharzabal, J. y Llosas, Y. (2009). "1er taller Eficiencia energética para la seguridad y la sostenibilidad de Iberoamérica". Puerto Ordaz, Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", UNEXPO.
24. Maffeo, A. (2003). "La Guerra de Yom Kippur y la crisis del petróleo de 1973". Revista Relaciones Internacionales, Nº 25, 2, 2003, pp: 2-6.
25. Peña, A. y Sánchez, J. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. AENOR. Madrid, España.



26. Norma ISO 50001:2011. Ginebra, Suiza. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf) [Fecha de consulta: 25/10/2015]
27. Normativa general para la creación y acreditación de programas de diplomado en la Universidad de Carabobo. Disponible en: [http://www.uc.edu.ve/archivos/pdf\\_leyes/pdf\\_estudiantes/normativa\\_diplomados.pdf](http://www.uc.edu.ve/archivos/pdf_leyes/pdf_estudiantes/normativa_diplomados.pdf) [Fecha de consulta: 25/10/2015]
28. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (19-02-1999). Gaceta Oficial Extraordinario N° 5908. Caracas. Venezuela.
29. Ibarra, K. (2013). "Análisis de la gestión de la demanda eléctrica en Venezuela". Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela.
30. Hernández, Fernández, Baptista (2007). Metodología de la Investigación. McGraw Hill Interamericana, México, D.F.
31. Lutz, Wolfgang (2001). Reformas del sector energético, desafíos regulatorios y desarrollo sustentable en Europa y América Latina. Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile.



## Anexo 1. Documentos del Proyecto.



No. \_\_\_\_\_

Asunto: \_\_\_\_\_

Ref.: \_\_\_\_\_

### CONSTANCIA

Quien suscribe, Dra. Zulay Niño, Directora Ejecutiva de El Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo (CDCH-UC), hace constar que la **Prof. Eva Monagas**, Cédula de Identidad Nro. 6.122.881, Docente adscrita a la Facultad de Ingeniería, es Coordinadora del Proyecto, **"Evaluación de la Eficiencia Energética Institucional en Dependencias de la Universidad de Carabobo, Sedes Aragua y Carabobo"**.

El referido proyecto se enmarca en la Línea de Investigación, **"Eficiencia Energética y Calidad de Energía de la Universidad de Carabobo"** y en el Área Prioritaria, **"Energía de la Universidad de Carabobo"**, aprobada por el Consejo Universitario, en su Sesión Nro. 1620, de fecha 11/04/2011.

En Valencia, a los veinte días del mes de marzo del año dos mil catorce.

