



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
Departamento de Ingeniería Industrial

# TRABAJO DE DIPLOMA

**Título:** Mejoras a la gestión energética de la  
UEBM 421 Cumanayagua de la Empresa  
Mayorista de Productos Alimenticios (EMPA)

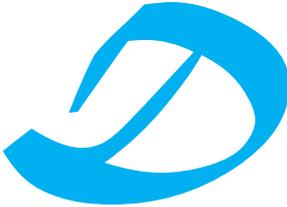
---

Autor: Alexander Gómez Martínez

Tutoras: MSc. Jenny Correa Soto

MSc. Lourdes Pomares Castellón

Cusro 2015-2016

 **edicatoria**

*A:*

**Mi familia que ha estado a mi lado en todos los momentos de mi vida los buenos y los malos. Mis suegros que me han ayudado a cursar este camino, a mi suegra que me dio fuerzas para seguir adelante con este proyecto. Mis padres que lo dieron todo por verme en este momento.**

**Gracias por estar junto a mí esto es por ustedes.**

# **A**gradecimientos

**A mis tutoras en especial a la MSc. Jenny Correa  
Soto.**

**Mi familia.**

**Mi esposa.**

**Mi bebé.**

**Mis amigos.**

**Mis compañeros de trabajo.**

**10** ensamblaje

*La mejor organización no asegura los resultados.  
Pero una estructura equivocada sería garantía de  
fracaso.*

*Peter Ferdinand Drucke*

**R**esumen

## **Resumen**

La investigación titulada, " Mejoras a la gestión energética de la UEBM 421 Cumanayagua de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios (EMPA)" tiene como objetivo contribuir a la mejora la gestión energética de la UEBM 421 Cumanayagua en función de la NC-ISO 50001: 2011.

El informe se estructura en tres capítulos donde en el primer capítulo se abordan los temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Energía, Modelos de gestión energética, el Sistema de Gestión en las instalaciones, y la selección de indicadores para un mejor manejo de la energía. Mientras que en el segundo capítulo se realiza la caracterización energética de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios y se muestra el procedimiento propuesto por (Correa Soto & Alpha Bah, 2013) a seguir para la planificación energética en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011. En el tercer capítulo se procede a la caracterización de las instalaciones de la UEBM 421 Cumanayagua y se aplica el procedimiento propuesto para la planificación de la energía, proponiendo un conjunto de indicadores y acciones de mejoras que permitan una adecuada gestión de la energía en las instalaciones.

Para la recopilación y procesamiento de la información se hace uso de herramientas y técnicas como: trabajo de grupos, tormenta de ideas, el Diagrama de Pareto, Gráficos de Control, Histogramas, Gráficos de Tendencia, Análisis de capacidad del proceso, las 5Ws y las 2Hs, la aplicación Excel sobre Windows y el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XV.II

**A**bstract

## **Abstract**

The research titled, " Improvements to energy management UEBM 421 Cumanayagua the Wholesale Food Products Enterprise (EMPA) " aims to contribute to improving the energy management of the UEBM 421 Cumanayagua according to the NC-ISO 50001: 2011.

The report is divided into three chapters where the first chapter issues System Energy Management, Models Energy Management, Management System on site, and the selection of indicators for better management of addresses energy. While in the second chapter energy characterization of the Wholesale Company for Foodstuffs is made and the proposed (Correa Soto & Alpha Bah, 2013) to be followed for energy planning in correspondence with the NC-ISO 50001 procedure: 2011. In the third chapter proceeds to the characterization of facilities UEBM 421 Cumanayagua and proposed for energy planning procedure applies, proposing a set of indicators and improvement actions to enable proper management of energy facilities .

group work, brainstorming, the Pareto diagram, control charts, histograms, Trend, Analysis of process capability, the 5Ws and 2Hs, for the collection and processing of information using the Excel application on Windows and statistical software STATGRAPHICS Centurion XV.I



## Índice

|   |    |
|---|----|
| Introducción .....  | 1  |
| Capítulo I: La gestión energética en organizaciones de servicio .....         | 4  |
| 1.1 Introducción.....   | 4  |
| 1.2 Gestión energética.....   | 4  |
| 1.2.1 Resultados esperados, errores y barreras en la gestión energética ..... | 8  |
| 1.3 Normas internacionales sobre gestión de la energía.....                   | 9  |
| 1.3.1 Norma UNE 216301: 2007.....   | 9  |
| 1.3.2 Norma UNE 216501: 2010.....   | 11 |
| 1.3.3 Norma ISO 50001: 2011 .....   | 11 |
| 1.4 Modelos de gestión energética.....  | 17 |
| 1.4.1 Gestión total eficiente de la energía, CEEMA .....                      | 18 |
| 1.4.2 Producción más limpia y eficiencia energética, UNEP .....               | 19 |
| 1.4.3 Metodología para el control del consumo energético, UPB.....            | 20 |
| 1.4.4 Gerencia de la energía, <i>Energy Star</i> .....                        | 21 |
| 1.4.5 Programa de dirección de la energía, WAYNE CTURNER .....                | 22 |
| 1.5. Gestión de la energía en edificaciones .....                             | 23 |
| 1.5.1 Edificios Inteligentes .....  | 24 |
| 1.5.2 Grados de inteligencia de un edificio.....                              | 25 |
| 1.6 Indicadores de sostenibilidad para edificios.....                         | 26 |
| 1.5.1 Indicadores energéticos en edificios.....                               | 28 |

|   |    |
|---|----|
| Capítulo II: Caracterización energética de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos.....  | 29 |
| 2.1 Introducción.....   | 29 |
| 2.2 Caracterización de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos...  | 29 |
| 2.3 Caracterización energética de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos.....   | 31 |
| 2.3.1 Estructura del consumo y gasto de los portadores energéticos de la Unidad.....  | 32 |
| 2.4 Metodologías para la gestión energética en Cuba .....   | 34 |
| 2.4.1 Tecnología de Gestión Total de la Energía (TGTEE) .....   | 34 |
| 2.4.2 Procedimiento para la mejora de procesos que Intervienen en el consumo de combustible .....   | 35 |
| 2.4.3 Procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001: 2011. ....  | 37 |
| 2.5 Justificación de la selección del procedimiento .....   | 53 |
| <br>Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la UEBM 421 Cumanayagua de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios..... | 54 |
| 3.1 Introducción.....   | 54 |
| 3.2 Caracterización de las instalaciones de la UEBM 421 Cumanayagua de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios .....                                       | 54 |
| 3.2.1 Caracterización del almacén de la UEBM 421 Cumanayagua .....  | 54 |
| 3.2.2 Caracterización del edificio administrativo de la UEBM 421 Cumanayagua.....   | 56 |
| 3.3 Resultados de la aplicación del Procedimiento para la Planificación Energética en la UEBM 421 Cumanayagua .....   | 56 |
| 3.3.1 Etapa I: Revisión del proceso de planeación energética .....  | 56 |
| 3.3.2. Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos .....   | 58 |
| 3.2.3 Etapa III: Revisión energética .....  | 60 |
| 3.3.4. Etapa IV: Resultado del proceso de la planificación energética.....  | 83 |

|   |    |
|---|----|
| 3.3.5 Etapa V: Planes de acción y control de la planificación energética..... | 84 |
| 3.4. Cumplimiento de requisitos de la NC-ISO 50001: 2011 .....                | 84 |
| Conclusiones Generales .....  | 86 |
| Recomendaciones .....   | 87 |
| Bibliografía .....  | 88 |
| Anexos  |    |



# **Introducción**

## Introducción

El consumo de energía en los últimos años ha sido un fenómeno creciente. Los problemas energéticos actuales se deben principalmente a los efectos que causan sobre el medio ambiente los diferentes tipos de energía que se utilizan. Las desventajas fundamentales de la explotación de combustibles fósiles y su impacto negativo al medio ambiente han suscitado un creciente interés en estos temas a escala mundial (Borroto, 2006) (Correa et al. 2014)

Por lo que la eficiencia energética y la gestión energética, se han convertido en una parte cada vez más importante de la gestión empresarial, que comprende las actividades necesarias para satisfacer eficientemente la demanda energética, con el menor gasto y la mínima contaminación ambiental posible.(Sánchez ,2012)

Este interés en la gestión energética y la determinación de la eficiencia energética para garantizar iguales niveles de producción y de servicios con un menor consumo energético o elevar los niveles de producción y de servicios con igual consumo energético (Borroto, 2006) posibilitó que varios países desarrollaran normas técnicas nacionales y regionales, siendo los ejemplos más significativos los que se muestran a continuación:

Tabla 1: Normas técnicas publicadas sobre gestión energética.Fuente: Asociación Española de Normalización, AENOR, 2011.

| Año  | País                      | Referencia de la norma |
|------|---------------------------|------------------------|
| 2001 | Dinamarca                 | DS 2403:2001           |
| 2003 | Suecia                    | SS 627750:2003         |
| 2005 | Estados Unidos de América | ANSI/MSE 2000:2005     |
| 2005 | Irlanda                   | IS 393: 2005           |
| 2007 | España                    | UNE 2163031:2007       |
| 2009 | Unión Europea             | EN 16001:2009          |

Todas estas normas constituyeron el antecedente para que en el año 2011 se aprobara por la Organización Internacional de Normalización, la norma internacional ISO 50001:2011 “*Energy management systems-Requirements with guidance for use*” (Lloyd’s Register, 2012). Cuba como miembro de esta organización la adoptó en el 2012 como norma nacional idéntica con la referencia NC-ISO 50001: 2011 “Sistemas de gestión de la energía-Requisitos con orientación para su uso”.

Cuba no está ajena a esta panorámica mundial y por eso se llevan a cabo programas gubernamentales con vistas a realizar acciones por la mejora energética en el ámbito productivo y social, realizando esfuerzos en algunas entidades que optan por la categoría de empresas eficientes, de acuerdo a los requisitos que se establecen para ello. En los últimos años las diferentes empresas cubanas han estado enfrascadas en tomar una serie de medidas con el objetivo de aumentar el ahorro de recursos energéticos, sin embargo, se ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente; así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación en ellas de las capacidades técnico -organizativas para administrar eficientemente la energía.(Berroa, 2007).

La UEBM 421 Cumanayagua perteneciente a la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios (EMPA) tiene como misión dar cumplimiento Política Comercial del territorio, con el fin de satisfacer las necesidades básicas de la alimentación de la población cubana y contribuir a la seguridad alimentaria del país. Esta unidad para la realización de sus actividades utiliza como portadores energéticos la energía eléctrica, diésel, gasolina y leña, donde la energía eléctrica es el portador energético más utilizado en la UEBM y su uso y consumo se realiza en los almacenes y en el edificio administrativo, áreas donde se realizan varios procesos claves de la organización representando en el año 2015 un consumo de 7920 kWatt/h. Es necesario destacar que los portadores energéticos se ajustan a su plan, sin embargo no se han realizado ningún estudio para que la gestión energética actual se adecue a los requisitos de la NC-ISO 50001: 2011.

Con esta investigación se contribuye al cumplimiento de los lineamientos VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, dando cumplimiento a las siguientes políticas:

- Modelo de Gestión Económica (4, 10, 12)
- Política de Ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente (129, 138, 139)
- Política Social (169)
- Política Energética (252, 253)

Todo lo anterior constituye la situación problemática de la presente investigación. Por lo que se plantea el siguiente **Problema de investigación**:

¿Cómo contribuir a la mejora de la gestión energética de la UEBM 421 Cumanayagua?

Siendo el **Objetivo General** de la investigación: Contribuir a la mejora de la gestión energética de la UEBM 421 Cumanayagua en función de la NC-ISO 50001: 2011.

Para lo cual se desglosa en los siguientes **Objetivos Específicos**.

1. Realizar la caracterización energética de la UEBM 421 Cumanayagua
2. Aplicar el procedimiento para la planificación energética (Correa y Alpha Bah, 2013) según la NC-ISO 50001:2011 en la UEBM 421 Cumanayagua.
3. Proponer indicadores para el control de la gestión energética de la UEBM 421 Cumanayagua.

**Tipos de investigación:** Descriptiva.

#### **Justificación de la investigación.**

Dada la conveniencia de adecuar la gestión de los portadores energéticos de la organización en función con la norma International ISO 50001:2011. “Gestión de la Energía” (esta norma fue adoptada por Cuba en enero 2011), además de los temas de importante relevancia considerados por el CITMA en la reducción de contaminantes y la eficiencia energética, así como la contribución a la actualización del modelos económico y social en Cuba y la aprobación en el 2014 de la política para el desarrollo perspectiva de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía.

El trabajo se estructura en resumen, abstract, introducción y tres capítulos donde:

Capítulo I: Se realiza un marco teórico, donde se muestran temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Energía, modelos para la gestión energética y aspectos vinculados con la eficiencia energética en las instalaciones y los indicadores que se utilizan.

Capítulo II: Se efectúa una breve caracterización de la empresa, así como una descripción de la situación energética que presenta actualmente la organización. Se muestran procedimientos y metodologías para la gestión energética en Cuba, seleccionado para el análisis el procedimiento para la planificación energética propuesto por Correa y AlphaBah (2013).

Capítulo III: Se ejecuta la caracterización de las instalaciones en la organización y la aplicación del procedimiento en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011.

Además de conclusiones generales, recomendaciones y anexos.

# **C**apítulo 1

## Capítulo I: La gestión energética en organizaciones de servicio.

### 1.1 Introducción

En el presente capítulo se muestra en un primer momento aspectos relacionados con la gestión energética y las normas internacionales sobre gestión de la energía, que posibilitan la aprobación de la ISO 50001: 2011, se muestran modelos de gestión energética desarrollados por varios países, se abordan aspectos relacionados con la eficiencia energética en las edificaciones y por último se exponen indicadores de sostenibilidad energética para las edificaciones. En la figura 1.1 se muestra el hilo conductor del capítulo.

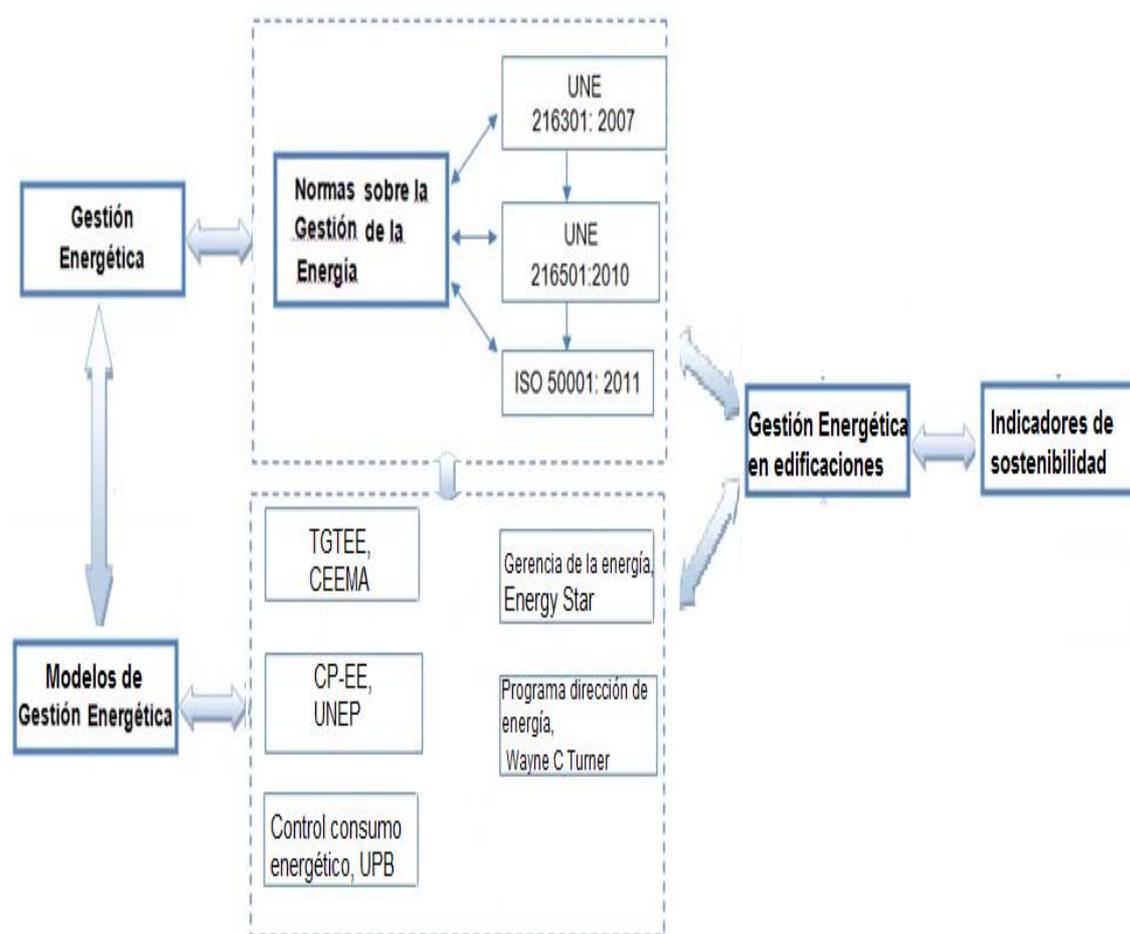


Figura 1.1 Hilo Conductor. Fuente: Elaboración propia.

### 1.2 Gestión energética

La gestión empresarial incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización; actividades que se ponen en práctica a través de la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del

sistema de la organización. La Gestión Energética o Administración de la Energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la organización la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas.(Borroto, 2006)

La Gestión Energética se considera como un conjunto de acciones técnicas, tecnológicas, de control, de superación y administrativas, organizadas y estructuradas para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, conservación y utilización de la energía, o lo que es lo mismo, para lograr la utilización racional de la energía de manera que permita reducir su consumo sin el perjuicio de la productividad y la calidad de la producción o servicio prestado. (Marrero, 2005)

El concepto de Gestión Energética se puede agrupar en dos visiones desde el punto de vista macro. La primera supone que es el mercado el instrumento mediante el cual se logra la gestión óptima y la segunda supone que es el estado como ente planificador que garantiza la optimización de los recursos energéticos(Martija, 2012)

Desde el punto de vista micro (empresa) la Gestión Energética se traduce en un programa de optimización de energía, con el cual se definen estrategias y se toman acciones para disminuir los consumos de energía, sin sacrificar la calidad, buscando los niveles de máxima productividad.(Martija, 2012)

El objetivo fundamental de la Gestión Energética es sacar el mayor rendimiento posible a todos los portadores energéticos que son necesarios para una actividad empresarial, lo cual comprende (Martija, 2012)

- Optimizar la calidad de los portadores energéticos disponibles y su suministro.
- Disminuir el consumo de energía manteniendo e incluso aumentando los niveles de producción o de servicios.
- Obtener de modo inmediato ahorros que no requieran inversiones apreciables.
- Lograr ahorros con inversiones rentables.
- Demostrar la posibilidad del ahorro energético de la empresa.
- Disminuir la contaminación ambiental y preservar los recursos energéticos.
- Diseñar y aplicar un programa integral para el ahorro.
- Establecer un sistema metódico de contabilidad analítica energética en la empresa.

Al crecer los costos de la energía y su consumo, se hace necesario un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) con la finalidad de poder conocer los consumos y usos de las distintas

fuentes energéticas, no sólo a nivel de valores globales, sino de modo particularizado aplicado a los distintos procesos y consumos internos. Este conocimiento permite predecir los incrementos de energía usada que se producen al aumentar la actividad, o es posible fijar las medidas de contención del costo a través de un programa inteligente de ahorro. (Sánchez, 2013)

De lo anterior se deduce que el SGE es la parte del sistema de gestión de una organización que se dedica a desarrollar e implementar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía, es la parte del sistema general de gestión de la organización que se encarga de controlar el uso de la energía, desde su entrada a través de distintas fuentes, su uso y su transformación en beneficios.(Sánchez, 2013)

El SGE se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación, tal y como se observa en la figura 1.2.

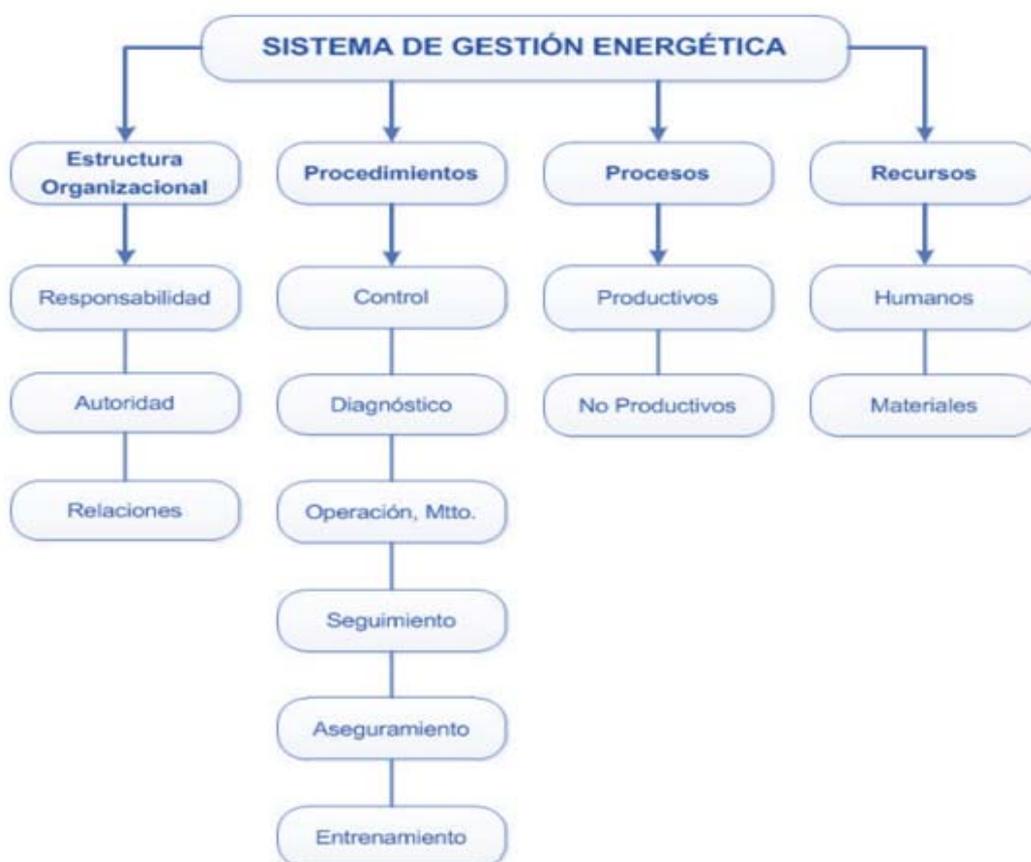


Figura 1.2: Composición de un Sistema de Gestión Energética. Fuente: (Borroto,2006)

De igual forma en la tabla 1.1 se describen cada uno de los elementos del sistema de gestión energética.

Tabla 1.1: Elementos que componen un SGE. Fuente: (Alonso, 2012)

| Elementos                                   | Descripción   |
|---|---|
| Manual de gestión energética                | Establece las definiciones bases del sistema (política, objetivos, metas), los procedimientos, la estructura y las responsabilidades.                   |
| Planeación energética                       | Establece y describe el proceso de planeación energética según las nuevas herramientas de planeación del sistema de gestión.                            |
| Control de proceso                          | Detalla los procedimientos que serán usados para el control de los consumos y los costos energéticos en las áreas y equipos claves de la empresa.       |
| Proyectos de gestión energética             | Se establecen los proyectos rentables a corto, mediano y largo plazo que serán ejecutados para el cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión. |
| Compra de energía                           | Incluye los procedimientos eficientes para la compra de recursos energéticos y evaluación de facturas energética.                                       |
| Monitoreo y control de consumos energéticos | Se establecen los procedimientos para la medición, establecimiento y análisis de indicadores de consumo, de eficiencia y de gestión.                    |
| Acciones correctivas/preventivas            | Incluye los procedimientos para la identificación y aplicación de acciones para la mejora continua de la eficiencia y del sistema de gestión.           |
| Entrenamiento                               | Prescribe el entrenamiento continuo al personal clave para la reducción de los consumos y costos energéticos.   |
| Control de documentos                       | Establece los procedimientos para el control de los documentos del sistema de gestión.  |
| Registro de energía                         | Establece la base de datos requerida para el funcionamiento del sistema.  |

### **1.2.1 Resultados esperados, errores y barreras en la gestión energética**

Los resultados esperados de la implementación de un sistema de gestión energética son(Alonso, 2012):

- Identificar y evaluar los potenciales de reducción de costos de energía que tiene la empresa por mejora de los procedimientos de producción, mantenimiento y operación y por cambios tecnológicos.
- Implementar los proyectos viables, técnica y económicamente para la empresa en reducción de costos energéticos, en un orden de nula o baja, media y alta inversión.
- Evitar errores de procedimientos de producción, operación y mantenimiento que incrementen los consumos de energía.
- Aplicar acciones de reducción de costos de energía con alto nivel de efectividad y con la posibilidad de evaluar su impacto en los indicadores de eficiencia de la empresa.
- Establecer un sistema fiable de medición de la eficiencia en el uso de la energía a nivel de empresa, áreas y equipos, en tiempo real.
- Motivar, entrenar y cambiar los hábitos del personal involucrado en el uso de la energía hacia su utilización eficiente.
- Planear los consumos energéticos y sus costos en función de las posibilidades reales de reducción en cada área y equipo clave.

Los errores y barreras que se cometen comúnmente en la gestión energética generan importantes incrementos en los consumos y costos energéticos en una empresa. A continuación se listan algunos de ellos.