  
Dra. Zulay Niño  
Directora Ejecutiva



/marbel

NO DEBE TRATARSE MAS DE UN ASUNTO EN CADA OFICIO





Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Eléctrica

## DATOS DE PROYECTO

|  |   |                                  |   |
|--|---|----------------------------------|---|
| Título del Proyecto de Investigación   |   |                                  |   |
| Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo, sedes Aragua y Carabobo. |   |                                  |   |
| Datos de Aprobación  |   |                                  |   |
| Aprobado en reunión de Departamento en fecha:  |   |                                  | 12-dic-11                                 |
| Arbitros:  |   | Departamento o Institución       |   |
| Prof. José Raga  |   | Potencia                         |   |
| Prof. Teobaldo Rodríguez   |   | Potencia - Corpoelec             |   |
| Prof. Milagros Peña  |   | Potencia                         |   |
| Lapso de ejecución   |   |                                  |   |
| Tiempo de ejecución:   |   | 3 años                           |   |
| Fecha de Inicio: 01/10/2013  |   | Fecha de culminación: 01/10/2016 |   |
| Datos de la Línea de Investigación:  |   |                                  |   |
| Nombre de la línea:  | Eficiencia energética y calidad de energía.   | Estructura de Investigación:     | Departamento de Potencia                  |
| Aprobada en Consejo de Facultad  | Consejo de la Facultad de Ingeniería 18/03/2010, oficio DI-042-CF   |                                  |   |
| Campo:   | Ingeniería  | Área disciplinar:                | Eléctrica                                 |
| Área Prioritaria (de acuerdo a CU No 1620, 11/04/2011):  |   |                                  | Energía                                   |
| Temática   | Eficiencia energética   | Subtemática                      | Planes de ahorro de energía institucional |
| Grupo investigador:  |   |                                  |   |
| Nombre   | Responsabilidad   | Dependencia                      | Tiempo de dedic. Semanal (horas)          |
| Eva Monagas  | Coordinador   | Esc. Eléctrica UC                | 5   |
| Verner Homebo  | Investigador  | Esc. Eléctrica UC                | 2   |
| María Mago   | Investigador  | Esc. Eléctrica UC                | 3   |
| Teobaldo Rodríguez   | Colaborador   | Esc. Eléctrica-CORPOELEC         | 1   |
| Gustavo Ruiz   | Técnico   | Laboratorio Máquinas UC          | 2   |
| Tesistas   | Asistentes de inv.  | Esc. Eléctrica UC                | 72  |
| Objetivos del Proyecto:  |   |                                  |   |
| Objetivo General:  | Desarrollar planes de ahorro de energía institucional para cada dependencia UC para alcanzar el 20% de ahorro establecido en G.O. No 39.298 de fecha 03/11/2009.  |                                  |   |
| Objetivos Específicos:   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diagnosticar nivel de consumo (potencia y demanda) con totalización de sedes.</li> <li>2. Diseñar planes de ahorro por cada dependencia de Aragua y Carabobo determinando niveles de ahorro factibles.</li> <li>3. Implementar planes diseñados.</li> <li>4. Medir niveles de ahorro alcanzados.</li> </ol> |                                  |   |
| Monto estimado de proyecto   |   |                                  |   |
| Objetivo   | Acciones y Recursos   | Monto (Bs.)                      |   |
| 1  | Mediciones y actualización de planos  | 200.000,00                       |   |
| 2  | Análisis y procesamiento de datos, elaborar planes  | 75.000,00                        |   |
| 3  | Implementar planes  | 68.000,00                        |   |
| 4  | Mediciones  | 100.000,00                       |   |
| Monto Total:   |   | 443.000,00                       |   |
| Productos esperados  |   |                                  |   |
| Artículo en Rev Cient  | Asis u Org Evento   | Libro                            | Tesis Pre, Post y/o Asc                   |
| 2  | 1   | 1                                | 10  |

*La casa que vence las sombras...*

[cjimenez@uc.edu.ve](mailto:cjimenez@uc.edu.ve), [llguerra@uc.edu.ve](mailto:llguerra@uc.edu.ve), [emonagas@uc.edu.ve](mailto:emonagas@uc.edu.ve)  
Tlfs: 0241-8672874, 0414-1452619





Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Eléctrica



Naguanagua, 02 de Octubre de 2014

Ciudadano  
Arq. Eduardo Rondón, Director  
Dirección de Planta Física  
Ciudad.-

Ante todo un cordial saludo. Por esta vía nos dirigimos a usted a fin de solicitarles su apoyo y enlace para el grupo investigador conformado por profesores y estudiantes de ingeniería eléctrica de la Universidad de Carabobo que estarán desarrollando el proyecto "Evaluación de la eficiencia energética institucional en las dependencias de la Universidad de Carabobo, sedes Aragua y Carabobo".


En este caso, el objetivo es desarrollar planes de ahorro de energía institucional para cada dependencia UC a fin de alcanzar el 20% de ahorro establecido en G. Of No 39.298 de fecha 03/11/2009. Este proyecto está previsto en el plan de investigaciones y objetivos de la línea de investigación de "Eficiencia energética y calidad de energía".

Para este proyecto se estima que se requieran por lo menos quince (15) trabajos de investigación para alcanzar la cobertura geográfica prevista. A tal fin, el apoyo consiste principalmente en:

- Suministrar información de planos de las edificaciones.
- Hacer de conocimiento ante el resto de las dependencias para el acceso de los estudiantes que realizarán los censos de carga.

En este caso, la persona responsable del proyecto es la Prof. Eva Monagas, C.I.: 6.122.881, tlf: 0414-1452619, correos: [emonagas@uc.edu.ve](mailto:emonagas@uc.edu.ve), [evamonagas@gmail.com](mailto:evamonagas@gmail.com).

Sin más a que hacer referencia y agradeciendo de antemano todas sus gestiones, nos despedimos. Atentamente,

  
Prof. Carlos Jiménez  
Director de la Escuela  
Ingeniería Eléctrica



*La casa que vence las sombras...*  
[cjimenez@uc.edu.ve](mailto:cjimenez@uc.edu.ve), [lguerra@uc.edu.ve](mailto:lguerra@uc.edu.ve), [emonagas@uc.edu.ve](mailto:emonagas@uc.edu.ve)  
Tlfs: 0241-8672874, 0414-1452619





CFI-470 -CI

Valencia,

06 MAR 2015

Ciudadano  
Jefe del Departamento de Potencia  
Escuela de Ingeniería Eléctrica  
Presente.-

Cumplo en remitir a Usted, Copia de la Comunicación CFI-1208-CU, de fecha 15/12/2014, relacionado con la Aprobación de la Comunicación DI-020-CFI de fecha 11/11/2012, relacionada con los proyectos de ejecución propia (proyectos no financiados por entes externos y/o internos) del Departamento de Potencia, adscrito a la Escuela de Ingeniería Eléctrica. Al mismo tiempo Se anexa listado de proyecto.

| Nombre del Proyecto   | Nombre del Profesor  |
|---|--|
| Evaluación de la eficiencia energética institucional en la universidad de Carabobo, sedes Aragua, y Carabobo.             | Eva Monagas (coordinador) Verner Homebo, Maria Mago, Teobaldo rodriguez, Gustavo Ruiz    |
| Diseño de Equipos de Iluminación que permitan el uso eficiente de la energía en edificaciones industriales y comerciales. | Eva Monagas (coordinador) María Mago, Teobaldo Rodríguez, Gustavo Ruiz.                  |
| Desarrollo de Auditorías y Certificaciones energética a edificaciones industriales y comerciales.                         | María Mago (coordinador) Milagros Peña, Verner Homebo, Teobaldo Rodríguez, Gustavo Ruiz  |
| Desarrollo de Software para sistemas eléctricos.  | Rubén Terán (coordinador) Verner Homebo, Rosednell Perdomo, milagros peña, Gustavo Ruiz. |
| Desarrollo de Planes de Mantenimiento Preventivo, Correctivo y predictivo en Instalaciones Eléctricas                     | Ledy Guerra (Coordinador) Juan Ataya, Erals Rodríguez, Gustavo Ruiz.                     |
| Desarrollo Aplicaciones de Control de velocidad para mejorar la eficiencia energética de procesos productivos.            | Juan Carlos Ataya (coordinador) Verner Homebo, Rosednell Perdomo, Milagros Peña.         |
| Desarrollo técnico y métodos para el diagnóstico y protección de Maquinas eléctricas.                                     | Ledy Guerra (Coordinador) Juan Ataya, Milagros Peña, Gustavo Ruiz.                       |

Atentamente,

Prof. José Luis Nazar  
Decano/Presidente



JN/Arelis

Anexo: Copia del oficio CFI-1208-CU



## Anexo 2. Tabla de consumos energéticos típicos y eficientes referenciales.

|                                | kWh/m <sup>2</sup> de superficie útil |            |               |            |               |            |               |            |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
|                                | <i>Tipo 1</i>                         |            | <i>Tipo 2</i> |            | <i>Tipo 3</i> |            | <i>Tipo 4</i> |            |
|                                | Eficiente                             | Típica     | Eficiente     | Típica     | Eficiente     | Típica     | Eficiente     | Típica     |
| Calefacción y ACS              | 79                                    | 151        | 79            | 151        | 97            | 178        | 07            | 201        |
| Refrigeración                  | 0                                     | 0          | 1             | 2          | 14            | 31         | 21            | 41         |
| Ventiladores, bombas y control | 2                                     | 6          | 4             | 8          | 30            | 60         | 36            | 67         |
| Humidificadores                | 0                                     | 0          | 0             | 0          | 8             | 18         | 12            | 23         |
| Iluminación                    | 14                                    | 23         | 22            | 38         | 27            | 54         | 29            | 60         |
| Equipos de oficina             | 12                                    | 18         | 20            | 27         | 23            | 31         | 23            | 32         |
| Catering                       | 2                                     | 3          | 3             | 5          | 5             | 6          | 20            | 24         |
| Otros consumos eléctricos      | 3                                     | 4          | 4             | 5          | 7             | 8          | 13            | 15         |
| Equipos informáticos           | 0                                     | 0          | 0             | 0          | 14            | 18         | 87            | 105        |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>112</b>                            | <b>205</b> | <b>133</b>    | <b>236</b> | <b>225</b>    | <b>404</b> | <b>348</b>    | <b>568</b> |

**Tabla 4.6.** Tabla de consumos energéticos en el Reino Unido. Basado en DETR (2000b).

### Notas de la tabla 4.6:

Los tipos de oficinas a los que se hacen referencia en la tabla anterior, se clasifican atendiendo al tipo de sistema de refrigeración.