Errores más frecuentes que se cometen en la gestión energética(Alonso, 2012):

- Se atacan los efectos y no las causas de los problemas.
- Los esfuerzos de mejora son aislados y sin lograr una mejora integral de todo el sistema energético.
- A veces, no se incide en puntos vitales.
- No se detectan y cuantifican adecuadamente los potenciales de ahorro.
- Se consideran las soluciones tomadas como definitivas cuando el propio proceso en sí lleva implícito el concepto de continuidad
- Se forman creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas.

Barreras que se oponen al éxito de la gestión energética(Alonso, 2012):

- Las personas idóneas para asumir determinada función dentro del programa se excusan por estar sobrecargadas.
- Los gerentes departamentales no ofrecen suficiente tiempo a sus subordinados para esta tarea.
- El líder del programa no tiene tiempo ni logra apoyo o tiene otras prioridades.
- La dirección no reconoce el esfuerzo del equipo de trabajo ni ofrece refuerzos positivos.
- La dirección no es paciente y juzga el trabajo sólo por los resultados inmediatos.
- No se logra conformar un equipo con buen balance interdisciplinario o interdepartamental.
- Falta comunicación con los niveles de toma de decisiones.
- La dirección ignora las recomendaciones derivadas del programa.
- El equipo de trabajo se aparta de la metodología y el enfoque sistemático.
- Los líderes del equipo de trabajo son gerentes e inhiben la actuación del resto de los miembros.

### **1.3 Normas internacionales sobre gestión de la energía**

Las organizaciones utilizan modelos o normas de referencia reconocidos para establecer, documentar y mantener sus sistemas de gestión energética. A continuación se comentan algunas de ellas que contribuyeron a que en el 2011 se aprobara la ISO 50001 sobre "Gestión de la energía".

#### **1.3.1 Norma UNE 216301: 2007**

Según la norma UNE216301:2007,<sup>1</sup> publicada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), dio las herramientas a una organización para crear un auténtico sistema de gestión de la energía, fomentando la eficiencia energética y el ahorro de energía, partiendo del análisis de los distintos procesos para mejorarlos energéticamente de forma individual.

Esta norma tuvo una estructura similar a otras normas de gestión con lo que se facilita su integración a sistemas de gestión ya existentes. Se basa, como ISO 14001, en identificar aspectos, pero en este caso aspectos energéticos, en lugar de aspectos ambientales, y posteriormente, evaluarlos para identificar cuáles son los aspectos energéticos reveladores, sobre los cuales se priorizan las actuaciones. Las dificultades que una organización puede encontrarse al inicio de la implantación de un sistema de estas características son: la

---

<sup>1</sup>Derogada en la actualidad dando paso a la UNE 216501: 2010

necesidad de tener datos totalmente actualizados (balances de materia y energía), ver si los equipos de medición disponibles son suficientes y/o adecuados, definir unidades de referencia para comparar datos, entre otros. La figura 1.3 muestra el modelo.

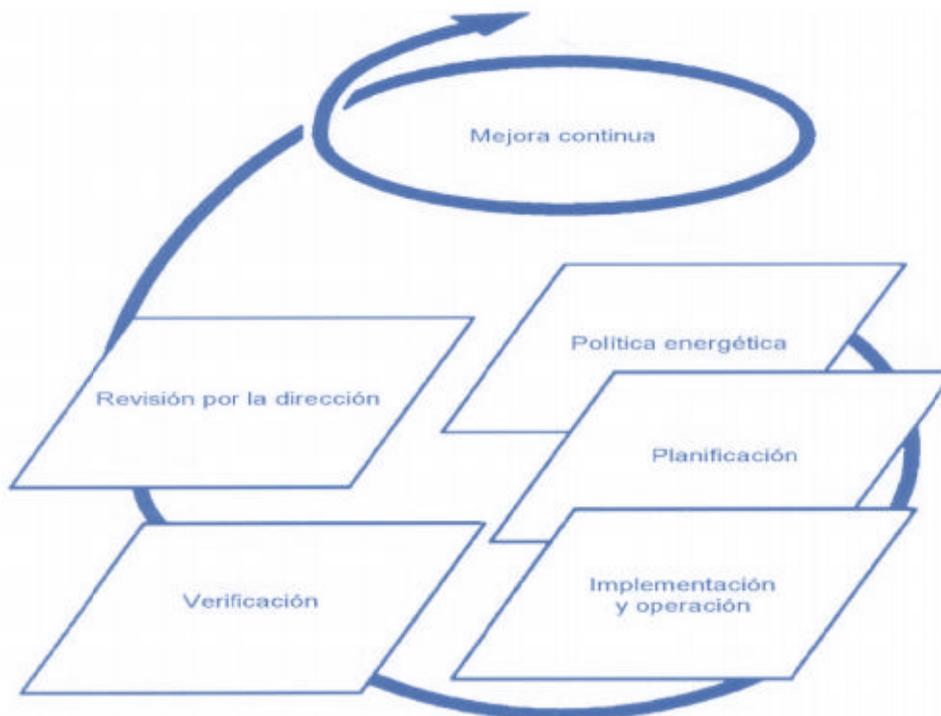


Figura 1.3: Modelo de sistema de gestión energética según la norma UNE 216301: 2007.  
Fuente: UNE 216301:2007.

Los objetivos que comprende la norma son:

- Fomentar la eficiencia energética en las organizaciones.
- Fomentar el ahorro de energía.
- Disminuir las emisiones de gases que provocan el cambio climático.

El estándar es aplicable a las organizaciones que deseen:

- Mejorar la eficiencia energética de sus procesos de forma sistemática.
- Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión energética.
- Incrementar el aprovechamiento de energías renovables o energías excedentes propias o de terceros.
- Asegurar su conformidad con su política energética.
- Demostrar esta conformidad a otros.

- Buscar la certificación de su sistema de gestión energética por una organización externa.

### **1.3.2 Norma UNE 216501: 2010**

La norma UNE 216501: 2010 la cual deroga a la UNE 216301:2007, describe los requisitos que debe tener una auditoría energética y los puntos clave para la mejora de la eficiencia energética, la promoción del ahorro energético y evitar emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta norma es de aplicación voluntaria en cualquier tipo de organización y sus objetivos son:

- Obtener un conocimiento fiable del consumo energético y su costo asociado.
- Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía.
- Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro y diversificación de energía y su repercusión en el costo energético y de mantenimiento, así como otros beneficios y costos asociados.

Esta norma es aplicable a organizaciones que deseen:

- Unificar procesos de auditoría energética.
- Asegurar su conformidad con su política energética.
- Demostrar esta conformidad a otros.
- Buscar la verificación de su auditoría energética por una organización externa.
- Usar esta herramienta para la implantación de un sistema de gestión energética.

Todas estas normas son el antecedente a la aprobación de la *International Organization for Standardization*(ISO), ISO 50001:2011.

### **1.3.3 Norma ISO 50001: 2011**

La solicitud a ISO 50001:2011 para desarrollar una Norma Internacional de gestión de la energía proviene de la Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), quien reconoce que la industria necesita montar una respuesta efectiva al cambio climático y la proliferación de normas nacionales de gestión de la energía.(ISO, 2011)

Para la ISO, la gestión energética es uno de los cinco campos principales dignos para el desarrollo de Normas Internacionales. La gestión eficaz de la energía es una prioridad, ya que cuenta con un potencial significativo en cuanto al ahorro de energía y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo.

ISO 50001: 2011 ha sido capaz de basarse en numerosas normas de gestión de la energía nacionales y regionales, especificaciones y regulaciones, incluyendo las desarrolladas en China, Dinamarca, Irlanda, Japón, República de Corea, Países Bajos, Suecia, Tailandia, Estados Unidos y la Unión Europea.

En un contexto de incremento de los precios mundiales de la energía, la publicación por parte de la ISO de su Norma Internacional ISO 50001: 2011 para la gestión de la energía es particularmente oportuna. La norma ayuda a las organizaciones a mejorar su eficiencia energética y a reducir los impactos del cambio climático. (ISO, 2011)

El objetivo de este estándar internacional es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento en el uso de la energía. El estándar lleva a reducciones de costo, emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales por medio de la gestión sistemática de la energía. Es aplicable a todo tipo de organizaciones independientemente de su ubicación geográfica, condiciones culturales o sociales. La implementación acertada depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y sobre todo de la dirección superior. (Sánchez, 2013)

En la norma se definen los requisitos para un SGE, para desarrollar e implantar una política energética, establecer objetivos, metas y planes de acción, teniendo en cuenta los requisitos legales y la información pertinente al uso significativo de energía.

Un sistema de gestión energético permite a una organización alcanzar sus compromisos de política, tomar las acciones que sean necesarias para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. La norma se basa en el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión energética en las prácticas organizacionales diarias.(Sánchez, 2013)

La aplicación global de esta norma contribuye a lograr un uso más eficiente de las fuentes de energía disponibles, a incrementar la competitividad y a reducir el impacto ambiental asociado al uso de la energía. Establece un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de las instalaciones industriales y comerciales, o de las compañías en su totalidad. La norma facilita a las organizaciones las estrategias y técnicas de gestión para incrementar su eficiencia energética, reducir costos y mejorar su desempeño ambiental. Las bases de este enfoque se muestran a continuación en la figura 1.4.

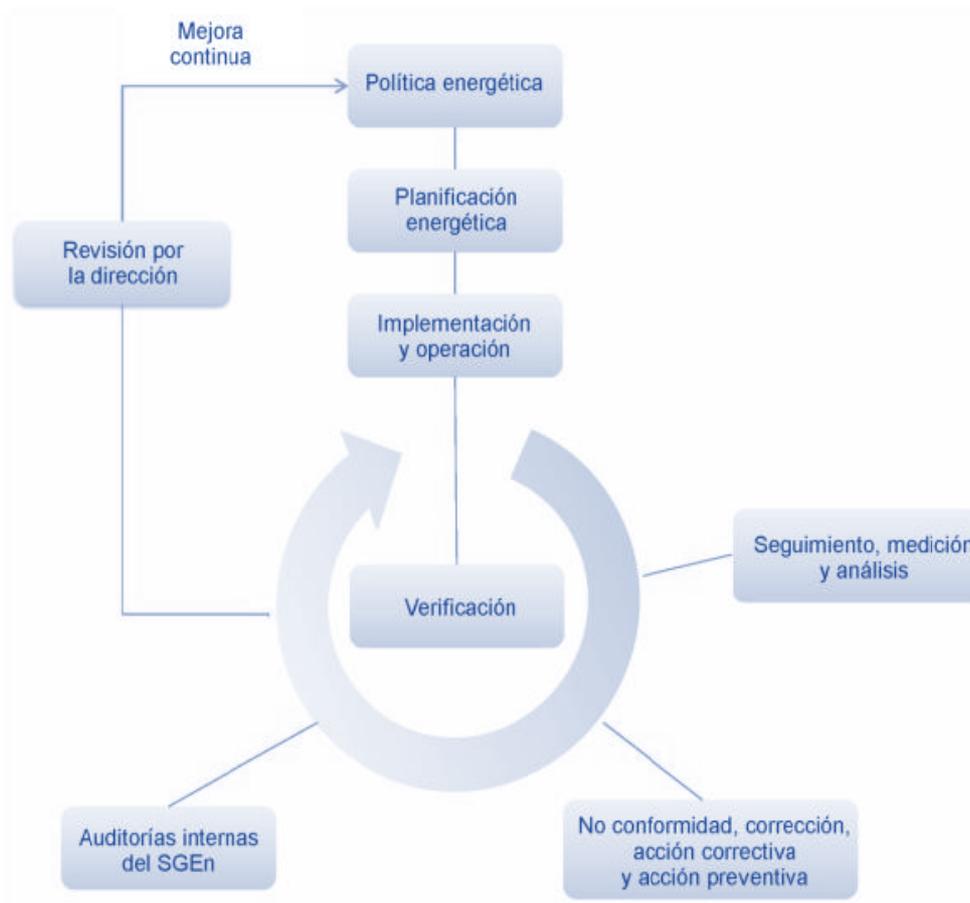


Figura 1.4: Modelo de Sistema de gestión de la energía ISO 50001: 2011. Fuente: ISO 50001: 2011.

La ISO 50001: 2011 provee un marco de requisitos que permite a las organizaciones: (ISO, 2010)

- Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía.
- Fijar metas y objetivos para cumplir con la política.
- Utilizar los datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía.
- Medir los resultados.
- Revisar la eficacia de la política.
- Mejorar continuamente la gestión de la energía.

La norma ISO 50001: 2011 no fija objetivos para mejorar la eficiencia energética. Esto depende de la organización usuaria, o de las autoridades reguladoras. Esto significa que cualquier organización, independientemente de su dominio actual de gestión de la energía,

puede aplicar la Norma ISO 50001: 2011 para establecer una línea de base y luego mejorarla a un ritmo adecuado a su contexto y capacidades. Los principales beneficios de la norma se muestran en la tabla 1.2

Tabla 1.2: Principales beneficios de la ISO 50001:2011. Fuente: (ISO, 2010)

| Categorías                        | Principales beneficios  |
|-----------------------------------|---|
| Energéticos y Ambientales         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización del uso de la energía (consumo eficiente de la energía).</li> <li>• Fomento de la eficiencia energética de las organizaciones.</li> <li>• Disminución de emisiones de gases de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.</li> <li>• Reducción de los impactos ambientales.</li> <li>• Adecuada utilización de los recursos naturales.</li> <li>• Impulso de energías alternativas y renovables.</li> </ul> |
| De liderazgo e imagen empresarial | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.</li> <li>• Refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio climático.</li> <li>• Cumplimiento de los requisitos legales.</li> </ul>   |
| Socio-Económicos                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del impacto sobre el cambio climático.</li> <li>• Ahorro en la factura energética.</li> <li>• Reducción de la dependencia energética exterior.</li> <li>• Reducción de los riesgos derivados de la oscilación de los precios de los recursos energéticos.</li> </ul>   |

### 1.3.3.1 Importancia de la Norma Internacional ISO 50001:2011

La energía es fundamental para las operaciones de una organización y puede representar un costo importante para estas, independientemente de su actividad. Se puede tener una idea al considerar el uso de energía a través de la cadena de suministro de una empresa, desde las materias primas hasta el reciclaje (Administrador, 2010). Los costos económicos de la energía para una organización, la energía puede imponer costos ambientales y sociales por el agotamiento de los recursos y contribuir a problemas tales como el cambio climático. El desarrollo y despliegue de tecnologías de fuentes de energía nuevas y renovables puede tomar tiempo.

Las organizaciones individuales no pueden controlar los precios de la energía, las políticas del gobierno o la economía global, pero pueden mejorar la forma como gestionan la energía en el aquí y ahora. Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios rápidos a una organización, maximizando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con la energía, lo que reduce tanto el costo de la energía como el consumo. La organización

también contribuye positivamente en la reducción del agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos del uso de energía en todo el mundo, tal como el calentamiento global. (LLody Gracia, G, 2015)

ISO 50001:2011 se basa en el modelo de sistema de gestión que ya está entendido y aplicado por organizaciones en todo el mundo. Puede marcar una diferencia positiva para las organizaciones de todo tipo en un futuro muy cercano, al mismo tiempo que apoya los esfuerzos a largo plazo para mejorar las tecnologías de energía.

También es necesario mencionar que los costos energéticos ayudan a lograr un mejor desempeño y estabilidad, ya que en una economía de mercado, el mecanismo de los precios determina la utilización de los recursos para sus diferentes usos.

### **1.3.3.2 Costos energéticos**

En los análisis económicos tradicionales solo se tienen en cuenta los costos directos o internos de la producción de energía; sin embargo, existen una serie de costos externos o externalidades de este proceso que no se reflejan en los precios de la energía en el mercado, como es el caso de los impactos sociales y ambientales. Es decir, los precios en el mercado solo reflejan los intereses de los productores y consumidores directamente vinculados en el proceso energético dado, y no los de toda la sociedad en su conjunto, pues los costos externos son generalmente pagados por terceras partes no responsables de los mismos.

Por tanto, una condición básica para que el mecanismo de los precios conduzca a una solución óptima para toda la sociedad, es que incorpore, no solo los costos directos de la producción de energía, sino también los costos externos, llamados también costos sociales o ecológicos, proceso conocido como internalización de las externalidades. (Borroto, 2006).

El costo de la energía en el mundo es cada vez más alto, y el consumo creciente, por lo que además de planes básicos de ahorro energético, las organizaciones deben plantearse seriamente la implementación de sistemas que permitan gestionar de forma continuada los aspectos energéticos como parte sustancial de su gestión. Un aspecto importante que trata la ISO 50001: 2011, es la importancia de la planificación energética para las organizaciones.

### **1.3.3.3 Planificación Energética**

La planificación energética permite contar con un plan minuciosamente diseñado que sirve de guía durante un periodo de tiempo determinado. Es una herramienta muy útil para

cualquier organización privada o pública que quiera mejorar su modelo de consumo energético y que desee hacerlo conforme a un plan bien elaborado, en la figura 1.5 se muestran las fases de la planificación energética.



Figura 1.5: Fases de la Planificación Energética. Fuente:(ISO, 2011).

La planificación energética cuenta con un esquema tradicional referente a la elaboración de un plan energético el cual consta en principio de los siguientes componentes:

- Definición de objetivos: enunciados generales acerca de las metas a alcanzar.
- Diagnóstico.
- Elaboración de escenarios.
- Formulación de políticas.
- Estrategias de mediano y corto plazo.
- Planes de acción.

### 1. 4 Modelos de gestión energética

Producto de los altos precios del petróleo y de los problemas derivados del consumo de los combustibles fósiles, como son las altas emisiones de CO<sub>2</sub> y el calentamiento global, varios países del mundo han comenzado a implementar políticas con los objetivos de mejorar su eficiencia energética y de desarrollarse o mantener el desarrollo alcanzado en una dirección sustentable desde el punto de vista ambiental. La preocupación de la sociedad y de los gobiernos es cada vez mayor en este sentido.

Se han creado centros de investigación, y varias instituciones internacionales llevan a cabo programas vinculados al ahorro y uso racional de la energía, de los cuales se describen algunos a continuación.

Tabla 1.3 Modelos de gestión energética a nivel mundial. Fuente: (Herrera Hostos, M, 2014)

| Centro de investigación  | Modelo desarrollado   | País           |
|--|---|----------------|
| Centro de Gestión Energética y Medio Ambiente. Georgia             | Sistema de Gestión Energético. Norma ANSI MSE 2000                | Estados Unidos |
| Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA). Cienfuegos | Gestión Total y Eficiente de la Energía                           | Cuba           |
| UNEP   | Producción más Limpia y Eficiencia Energética                     |                |
| UPB  | Metodología para el control del consumo energético                | Colombia       |
| Energy Star  | Gerencia de la energía  | Estados Unidos |
| Wayne C Turner   | Programa de dirección de la energía                               | Estados Unidos |
| G. G. Rajan  | Optimizing energy efficiencies in industries                      | Estados Unidos |
| CIPEC  | Canadian Industry program for energy conservation                 | Canadá         |
| NPC  | National Productivity Council ( Dirección de energía y auditoría) | Estados Unidos |
| W. Smith   | Proceso Industrial y Eficiencia Energética                        | Canadá         |
| EVE. Entre Vasco de Energía  | Gestión Energética Integral                                       | España         |

|                              |  |           |
|------------------------------|--|-----------|
| VICTORIA                     | Developing an Energy management System. State Government of Victoria | Australia |
| Universidad Federal de Goias | Eficiencia Energética y Uso Racional de la Energía                   | Brasil    |
| PNL                          | An energy efficiency guide for industrial plan managers              | Ucrania   |

#### 1.4.1 Gestión total eficiente de la energía, CEEMA

El sistema de gestión energética propuesto por CEEMA, se compone en la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación según se explica a continuación y se muestra en la figura 1.6:

- **Análisis preliminar de los consumos energéticos:** El análisis preliminar abarca la información de las fuentes y consumos de portadores energéticos del proceso productivo, distribución general de costos, indicadores globales de eficiencia y productividad, etc., y posibilita la conformación de la estrategia general para la implantación del sistema de gestión energética en la empresa.
- **Compromiso de la Dirección:** Aunque en las actividades de la Gestión Energética todo el personal debe tomar parte de una forma u otra, resulta imprescindible para el éxito de estas actividades el compromiso de la dirección.
- **Diagnósticos o auditorías energéticas:** El diagnóstico o auditoría energética constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y para definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.

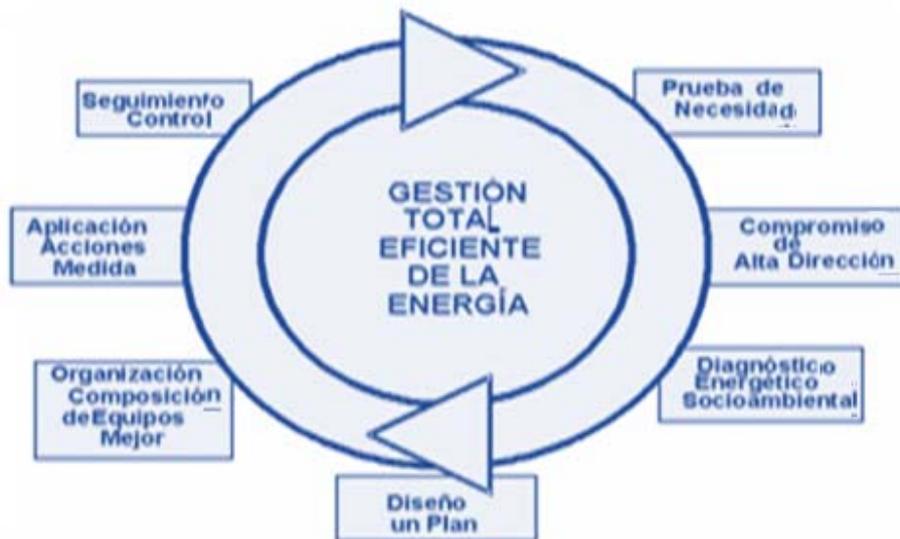


Figura 1.6 Gestión Total Eficiente de la Energía (CEEMA) Fuente: (Borroto, 2006)

#### 1.4.2 Producción más limpia y eficiencia energética, UNEP

El modelo de Producción más limpia y Eficiencia de energía (CP-EE) propuesto por UNEP básicamente consta de los siguientes elementos principales y se muestran en la figura 1.6:

- Planificación y Organización: Es una de las más importantes etapas para el buen desarrollo de CP-EE. Lo componen las siguientes seis actividades.
  1. Obtener compromiso y participación de la alta dirección Involucrar a los empleados.
  2. Organizar equipo de CP-EE.
  3. Organizar la información básica existente.
  4. Identificar barreras y soluciones para el CP-EE.
  5. Determinar el enfoque de la valoración de CP – EE.
- Pre- valoración: Consta de las siguientes cuatro actividades.
  1. Preparar diagramas de flujo de proceso.
  2. Hacer un recorrido.
  3. Caracterizar las entrada y salida de calidad y cantidad de energía.
  4. Generar base de datos
- Valoración: La valoración comprende cuatro pasos indispensables.
  1. Preparar un balance de materia y energía incluyendo las pérdidas.

2. Hacer un diagnóstico.
  3. Generar ideas de solución.
  4. Revisión de las opciones.
- Análisis de viabilidad: En esta actividad se tiene en cuenta.
    1. Las evaluaciones económicas y ambientales.
    2. Escogencia de opciones viables
  - Implementación y continuación: Esta actividad implica las siguientes tareas.
    1. Preparar el plan de puesta en práctica de CP - EE
    2. Mantener continuo el plan de CP EE

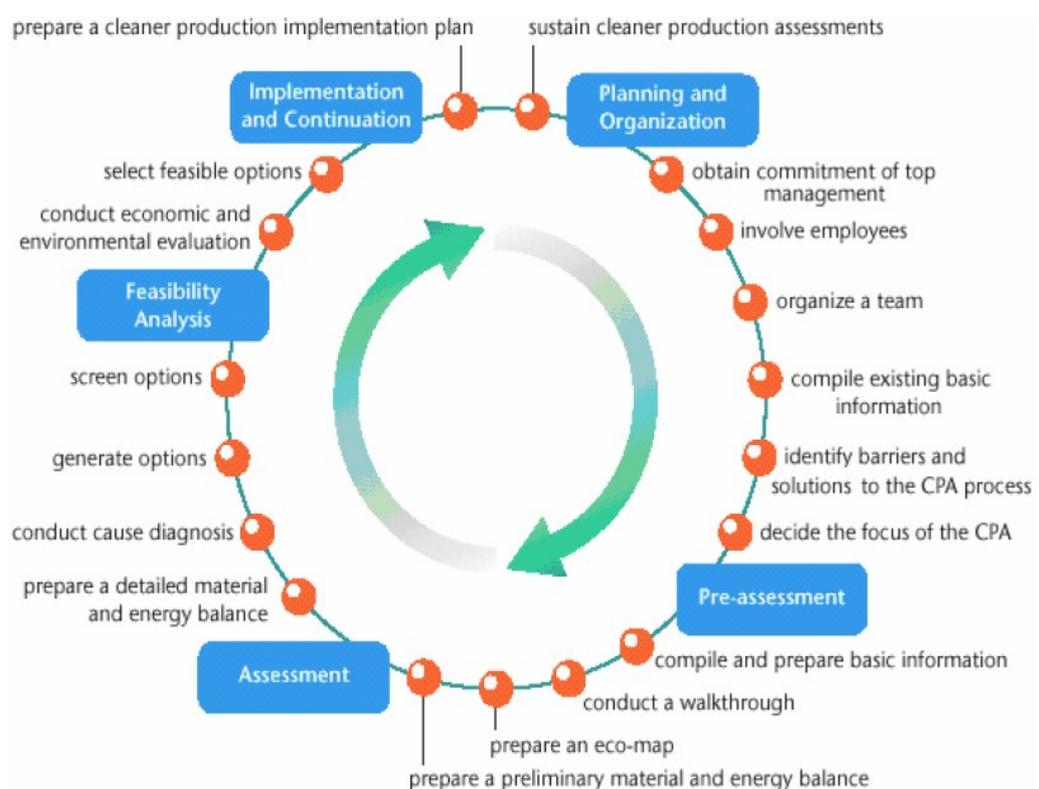


Figura 1.6 Metodología de CP-EE Fuente: (UNEP)

### 1.4.3 Metodología para el control del consumo energético, UPB

El modelo de la Universidad Pontificia Bolivariana propone las siguientes etapas, que no tienen que ser realizadas en estricto orden secuencial. La implementación de una metodología de administración energética usualmente involucra los siguientes pasos y sus generalidades se muestran en la figura 1.7:

1. Una auditoria y evaluación energética.
2. Identificación de los centros de costos de energía.
3. Desarrollo de los procesos de monitoreo.
4. Definición de estándares de funcionamiento.
5. Desarrollo de procedimientos para el análisis de datos y reportes de funcionamiento.
6. Definición de objetivos para mejorar el funcionamiento.