- Tipo 1: Ventilación natural.
- Tipo 2: Ventilación mecánica.
- Tipo 3: Aire acondicionado estándar.
- Tipo 4: Aire acondicionado eficiente.





## Anexo 4. Condición resumen de la situación actual.

| Resultados de Identificación                         |                             |  | Monagas                                   | Gallego                  |                         | Sosa                  | Lugo                       |                             |                            |                             |
|--|-----------------------------|--|---|--------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Variable   | Dimensión                   | Totales  | Torre Escorpio                            | Mañongo                  | Fundacine               | DDE                   | Comedor                    | Bomberos                    | Dir. Transporte            | Áreas Deportivas            |
| Energía.   | kWh                         | 778.742  | 68.620                                    | 34335                    | 4430                    | 11748                 | 36000                      | 36796                       | 4652                       | No disponible               |
| Area bruta   | m2                          | 1.239.116,42   | 1.702,75                                  | 10277,69                 | 318                     | 3620,58               | 38745                      | 88480                       | 27600                      | 702968                      |
| Area de Construcción                                 | m2                          | 180.844,84   | 5.544,00                                  | 6535,07                  | 318                     | 3620,58               | 2027                       | 924,137                     | 890                        | 53276,51                    |
| Revisión energética. Ajustes por método de medición. | kWh medidos vs patrón       | 1.159.302,05   | 68618,76                                  | 40092,82                 | 3285,41                 | 32542,22              | 32211,13                   | 18908,757                   | 6176,92                    | 21582,38                    |
| Uso de energía (patrón).                             | horas uso                   | 7:30pm-6pm, pico 11am  | 6:45am-8pm, pico 11:00am                  | 6:00am-4pm, pico 11:00am | 3:00pm-9pm, pico 7:00pm | 8am-4pm, pico 10:00am | 6:00am-6:00pm, pico 1:00pm | 8:00am-4:00pm, pico 12:30pm | 6:00am-6:00pm, pico 8:30am | 6:00am-5:30pm, pico 11:30am |
| Análisis de uso.                                     | Iluminación                 | 233804,23  | 8359,72                                   | 10092,82                 | 539,39                  | 11442,80              | 2997,26                    | 3915,82                     | 2888,42                    | 13974,86                    |
|  | Climatización               | 489588,47  | 22355,70                                  | 19339,50                 | 1204,00                 | 15906,79              | 21778,28                   | 9113,7                      | 1769,88                    | 2438,10                     |
|  | Equipos de tecnología       | 200501,94  | 22188,00                                  | 6127,50                  | 954,47                  | 3735,41               | 205,71                     | 2712,00                     | 533,67                     | 522,86                      |
|  | Equipos de elevación        | 11353,42   | 8668,80                                   | 0,00                     | 0,00                    | 0,00                  | 0,00                       | 0,00                        | 0,00                       | 0,00                        |
|  | Otros equipos               | 224055,27  | 7046,54                                   | 4534,69                  | 587,56                  | 1457,22               | 7229,88                    | 3167,23                     | 984,96                     | 4646,56                     |
|  | Total                       | 1159303,33   | 68618,76                                  | 40094,51                 | 3285,42                 | 32542,22              | 32211,13                   | 18908,76                    | 6176,92                    | 21582,38                    |
| Evaluación de los pasados y los actuales.            | kWh vs t                    | Tendencia general a la baja por distintas dificultades (A/A, horario conflicto, etc) | Tendencia a la baja por problemas con A/A | No se observó.           | Tendencia al aumento    | No se observó.        | Instalación nueva          | Constante                   | Constante                  | No se observó.              |
| Línea de base energética                             | kWh/m2                      | 6,41   | 12,38                                     | 6,14                     | 10,33                   | 8,99                  | 15,89                      | 20,46                       | 6,94                       | 0,41                        |
| Indicadores de desempeño energético                  | kWh/m2 ilum                 | 1,29   | 1,51                                      | 1,54                     | 1,70                    | 3,16                  | 1,48                       | 4,24                        | 3,25                       | 0,26                        |
|  | kWh/m2 clim                 | 2,71   | 4,03                                      | 2,96                     | 3,79                    | 4,39                  | 10,74                      | 9,86                        | 1,99                       | 0,05                        |
|  | kWh/m2 eq tec               | 1,11   | 4,00                                      | 0,94                     | 3,00                    | 1,03                  | 0,10                       | 2,93                        | 0,60                       | 0,01                        |
|  | kWh/m2 elev                 | 0,06   | 1,56                                      | 0,00                     | 0,00                    | 0,00                  | 0,00                       | 0,00                        | 0,00                       | 0,00                        |
|  | kWh/m2 otros horas promedio | 1,24   | 1,27                                      | 0,69                     | 1,85                    | 0,40                  | 3,57                       | 3,43                        | 1,11                       | 0,09                        |
| Capacidad térmica instalada                          | Ton de refrigeración        | 2116   | 135                                       | 121                      | 10                      | 127                   | 172                        | 58                          | 12                         | 8                           |
| Cálculo térmico                                      | Ton de refrigeración        | 2077   | 114,1                                     | 106,2                    | 15,3                    | 102,69                | 136,92                     | 31,86                       | 21,24                      | 11,41                       |