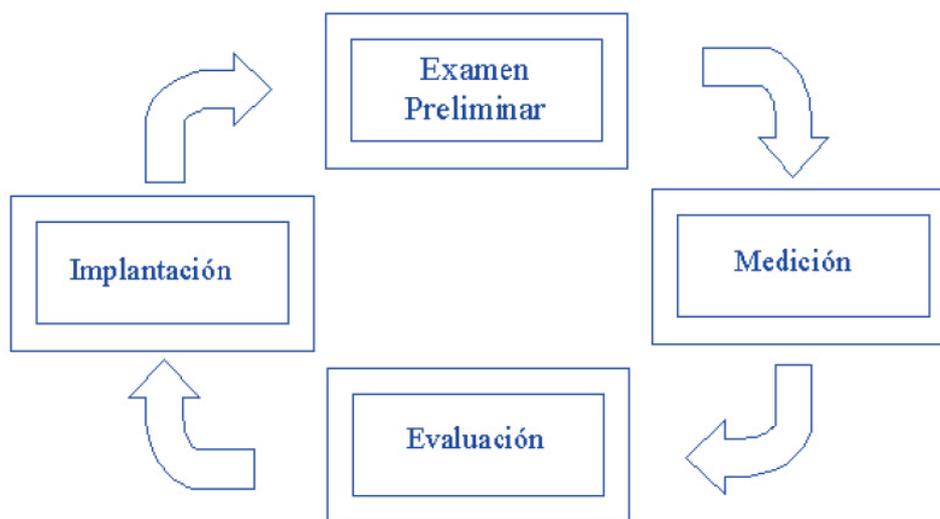


Figura 1.7 Generalidades sobre la metodología para el control del consumo energético (UPB) Fuente:(UPB)

#### 1.4.4 Gerencia de la energía, *Energy Star*

La metodología empleada por *Energy Star* para la gestión energética está compuesta de lo siguiente y el esquema se muestra en la figura 1.8:

- Creación de un comité de energía: Para establecer el programa energético se debe formar un equipo dedicado a la energía e instituir una política energética que es el inicio para la fijación de metas e integración de la gerencia de la energía en la cultura y operaciones de una organización.
- Determinación del funcionamiento: Es el proceso periódico de evaluar el uso de la energía en las instalaciones y funciones importantes de la empresa y establece una línea de fondo para los resultados futuros que miden los resultados en eficiencia.
- Fijar Metas: Las metas fijadas conducen las actividades en la gerencia de la energía y promueven la mejora continua. Para desarrollar metas eficaces es necesario:

determinar el alcance de las mismas, estimar el potencial para mejoras, estimar fechas de cumplimiento para la organización entera, las instalaciones y otras unidades.

- Crear un plan de acción Los pasos básicos para la creación del plan de acción son:
  1. Definir los pasos y los objetivos técnicos que se quieren lograr.
  2. Determinar las funciones y los recursos necesarios.



Figura 1.9: Esquema de la gerencia de la energía. Fuente: (Energy Star)

#### 1.4.5 Programa de dirección de la energía, WAYNE CTURNER

Los componentes del programa de dirección energética propuesto por Wayne C Turner se muestra en la figura 1.10

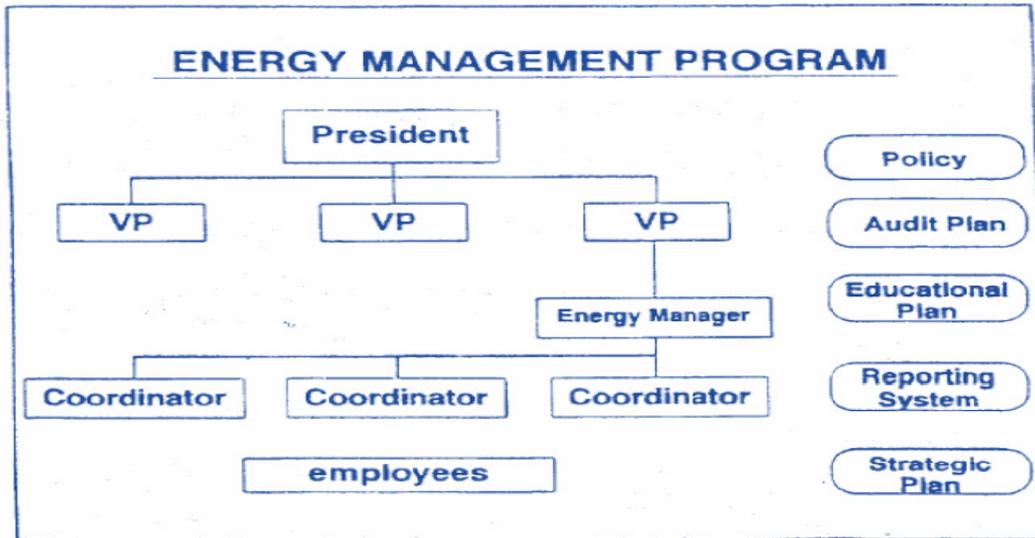


Figura 1.10: Esquema de la dirección de la energía. Fuente (Wayne C Turner)

El diagrama organizacional para la dirección de energía es genérico. Debe adaptarse para encajaren cada organización. El principal rasgo del diagrama es la situación del director de energía. Esta posición debe ser bastante alta en la estructura organizacional para tener el acceso directo a los miembros directivos, y para tener un conocimiento de eventos actuales dentro de la compañía.

### 1.5. Gestión de la energía en edificaciones

En las edificaciones donde la climatización representa un peso fundamental en el consumo de electricidad, se emplean varios métodos para la gestión de su funcionamiento eficiente, dependiendo de las características propias de los equipos de clima instalados. Se puede decir que las medidas para reducir los consumos en instalaciones de climatización se pueden agrupar en tres direcciones principales, como se observa en la figura 1.11.(Fernández, 2011)

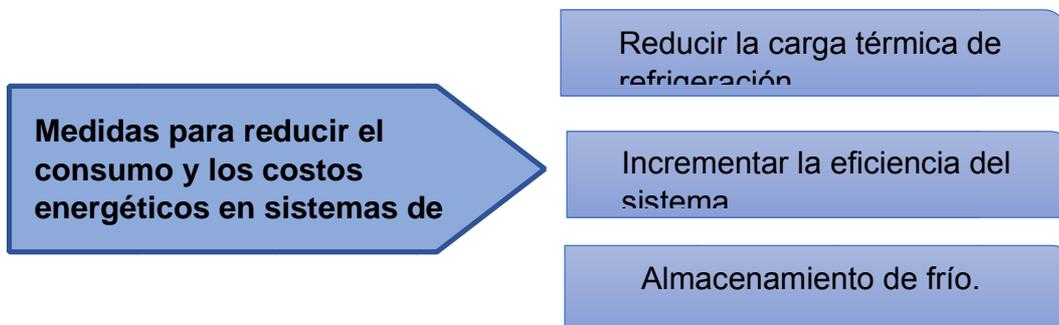


Figura 1.11: Medidas para reducir el consumo y los costos energéticos en sistemas de refrigeración y climatización. Fuente: (Pérez Chaviano, A, 2014).

### **1.5.1 Edificios Inteligentes**

La historia de los edificios inteligentes se remonta a los años 70, donde se considera el sistema de procesadores de computadora, pero con una carencia de integración con otros sistemas. En los años 80 aparece la automatización en iluminación, seguridad y protección del ocupante pero continúan siendo sistemas independientes. A finales de los 80 y principios de los 90 aparece la segunda generación de edificios inteligentes donde ya se considera la integración de los sistemas independientes basados en computadora pero se incluye el ahorro de energía como tema principal. Desde el año 2000 a la actualidad la tendencia es concentrar su atención en economía y sensibilidad de ambientación, pero que sea capaz de adaptarse al rápido crecimiento tecnológico y los cambios constantes del mundo.(Aguirre C, 2012)

Los alcances de un edificio inteligente se circunscriben a tres campos muy bien definidos: administración, control y monitoreo de los sistemas del cableado estructurado, seguridad, música ambiental, intercomunicación, telefonía, datos, video, equipamientos de salas de control, energía principal, grupos electrógenos, iluminación, climatización, ascensores, montacargas, escaleras mecánicas, flujo de agua potable y aguas negras, presurización de escaleras de escape, bombas de agua y extracción de monóxido de carbono.(Calderón Baca, 2007)

Un edificio inteligente es aquel inmueble que desde su diseño incluye la automatización de sus sistemas, además del cuidado del medio ambiente donde se edifica, y permite obtener ahorros de energía en su operación, incentivar las labores diarias con instalaciones adecuadas y funcionales, facilitar su administración y mantenimiento, favorecer la operación y control con programas interrelacionados de todos los sistemas del edificio: hidrosanitarios, eléctricos, telecomunicaciones, seguridad, así como una flexibilidad para adecuaciones e innovaciones futuras. Deben asegurar un mantenimiento eficaz a bajo costo. Asimismo, garantizar una larga vida al inmueble y que sea flexible a las adecuaciones para su ocupación.(Viego, P, et al., 2012)

### 1.5.2 Grados de inteligencia de un edificio

Los grados de inteligencia de un edificio se determinan en función de la automatización de las instalaciones, y desde el punto de vista tecnológico se clasifican en (Viego, P, et al., 2012):

- Grado 1. Inteligencia mínima o básica. Existe sistema de automatización de la actividad y de los servicios de telecomunicaciones, aunque no estén integrados.
- Grado 2. Inteligencia media. Tiene un sistema de automatización del edificio totalmente integrado, pero sin una integración compleja de las telecomunicaciones.
- Grado 3. Inteligencia máxima o total. Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente integrados.

Al grado de inteligencia se ligan los siguientes niveles de los sistemas de control, caracterizados por: independencia, centralización y distribución en red.

- El control independiente refleja un grado definido por una inteligencia básica. En este sistema los dispositivos incluyen sus algoritmos y elementos de control, y las acciones que realizan no están ligadas a otro sistema de integración.
- El control centralizado permite integrar en un elemento de mando central las señales de los diferentes dispositivos instalados. Estos elementos de mando pueden ser los controladores lógicos programables, o cualquier otro sistema que maneje entradas y salidas, y que puedan comunicarse con una PC, o cualquier aparato que permita visualizar los cambios de estado de los dispositivos.

Los edificios inteligentes tienen numerosas opciones sobre sus diseños, pero todos deben garantizar el confort y la seguridad de sus ocupantes mediante la supervisión y el control centralizado de sus sistemas, basados en una arquitectura funcional, eficiente, flexible y confiable para optimizar la gestión energética, el ahorro de los recursos, el ciclo de vida y la disposición final. El control distribuido en red maneja dispositivos independientes que controlan un sistema superior y ejecutan funciones específicas. Utiliza un medio físico para su comunicación (cable conductor o bus).

Los objetivos o finalidad de un edificio inteligente, son los siguientes (Pérez Chaviano, A, 2014):

- Arquitectónicos

- ✓ Satisfacer las necesidades presentes y futuras de los ocupantes, propietarios y operadores del edificio.
- ✓ La flexibilidad, tanto en la estructura como en los sistemas y servicios.
- ✓ El diseño arquitectónico adecuado y correcto.
- ✓ La funcionalidad del edificio.
- ✓ La modularidad de la estructura e instalaciones del edificio.
- ✓ Mayor confort para el usuario.
- ✓ La no interrupción del trabajo de terceros en los cambios o modificaciones.
- ✓ El incremento de la seguridad.
- ✓ El incremento de la estimulación en el trabajo.
- ✓ La humanización de la oficina.
- Tecnológicos
  - ✓ La disponibilidad de medios técnicos avanzados de telecomunicaciones.
  - ✓ La automatización de las instalaciones.
  - ✓ La integración de servicios
- Ambientales
  - ✓ La creación de un edificio saludable.
  - ✓ El ahorro energético.
  - ✓ El cuidado del medio ambiente.
- Económicos
  - ✓ La reducción de los altos costos de operación y mantenimiento.
  - ✓ Beneficios económicos para la cartera del cliente.
  - ✓ Incremento de la vida útil del edificio.
  - ✓ La posibilidad de cobrar precios más altos por la renta o venta de espacios.
  - ✓ La relación costo-beneficio.
  - ✓ El incremento del prestigio de la compañía.

### **1.6 Indicadores de sostenibilidad para edificios**

Los indicadores para la evaluación de la sostenibilidad en edificios, es un primer paso en el desarrollo de una herramienta de apoyo a la toma de decisiones durante las primeras etapas del diseño energético. Entre las perspectivas a futuro se encuentran la definición de valores de referencia para la interpretación de estos indicadores. Estos valores de referencia representan por un lado el mínimo esfuerzo aceptable (representativo de la práctica común)

y por el otro un valor recomendado (representativo de proyectos altamente sostenibles). Asimismo, se trabaja en la determinación de ponderaciones de base para la agregación de estos indicadores, lo cual permite la construcción de un índice global de sostenibilidad, que simplifica la comparación entre alternativas de diseño. En la tabla 1.4 se muestran algunos indicadores.

Tabla 1.4 Conjunto de indicadores seleccionados. Fuente:(Velázquez Romo y Pierre Nadeau, 2012)

| Dimensión       | Sub-categorías                   | Indicador                                      | Unidades                            |
|-----------------|----------------------------------|--|-------------------------------------|
| Económica       | Costo financiero                 | Coste de ciclo de vida                         | €                                   |
| Medio Ambiental | Consumo de recursos físicos      | Energía primaria total                         | kWh                                 |
|                 |                                  | Energía primaria no renovable                  | kWh                                 |
|                 |                                  | Energía primaria renovable                     | kWh                                 |
|                 |                                  | Consumo de agua                                | m <sup>3</sup> de agua              |
|                 | Producción de desechos           | Desechos peligrosos                            | Toneladas                           |
|                 |                                  | Desechos no peligrosos                         | Toneladas                           |
|                 |                                  | Desechos radiactivos                           | Toneladas                           |
|                 | Impactos sobre el medio ambiente | Cambio climático                               | kg eq.CO <sub>2</sub>               |
|                 |                                  | Acidificación de la atmósfera                  | kg eq.SO <sub>2</sub>               |
|                 |                                  | Formación de ozono fotoquímico                 | kg eq.C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> |
|                 |                                  | Destrucción de la capa de ozono estratosférica | Kg eq.CFC<br>11                     |

|        |                           |   |                        |
|--------|---------------------------|---|------------------------|
| Social | Confort hidrotérmico      | Porcentaje de tiempo fuera de un intervalo de confort | % de tiempo            |
|        | Confort visual            | Factor de luz natural                                 | %                      |
|        | Confort acústico          | Aislamiento acústico a ruido                          | dB                     |
|        | Calidad del aire interior | Flujo de renovación d aire                            | m <sup>3</sup> de aire |

### 1.5.1 Indicadores energéticos en edificios

Existen varios indicadores que se emplean en los edificios para gestionar el consumo de energía, ya sean indicadores físicos como los kWh/persona, los kWh/m<sup>2</sup> o indicadores económicos como los costos de energía por personas o costos de energía por m<sup>2</sup>. En la tabla

1.5 se muestran los indicadores empleados en Perú para los edificios.

Tabla 1.5 Indicadores energéticos en edificios. Fuente: (Fernández, 2012)

| <b>Indicadores energéticos</b>        |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| EE: Energía eléctrica                 | ET: Energía térmica |
| Consumo de EE por empleado            | kWh/persona         |
| Consumo de ET por empleado            | kWh/persona         |
| Consumo de energía por empleado       | kWh/persona         |
| Consumo de EE por m <sup>2</sup>      | kWh/m <sup>2</sup>  |
| Consumo de ET por m <sup>2</sup>      | kWh/m <sup>2</sup>  |
| Consumo de energía por m <sup>2</sup> | kWh/m <sup>2</sup>  |
| Costos de EE por empleado             | \$/Persona          |

|                                      |                   |
|--------------------------------------|-------------------|
| Costos de ET por empleado            | \$/Persona        |
| Costos de energía por empleado       | \$/Persona        |
| Costos de EE por m <sup>2</sup>      | \$/m <sup>2</sup> |
| Costos de ET por m <sup>2</sup>      | \$/m <sup>2</sup> |
| Costos de energía por m <sup>2</sup> | \$/m <sup>2</sup> |

# Capítulo 2

## **Capítulo II: Caracterización energética de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos**

### **2.1 Introducción**

En el presente Capítulo se realiza una breve caracterización de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos, como principal elemento se realiza una caracterización de la situación energética que presenta actualmente la organización. Por último se describe el procedimiento para la planificación energética propuesto por Correa y Alpha Bah (2013).

### **2.2 Caracterización de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos**

La Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos cuya dirección general se encuentra en la Zona Industrial No 1 y tiene como misión y visión las siguientes:

#### **MISION**

La misión de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios y Otros Bienes de Consumo es: dar cumplimiento a la Política Comercial del territorio, con el fin de satisfacer las necesidades básicas de la alimentación de la población cubana y contribuir a la seguridad alimentaria del país.

#### **VISION**

La Empresa Mayorista de Productos Alimenticios y Otros Bienes de Consumo de Cienfuegos distribuirá a la RED de Comercio Minorista y para el consumo social los productos alimenticios normados así como los liberados para la Provincia de Cienfuegos, somos una organización que nos proponemos brindar un servicio con la calidad que exigen nuestros clientes, pues contamos con un alto nivel de automatización para realizar nuestras operaciones y con un personal con experiencia en la actividad y comprometido con el cumplimiento de los objetivos de trabajo, llevando a planos superiores el control interno para mantener altos niveles de eficiencia y eficacia.

Esta empresa está constituida por nueve dependencias o Unidades de Base distribuidas en el municipio de Cienfuegos y otros municipios, en la tabla 2.1 se muestran:

Tabla 2.1 Unidades Básicas de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos. Fuente Elaboración propia

| Unidades Básicas  | Municipio            |
|-------------------|----------------------|
| Empresa           | Cienfuegos           |
| Productos frescos | Cienfuegos           |
| Cigarro           | Cienfuegos           |
| Mercado Paralelo  | Cienfuegos           |
| 402 Aceite        | Palmira ( Espartaco) |
| 408               | Cruces               |
| 410               | Abreus               |
| 421               | Cumanayagua          |
| 423               | Aguada               |

La Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cumanayaguacuenta con una fuerza laboral de 56 trabajadores su análisis se realiza a continuación en las figuras 2.1 y 2.2:

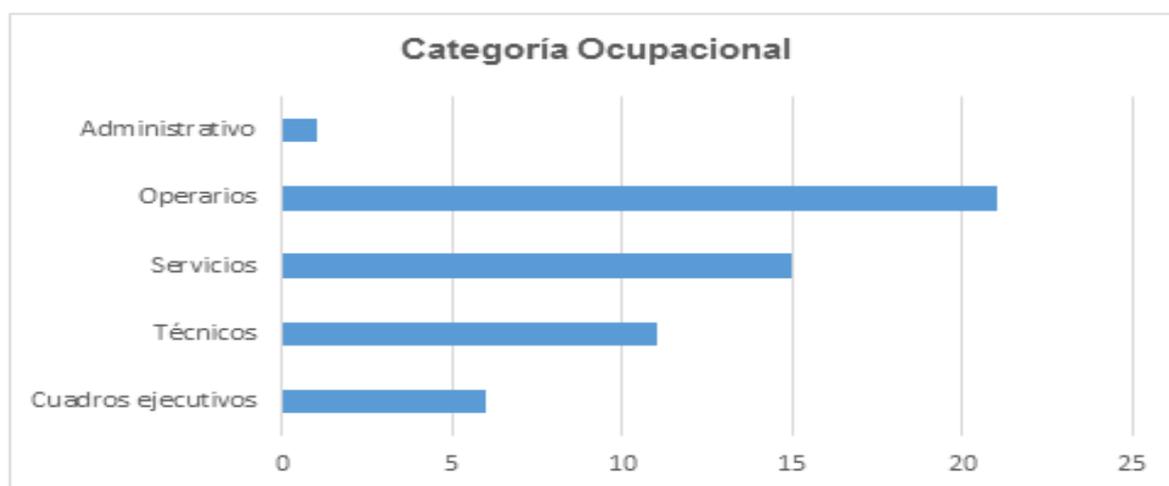


Figura 2.1: Categoría ocupacional. Fuente: Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cumanayagua. Fuente Elaboración propia

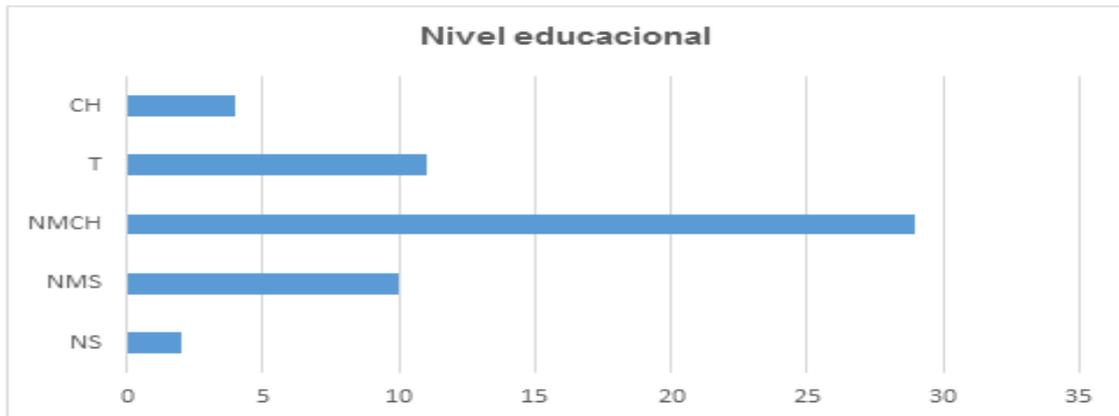


Figura 2.2: Nivel educativo. Fuente: Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cumanayagua. Fuente Elaboración propia

Entre los principales clientes y proveedores de la organización se encuentran:

- Principales clientes:
  - ✓ Comercio y Gastronomía.
  - ✓ Industria Alimenticia.
  - ✓ Salud.
  - ✓ Educación.
- Principales Proveedores:
  - ✓ ASEGEM.
  - ✓ CONAZUCAR.
  - ✓ Empresa de Granos Aguada
  - ✓ Industria Alimenticia Cienfuegos

### 2.3 Caracterización energética de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cumanayagua

La Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cumanayagua, para el desempeño exitoso de sus actividades, y el correcto cumplimiento de su objeto social utiliza diferentes portadores energéticos, los cuales se muestran a continuación.

Los portadores energéticos con que cuenta la organización son:

- Agua
- Electricidad
- Diesel

- Gasolina
- Lubricantes
- Leña

El control y registro de los consumos de los portadores energéticos se realizan por el departamento energético, donde se concentran los consumos por Unidades Básicas y el total de la empresa

### 2.3.1 Estructura del consumo y gasto de los portadores energéticos de la Unidad

El portador energético de mayor utilización en la empresa es la energía eléctrica representando un 63% de la estructura de consumo de la organización en el año 2015, según se muestra en la figura 2.3, represento 86 416, 44 kW/h.

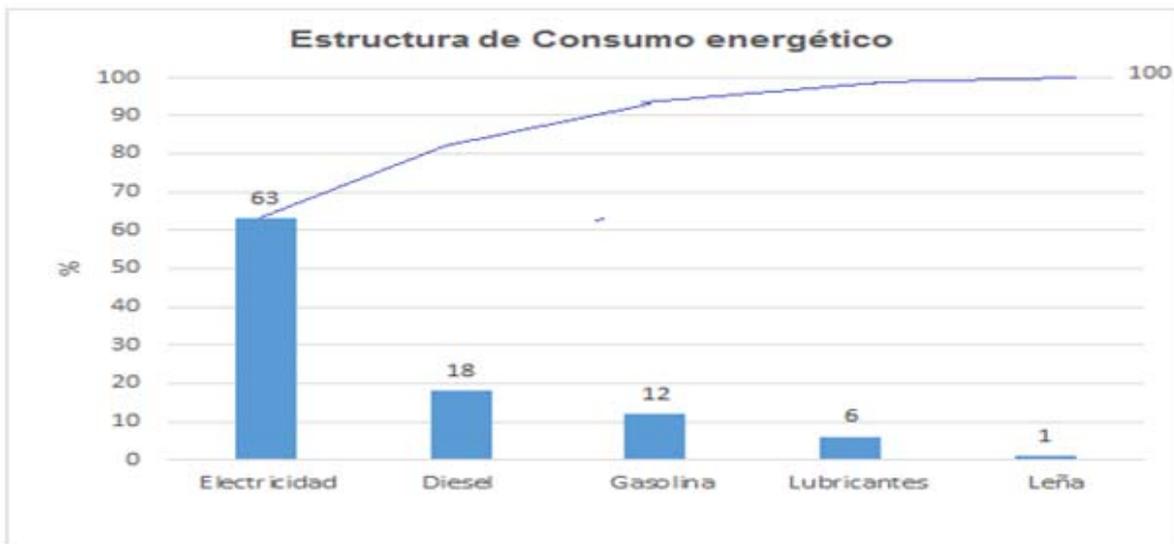


Figura 2.3: Estructura de consumo e portadores energéticos de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cumanayagua. Fuente Elaboración propia

En las figura 2.4 y 2.5 se muestra a través de un mes representativo el comportamiento del consumo de la energía eléctrica de las Unidades de Base y el control diario se realiza con la utilización del modelo que se muestra en el anexo 1, donde se evidencian que las unidades mayores consumidoras pertenecen al municipio de Cienfuegos.

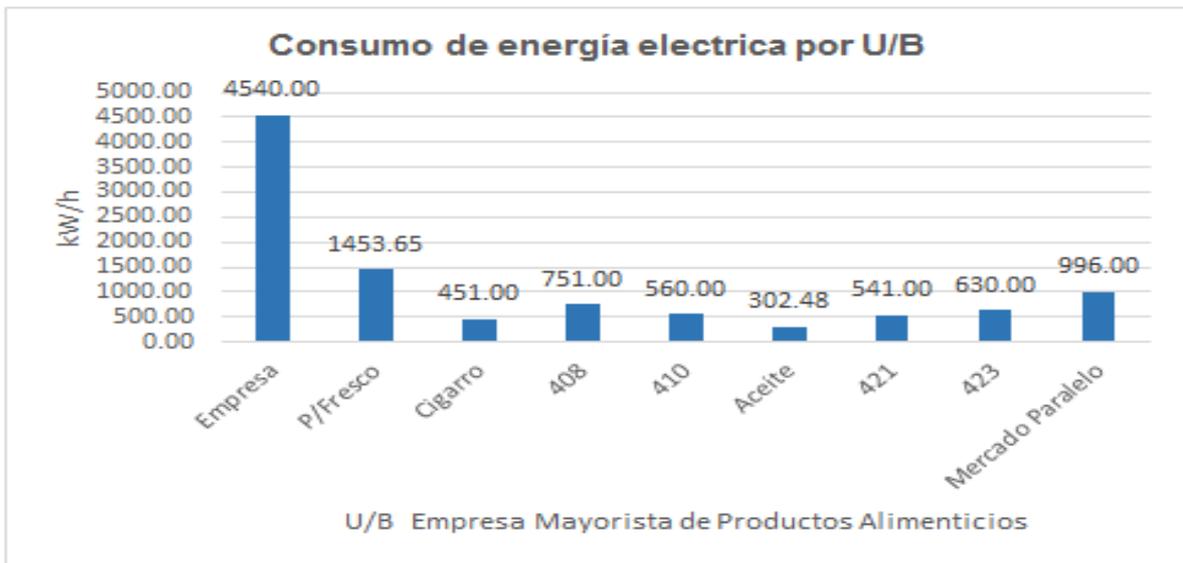


Figura 2.4. Consumo de energía eléctrica por Unidad Básica. Fuente: Elaboración propia.

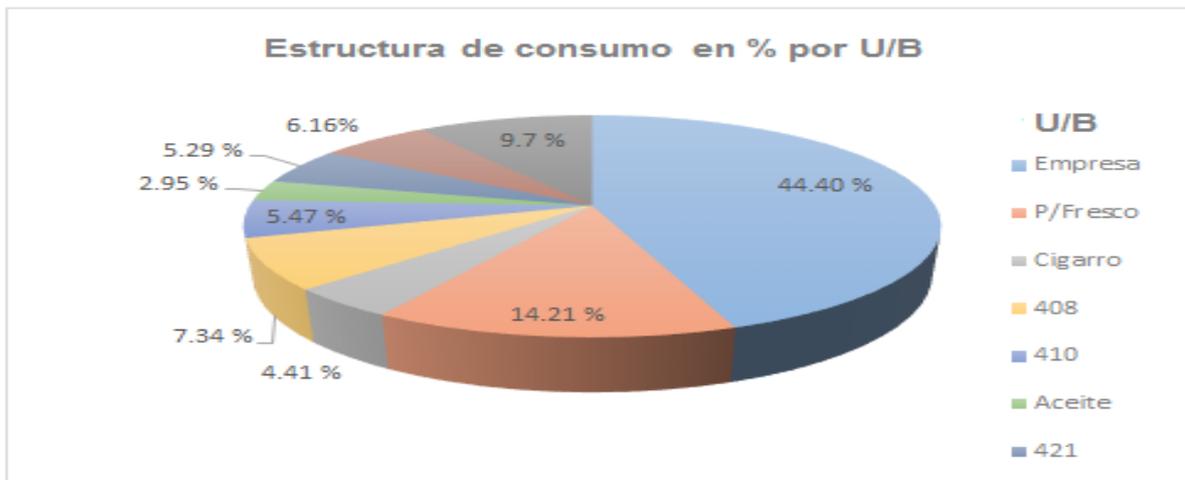


Figura 2.5. Porcentaje de consumo de energía eléctrica por Unidad Básica. Fuente: Elaboración propia.

Aunque la UEBM 421 perteneciente a Cumanayagua no es una de las mayores consumidoras y cumple con su plan de energía eléctrica, no se han realizado ningún estudio para que la gestión energética actual se adecue a los requisitos de la NC-ISO 50001: 2011, decidiendo por parte de la dirección de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos realizar el primer estudio en esta UEBM, por ser la de mejor cumplimiento de los indicadores económicos.

## **2.4 Metodologías para la gestión energética en Cuba**

En Cuba se han diseñado para gestionar la eficiencia energética dentro de las organizaciones, la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía propuesto en el 2001 por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos, el Procedimiento para la Mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles, propuesto por Miyashiro Pérez, L, 2009 y aplicado en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) y el Procedimiento para la Planificación Energética propuesto por Correa Soto & Alpha Bah, 2013, aplicado en diversas organizaciones productivas y el transporte en la provincia de Cienfuegos.

### **2.4.1 Tecnología de Gestión Total de la Energía (TGTEE)**

La Tecnología de Gestión Total de la Energía (TGTEE) consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa.

#### **2.4.1.1 Aspectos que incluye la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía**

Los aspectos que incluye la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía se relacionan a continuación:

- Capacitación al consejo de dirección y especialistas en el uso de la energía.
- Establecimiento de un nuevo sistema de monitoreo, evaluación, control y mejora continua del manejo de la energía.
- Identificación de las oportunidades de conservación y uso eficiente de la energía en la empresa.
- Proposición, en orden de factibilidad, de los proyectos para el aprovechamiento de las oportunidades identificadas.
- Organización y capacitación a los trabajadores vinculados al consumo energético en hábitos de uso eficiente.
- Establecimiento de un programa efectivo de concientización y motivación de los recursos humanos de la empresa para auto diagnosticarse en eficiencia energética.
- Establecimiento en la empresa la herramientas necesarias para el desarrollo y perfeccionamiento continuo de la tecnología.

La TGTEE permite, a diferencia de las medidas aisladas, abordar el problema en su máxima profundidad, con conceptos de sistema, de forma ininterrumpida y creando una cultura

técnica que permite el autodesarrollo de la competencia alcanzada por la empresa y sus recursos humanos.

#### **2.4.1.2 Herramientas para establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía**

Para el establecimiento de un sistema de gestión total eficiente de la energía se utilizan una serie de herramientas, estas son:

- Diagrama Energético – productivo.
- Gráficos de control.
- Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E –P vs. T).
- Diagramas de dispersión y correlación.
- Diagramas de consumo – producción (E vs. P).
- Diagrama índice de consumo – producción (IC vs. P).
- Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM).
- Diagrama de Pareto.
- Estratificación.

#### **2.4.2 Procedimiento para la mejora de procesos que Intervienen en el consumo de combustible**

El procedimiento diseñado para la mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustible por Miyashiro Pérez, 2009, se muestra en la figura 2.6. En su elaboración se tuvieron en cuenta los modelos de mejora, los elementos que debe contener la mejora según la ISO 9004 [13], la inclusión de análisis estadísticos de datos y las características del entorno donde se realiza la aplicación. Comprende el ciclo de Deming: Planear-Hacer-Verificar y Actuar (PHVA).

La fase planificar está contenida en las etapas I: Organización para el Mejoramiento y II: Conocer el proceso. La fase relacionada con la implantación del cambio se encuentra contemplada en la etapa III: Ordenamiento y Optimización. La fase chequear y actuar corresponden a la etapa IV del procedimiento, donde se evalúa el cambio, se institucionaliza la mejora definiendo nuevas formas de medición del desempeño y se completa el ciclo de mejora continua a través de la selección de un nuevo proceso.

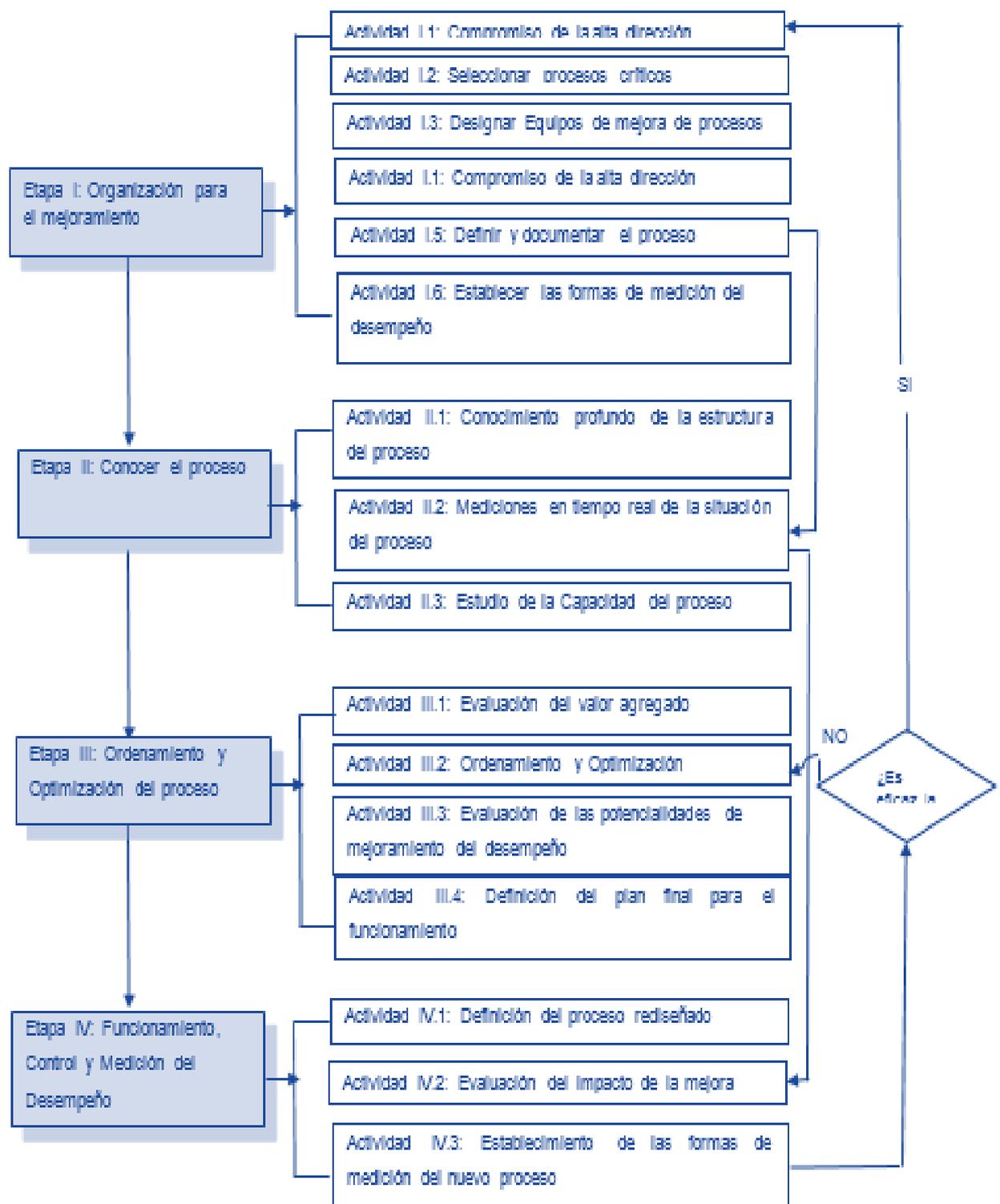


Figura 2.6: Procedimiento para la mejora de procesos que Intervienen en el consumo de combustible. Fuente: Miyashiro Pérez, L, 2009

Se definen las etapas con sus actividades, así como las herramientas a utilizar en cada caso, lo cual resulta de una importancia extrema, debido a la carencia de conocimientos y experiencias en el tema de mejoramiento de procesos en las empresas. Las herramientas que comprende son:

- Documentación del proceso de gestión de combustible (Ficha del proceso).
- Diagrama de Bloques.
- Relación Cliente-Proveedor.
- Perfil del Proceso.
- Mapa SIPOC.
- Diagrama de Flujo.
- Gráficos de Dispersión.
- Análisis de Capacidad del proceso.
- Gráficos de control.
- Gráfico de Pareto.
- Histogramas de frecuencias.
- Hojas de verificación.
- Evaluación del valor agregado (EVA).
- Herramientas básicas para la modernización expuestas.
- Pruebas de hipótesis paramétricas para la comparación de medias de poblaciones diferentes.

El procedimiento propuesto incluye los aspectos que debe contemplar la mejora continua según la ISO 9004, 2000 y se enriquece con otros presentes en los diferentes procedimientos de mejoramiento, y la tecnología para la eficiencia energética empresarial, consultados en la bibliografía, como: equipos de mejoramiento de procesos, diagramas de flujo, evaluación del valor agregado, compromiso de la alta dirección y sus trabajadores, ficha del proceso, capacitación y diagrama del perfil del proceso.

#### **2.4.3 Procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001: 2011.**

El procedimiento seleccionado para la Planificación Energética diseñado por Correa & Alpha (2013) consta de cinco etapas. El mismo se diseñó teniendo en cuenta los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 "Energy Management Systems – Requirements with guidance

foruse” y del estudio de otras normas a nivel mundial referentes a la gestión de la energía y gestión de la calidad, tales como:

- UNE216301. Sistema de gestión energética.
- DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice. A Guide for Companies and Organizations.
- ANSI/MSE 2000:2008. Management System for Energy.
- ISO 9001:2008. Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos

Este procedimiento ha sido aplicado a empresas productoras metalmeccánicas, obteniéndose resultados satisfactorios. Además al tener en cuenta para su diseño diversas normas existentes a nivel internacional relacionadas con la gestión energética y la gestión de la calidad posibilita su aplicación en cualquier tipo de organización, tanto de producción como de servicios.

Es importante resaltar además, que en la bibliografía especializada no se identifica ningún otro procedimiento de este tipo.

En la figura 2.7 se muestran las etapas que componen el procedimiento para la planificación energética del Sistema de Gestión de la Energía.





Figura 2.7: Resumen del procedimiento para la planificación energética. Fuente: Elaborado a partir de Correa y Alpha (2013).

A continuación se describen las cinco etapas que componen el procedimiento de planificación energética y sus respectivos pasos, declarándose en cada una de estas objetivos, técnicas y herramientas a utilizar y los resultados esperados.

#### 2.4.3.1 Etapa I: Revisión del proceso de planeación energética

*Objetivo:* Revisar el proceso de planeación energética actual en correspondencia con la norma NC-ISO 50001: 2011.

Técnicas y/o herramientas propuestas:

- Entrevistas
- Lista de chequeo
- Encuestas
- Revisión de documentos

*Resultados esperados:* Con estas técnicas y/o herramientas, se puede detallar la planificación de la energía actual y su correspondencia con la ISO 50001: 2011.

La etapa I consta de tres pasos para su desarrollo, los cuales se detallan a continuación:

### **Paso 1. Formación del equipo de trabajo**

El equipo de trabajo debe ser integrado por un grupo de expertos conocedores del tema e interesados en el mismo, de forma tal que aporten información precisa, participen en toda las etapas de la investigación, y puedan tomar las decisiones convenientes.

Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calculará el número de expertos necesarios, según la siguiente expresión:

$$M = \frac{p(1 - p)K}{i^2}$$

Donde:

p: proporción de

error i: precisión

$i \leq 12$ )

K: Constante que depende del nivel de significación (1 -  $\alpha$ ). En la tabla 2.3 se muestran los valores de K para diversos niveles de confianza.

Tabla 2.3: Valores de K para diversos niveles de confianza. Fuente: (Correa y Alpha, 2013)

| Nivel de confianza (%) | Valor de K |
|------------------------|------------|
| 99                     | 6,6564     |
| 95                     | 3,8416     |
| 90                     | 2,6806     |

Además para la definición de los expertos se establecen un grupo de criterios de selección en función de las características que deben poseer los mismos, siendo estos:

- Conocimiento del tema a tratar.
- Capacidad para trabajar en equipo y espíritu de colaboración.
- Años de experiencia en el cargo.
- Vinculación a la actividad lo más directamente posible.

### **Paso 2. Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección**

Se presentará el grupo de trabajo seleccionado ante la alta dirección, junto a los criterios de selección, para su aprobación.

### **Paso 3. Revisión del Proceso de Planeación Energética**

Se aplicarán las técnicas y herramientas que estime convenientes el grupo de trabajo para la determinación de la planificación de la energía actual de la organización y el análisis de su correspondencia con la NC-ISO 50001: 2011. En este paso se propone una lista de chequeo para la revisión de la planificación energética según los requisitos de la ISO 50001: 2011 (Ver anexo 1) emitida por la Lloyd's Register en el documento "Cuestionario de autoevaluación de la gestión de la energía".

#### **2.4.3.2 Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos**

*Objetivo:* Recopilar los requisitos internacionales, nacionales, regionales y locales, relacionados con la energía.

*Técnicas y/o herramientas propuestas:* Revisión y búsqueda de la documentación relacionada con la gestión energética y el uso de los portadores energéticos.

*Resultados esperados:* Creación de una base documental sobre la gestión de la energía y uso de portadores energéticos.

Los requisitos legales aplicables son aquellos requisitos internacionales, nacionales, regionales y locales que se aplican al alcance del sistema de gestión energética. Es conveniente para una organización evaluar, a intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos a los cuales suscriba que son pertinentes para su uso y consumo energético. Los registros de los resultados de las evaluaciones del cumplimiento deben ser mantenidos.

En este caso, se tendrán en consideración normas, regulaciones, leyes e indicaciones estipuladas por:

- Consejo de Estado y de Ministros de la República de Cuba
- Organización Básica Eléctrica (OBE)
- Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC)
- Ministerio al cual pertenece la entidad
- Grupo empresarial al cual pertenece la entidad
- Resoluciones de la entidad
- Todas desde el punto de vista energético

### **2.4.3.3 Etapa III: Revisión energética**

*Objetivos:*

- Analizar el uso y consumo de energía en la organización.
- Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo.
- Identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético.

*Técnicas y/o herramientas propuestas:* Para cada paso se establecen el uso de herramientas específicas.

#### **Paso 1. Análisis del uso y consumo de energía**

##### Diagrama energético productivo:

Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de material y energía, con sus magnitudes características para los niveles de producción típicos de la empresa. En el diagrama pueden mostrarse además los niveles de producción de cada etapa, así como entradas externas al proceso de materiales semiprocesados si los hubiera. Es bueno expresar las magnitudes de energía consumida en cada etapa del flujograma por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo. Este diagrama es de gran utilidad pues:

- Muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de energético.
- Muestra donde se encuentran concentrados los rechazos de materiales y los efluentes energéticos no utilizados.
- Muestra las posibilidades de uso de efluentes energéticos en el propio proceso productivo.
- Muestra posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas para reducir los consumos energéticos.

- Facilita el establecimiento de indicadores de control por áreas, procesos y equipos mayores consumidores.
- Permite determinar la producción equivalente de la empresa.

Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E–P vs. T):

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y se puede establecer a nivel de empresa, área o equipo. Este gráfico muestra los períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción y permite identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.

Generalmente debe ocurrir que un incremento de la producción produce un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa. Es por ello que se consideran comportamientos anómalos los siguientes:

- Incrementa la producción y decrece el consumo de energía.
- Decrece la producción y se incrementa el consumo de energía.

La razón de variación de la producción y el consumo, ambos creciendo o decreciendo, son significativos en el período analizado.

De acuerdo con UPME (2006) citado en Correa & Alpha (2013), debe evaluarse la confiabilidad de los datos para determinar si la muestra tiene la validez necesaria para realizar la caracterización energética. Esta clasificación de la confiabilidad es determinada según como se presenta en la tabla 2.4.

Tabla 2.4: Confiabilidad de los datos. Fuente: UPME (2006) citado en (Correa yAlpha Bah, 2013)

| Porcentaje de confiabilidad % | Clasificación |
|-------------------------------|---------------|
| 100-95                        | Bueno         |
| 95-80                         | Regular       |
| □ 80                          | Deficiente    |

Gráficos de control:

Una carta de control es un gráfico que sirve para observar y analizar con datos estadísticos la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Esto permitirá distinguir entre variación por causas comunes y especiales, lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y así decidir las mejores acciones de control y de mejora. Estos gráficos presentan dos límites de control que son calculados estadísticamente. (Gutiérrez & De la Vara, 2007)

Según UPME (2006) y CEEMA (2002) citados en Correa & Alpha (2013) los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Su importancia está en que permiten detectar comportamientos anormales que actúan en alguna fase del proceso y que influyen en la desviación estándar del parámetro de salida controlado.

Se identifican dos tipos de variaciones:

- Variación por causas comunes: Es aquella que permanece día a día, lote a lote y la aportan en forma natural las condiciones actuales de las 6M's (Materiales, maquinaria, medición, mano de obra, métodos y medio ambiente)
- Variación por causas especiales o atribuibles: Es causada por situaciones o circunstancias especiales que no son permanentes en el proceso.

Un proceso que trabaja solo con causas comunes de variación se dice que está en control estadístico o su variación a través del tiempo es estable. Un proceso en el que están presentes causas especiales de variación se dice que está fuera de control estadístico o simplemente que es inestable. Investigando la causa que provocó la anomalía y eliminándola se puede estabilizar el proceso. Una descripción más detallada de cada uno de estos gráficos o cartas de control la muestran (Gutiérrez & De la Vara, 2007).

El objetivo del uso de este gráfico en este contexto es determinar si los consumos y costos energéticos tienen un comportamiento estable o un comportamiento anómalo.

Utilidad de los gráficos de control:

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
- Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.

- Establecer acciones o estrategias para eliminar las anomalías que provocan incremento de los consumos o mantener las condiciones que provocan reducción de los mismos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

Una vez que se hayan adoptado acciones para evitar la recurrencia de los problemas, se descartan los datos de las anomalías y se calculan los nuevos límites de control para el seguimiento del comportamiento de los consumos. Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.

#### Análisis de capacidad del proceso:

Es analizar como cumplen las variables de salida con las especificaciones del proceso. En este contexto se utilizan variables para procesos con una sola especificación, entre las que se encuentran:

- Variables del tipo entre más pequeña mejor donde lo que se desea es que nunca se exceda a un valor máximo (LSE o ES). En eficiencia energética en el análisis de los índices de consumo de los portadores energéticos este es el tipo de variable que se analiza.
- Variables del tipo entre más grande es mejor donde lo que interesa es que sean mayores los valores a cierto valor mínimo (LIE o EI). Para el análisis de factor de potencia se considera satisfactorio variables de este tipo.

Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.

#### Gráfico de tendencia de sumas acumulativas (CUSUM):

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del período base hasta el momento de su actualización.

Utilidad del gráfico CUSUM:

- Conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos.

- Comparar la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción.
- Determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base.
- Evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

## **Paso 2. Identificación de las áreas de uso significativo de la energía y consumo**

### Diagrama de Pareto:

El diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. Es la búsqueda de lo más significativo. Es un tipo de gráfico en el que las barras se representan una junto a la otra en orden decreciente de izquierda a derecha.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como "Ley 80-20" o "Pocos vitales, muchos triviales", el cual reconoce que unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), es decir el 80% del problema es resultado directo del 20% de las causas.

Es un método de toma de decisiones para ayudar al equipo a decidir dónde centrar sus esfuerzos, basado en atacar primero el pequeño número de problemas más graves, como ayuda para establecer prioridades, seleccionar acciones correctivas y definir el problema más importante.

En el campo de la gestión energética el diagrama de Pareto contribuye a:

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

### Estratificación:

Estratificar es analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos o agrupándolos de acuerdo con los factores que se cree pueden influir en la magnitud de los mismos, para así localizar las mejores pistas para resolver los problemas de un proceso o para mejorarlo.

La estratificación es una poderosa estrategia de búsqueda que facilita entender cómo influyen los diversos factores o variantes que intervienen en una situación problemática, de forma que se puedan localizar diferencias, prioridades y pistas que permitan profundizar en la búsqueda de las verdaderas causas de un problema. La estratificación puede ser utilizada en el contexto del diagrama de Pareto, diagrama de dispersión, histograma, entre otras.

Esta herramienta es de gran utilidad al permitir:

- Discriminar las causas que están provocando el efecto estudiado.
- Conocer el árbol de causas de un problema o efecto.
- Determinar la influencia cuantitativa de las causas particulares sobre las generales y sobre el efecto estudiado.