| Resultados de Identificación                         |   | Rodríguez               | Agrinzona                | Medina                   |                             |                             | Doria                      | Caldeira                    | Avenida y Sanchez        |                             |                             |                |                          |                |
|--|---|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
| Variable   | Objetivo Especifico   | Dimensión               | Rectorado                | FCJyP                    | FOdontología                | Digae                       | Celis Pérez                | Capilla                     | FCS Morita               | Ingeniería                  | FACES Pre                   | INFACES        | Planta Fisica            |                |
| Energía.   | 1. Identificar la situación actual de consumo, censo de carga, facturación, nivel de iluminación, variables epidérmicas de la edificación, curva de demanda de la institución, línea de base energética por equipos o grupos de equipos en los circuitos de baja tensión, el patrón de uso de la energía para la determinación de los potenciales de ahorro de energía. | kWh                     | 149181                   | 125993                   | 57056                       | No disponible               | 17600                      | No disponible               | No disponible            | 42342                       | 189.989                     | 104.153        | 17.714                   |                |
| Área bruta   |   | m <sup>2</sup>          | 29.441,33                | 50125,805                | 13574                       | 3246                        | 2756                       | 1416                        | 44100                    | 73332,41                    | 147.413                     | 30.729         | 9.814                    |                |
| Área de Construcción                                 |   | m <sup>2</sup>          | 7.356,64                 | 17.609,72                | 6460                        | 2302                        | 2133                       | 1150                        | 19243                    | 31472                       | 19.983                      | 7.357          | 4.017                    |                |
| Revisión energética. Ajustes por método de medición. |   | kWh medidos vs patrón   | 138652,64                | 124294,72                | 89.413                      | 34831,34                    | 18104,52                   | 1180,78                     | 156262,9                 | 216470,91                   | 157.647,93                  | 93.700,67      | 18.374,18                |                |
| Uso de energía (patrón).                             |   | horas uso               | 6:00am-5pm, pico 13:00am | 7:00am-9pm, pico 10:30am | 6:00am-6:00pm, pico 11:00am | 7:00am-5:00pm, pico 10:00am | 7:00am-6:00pm, pico 3:00pm | 6:30am-12:30pm, pico 8:30am | 7:30am-6pm, pico 10:30am | 6:00am-8:00pm, pico 12:00am | 7:00am-9:30pm, pico 12:00am |                | 7:00am-2pm, pico 10:30am |                |
| Análisis de uso.                                     |   | Iluminación             | 28366,11                 | 23260,54                 | 9588,20                     | 9666,96                     | 7416,38                    | 108,36                      | 23091,60                 | 34000,34                    | 44094,65                    | 13226,04       | 1224,40                  |                |
|  |   | Climatización           | 73908,57                 | 70010,19                 | 34850,86                    | 11654,61                    | 7267,00                    | 0,00                        | 75047,70                 | 50242,80                    | 72700,80                    | 52237,07       | 15174,18                 |                |
|  |   | Equipos de tecnología   | 21810,03                 | 20815,71                 | 24283,71                    | 10854,88                    | 2002,21                    | 0,00                        | 32713,10                 | 17130,44                    | 33912,24                    | 25194,88       | 1442,64                  |                |
|  |   | Equipos de elevación    | 0,00                     | Inactivo                 | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                       | 0,00                        | 0,00                     | Inactivo                    | 2684,62                     | 0,00           | 0,00                     |                |