### **Paso 3. Identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético**

#### Análisis de modo y efectos de las fallas (FMEA):

El FMEA o AMEF como también se le conoce por sus siglas en inglés (Failure Mode and Effects Analysis) es una herramienta clave en la labor de mejorar la confiabilidad de procesos y productos. Es un procedimiento para identificar y evaluar las fallas potenciales de un producto o proceso, junto con el efecto que provocan éstas. A partir de lo anterior, se establecen prioridades y se deciden las acciones para intentar eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran las fallas potenciales que más vulneran la confiabilidad del producto o proceso. La frecuencia con que ocurren las fallas junto con su severidad es una medida de la confiabilidad de un sistema.

Mientras mayor sean éstas, menor será la confiabilidad. El FMEA juega un papel fundamental en la identificación de los fallos antes de que ocurran, es decir, posibilita las acciones preventivas. (Gutiérrez & De la Vara, 2007).

#### Diseño de experimentos (DDE):

Es un método estadístico que se utiliza para determinar la relación de causa y efecto entre las variables de entrada (X) y la salida (Y) del proceso. En contraste con las pruebas

estadísticas estándar, que requieren cambiar cada variable individual para determinar la de mayor influencia, el diseño de experimentos permite la experimentación simultánea de muchas variables mediante la cuidadosa selección de un subconjunto de las mismas.

Entre los objetivos del experimento pueden incluirse:

- Determinar cuáles variables tiene mayor influencia en la respuesta, “Y”.
- Determinar el mejor valor de las “X” que influyen en “Y”, de modo que “Y” tenga casi siempre un valor cercano al valor nominal deseado.
- Determinar el mejor valor de las “X” que influyen en “Y”, de modo que la variabilidad de “Y” sea pequeña.
- Determinar el mejor valor de las “X” que influyen en “Y”, de modo que se minimicen los efectos de las variables incontrolables.

Los métodos de diseño experimental tienen un cometido importante en el desarrollo de procesos y en la depuración de procesos para mejorar el rendimiento.

#### Diagrama de Ishikawa (o de Causa-Efecto):

El Diagrama Causa-Efecto es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a contemplar todas las causas que pueden afectar el problema bajo análisis y de esta forma se evita el error de buscar directamente las soluciones sin cuestionar a fondo cuáles son las verdaderas causas.

El diagrama se debe utilizar cuando pueda contestarse “sí” a una o las dos preguntas siguientes:

- ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?
- ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en el gráfico. Estos son:

- Método de las 6M’s: Consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final.
- Método de flujo del proceso: Consiste en construir la línea principal del diagrama de Ishikawa siguiendo el flujo del proceso y en ese orden se agregan las causas.

- Método de estratificación o enumeración de causas: Implica construir el diagrama de Ishikawa yendo directamente a las causas potenciales del problema sin agrupar de acuerdo con las 6M's.

Técnica UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto):

Es una técnica válida para definir prioridades. La solución de prioridades es la identificación de que se debe de atender primero e incorporar la urgencia, la tendencia y el impacto de una situación, de ahí la sigla UTI.

- Urgencia: Se relaciona con el tiempo disponible frente al tiempo necesario para realizar una actividad. Para cuantificar en la variable cuenta con una escala de 1 a 10 en la que se califica con 1 a la menos urgente, aumentando la calificación hasta 10 para la más urgente.
- Tendencia: Describe las consecuencias de tomar la acción sobre una situación. Se le dará un valor de 10 a las que tienden a agravarse al no atenderlas; las que se solucionan con el tiempo, 5; y las que permanecen idénticas sino se hace algo se califican con 1.
- Impacto: Se refiere a la incidencia de la acción o actividad que se está analizando en los resultados de la gestión en determinada área o en la empresa en su conjunto. Para cuantificar esta variable cuenta con una escala de 1 a 10 en la que se califica con 1 a las oportunidades de menor impacto, aumentando la calificación hasta 10 para las de mayor impacto.

*Resultados esperados:*

- Evaluar el uso y consumo pasado y presente de la energía.
- Identificar las fuentes de energía más significativas.
- Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía.
- Estimar el uso y consumo futuro de energía.

**2.4.3.4 Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética**

*Objetivos:*

- Determinar la línea de base energética.

- Determinar la línea meta del desempeño energético.
- Mejorar, diseñar e incorporar los indicadores de desempeño energético, a través de:
  - ✓ Detectar deficiencias en los indicadores actuales.
  - ✓ Mejorar (modificar) los indicadores existentes.
  - ✓ Incorporar indicadores energéticos de empresas líderes a través del Benchmarking.
  - ✓ Diseñar indicadores propios a los procesos productivos o de servicio para la organización en general o el sector.

La línea base y la línea meta se determinan mediante el análisis de dispersión lineal. Para ello es obligatorio tomar como referencia datos de más de 3 años cuando se posee información mensual, sin embargo cuando la información es diaria se pueden considerar los datos de un año. Con ello se muestra a la entidad como ha sido su comportamiento.

*Técnicas y/o herramientas propuestas:*

Diagramas de dispersión:

Conocido también como diagrama de regresión, el objetivo de este diagrama es presentar la correlación entre dos variables, en este caso: Consumo de energía y Producción. Para esto se deben recolectar los datos correspondientes a estas variables para un período de tiempo que puede ser en días, meses o años y a través del método de mínimos cuadrados determinar el coeficiente de correlación R y la ecuación de la línea que se ajusta a los puntos de la gráfica.

De acuerdo con CEEMA (2002) el coeficiente de correlación debe ser mayor o igual a 75%, mientras que UPME (2006) sugiere que debe ser mayor o igual a 85%. Estos organismos indican que coeficientes menores a los mencionados reflejan una relación débil entre las variables y que por tanto, los datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético.

Igualmente afirman que un coeficiente de correlación menor, hace que el índice de consumo (otra herramienta presentada más adelante) no refleje adecuadamente la eficiencia energética de la empresa o área analizada. Para efectos de este trabajo, se tomará el coeficiente de correlación igual al 80%. La ecuación que se ajusta a los puntos de la gráfica está dada por:  $E = mP + E_0$

Donde:

E: Consumo de energía en el período seleccionado.

P: Producción asociada en el período seleccionado.

M: Pendiente de la línea.

E<sub>0</sub>: Intercepto de la línea.

m\*P: Energía utilizada en el proceso productivo.

Esta ecuación refleja aspectos importantes: la pendiente (m) corresponde a la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción; el intercepto (E<sub>0</sub>) es el consumo de energía no asociado a la producción, lo que quiere decir que a pesar de dejar de producir hay un consumo fijo dado por E<sub>0</sub>. Muchas de las oportunidades de ahorros de energía están en ese consumo y pueden lograrse con poca inversión.

#### CUSUM y CUSUM tabular:

La selección del período base puede apoyarse en un análisis CUSUM, herramientas que fueron explicadas en la Etapa III del procedimiento.

#### Diagrama índice de consumo – producción (IC vs. P)

Una vez que se tenga la ecuación regresión, puede obtenerse el índice de consumo dividiendo dicha ecuación por la producción, tal como se presenta a continuación:

$$E = m * P + E_0$$
$$IC = \frac{E}{P} = m + \frac{E_0}{P}$$
$$IC = m + \frac{E_0}{P}$$

La ecuación muestra que el índice de consumo depende del nivel de producción realizada, de este modo, si la producción disminuye, es posible disminuir el consumo total de energía, sin embargo, el costo de energía por unidad de producto aumenta. Esto sucede porque hay una menor cantidad de unidades producidas soportando el consumo energético fijo. Por otro lado, si la producción aumenta, disminuyen los costos de energía por unidad de producto, sin embargo, hasta el valor límite dado por la pendiente (m) (UPME, 2006 citado en Correa y Alpha, 2013).

De este modo, el índice de consumo es una herramienta que contribuye a la programación de la producción. Este gráfico es muy útil para establecer sistemas de gestión energética y estandarizar procesos a niveles de eficiencia energética superiores.

Utilidad de los diagrama IC vs. P:

- Establecer metas de índices de consumo en función de una producción planificada por las condiciones de mercado.
- Evaluar el comportamiento de la eficiencia energética de la empresa en un período dado.
- Determinar el punto crítico de producción de la empresa o de productividad de un equipo y planificar estos indicadores en las zonas de alta eficiencia energética.
- Determinar factores que influyen en las variaciones del índice de consumo a nivel de empresa, área o equipo.

*Resultados esperados:* Determinación de la línea base y la línea meta energética, así como la mejora del control, a través de indicadores que reflejen el desempeño energético en la organización.

#### **2.4.3.5 Etapa V: Planes de acción y de control de la planificación energética**

*Objetivos:*

- Proponer acciones de mejora para el proceso de planificación energética
- Establecer planes de control para el proceso.

*Técnicas y/o herramientas propuestas:*

5W y 1H:

Se utiliza para definir claramente la división del trabajo y para ejecutar el plan de mejora con un grupo estableciéndose el qué, por qué, cuándo, quién, dónde y cómo según se muestra en la tabla 2.5.

Tabla 2.5: Modelo para aplicar la técnica 5W y 2H. Fuente: (Correa y Alpha, 2013)

|                        |              |             |                |              |               |               |
|------------------------|--------------|-------------|----------------|--------------|---------------|---------------|
| Oportunidad de mejora: |              |             |                |              |               |               |
| Meta:                  |              |             |                |              |               |               |
| Responsable general:   |              |             |                |              |               |               |
| <b>Qué</b>             | <b>Quién</b> | <b>Cómo</b> | <b>Por qué</b> | <b>Dónde</b> | <b>Cuándo</b> | <b>Cuánto</b> |

Planes de control del proceso:

Los planes de control del proceso permiten preservar los efectos de las acciones de mejora y mantener la operación del proceso dentro de los límites que han sido establecidos. Están orientados a las características importantes para el cliente, constituyen un resumen de los sistemas para minimizar la variación del proceso y utilizan un formato estandarizado según se muestra en la tabla 2.6.

Tabla 2.6: Formato para elaborar planes de control. Fuente: (Correa y Alpha, 2013)

| Entrada | Oportunidad de mejora | Indicador | Rango de control | Frecuencia de control | Responsable |
|---------|-----------------------|-----------|------------------|-----------------------|-------------|
|         |                       |           |                  |                       |             |

Los planes de control están orientados a:

- Cumplir las características más importantes para los clientes.
- Hacer mínima la variabilidad de los procesos.
- Estandarizar los procesos.
- Almacenar información escrita.
- Describir las acciones que se requieren llevar a cabo para mantener el proceso con un desempeño eficiente, además de controlar las salidas del proceso.
- Reflejar los métodos de control y medición del proceso.

Sus beneficios fundamentales son:

- Mejora la calidad del proceso mediante la reducción de la variabilidad del mismo.
- Reduce los defectos, centrando y controlando los procesos.
- Brinda información para corregir los procesos.

*Resultados esperados:* Elaboración y propuesta de planes de acción y de control para el proceso de planeación energética.

## 2.5 Justificación de la selección del procedimiento

Las metodologías o procedimientos que se analizan respetan el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar, con técnicas y herramientas coincidentes, sin embargo la TGTEE ha sido más aplicada en el país, pero tanto la TGTEE como el procedimiento para la Mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles adolecen de la

planificación energética en concordancia con la NC-ISO 50001: 2011, lo que hace que el procedimiento propuesto por Correa Soto & Alpha Bah idóneo para la investigación lo cual viabiliza su aplicación tanto en organizaciones de producción como de servicios, debido a que se busca la consonancia con la norma NC-ISO 50001:2011.

# **C**apítulo 3

## **Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la UEBM 421 Cumanayagua de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios**

### **3.1 Introducción**

En el presente Capítulo se realiza la caracterización de las instalaciones en la UEBM 421 Cumanayagua de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios, además se muestran los resultados de la aplicación del procedimiento para la planificación energética propuesto por Correa & Alpha (2013) según los requisitos de la NC-ISO 50001:2011.

### **3.2 Caracterización de las instalaciones de la UEBM 421 Cumanayagua de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios**

La UEBM 421 Cumanayagua de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios se encuentra ubicada carretera las Moscas km 1, Cumanayagua.

La UEBM se encuentra constituida por dos instalaciones en las cuales se llevan a cabo procesos claves para el cumplimiento del objeto empresarial. Estas infraestructuras son el almacén y el edificio administrativo, ambas conectadas a un mismo metrocontador, único de su tipo en la empresa.

Estos edificios como también se le pueden llamar tienen las siguientes características:

#### **3.2.1 Caracterización del almacén de la UEBM 421 Cumanayagua**

Esta edificación posee solo un nivel, compuesto por cuatro secciones para el almacenamiento de productos tales como:

- Sal
- Granos
- Arroz
- Pastas
- Azúcar
- Café
- Cigarros
- Fósforos
- Galletas
- Aceite

Productos tanto de producción nacional como importados, destinados al consumo social por medio de la canasta básica o liberados.

Un elemento de importancia a considerar son las características constructivas del almacén las cuales se muestran en las tablas 3.1 y 3.2.

Tabla 3.1 Materiales de construcción y sus partes correspondientes. Fuente: Elaboración propia.

| Partes del almacén | Materiales                | Color  |
|--------------------|---------------------------|--------|
| Paredes            | Planchas de pre-fabricado | Gris   |
|                    | Bloques de hormigón       | Blanco |
| Techo              | Planchas asbesto cemento  | Gris   |
| Ventanas           | Madera                    | Azul   |
| Puertas            | Zinc                      | Azul   |

Tabla 3.2 Parámetros del almacén. Fuente: Elaboración propia.

| Parámetros            | Unidad de medida | Valor |
|-----------------------|------------------|-------|
| Área total construida | m <sup>2</sup>   | 1100  |
| Número de pisos       | u                | 1     |
| Número de secciones   | u                | 4     |
| Número de ocupantes   | u                | 23    |
| Total de ventanas     | u                | 17    |
| Total de puertas      | u                | 3     |

### 3.2.2 Caracterización del edificio administrativo de laUEBM 421 Cumanayagua

En el edificio administrativo se localizan las oficinas, baños, cocina y comedor de la empresa, la instalación está construida de bloque de hormigón y zinc. Las puertas y las ventanas están compuestas por madera y se encuentran enrejadas con cabilla. En la tabla 3.3 se muestran otros datos del edificio administrativo.

Tabla 3.3 Datos del edificio. Fuente: Elaboración propia.

| Parámetros            | Unidad de medida | Valor |
|-----------------------|------------------|-------|
| Área total construida | m <sup>2</sup>   | 160   |
| Número de pisos       | u                | 1     |
| Número de oficinas    | u                | 4     |
| Número de ocupantes   | u                | 15    |
| Total de ventanas     | u                | 10    |
| Total de puertas      | u                | 6     |

### 3.3 Resultados de la aplicación del Procedimiento para la Planificación Energética en la UEBM 421 Cumanayagua

En el siguiente epígrafe se muestran los resultados de la aplicación del procedimiento para la Planificación energética en la organización objeto de estudio.

#### 3.3.1 Etapa I: Revisión del proceso de planeación energética

##### Paso 1: Formación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo debe estar integrado por un grupo de expertos conocedores del tema e interesados en el mismo, de forma tal que aporten información precisa, participen en toda las etapas de la investigación, y puedan tomar las decisiones convenientes.

Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calcula el número de expertos necesarios, resultando ser 8.

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2} = \frac{0.03(1-0.03) * 3.8416}{0.12^2} = 7.76319 \approx 8 \text{ expertos}$$

La selección de los expertos se realizó a partir de los criterios de selección establecidos en el diseño del procedimiento expuesto en el Capítulo II de la investigación y del análisis realizado de forma conjunta entre el autor del trabajo y la dirección de la empresa, quedando conformado de la siguiente forma:

1. Director UEBM 421
2. Jefe de Almacén
3. Subdirector Comercial
4. Subdirector de Recursos Humanos
5. Subdirector de Contabilidad
6. Técnico de Calidad
7. Asesores externos (2)

No se calcula el nivel de experticia debido a que lo que se busca es el conocimiento de uso y consumo de energía en el UEBM 421.

### **Paso 2: Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección**

El equipo de trabajo se presenta y se aprueba por el consejo de dirección de la organización objeto de estudio y posteriormente al de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos.

### **Paso 3: Revisión del Proceso de Planeación Energética**

El control del consumo de electricidad en la UEBM 421 se realiza a través de la lectura diaria del metrocontador, la cual se informa a la empresa y se lleva a un modelo interno que conforma el técnico de uso racional de la energía, donde se registran los consumos diarios de las 8 unidades básicas de la provincia y la empresa, un ejemplo se muestra en el anexo 1.

En este paso se procede a aplicar la lista de chequeo propuesta por la Lloyd's Register para la revisión de la planificación energética. Los resultados de su aplicación se muestran en el anexo 3, del total de 26 ítems con que cuenta la lista de chequeo, la empresa no cumple con 21, lo que representa el 80,76 % del total, como se muestra en la figura 3.1.

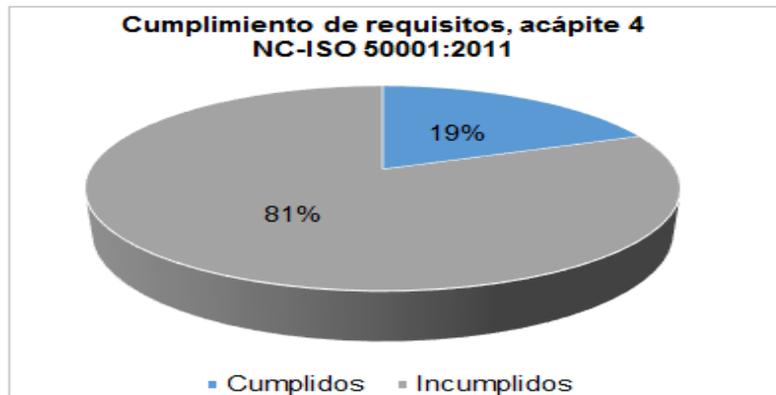


Figura 3.1: Cumplimiento de requisitos de la Planificación energética NC-ISO 50001: 2011.

Fuente: Elaboración propia.

Las no conformidades que se detectaron se enuncian a continuación:

- La organización no ha llevado a cabo y documentado un proceso de planificación energética.
- No tiene definida una política energética.
- No ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética y por ende lo que se deriva de ella.
- No se han establecido líneas bases energéticas.
- No se utilizan indicadores para medir el desempeño energético de la organización.
- No cuenta con objetivos ni metas energéticas.
- No cuenta con planes de acción para alcanzar objetivos y metas energéticas.

### 3.3.2. Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos

En esta etapa se pretenden recopilar todos los requisitos relacionados con el uso y control de los portadores energéticos. Para ello se realiza una revisión y búsqueda de toda la documentación relacionada con la gestión energética. Las normas, resoluciones e instrucciones que regulan la gestión energética y el consumo de portadores energéticos de la empresa son:

- Consejo de Estado y de Ministros de la República de Cuba:
  - ✓ Ley 1287 del 2 de enero de 1975 sobre servicio eléctrico.
  - ✓ Medidas excepcionales para reducir la demanda eléctrica en las horas picos.RS3358, 19 de mayo 2004.

- ✓ Carta circular No. 12/2005. Programa de eficiencia energética y administración de las demandas eléctricas. RS 1315, 20 febrero 2005.
- ✓ Nuevas medidas de ahorro de electricidad para el sector estatal en el año 2007.
- ✓ RS1604. 21 de febrero 2007.
- Ministerio de Economía y Planificación (MEP):
  - ✓ Sugerencias para el ahorro y uso racional de la energía, septiembre 1998.
  - ✓ Instrucción 1/2007 Indicaciones para el ahorro del combustible que se emplea por el sector estatal en la transportación de carga.
  - ✓ Instrucción 2/2007 Procedimiento para la adquisición, carga y uso de las tarjetas de consumo de combustible.
  - ✓ Instrucción 3/2007 sobre los informes de liquidación de combustible para las actividades asociadas a planes especiales o a actividades no repetitivas.
  - ✓ Instrucción 5/2007 Indicaciones para la apertura del combustible y la energía eléctrica para el plan 2008.
  - ✓ Acuerdo No. 5959/2007 para el control administrativo.
  - ✓ Instrucción No. 1 del 2010. "Procedimiento para la adquisición, carga y uso de las tarjetas pre-pagadas para combustible".
- Ministerio de Finanzas y Precios:
  - ✓ Resolución No. 60/2009 respecto al uso y control de las Tarjetas Pre-pagadas para Combustibles.
  - ✓ Resolución No. 28/2011 sobre tarifas eléctricas para el sector no residencial.
- Ministerio de Energía y Minas:
  - ✓ Resolución No. 328. 9 de noviembre 2007 sobre el establecimiento del plan anual de consumo de portadores energéticos.
  - ✓ Carta Circular No.25 "Indicaciones sobre el ahorro de combustible y electricidad".
  - ✓ Resolución No. 546/2007 sobre la aplicación de los Índices de Pérdidas cuyas operaciones estén comprendidas en el proceso de producción, refinación, manipulación (recibo, almacenamiento y entrega) y transportación de

combustibles, lubricantes y Gas manufacturado, en las actividades de Producción, Refinación y Comercialización.

- ✓ Guía de supervisión Origen-Destino. 2013. Dirección de Supervisión de Consumo y Control de Portadores Energéticos de CUPET.
- Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI):
  - ✓ Modelo 5073. Balance de consumo de portadores energéticos.

El grupo de trabajo le facilita a la organización la Norma NC-ISO 50001: 2011. “Sistema de Gestión de la Energía-Requisitos con orientación para su uso”.

### 3.2.3 Etapa III: Revisión energética

Los equipos consumidores de energía eléctrica se encuentran principalmente en el área del edificio socio-administrativo de la UEBM 421 Cumanayagua y en el almacén, por lo que para la revisión energética se realiza para el portador energía eléctrica que es el fundamental de la empresa y de la unidad.

Según el criterio de (Correa Soto, J, Alpha Bah 2013) para realizar la planificación energética es necesario tener datos de más de 3 años cuando los análisis se realizan mensuales y 3 meses cuando se realizan diario, se proceden a analizar las mediciones de energía eléctrica diarias en el periodo Julio- Diciembre 2015

- Comportamiento de la energía eléctrica en el período de Julio – Diciembre 2015:

A continuación se muestran en la tabla 3.1 y figura 3.2 se muestra los datos respecto al consumo de energía eléctrica en la UEBM 421 en el período de análisis.

Tabla 3.1: Energía eléctrica (kW/h) planificada y real UEBM 421, 2015. Fuente: Elaboración propia.

| Energía eléctrica (kW/h) planificada y real UEBM 421, 2015 |       |        |            |         |           |           |
|--|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|  | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Plan   | 790   | 790    | 790        | 775     | 781       | 637       |
| Real   | 799   | 604    | 677        | 719     | 612       | 541       |

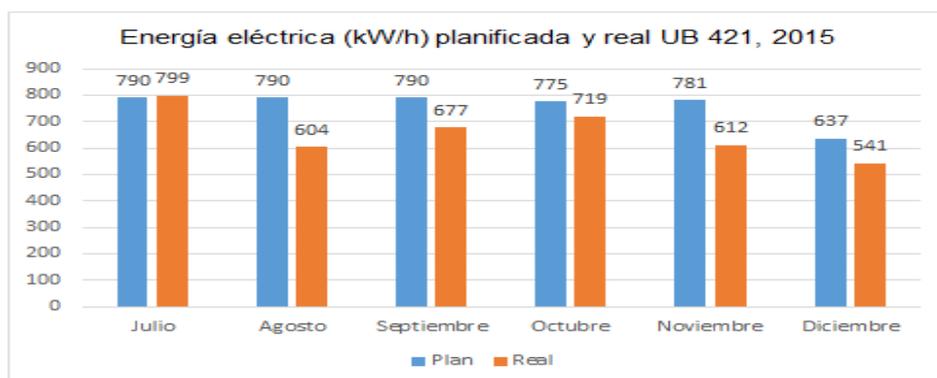


Figura 3.2: Comparación plan y real de consumo de energía eléctrica (kW/h) en la UEBM 421, 2015. Fuente: Elaboración propia.

Evidenciándose que el consumo real es inferior al planificado, excepto en el mes de Julio que se laboró en horas de la noche por arribo masivo de mercancías. Para una mejor visualización del comportamiento de la variable se toman los datos diarios del consumo de energía eléctrica en este período ver tabla 3.2 y se realiza el gráfico de tendencia que se muestra en la figura 3.3.

Tabla 3.2: Consumos diarios de energía eléctrica de Julio – Diciembre, 2015. Fuente: Elaboración propia.

| Consumo de energía eléctrica (kW/h) UEBM 421 Cumanayagua, 2015 |       |        |            |         |           |           |
|--|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Día  | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 1  | 31    | 20     | 22         | 20      | 19        | 15        |
| 2  | 39    | 14     | 24         | 29      | 25        | 22        |
| 3  | 39    | 20     | 27         | 25      | 24        | 21        |
| 4  | 36    | 21     | 21         | 23      | 35        | 20        |
| 5  | 29    | 21     | 20         | 25      | 23        | 17        |
| 6  | 24    | 20     | 18         | 29      | 20        | 15        |
| 7  | 28    | 25     | 24         | 25      | 19        | 20        |
| 8  | 37    | 18     | 27         | 39      | 9         | 22        |
| 9  | 25    | 15     | 28         | 21      | 20        | 14        |
| 10   | 23    | 26     | 50         | 21      | 8.64      | 20        |
| 11   | 23    | 19     | 19         | 20      | 22        | 20        |
| 12   | 25    | 26     | 17         | 27      | 26        | 18        |
| 13   | 19    | 21     | 15         | 25      | 25        | 14        |
| 14   | 21    | 20     | 26         | 27      | 17        | 18        |
| 15   | 22    | 15     | 30         | 26      | 15        | 18        |

|                  |            |            |               |               |               |               |
|------------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 16               | 34         | 7          | 20            | 23            | 18            | 23            |
| 17               | 23         | 18         | 19            | 18            | 18            | 21            |
| 18               | 22         | 21         | 22            | 11            | 22            | 20            |
| 19               | 20         | 21         | 20            | 25            | 19            | 11            |
| 20               | 14         | 31         | 14            | 24            | 28            | 12            |
| 21               | 30         | 20         | 20            | 22            | 26            | 17            |
| 22               | 27         | 18         | 17            | 22            | 24            | 21            |
| 23               | 17         | 15         | 26            | 20            | 20            | 20            |
| 24               | 23         | 16         | 25            | 17            | 17            | 18            |
| 25               | 20         | 18         | 20            | 13            | 20            | 16            |
| 26               | 18         | 19         | 18            | 20            | 18            | 16            |
| 27               | 25         | 17         | 16            | 23            | 20            | 14            |
| 28               | 22         | 21         | 22            | 25            | 18            | 17            |
| 29               | 29         | 21         | 20            | 30            | 15            | 15            |
| 30               | 31         | 19         | 30            | 24            | 22            | 14            |
| 31               | 23         | 21         | -----         | 20            | -----         | 12            |
| <b>TOTAL MES</b> | <b>799</b> | <b>604</b> | <b>677.00</b> | <b>719.00</b> | <b>612.64</b> | <b>541.00</b> |

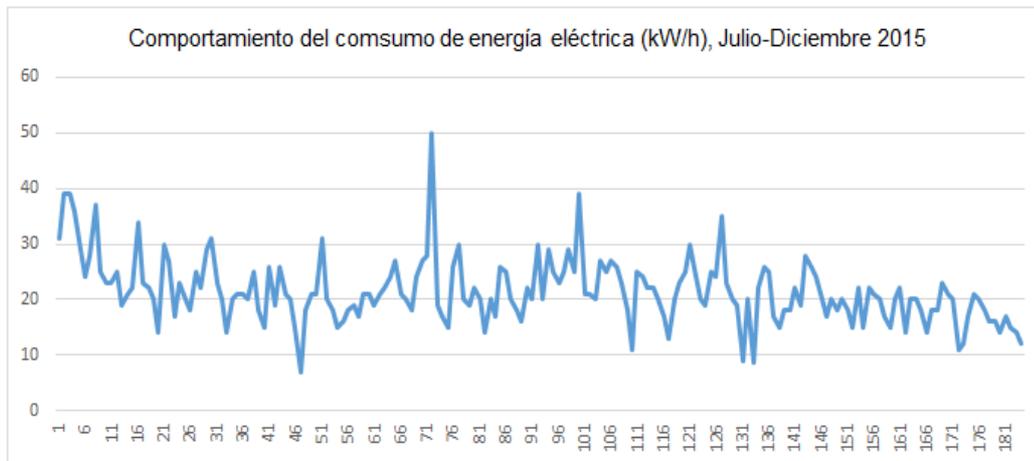


Figura 3.3 Comportamiento del consumo diario de energía eléctrica. Fuente:Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico anterior la energía eléctrica presenta una tendencia a disminuir en cuanto a su uso y consumo durante los meses que se analizan. Realizándose el análisis para cada mes según las mediciones diarias de consumo de energía eléctrica, como se muestra en la figura 3.4.



Figura 3.4: Análisis de las mediciones diarias mensuales de energía eléctrica en la UEBM 421. Fuente. Elaboración propia.

- Paso 1: Análisis de estabilidad del consumo de energía eléctrica en el período de Julio – Diciembre de 2015 en la UEBM 421.

Para llevar a cabo un análisis de le estabilidad del consumo de energía eléctrica en el segundo semestre del año 2015 se requiere de que los datos se distribuya en forma normal. Para este análisis se realiza la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov Histograma de

frecuencias con ayuda del Statgraphics Centurion. Los resultados se muestran a continuación en la tabla 3.3 y la figura 3.5.

Tabla 3.3 Prueba Bondad-de-Ajuste para consumo de energía eléctrica. Fuente: Elaboración Propia.

|         | Normal    |
|---------|-----------|
| DMAS    | 0.117192  |
| DMENOS  | 0.0716886 |
| DN      | 0.117192  |
| Valor-P | 0.127668  |

Dado que el menor valor-P es mayor que 0,05, no se puede rechazar la idea de que la variable consumo de energía eléctrica proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

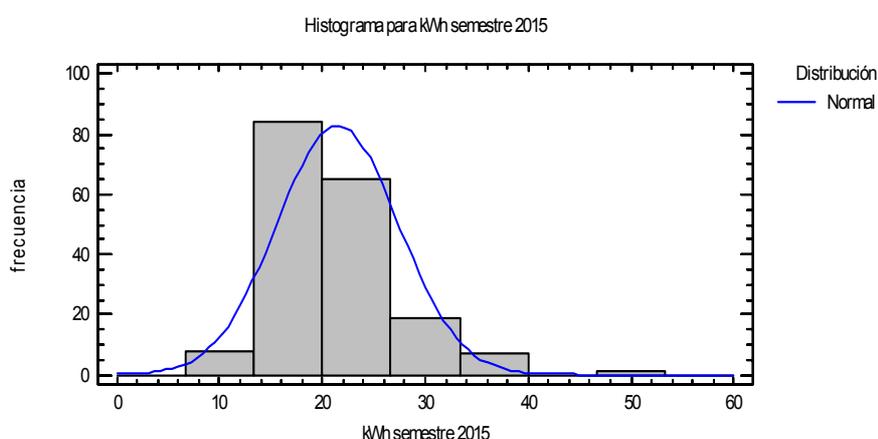


Figura 3.5: Histograma de frecuencia para los valores del consumo de energía eléctrica.

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación de la estabilidad del proceso se utilizan los gráficos de control, en este caso en particular se manejan la carta de individuales. Se selecciona esta carta ya que de la variable que se analiza se toman sus mediciones diariamente. La carta de control es una herramienta que permite identificar si el proceso está trabajando con causas comunes o especiales de variación, y en caso de que lo fuera, eliminarlas, y lograr el control estadístico de la variable. En la figura 3.6 se muestra la carta de control para valores individuales para el consumo de energía eléctrica correspondiente al período de Julio - Diciembre de 2015, utilizando para ello el Statgraphics Centurion.

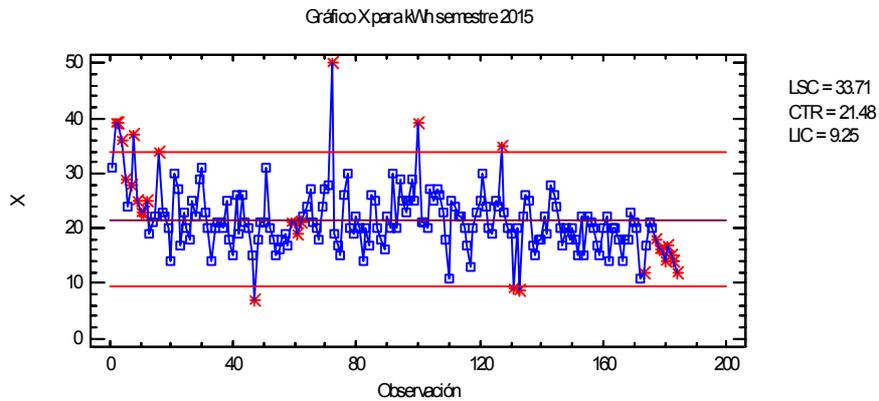


Figura 3.6: Carta de Control de Individuales para el consumo de energía eléctrica. Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que el proceso se encuentra trabajando con causas especiales puesto que se evidencian patrones especiales no aleatorios identificados a través de la prueba de corridas que realiza en el Statgraphics. La Prueba de corridas se muestra a continuación en la tabla 3.4

Tabla 3.4: Pruebas de corridas y violaciones. Fuente: Elaboración Propia

| Pruebas de Corridas   |            |             |            |
|---|------------|-------------|------------|
| Reglas  |            |             |            |
| (A) secuencias arriba o abajo de la línea central con longitud 8 o mayor. |            |             |            |
| (B) secuencias arriba o abajo de longitud 8 o mayor.                      |            |             |            |
| (C) conjuntos de 5 observaciones con al menos 4 más allá de 1.0 sigma.    |            |             |            |
| (D) conjuntos de 3 observaciones con al menos 2 más allá de 2.0 sigma     |            |             |            |
| Violaciones   |            |             |            |
| Observación   | Individuos | Observación | Individuos |
| 2   | D          | 61          | A          |
| 3   | D          | 62          | A          |
| 4   | CD         | 133         | D          |
| 5   | C          | 173         | D          |
| 7   | C          | 177         | A          |
| 8   | AC         | 178         | A          |
| 9   | A          | 179         | A          |
| 10  | A          | 180         | A          |
| 11  | A          | 181         | AC         |
| 12  | A          | 182         | AC         |
| 59  | A          | 183         | AC         |
| 60  | A          | 184         | AC         |

Se detectan 44 secuencias inusuales se han detectado, la tabla muestra el sUEBMgrupo u observación en la cual se detectó el patrón inusual.

Para determinar el índice de inestabilidad se realiza el cálculo a partir de la fórmula:

$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Total de puntos}} * 100 = \frac{11}{184} * 100 = 5,9 \%$$

El índice de inestabilidad calculado es mayor que 5%, por tanto el consumo de energía eléctrica posee una estabilidad mala, siguiendo el criterio de Gutiérrez & De la Vara (2007).

A partir del resultado que se obtiene acerca del índice de inestabilidad se decide realizar el análisis de control estadístico del proceso y la estabilidad por meses.

### Mes de Julio 2015

Se realizan las pruebas de bondad de ajustes para comprobar normalidad y los gráficos de control para valores individuales para comprobar control estadístico y la estabilidad de las observaciones, según se muestran en la tabla 3.5 y las figuras 3.7 y 3.8.

Tabla 3.5: Pruebas de Bondad-de-Ajuste para kWh Julio 2015. Fuente: elaboración propia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

|         | <i>Normal</i> |
|---------|---------------|
| DMAS    | 0.160727      |
| DMENOS  | 0.0727858     |
| DN      | 0.160727      |
| Valor-P | 0.404777      |

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor que 0.05, no se puede rechazar la idea de que los datos de la variable kWh Julio 2015 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

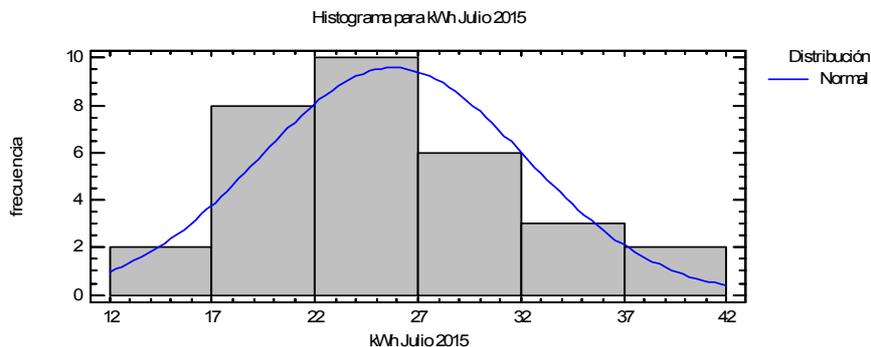


Figura 3.7: Histograma para datos de la variable kWh Julio 2015. Fuente: Elaboración propia.

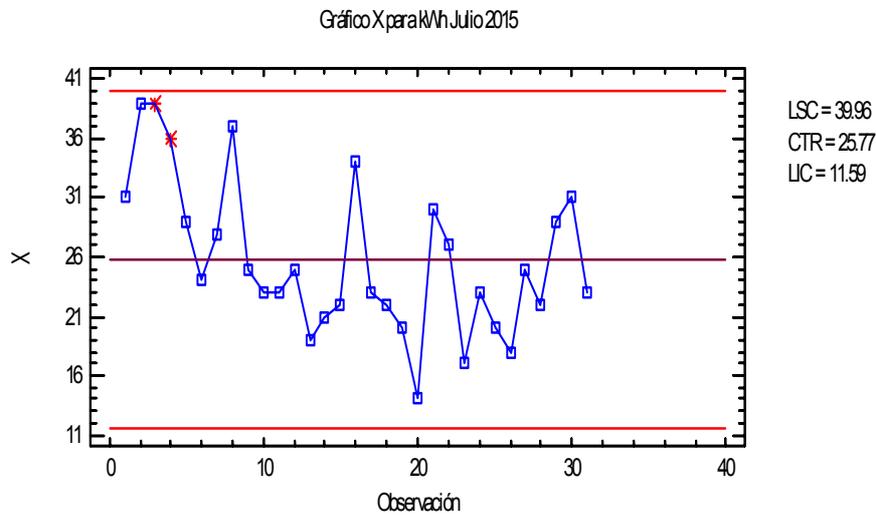


Figura 3.8: Gráfico de control para valores individuales para datos de la variable kWh Julio 2015. Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que los datos de la variable kWh Julio 2015 se encuentran en control estadístico y con una estabilidad al ser el índice de inestabilidad igual cero al no encontrarse ninguna observación fuera de los límites de control (ningún punto especial).

### Mes Agosto 2015

Se realizan las pruebas de bondad de ajustes para comprobar normalidad y los gráficos de control para valores individuales para comprobar control estadístico y la estabilidad de las observaciones de Agosto 2015, según se muestran en la tabla 3.6 y las figuras 3.9 y 3.10.

Tabla 3.6: Pruebas de Bondad-de-Ajuste para kWh Agosto 2015. Fuente: elaboración propia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

|         | <i>Normal</i> |
|---------|---------------|
| DMAS    | 0.231594      |
| DMENOS  | 0.137665      |
| DN      | 0.231594      |
| Valor-P | 0.0719163     |

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor que 0.05, no se puede rechazar la idea de que los datos de la variable kWh Agosto 2015 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

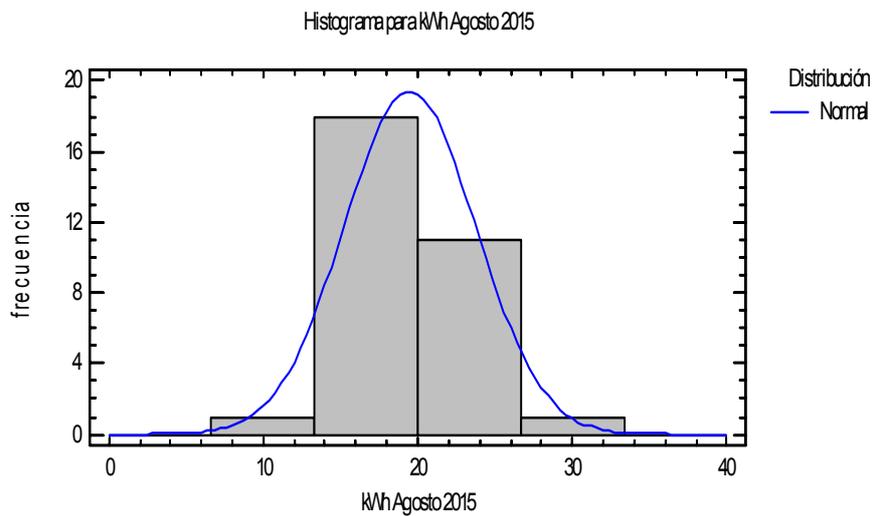


Figura 3.9: Histograma para datos de la variable kWh Agosto 2015. Fuente: Elaboración propia.

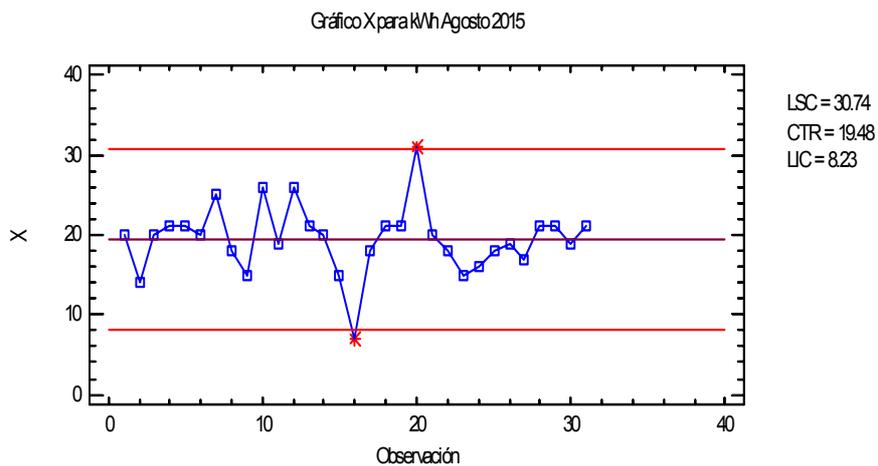


Figura 3.10: Grafico de control para valores individuales para datos de la variable kWh Agosto 2015. Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que los datos de la variable kWh Agosto 2015 se encuentran en control estadístico, se calcula la estabilidad.

$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Total de puntos}} * 100 = \frac{2}{31} * 100 = 6 \%$$

Se evidencia mala estabilidad al ser el índice de inestabilidad calculado es mayor que 5%, por tanto el consumo de energía eléctrica posee una estabilidad mala desde el punto de vista estadístico sin embargo desde el punto de vista energético la medición numero 18 denota el mejor desempeño energético del mes, por lo que la estabilidad es regular.

### Mes Septiembre 2015

Se realizan las pruebas de bondad de ajustes para comprobar normalidad y los gráficos de control para valores individuales para comprobar control estadístico y la estabilidad de las observaciones de Septiembre 2015, según se muestran en la tabla 3.7 y las figuras 3.11 y 3.12.

Tabla 3.7: Pruebas de Bondad-de-Ajuste para kWh Septiembre 2015. Fuente: elaboración propia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

|         | <i>Normal</i> |
|---------|---------------|
| DMAS    | 0.166915      |
| DMENOS  | 0.103887      |
| DN      | 0.166915      |
| Valor-P | 0.377129      |

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor que 0.05, no se puede rechazar la idea de que los datos de la variable kWh Septiembre2015 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

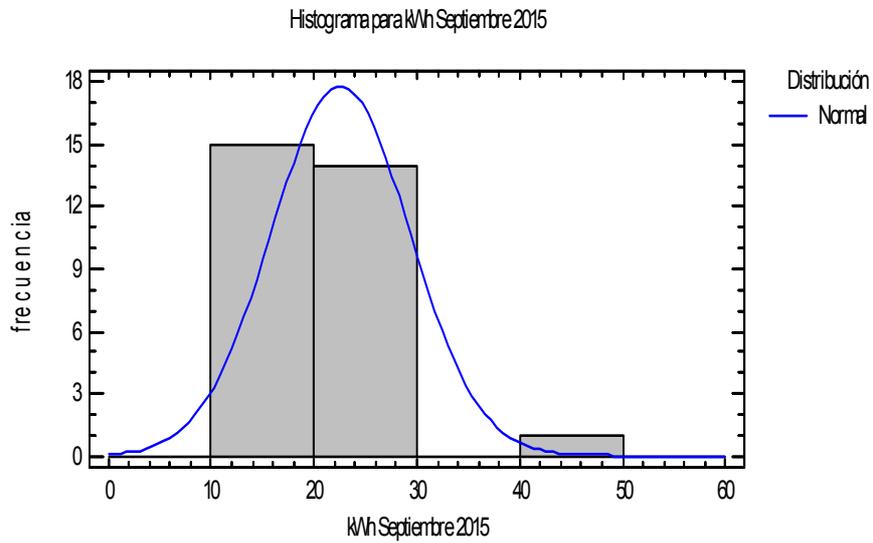


Figura 3.11: Histograma para datos de la variable kWh Septiembre 2015. Fuente: Elaboración propia.

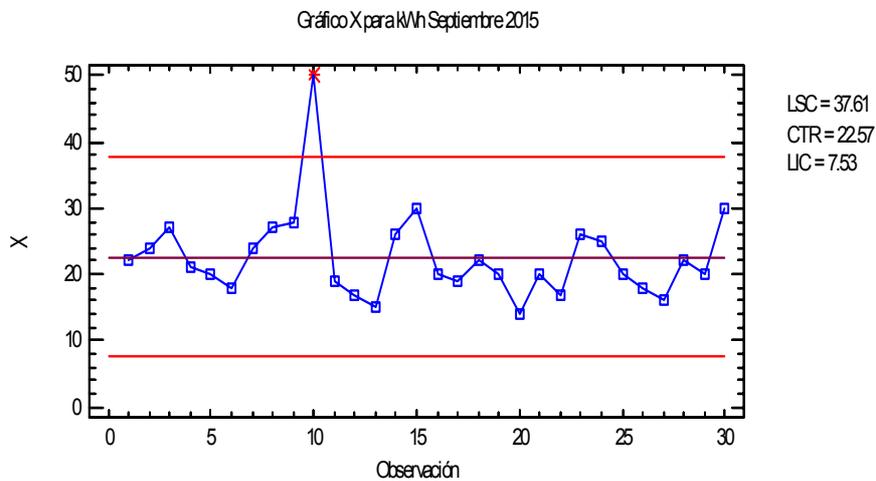


Figura 3.12: Grafico de control para valores individuales para datos de la variable kWh Septiembre 2015. Fuente: Elaboración propia.

Se comprueba que los datos de la variable kWh Septiembre 2015 se encuentran en control estadístico, se calcula la estabilidad.

$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Total de puntos}} * 100 = \frac{1}{30} * 100 = 3,3 \%$$

Se evidencia una estabilidad regular al ser el índice de inestabilidad mayor que 2% y menor que 5%, al tener un punto especial que denota el mayor consumo de energía eléctrica en el mes de Septiembre 2015.

### Mes Octubre 2015

Se realizan las pruebas de bondad de ajustes para comprobar normalidad y los gráficos de control para valores individuales para comprobar control estadístico y la estabilidad de las observaciones de Octubre 2015, según se muestran en la tabla 3.8 y las figuras 3.13 y 3.14.

Tabla 3.8: Pruebas de Bondad-de-Ajuste para kWh Octubre 2015. Fuente: elaboración propia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

|         | <i>Normal</i> |
|---------|---------------|
| DMAS    | 0.137662      |
| DMENOS  | 0.139474      |
| DN      | 0.139474      |
| Valor-P | 0.582711      |

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor que 0.05, no se puede rechazar la idea de que los datos de la variable kWh Octubre2015 provienen de una distribución normal con 95% de confianza.

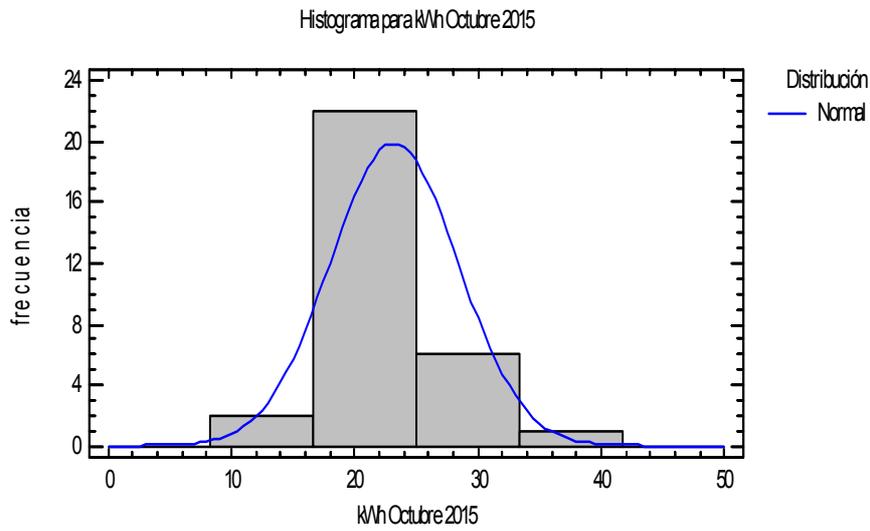


Figura 3.13: Histograma para datos de la variable kWh Octubre 2015. Fuente: Elaboración propia.

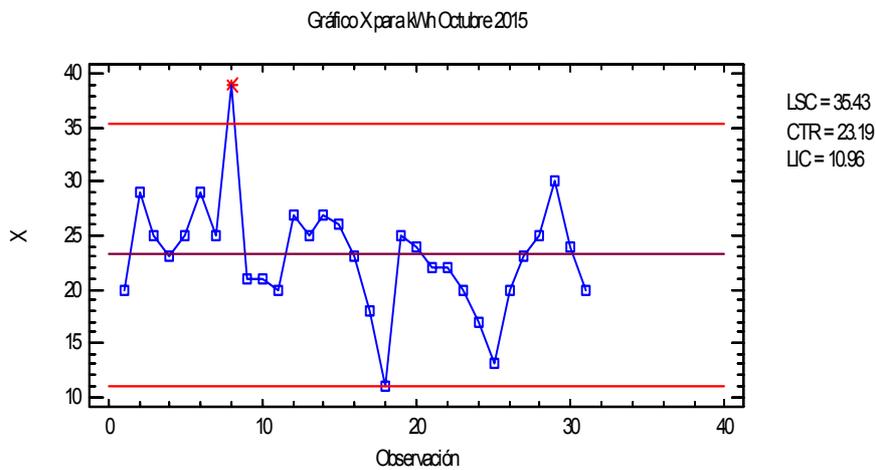


Figura 3.14: Grafico de control para valores individuales para datos de la variable kWh Octubre 2015. Fuente: Elaboración propia.

Se comprueba que los datos de la variable kWh Octubre 2015 se encuentran en control estadístico, se calcula la estabilidad.

$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Total de puntos}} * 100 = \frac{1}{31} * 100 = 3,2 \%$$

Se evidencia una estabilidad regular al ser el índice de inestabilidad mayor que 2% y menor que 5%, al tener un punto especial que denota el mayor consumo de energía eléctrica en el mes de Octubre 2015.