|  |   | Otros equipos           | 14567,50                 | 10208,27                 | 20690,39                    | 2654,89                     | 1418,93                    | 97,18                       | 25410,50                 | 115097,34                   | 4255,62                     | 3042,32        | 533,76                   |                |
|  |   | Total                   | 138652,21                | 124294,72                | 89413,16                    | 34831,34                    | 18104,52                   | 205,54                      | 156262,90                | 216470,92                   | 157647,93                   | 93700,31       | 18374,98                 |                |
| Evaluación de los pasados y los actuales.            |   | kWh vs t                | Constante                | No se observó.           | No se observó.              | No se observó.              | No se observó.             | No se observó.              | No se observó.           | No pudo realizarse          | No se observó.              | No se observó. | No se observó.           | No se observó. |
| Línea de base energética                             |   | kWh/m <sup>2</sup>      | 18,85                    | 7,06                     | 13,84                       | 15,13                       | 8,49                       | 0,18                        | 8,12                     | 6,88                        | 7,89                        | 12,74          | 4,57                     |                |
| Indicadores de desempeño energético                  |   | kWh/m <sup>2</sup> ilum | 3,86                     | 1,32                     | 1,48                        | 4,20                        | 3,48                       | 0,09                        | 1,2                      | 1,08                        | 2,21                        | 1,80           | 0,30                     |                |
|  |   | kWh/m <sup>2</sup> clim | 10,05                    | 3,98                     | 5,39                        | 5,06                        | 3,41                       | 0,00                        | 3,9                      | 1,60                        | 3,64                        | 7,10           | 3,78                     |                |
|  | kWh/m <sup>2</sup> eq tec   | 2,96                    | 1,18                     | 3,76                     | 4,72                        | 0,94                        | 0,00                       | 1,7                         | 0,54                     | 1,70                        | 3,42                        | 0,36           |                          |                |
|  | kWh/m <sup>2</sup> elev   | 0,00                    | 0,00                     | 0,00                     | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                       | 0                           | 0,00                     | 0,13                        | 0,00                        | 0,00           |                          |                |
|  | kWh/m <sup>2</sup> otros  | 1,98                    | 0,58                     | 3,20                     | 1,15                        | 0,67                        | 0,08                       | 1,32                        | 3,66                     | 0,21                        | 0,41                        | 0,13           |                          |                |
| Capacidad térmica instalada                          | horas promedio  | 11                      | 14                       | 12                       | 10                          | 11                          | 5                          | 11                          | 14                       | 15                          |                             | 7              |                          |                |
| Cálculo térmico                                      | Ton de refrigeración  | 298                     | 447,3                    | 270                      | 94,8                        | 120                         | 0                          | 243                         | 1487,25                  | 195,48                      | 300                         | 43             |                          |                |
|  | Ton de refrigeración  | 273,84                  | 456,4                    | 296,66                   | 102,69                      | 122,4                       | 0                          | 284,79                      | 1186,64                  | 228,2                       | 342,3                       | 63,72          |                          |                |



## Anexo 5. Curso Unidades de Gestión de Energía.

|   |  |
|---|--|
| <b>NOMBRE DEL CURSO-TALLER:</b><br><i>Registro de unidades de gestión de energía y planes de ahorro</i>   |  |
| <b>CODIGO:</b><br>DP-ELEC-2017-002  | <b>Duración:</b><br>24 horas   |
| <b>REQUISITO DE APROBACIÓN:</b><br>100% asistencia y registro de la unidad en <a href="https://pae-uree.corpoelec.gob.ve/index.php/">https://pae-uree.corpoelec.gob.ve/index.php/</a> | <b>Facilitadores:</b><br>Eva Monagas, Verner Hornebo.<br>Docentes de Universidad de Carabobo, Ingenieros electricistas |
| <b>MODALIDAD DE ENSEÑANZA:</b><br>Presencial, en Facultad de Ingeniería.  | <b>CREDECIAL:</b><br>Certificado con 24 horas académicas   |

### DIRIGIDO A:

El curso-taller está dirigido a todos aquellos bachilleres, asistentes de ingenieros, técnicos y profesionales que actualmente se están desempeñando, o tienen intenciones de hacerlo, en actividades relacionadas con la supervisión y control energético en edificaciones.

### OBJETIVO GENERAL:

El curso permite al participante integrarse a equipos de trabajo de gestión de energía, realizar el registro de la unidad de gestión de energía de la institución a la que pertenezca y conformar planes de ahorro energético para edificaciones no residenciales.

### BENEFICIOS:

| Para las instituciones   | Para el participante   |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Permite conocer las variables a medir para un diagnóstico energético.</li><li>2. Permite la evaluación de la situación actual de la gestión de energía.</li><li>3. Permite el cumplimiento y elaboración de planes de ahorro</li><li>4. Mejora la capacidad estructural para reducir el consumo de energía.</li></ol> | <p>Aumenta el perfil profesional.<br/>Actualización, perfeccionamiento, ampliación y profundización en sus conocimientos.<br/>Avalado por reconocida Universidad Nacional.<br/>Favorece la confianza y el desarrollo personal.<br/>Favorece un sentido de progreso en el trabajo y como persona.<br/>Favorece la promoción hacia puestos de mayor responsabilidad.</p> |

### COSTO:

Estudiantes: Bs. 7.000,00+IVA

Profesionales: Bs. 12.000,00+IVA

### FECHAS DISPONIBLES:

Jueves, viernes y sábados de cada semana.

## CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

Para el logro del objetivo planteado el programa se estructura en seis actividades de la siguiente manera:

| Actividad | Contenido  | Sesión | Horas |
|-----------|--|--------|-------|
| 1         | <b>Bases legales para la conformación de UGE.</b><br>Presentación. Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico (LOSSE). Gaceta Oficial N° 39.573 del 14 de diciembre de 2010. Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Gaceta Oficial 39.823 del 19 de diciembre de 2011. Decreto N° 6.992. Gaceta Oficial N° 39.298 del 03 de noviembre de 2009. Resolución N° 76 del MPPEE. Gaceta Oficial N° 39.694 del 13 de junio de 2011. Resolución N° 77 del MPPEE. Gaceta Oficial N° 39.694 del 13 de junio de 2011. Demás normas que se dictan en materia de Uso Racional y Eficiente de la Energía. | 1      | 2     |
| 2         | <b>Conceptos básicos e instrumentos en la evaluación de la eficiencia energética y su medición.</b><br>Facturación, área bruta y área útil, censo de cargas, grupos de consumo, capacidad térmica en edificaciones, nivel de iluminación, línea base energética, indicadores energéticos, estándares.  | 1      | 6     |
| 3         | <b>El diagnóstico actual.</b><br>Recopilación e integración de información de Facturación, área bruta y área útil, censo de cargas, grupos de consumo, capacidad térmica en edificaciones, nivel de iluminación, línea base energética, indicadores energéticos, estándares. Software o mecanismos de procesamiento.   | 2      | 6     |
| 4         | <b>Software o mecanismos de procesamiento.</b><br>Programa DesignBuilder, Ecotect, softwares UC.   | 2      | 2     |
| 5         | <b>Elaboración de planes de ahorro energético.</b><br>Evaluación de la eficiencia energética y cálculo de los ahorros en base a las nuevas condiciones simuladas en los censos de carga. Determinación de los grupos de mayor consumo y los potenciales ahorro de acuerdo a tres procedimientos: cambios en el patrón de uso (impulsado por Corpoelec, basado en el Decreto N°6.992), sustitución de luminarias con mejores rendimientos energéticos o sustitución de equipos de climatización.  | 3      | 6     |
| 6         | <b>Requisitos, conformación y registro de la UGE.</b><br>Registro de la unidad en <a href="https://pae-uree.corpoelec.gob.ve/index.php/">https://pae-uree.corpoelec.gob.ve/index.php/</a>  | 3      | 2     |
| TOTALES   |  | 2      | 16    |

## ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS:

Para el logro del aprendizaje se prevé las siguientes estrategias: Para cada actividad se presentará los objetivos a alcanzar, se realizarán exposiciones por parte de los facilitadores, se realizará ejercitación en grupos con formatos de control típicos en gestión energética.