### Mes Noviembre 2015

Se realizan las pruebas de bondad de ajustes para comprobar normalidad y los gráficos de control para valores individuales para comprobar control estadístico y la estabilidad de las observaciones de Noviembre 2015, según se muestran en la tabla 3.9 y las figuras 3.15 y 3.16.

Tabla 3.9: Pruebas de Bondad-de-Ajuste para kWh Noviembre 2015. Fuente: elaboración propia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

|         | <i>Normal</i> |
|---------|---------------|
| DMAS    | 0.132057      |
| DMENOS  | 0.123495      |
| DN      | 0.132057      |
| Valor-P | 0.672169      |

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor que 0.05, no se puede rechazar la idea de que los datos de la variable kWh Noviembre 2015 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

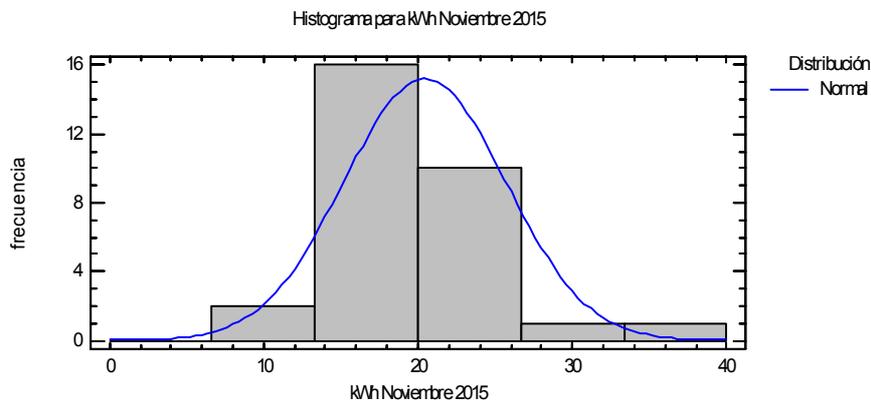


Figura 3.15: Histograma para datos de la variable kWh Noviembre 2015. Fuente: Elaboración propia.

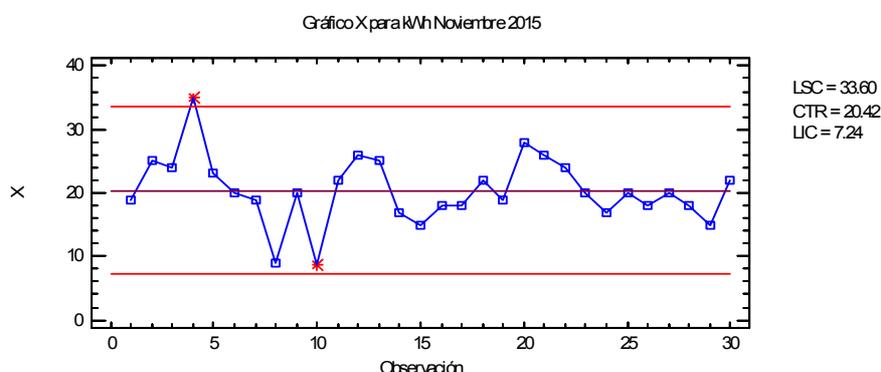


Figura 3.16: Grafico de control para valores individuales para datos de la variable kWh Noviembre 2015. Fuente: Elaboración propia.

Se comprueba que los datos de la variable kWh Noviembre 2015 se encuentran en control estadístico, se calcula la estabilidad.

$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Total de puntos}} * 100 = \frac{1}{30} * 100 = 3,3 \%$$

Se evidencia una estabilidad regular al ser el índice de inestabilidad mayor que 2% y menor que 5%, al tener un punto especial que denota el mayor consumo de energía eléctrica en el mes de Noviembre 2015.

### Mes Diciembre 2015

Se realizan las pruebas de bondad de ajustes para comprobar normalidad y los gráficos de control para valores individuales para comprobar control estadístico y la estabilidad de las observaciones de Diciembre 2015, según se muestran en la tabla 3.10 y las figuras 3.17 y 3.18.

Tabla 3.10: Pruebas de Bondad-de-Ajuste para kWh Diciembre 2015. Fuente: Elaboración propia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

|        | <i>Normal</i> |
|--------|---------------|
| DMAS   | 0.0955598     |
| DMENOS | 0.168885      |

|         |          |
|---------|----------|
| DN      | 0.168885 |
| Valor-P | 0.342066 |

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor que 0.05, no se puede rechazar la idea de que los datos de la variable kWh Diciembre 2015 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

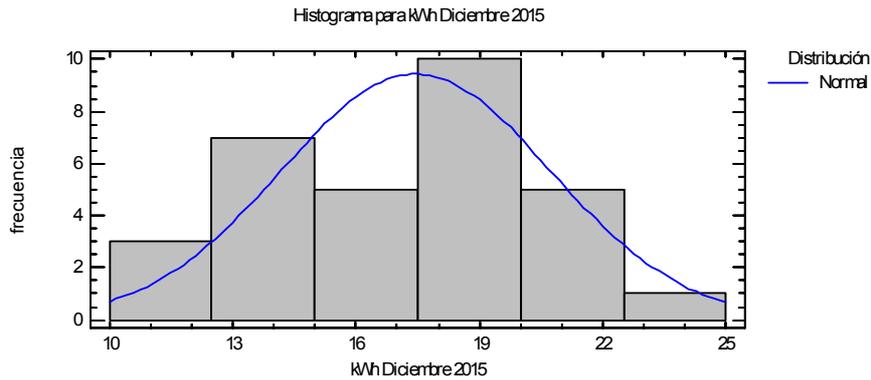


Figura 3.17: Histograma para datos de la variable kWh Diciembre 2015. Fuente: Elaboración propia.

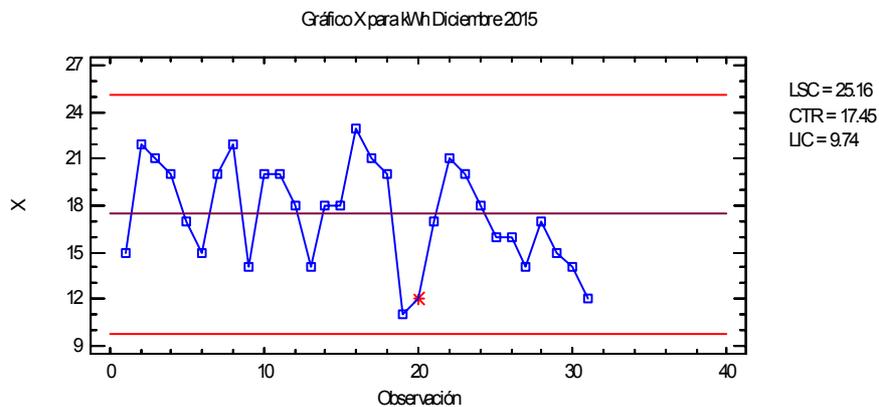


Figura 3.18: Grafico de control para valores individuales para datos de la variable kWh Diciembre 2015. Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que los datos de la variable kWh Diciembre 2015 se encuentran en control estadístico y con una estabilidad al ser el índice de inestabilidad igual cero al no encontrarse ninguna observación fuera de los límites de control (ningún punto especial).

- Evaluación de la capacidad del proceso. Característica de calidad: Consumo de energía eléctrica

Una vez que se identifican las causas especiales de variación se decide evaluar la capacidad del proceso. En este caso se tiene una variable del tipo entre más pequeña mejor donde los valores de la variable deben ser menores a cierto valor máximo o especificación superior, que en este caso es el plan diario para cada mes según se muestra en la tabla 3.11.

Tabla 3.11: Plan diario de energía eléctrica UEBM 421, 2015. Fuente: Empresa Mayorista Cienfuegos.

| Energía eléctrica (kW/h) planificada diario UEBM 421, 2015 |       |        |            |         |           |           |
|--|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|  | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Plan   | 25,4  | 25,5   | 26,3       | 25      | 26        | 20,5      |

Lo que se pretende es comprobar es ver si el proceso es capaz de cumplir con dicha especificación, realizándose el análisis por meses.

### Mes Julio 2015

Se realiza el análisis de capacidad que tiene el proceso de cumplir con las especificaciones de salida en este caso Plan diario de consumo de energía eléctrica para la UEBM 421, en la tabla 3.12 y figura 3.19 se evidencia este análisis para la variable kWh Julio 2015.

Tabla 3.12: Análisis de Capacidad para kWh Julio 2015. Fuente: elaboración propia.

| Análisis de Capacidad para para kWh Julio 2015 |                    |                    |                                   |                 |
|--|--------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Índices de Capacidad para kWh Julio 2015       |                    |                    | Intervalos de confianza del 95.0% |                 |
| Especificaciones<br>LSE = 25.4                 |                    |                    |                                   |                 |
|  | <i>Capacidad</i>   | <i>Desempeño</i>   | <i>Índice</i>                     | <i>Límite</i>   |
|  | <i>Corto Plazo</i> | <i>Largo Plazo</i> | <i>Inferior</i>                   | <i>Superior</i> |
| Sigma  | 4.72813            | 6.44313            | Cpk                               | -0.143911       |
| Cpk/Ppk  | -0.0263806         | -0.0193588         | Ppk                               | -0.136801       |
| Cpk/Ppk (superior)                             | -0.0263806         | -0.0193588         |                                   | 0.0911493       |
| DPM  | 531543.            | 523159.            |                                   | 0.0980836       |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

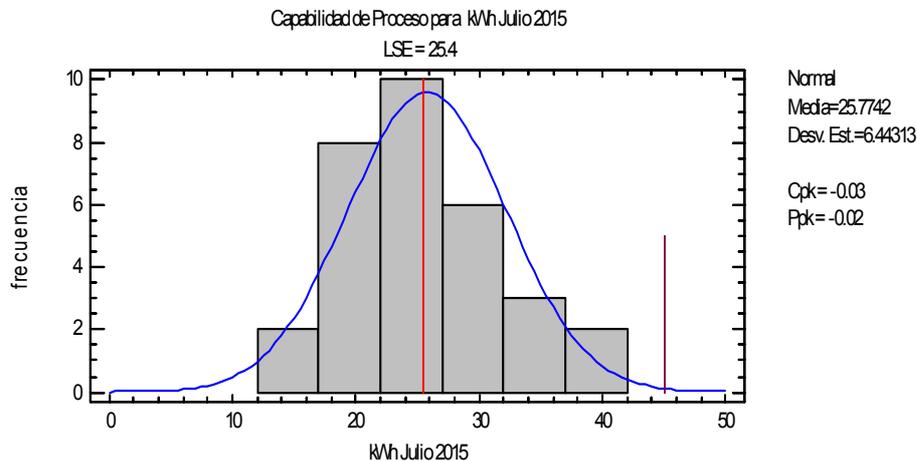


Figura 3.19: Análisis de la capacidad del consumo de la energía eléctrica Julio 2015.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.19 muestra que el proceso no es capaz de cumplir con la especificación superior ya que el valor del índice de capacidad real del proceso ( $Cpk = -0.0263806$ ) es inferior a 1.25, que es el que se considera adecuado según Gutiérrez & De la Vara (2007) para procesos con solo una especificación.

### Mes Agosto 2015

En la tabla 3.13 y figura 3.20 se evidencia este análisis para la variable kWh Agosto 2015.

Tabla 3.13: Análisis de Capacidad para kWh Agosto 2015. Fuente: elaboración propia.

| Análisis de Capacidad para para kWh Agosto 2015 |                              |                              |                                   |                        |
|---|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Índices de Capacidad para kWh Agosto 2015       |                              |                              | Intervalos de confianza del 95.0% |                        |
| Especificaciones<br>LSE = 25.5                  |                              |                              |                                   |                        |
|   | <i>Capacidad Corto Plazo</i> | <i>Desempeño Largo Plazo</i> | <i>Índice</i>                     | <i>Límite Inferior</i> |
|   |                              |                              |                                   | <i>Límite Superior</i> |
| Sigma   | 3.75296                      | 4.24948                      | Cpk                               | 0.355323               |
| Cpk/Ppk   | 0.534346                     | 0.471911                     |                                   | 0.713369               |
| Cpk/Ppk   | 0.534346                     | 0.471911                     |                                   |                        |

|            |         |         |     |          |          |
|------------|---------|---------|-----|----------|----------|
| (superior) |         |         | Ppk | 0.304499 | 0.639324 |
| DPM        | 54463.0 | 78426.5 |     |          |          |

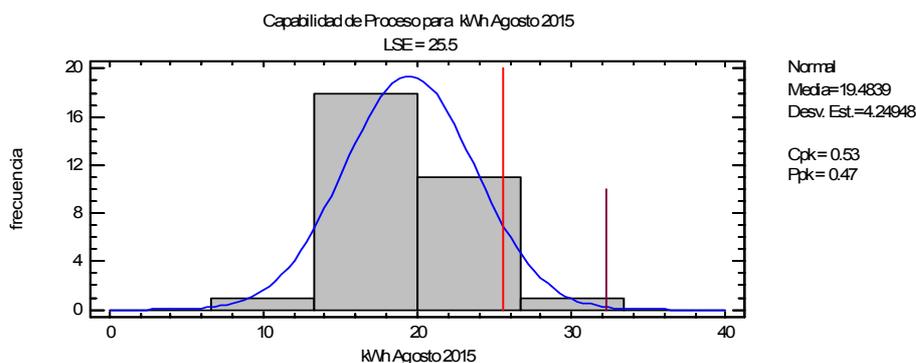


Figura 3.20: Análisis de la capacidad del consumo de la energía eléctrica Agosto 2015.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.20 muestra que el proceso no es capaz de cumplir con la especificación superior ya que el valor del índice de capacidad real del proceso ( $Cpk = 0.534346$ ) es inferior a 1.25, que es el que se considera adecuado según Gutiérrez & De la Vara (2007) para procesos con solo una especificación.

### Mes Septiembre 2015

En la tabla 3.14 y figura 3.21 se evidencia este análisis para la variable kWh Septiembre 2015.

Tabla 3.14: Análisis de Capacidad para kWh Septiembre 2015. Fuente: elaboración propia.

| Análisis de Capacidad para para kWh Septiembre 2015 |                              |                              |                                   |                        |
|---|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Índices de Capacidad para kWh Septiembre 2015       |                              |                              | Intervalos de confianza del 95.0% |                        |
| Especificaciones<br>LSE = 26.3                      |                              |                              |                                   |                        |
|   | <i>Capacidad Corto Plazo</i> | <i>Desempeño Largo Plazo</i> | <i>Índice</i>                     | <i>Límite Inferior</i> |
|   |                              |                              |                                   | <i>Límite Superior</i> |
| Sigma   | 5.01345                      | 6.72455                      |                                   |                        |
| Cpk/Ppk   | 0.248221                     | 0.18506                      |                                   |                        |

|                    |          |         |     |           |          |
|--------------------|----------|---------|-----|-----------|----------|
| Cpk/Ppk (superior) | 0.248221 | 0.18506 | Cpk | 0.112912  | 0.38353  |
| DPM                | 228236.  | 289384. | Ppk | 0.0566234 | 0.313497 |

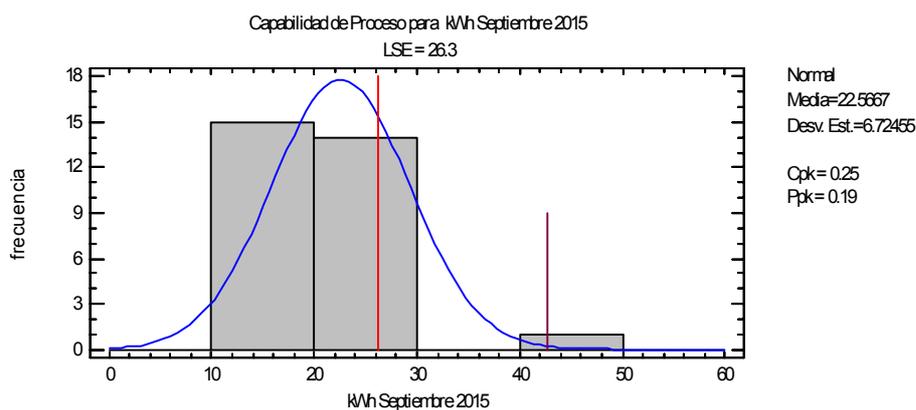


Figura 3.21: Análisis de la capacidad del consumo de la energía eléctrica Septiembre 2015. Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.21 muestra que el proceso no es capaz de cumplir con la especificación superior ya que el valor del índice de capacidad real del proceso ( $Cpk = 0.248221$ ) es inferior a 1.25, que es el que se considera adecuado según Gutiérrez & De la Vara (2007) para procesos con solo una especificación.

### Mes Octubre 2015

En la tabla 3.15 y figura 3.22 se evidencia este análisis para la variable kWh Octubre 2015.

Tabla 3.15: Análisis de Capacidad para kWh Octubre 2015. Fuente: elaboración propia.

| Análisis de Capacidad para para kWh Octubre 2015 |                                   |                    |
|--|-----------------------------------|--------------------|
| Índices de Capacidad para kWh Octubre 2015       | Intervalos de confianza del 95.0% |                    |
| Especificaciones<br>LSE = 25.0                   |                                   |                    |
|  | <i>Capacidad</i>                  | <i>Desempeño</i>   |
|  | <i>Corto Plazo</i>                | <i>Largo Plazo</i> |

|                    |          |         |               |                        |                        |          |
|--------------------|----------|---------|---------------|------------------------|------------------------|----------|
| Sigma              | 4.07801  | 5.17313 | <i>Índice</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |          |
| Cpk/Ppk            | 0.147658 | 0.1164  |               |                        |                        |          |
| Cpk/Ppk (superior) | 0.147658 | 0.1164  |               | Cpk                    | 0.024513               | 0.270803 |
| DPM                | 328891.  | 363468. |               | Ppk                    | -0.00458047            | 0.23738  |

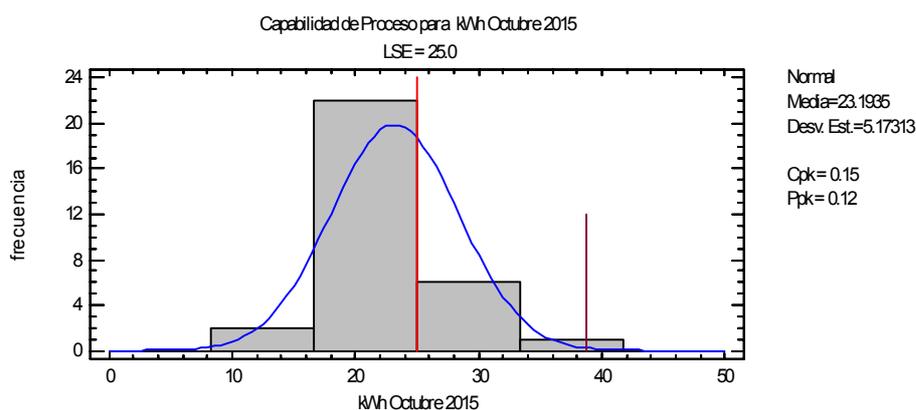


Figura 3.22 Análisis de la capacidad del consumo de la energía eléctrica Octubre 2015.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.22 muestra que el proceso no es capaz de cumplir con la especificación superior ya que el valor del índice de capacidad real del proceso ( $Cpk = 0.147658$ ) es inferior a 1.25, que es el que se considera adecuado según Gutiérrez & De la Vara (2007) para procesos con solo una especificación.

### Mes Noviembre 2015

En la tabla 3.16 y figura 3.23 se evidencia este análisis para la variable kWh Noviembre 2015.

Tabla 3.16: Análisis de Capacidad para kWh Noviembre 2015. Fuente: elaboración propia.

| Análisis de Capacidad para para kWh Noviembre 2015 |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Índices de Capacidad para kWh Noviembre 2015       | Intervalos de confianza del 95.0% |
| Especificaciones                                   |                                   |

|                    |                    |                    |               |                        |                        |
|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|------------------------|------------------------|
| LSE = 26.0         |                    |                    |               |                        |                        |
|                    | <i>Capacidad</i>   | <i>Desempeño</i>   | <i>Índice</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
|                    | <i>Corto Plazo</i> | <i>Largo Plazo</i> |               |                        |                        |
| Sigma              | 4.39349            | 5.2382             | Cpk           | 0.584784               | 0.584784               |
| Cpk/Ppk            | 0.423252           | 0.354999           | Ppk           | 0.505247               | 0.505247               |
| Cpk/Ppk (superior) | 0.423252           | 0.354999           |               |                        |                        |
| DPM                | 102085.            | 143438.            |               |                        |                        |

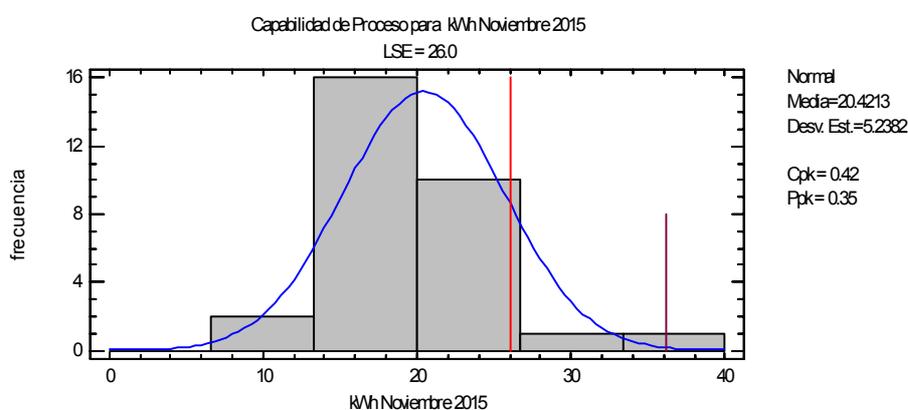


Figura 3.23 Análisis de la capacidad del consumo de la energía eléctrica Noviembre 2015. Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.23 muestra que el proceso no es capaz de cumplir con la especificación superior ya que el valor del índice de capacidad real del proceso ( $Cpk = 0.423252$ ) es inferior a 1.25, que es el que se considera adecuado según Gutiérrez & De la Vara (2007) para procesos con solo una especificación.

### Mes Diciembre 2015

En la tabla 3.17 y figura 3.24 se evidencia este análisis para la variable kWh Diciembre 2015. Tabla 3.17: Análisis de Capacidad para kWh Diciembre 2015. Fuente: elaboración propia.

| Análisis de Capacidad para para kWh Diciembre 2015 |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Índices de Capacidad para kWh Diciembre 2015       | Intervalos de confianza del 95.0% |

| Especificaciones   |                    |                    |               |                 |                 |
|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| LSE = 20.5         |                    |                    |               |                 |                 |
|                    | <i>Capacidad</i>   | <i>Desempeño</i>   | <i>Índice</i> | <i>Límite</i>   | <i>Límite</i>   |
|                    | <i>Corto Plazo</i> | <i>Largo Plazo</i> |               | <i>Inferior</i> | <i>Superior</i> |
| Sigma              | 2.57092            | 3.27454            | Cpk           | 0.241063        | 0.549415        |
| Cpk/Ppk            | 0.395239           | 0.310312           | Ppk           | 0.169125        | 0.4515          |
| Cpk/Ppk (superior) | 0.395239           | 0.310312           |               |                 |                 |
| DPM                | 117867.            | 175942.            |               |                 |                 |

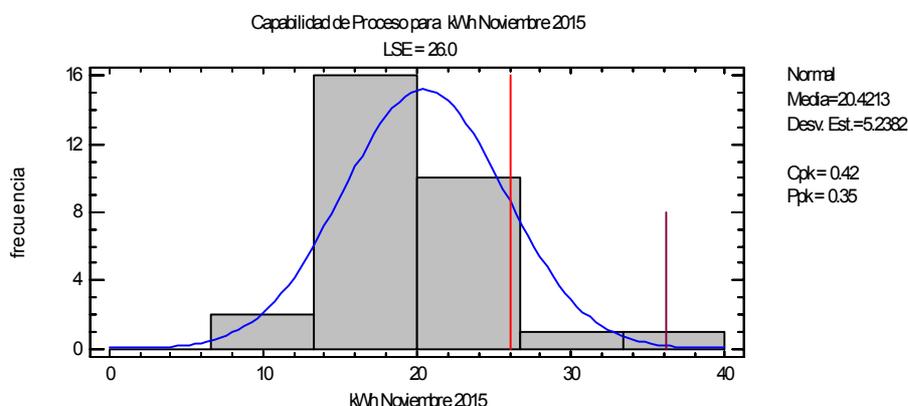


Figura 3.24 Análisis de la capacidad del consumo de la energía eléctrica Diciembre 2015. Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.24 muestra que el proceso no es capaz de cumplir con la especificación superior ya que el valor del índice de capacidad real del proceso ( $Cpk = 0.395239$ ) es inferior a 1.25, que es el que se considera adecuado según Gutiérrez & De la Vara (2007) para procesos con solo una especificación.

- Paso 2: Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo

Para la determinación del consumo real de cada una de las instalaciones que se analizan, se procede a realizar el inventario de la potencia instalada, tanto en el edificio administrativo como en el almacén. En el anexo 4 se muestra el inventario de equipos instalados consumidores de energía eléctrica en la UEBM 421 Cumanayagua, para un día de trabajo según la potencia instalada el consumo de energía eléctrica es ascendente a 16,78 kW/h, sin

embrago los consumos diarios por generalidad son mayores al igual que el plan diario que no se cumple todos los días del mes.

- Paso 3: Identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético

A partir de la revisión energética que se realiza a las instalaciones de la UEBM 421 Cumanayagua se hace necesaria la determinación de las causas que inciden en su desempeño energético, debido a que es incapaz de cumplir con su plan diario de energía eléctrica.

El grupo de trabajo después de una sesión de tormenta ideas selecciona como causa fundamental:

- Laborar horas extras en el almacén y edificio administrativo.

Oportunidad de mejora:

- Realizar estudio de organización del trabajo.

En el anexo 5 se puede observar un plan de mejora propuesto para la oportunidad de mejora seleccionada.

### 3.3.4. Etapa IV: Resultado del proceso de la planificación energética

- Indicadores de desempeño energético

Para el control del desempeño energético de la organización se decide calcular índices de consumo para sus locales, en cuanto a la cantidad de personas y al área que abarca, en la tabla 3.16 se muestran los indicadores por locales.

Tabla 3.16 Indicadores energéticos para los locales de la UEBM 421 Cumanayagua según el área. Fuente: Elaboración propia.

| Locales UB 421                | Cantidad de personas | Consumo | área | kW/pers   | Kw/m <sup>2</sup> |
|-------------------------------|----------------------|---------|------|-----------|-------------------|
| Departamento Comercial        | 6                    | 3.668   | 6    | 0.6113333 | 0.61133333        |
| Departamento Recursos Humanos | 3                    | 3.332   | 6    | 1.1106667 | 0.55533333        |
| Departamento Contabilidad     | 4                    | 3.332   | 12   | 0.833     | 0.27766667        |
| Comedor                       |                      | 5.52    | 30   |           | 0.184             |

|            |    |       |      |           |            |
|------------|----|-------|------|-----------|------------|
| Almacén    | 23 | 3.76  | 1100 | 0.1634783 | 0.00341818 |
| Garita CVP | 3  | 0.496 | 15   | 0.1653333 | 0.03306667 |

### 3.3.5 Etapa V: Planes de acción y control de la planificación energética

Se elabora y se propone para el control y la toma de decisiones sobre la energía eléctrica, indicadores (consumo de energía eléctrica) que garantizan una gestión de la energía eficiente. Las fichas de estos indicadores se muestran en el anexo 6.

### 3.4. Cumplimiento de requisitos de la NC-ISO 50001: 2011

Con la investigación se logran eliminar 10 no conformidades, por lo que con el nivel de cumplimiento de requisitos de la NC-ISO 50001:2011, es del 58 % (se cumplen 15 de 21 requisitos)

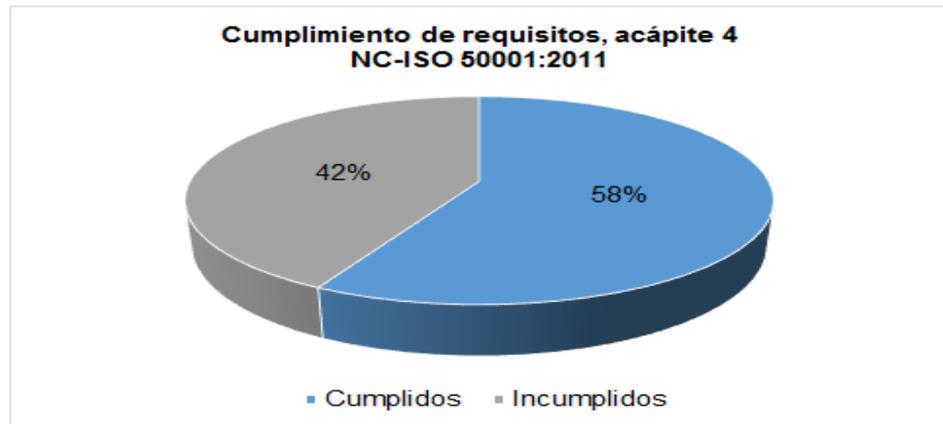


Figura 3.1: Cumplimiento de requisitos de la Planificación energética NC-ISO 50001: 2011 después del estudio. Fuente: Elaboración propia.

# **onclusiones**

## **Conclusiones Generales**

Al término de la investigación se arriban a las siguientes conclusiones:

- 1- La UEBM 421 Cumanayagua de Cienfuegos cuenta con dos instalaciones para llevar a cabo el cumplimiento de su objeto social, siendo estas el edificio administrativo y el almacén.
- 2- Al realizar la revisión energética se determina que no presenta problemas en cuanto al cumplimiento del plan mensual de consumo de energía eléctrica, sin embargo en el consumo diario las mediciones no son capaces de cumplir con la especificación de salida Plan diario de consumo energía eléctrica.
- 3- Se propone un conjunto de índices relacionados con el consumo de energía eléctrica en las instalaciones como: kW/m<sup>2</sup>, kW/persona, se diseña para el control y gestión diaria de estos índices, la ficha de indicadores, la cual debe incorporarse al Sistema de Gestión de la Energía de la UEBM 421 Cumanayagua y la Empresa Mayorista.

# **Recomendaciones**

## **Recomendaciones**

Extender el estudio a las UEBM de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios (EMPA).

# **B**ibliografía

## Bibliografía

- Aguilera Garrido, V. (2006). *Implementación de la gestión total eficiente de la energía en instalaciones turísticas pertenecientes al Grupo Cubanacán S.A. en Camagüey*. (Tesis de Maestría), Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte y Loynaz, Camagüey.
- Aguirre, C. (2012). *Edificios Inteligentes*. Recuperado a partir de: <http://www.buenastareas.com/ensayos/>
- Alonso, Y. (2012). *Diagnóstico de la Eficiencia Energética en la Empresa Gráfica Cienfuegos*. (Tesis de Grado), Cienfuegos.
- Baixas, J. (2012). *Envolventes: la piel de los edificios*. . ARQ, No. 82 *Fabricación y Construcción*.
- Bermúdez Guardarrama, J. E. (2013). *Mejora del desempeño Energético de la Fábrica de Baldosas de la UEB Combinado Hormigón, Empresa Materiales de la Construcción, Cienfuegos*. (Tesis de Grado), Cienfuegos.
- Borges, D., Barreiro, J., Martínez, J., Fernández, A., & Buzzis, N. (2011). *Hacia un indicador de consumo de energía eléctrica más efectivo en hoteles del grupo Cubanacán de la provincia de Camagüey Ingeniería energética, XXXII*.
- Borroto, A. E., & Monteagudo, J. P. (2006). *Gestión y Economía Energética* (Universidad de Cienfuegos ed.). Cienfuegos, Cuba.
- Borroto Nordero, A., & Monteagudo Yanes, J. P. (2006). *Gestión energética empresarial*. Universidad de Cienfuegos.
- Cabrera, O., Borroto, A., Monteagudo, J., Pérez, C., & Campbell, H. (2003). *Indicadores de eficiencia energética en hoteles turísticos en Cuba*.
- Calderón Baca, P. C. (2007). *Plataforma de telecomunicaciones en edificios inteligentes: estado del arte*. Universidad San Martín de Porres. Lima - Perú.
- Candelario Heredia, J. L. (2013). *Mejora del desempeño energético del parque automotor pesado en la UEB Almacenes Universales S.A. Cienfuegos*. Cienfuegos.
- Caracol, H. (2007). *Manual de Gestión Total Eficiente de la Energía*. Camagüey.
- Ciudades eficientes, e. i. (2011). Recuperado a partir de: <http://twenergy.com/arquitectura-sostenible/ciudades-eficientes-edificios-inteligentes-165>
- Colectivo de autores. (2010a). *Curso de energía y cambio climático*. Tabloide, ISBN: 978-959270-177-9 (1), 16.

- Colectivo de autores. (2010b). *Curso de energía y cambio climático*. Tabloide.
- Colectivo de autores. (2010c). *Curso de la Energía y Cambio climático*. Tabloide, ISBN: 978959-270-178-6 (2).
- Colectivo de autores CEEMA. (2006). *Gestión energética empresarial*. Universidad de Cienfuegos.
- Correa, J. (2011a). *Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001:2011 para Empresas Metalmeccánicas de Cuba*. Primer Taller Nacional de Ingeniería Industrial.
- Correa, J. (2011b). *Mejora de la eficiencia energética en la empresa Cereales Cienfuegos*. (Tesis de Maestría), Cienfuegos.
- Correa Soto, J., Pérez Fernández, D. R., & Casanova Reyes, A. (2011). *Monografía Sistemas de Gestión*.
- Corretger, M. (2008). Incidencia del mantenimiento en la gestión energética en los edificios. *Revista Ingeniería Hospitalaria*.
- Díaz Queralt, Y. (2013). *Mejora del desempeño energético en la brigada Movimiento de Tierra, perteneciente a la Empresa ECOA No. 37*. (Trabajo de Diploma), Cienfuegos.
- Energía, C. M. d. I. (2004). *Políticas e Indicadores de eficiencia energética*. Informe del Consejo Mundial de la Energía en colaboración con ADEME.
- Energía y tú. Conciencia energética: respeto ambiental. (2011). (55).
- Fernández, J. F. (2011). *Determinación de índices de consumo en La Dirección Territorial de ETECSA en Cienfuegos*. (Tesis de Maestría).
- Fungii, C. (2005). *Edificios inteligentes*.
- García Sanz, C. J., Cuadros, F., & López, F. (2011). *Influence of the number of users on the energy efficiency of health centres*. *Energy and Buildings*.
- García Sanz, J., Cuadros, F., & López Rodríguez, F. (2011). La auditoría energética: una herramienta de gestión en atención primaria. *Gac Sanit* (6), 25.
- González Couret, D. (2011). Ciudades y edificios neutrales. *Energía y tú*, (55).
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2007). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. La Habana. Félix Varela ed., V. 1
- International Organization for Standardization. (2010). *ISO 50001 Futura Norma de Gestión Energética*.
- ISO 9001: 2008. (2008). *Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos*.
- ISO 14001: 2004. (2004). *De gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso*.
- López Alonso, N. (2013). *Mejora al Desempeño Energético de la UEB Papelera Damují*.

- (Trabajo de Diploma), Cienfuegos.
- Lucía, H. G. C. S. (2009). *Manual de Gestión Total Eficiente de la Energía*. Camagüey.
- Macías, M., & García, J. (2010). *Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios*. *Informes de la Construcción*, 62, (517).
- Marrero, A. (2005). *Gestión energética en el sector Minero Metalúrgico*. Metalúrgico de Moa, Instituto Superior Minero.
- Martija, J. A. (2012). *Diagnóstico energético-ambiental en hospitales. Estudio de caso Hospital Guillermo Luis Fernández Hernández-Baquero*. (Tesis de Maestría), Editorial Universitaria Moa.
- Mayanabo, H. C. A. (2009). *Manual de Gestión Total Eficiente de la Energía*. Camagüey.
- Organización Internacional de Normalización. (2011). *Gana el desafío de la energía con ISO 50 001*.
- Pérez González, G. (2012). *¿Cómo construir un techo verde? Energía y tú. Conciencia energética: respeto ambiental.No.59*.
- Pérez Guzmán, J. C. (n.d.) *Edificios inteligentes*.
- Rey Martínez, F., & Velasco Gómez, E. (2006). *Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas*. Madrid: Thomson.
- Sánchez, A. I. (2013). *Mejora del desempeño energético de la Empresa Transmetro Cienfuegos*.(Tesis de Grado), Cienfuegos.
- Stawood´Strategic Energy-Management Initiative. (2005).
- SuPerBuildings: Sustainability and Performance assessment and Benchmarking of Buildings. (2012).
- Tomas Plasencia, Y. (2013). *Mejora al desempeño Energético de la UEB Santiago Ramírez perteneciente a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos*. (Tesis de grado), Cienfuegos.
- Torres Cuadrado, E. (2000). *Análisis cualitativo de los sistemas de telecomunicación y computación en edificios*.
- UNE 216301:2007. (2007). *Energy management system.Requirements*.Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- UNE 216301:2010.(2010) *Auditorías energéticas. Requisitos*. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).).
- University of Florida.(2006). *Energy Sawings in Hotels and Motels*. Recuperado a partir de: <http://edis.ifas.ucl.edu>

- Velázquez Romo, E. E., & Pierre Nadeau, J. (2012). *Selección de indicadores de sostenibilidad para el diseño preliminar de edificios de oficinas desde el punto de vista energético.* .
- Viego, P., Martínez, T., Cambra, A., & Cortiza, R. (2012). Edificios inteligentes. *Energía y tú. Conciencia energética: respeto ambiental.No.60.*
- Zavala Trías, S. (2009). *Guía a la redacción en el estilo APA, 6ta edición. Biblioteca de la Universidad Metropolitana.*

**A**nexo

**Anexos**

**Anexo 1:** Modelo para el control diario del consumo de energía eléctrica de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos. **Fuente:** Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Cienfuegos.

| Plan mensual |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       | Recibo P/<br>Mando<br>PPP | Recibo<br>Sector |  |
|--------------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|----|-------|---------------------------|------------------|--|
| Plan diario  |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| DIA          | Cfgoa | Acum | Emp | 402 | 405 | 408 | 410 | Acaba | 421 | 423 | MP | Total |                           |                  |  |
| 1            |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 2            |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 3            |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 4            |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 5            |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 6            |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 7            |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 8            |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 9            |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 10           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 11           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 12           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 13           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 14           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 15           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 16           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 17           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 18           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 19           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 20           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 21           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 22           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 23           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 24           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 25           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 26           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 27           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 28           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 29           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 30           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| 31           |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |
| TOT          |       |      |     |     |     |     |     |       |     |     |    |       |                           |                  |  |

PLAN MES: 14.400

REALCONSUMIDO:

Elaborado: Jorge Ojeda

Revisado:

**Anexo 2:** Lista de chequeo para la Planificación Energética según los requisitos de la ISO 50001:2011. **Fuente:** Lloyd's Register

| No. | Pregunta   | Sí/No | Ref. | Cláusul |
|-----|--|-------|------|---------|
| 1   | Su organización ha llevado a cabo y documentado un proceso de planificación energética?  |       |      | 4.4.1   |
| 2   | La planificación energética ha sido coherente con la política energética y conducirá a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético?  |       |      | 4.4.1   |
| 3   | Incluyó la planificación energética una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético?   |       |      | 4.4.1   |
| 4   | Su organización ha identificado, implementado y tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscribe relacionados con su uso y consumo de la energía y su eficiencia energética?   |       |      | 4.4.2   |
| 5   | Ha determinado su organización cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía y a su eficiencia energética, y se ha asegurado que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscribe se tienen en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGEEn?  |       |      | 4.4.2   |
| 6   | Revisan los requisitos legales y otros requisitos a intervalos definidos?  |       |      | 4.4.2   |
| 7   | Su organización ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética?   |       |      | 4.4.3   |
| 8   | Ha sido documentada la metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética?   |       |      | 4.4.3   |
| 9   | <p>Cuándo la revisión energética ha sido desarrollada, su organización:</p> <p>a) analizó el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identifica las fuentes de energía actuales?</li> <li>- evalúa el uso y consumo pasado y presente de la energía?</li> </ul> <p>Basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, b) identifica las áreas de uso significativo de la energía. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identifica las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía?</li> <li>- identifica otras variables pertinentes que</li> </ul> |       |      | 4.4.3   |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  | afectan a los usos significativos de la energía? |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

|    |  |  |  |       |
|----|--|--|--|-------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- determina el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía?</li> <li>- estima el uso y consumo futuros de energía?</li> </ul> <p>c) identifica, prioriza y registra oportunidades para mejorar el desempeño energético?</p>                           |  |  |       |
| 10 | Es su revisión energética actualizada a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento sistemas o procesos?  |  |  | 4.4.3 |
| 11 | Ha establecido su organización una(s) línea (s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un periodo para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía?   |  |  | 4.4.4 |
| 12 | Han medido los cambios en el desempeño energético en relación a la línea de base energética?   |  |  | 4.4.4 |
| 13 | Realizan ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se dan una o más de las siguientes situaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización,</li> <li>- se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación o sistemas de energía, o - de acuerdo un método predeterminado?</li> </ul> |  |  | 4.4.4 |
| 14 | Mantienen y registran la(s) línea(s) de base energética?   |  |  | 4.4.4 |
| 15 | Ha identificado su organización los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño Energético?  |  |  | 4.4.5 |
| 16 | Documenta y revisa la metodología para determinar y actualizar los IDEns?  |  |  | 4.4.5 |
| 17 | Revisa y compara los IDEns con la línea de base energética de forma apropiada?   |  |  | 4.4.5 |
| 18 | Establece, implementa y mantiene objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de su organización?   |  |  | 4.4.6 |
| 19 | Establece plazos para el logro de los objetivos y metas?   |  |  | 4.4.6 |
| 20 | Son los objetivos y metas coherentes con la política energética?   |  |  | 4.4.6 |

|    |   |  |  |       |
|----|---|--|--|-------|
| 21 | Son las metas coherentes con los objetivos?   |  |  | 4.4.6 |
| 22 | Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, la organización tiene en cuenta los requisitos legales y  |  |  | 4.4.6 |
|    | otros requisitos, los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, tal y como se identifican en la revisión energética?  |  |  |       |
| 23 | Ha considerado sus condiciones financieras, operacionales y comerciales así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas?   |  |  | 4.4.6 |
| 24 | Su organización establece, implementa y mantiene planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas?  |  |  | 4.4.6 |
| 25 | Incluyen los planes de acción: <ul style="list-style-type: none"> <li>- la designación de responsabilidades;</li> <li>- los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales;</li> <li>- una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético;</li> <li>- una declaración del método para verificar los resultados?</li> </ul> |  |  | 4.4.6 |
| 26 | Documenta y actualiza los planes de acción a intervalos definidos?  |  |  | 4.4.6 |

**Anexo 3:** Resultado de la aplicación de la Lista de chequeo para la Planificación Energética según los requisitos de la ISO 50001:2011. **Fuente:** Lloyd's Register

| No. | Pregunta   | Sí/No | Ref. | Cláusula |
|-----|--|-------|------|----------|
| 1   | Su organización ha llevado a cabo y documentado un proceso de planificación energética?  | No    |      | 4.4.1    |
| 2   | La planificación energética ha sido coherente con la política energética y conducirá a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético?  | No    |      | 4.4.1    |
| 3   | Incluyó la planificación energética una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético?   | No    |      | 4.4.1    |
| 4   | Su organización ha identificado, implementado y tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscribe relacionados con su uso y consumo de la energía y su eficiencia energética?   | Si    |      | 4.4.2    |
| 5   | Ha determinado su organización cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía y a su eficiencia energética, y se ha asegurado que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscribe se tienen en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGEEn?  | Si    |      | 4.4.2    |
| 6   | Revisan los requisitos legales y otros requisitos a intervalos definidos?  | Si    |      | 4.4.2    |
| 7   | Su organización ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética?   | No    |      | 4.4.3    |
| 8   | Ha sido documentada la metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética?   | No    |      | 4.4.3    |
| 9   | <p>Cuándo la revisión energética ha sido desarrollada, su organización:</p> <p>a) analizó el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identifica las fuentes de energía actuales?</li> <li>- evalúa el uso y consumo pasado y presente de la energía?</li> </ul> <p>Basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía,</p> <p>b) identifica las áreas de uso significativo de la energía. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identifica las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía?</li> <li>- identifica otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía?</li> </ul> | No    |      | 4.4.3    |

|    |  |    |  |       |
|----|--|----|--|-------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- determina el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía?</li> <li>- estima el uso y consumo futuros de energía?</li> </ul> <p>c) identifica, prioriza y registra oportunidades para mejorar el desempeño energético?</p>                           | Si |  |       |
| 10 | Es su revisión energética actualizada a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento sistemas o procesos?  | No |  | 4.4.3 |
| 11 | Ha establecido su organización una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un periodo para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía?  | No |  | 4.4.4 |
| 12 | Han medido los cambios en el desempeño energético en relación a la línea de base energética?   | No |  | 4.4.4 |
| 13 | Realizan ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se dan una o más de las siguientes situaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización,</li> <li>- se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación o sistemas de energía, o - de acuerdo un método predeterminado?</li> </ul> | No |  | 4.4.4 |
| 14 | Mantienen y registran la(s) línea(s) de base energética?   | No |  | 4.4.4 |
| 15 | Ha identificado su organización los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño Energético?  | No |  | 4.4.5 |
| 16 | Documenta y revisa la metodología para determinar y actualizar los IDEns?  | No |  | 4.4.5 |
| 17 | Revisa y compara los IDEns con la línea de base energética de forma apropiada?   | No |  | 4.4.5 |
| 18 | Establece, implementa y mantiene objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de su organización?   | No |  | 4.4.6 |
| 19 | Establece plazos para el logro de los objetivos y metas?   | No |  | 4.4.6 |
| 20 | Son los objetivos y metas coherentes con la política energética?   | No |  | 4.4.6 |

|    |   |    |  |       |
|----|---|----|--|-------|
| 21 | Son las metas coherentes con los objetivos?   | No |  | 4.4.6 |
| 22 | Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, la organización tiene en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, tal y como se identifican en la revisión energética?   | No |  | 4.4.6 |
| 23 | Ha considerado sus condiciones financieras, operacionales y comerciales así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas?   | Si |  | 4.4.6 |
| 24 | Su organización establece, implementa y mantiene planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas?  | No |  | 4.4.6 |
| 25 | Incluyen los planes de acción: <ul style="list-style-type: none"> <li>- la designación de responsabilidades;</li> <li>- los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales;</li> <li>- una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético;</li> <li>- una declaración del método para verificar los resultados?</li> </ul> | No |  | 4.4.6 |
| 26 | Documenta y actualiza los planes de acción a intervalos definidos?  | No |  | 4.4.6 |

**Anexo 4:** Inventario de potencia instalada en la UEBM 421 Cumanayagua. **Fuente:** elaboración propia.

| Área                   | Equipo      | Tipo de equipo      | Potencia unitaria (kW) | Cantidad | En funcionamiento | Total de potencia (kW) | Tiempo de trabajo diario (h) | Consumo de energía diario (kW/h) |
|------------------------|-------------|---------------------|------------------------|----------|-------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Departamento Comercial | Luminaria   | Iluminación         | 0.02                   | 1        | 1                 | 0.02                   | 8                            | 0.16                             |
|                        | Computadora | Medios informáticos | 0.25                   | 1        | 1                 | 0.25                   | 8                            | 2                                |
|                        | Impresora   | Medios informáticos | 0.25                   | 1        | 1                 | 0.25                   | 2                            | 0.5                              |
|                        | Ventilador  | Ventilación         | 0.042                  | 3        | 3                 | 0.126                  | 8                            | 1.008                            |
|                        |             |                     |                        |          |                   |                        | <b>total</b>                 | <b>3.668</b>                     |

| Área                          | Equipo      | Tipo de equipo      | Potencia unitaria (kW) | Cantidad | En funcionamiento | Total de potencia (kW) | Tiempo de trabajo diario (h) | Consumo de energía diario (kW/h) |
|-------------------------------|-------------|---------------------|------------------------|----------|-------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Departamento Recursos Humanos | Luminaria   | Iluminación         | 0.02                   | 1        | 1                 | 0.02                   | 8                            | 0.16                             |
|                               | Computadora | Medios informáticos | 0.25                   | 1        | 1                 | 0.25                   | 8                            | 2                                |
|                               | Impresora   | Medios informáticos | 0.25                   | 1        | 1                 | 0.25                   | 2                            | 0.5                              |
|                               | Ventilador  | Ventilación         | 0.042                  | 2        | 2                 | 0.084                  | 8                            | 0.672                            |
|                               |             |                     |                        |          |                   |                        | <b>total</b>                 | <b>3.332</b>                     |

| Área                      | Equipo      | Tipo de equipo      | Potencia unitaria (kW) | Cantidad | En funcionamiento | Total de potencia (kW) | Tiempo de trabajo diario (h) | Consumo de energía diario (kW/h) |
|---------------------------|-------------|---------------------|------------------------|----------|-------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Departamento Contabilidad | Luminaria   | Iluminación         | 0.02                   | 1        | 1                 | 0.02                   | 8                            | 0.16                             |
|                           | Computadora | Medios informáticos | 0.25                   | 1        | 1                 | 0.25                   | 8                            | 2                                |
|                           | Impresora   | Medios informáticos | 0.25                   | 1        | 1                 | 0.25                   | 2                            | 0.5                              |
|                           | Ventilador  | Ventilación         | 0.042                  | 2        | 2                 | 0.084                  | 8                            | 0.672                            |
|                           |             |                     |                        |          |                   |                        | <b>total</b>                 | <b>3.332</b>                     |

| Área    | Equipo       | Tipo de equipo | Potencia unitaria (kW) | Cantidad | En funcionamiento | Total de potencia (kW) | Tiempo de trabajo diario (h) | Consumo de energía diario (kW/h) |
|---------|--------------|----------------|------------------------|----------|-------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Comedor | Luminaria    | Iluminación    | 0.02                   | 3        | 3                 | 0.06                   | 4                            | 0.24                             |
|         | Nevera       | Refrigeración  | 0.2                    | 1        | 1                 | 0.2                    | 24                           | 4.8                              |
|         | Caja de agua | Refrigeración  | 0.06                   | 1        | 1                 | 0.06                   | 8                            | 0.48                             |
|         |              |                |                        |          |                   |                        | <b>total</b>                 | <b>5.52</b>                      |

| Área    | Equipo                | Tipo de equipo      | Potencia unitaria (kW) | Cantidad | En funcionamiento | Total de potencia (kW) | Tiempo de trabajo diario (h) | Consumo de energía diario (kW/h) |
|---------|-----------------------|---------------------|------------------------|----------|-------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Almacén | Luminaria             | Iluminación         | 0.04                   | 6        | 6                 | 0.24                   | 4                            | 0.96                             |
|         | Motor de transmontana | Medios informáticos | 0.4                    | 1        | 1                 | 0.4                    | 7                            | 2.8                              |
|         |                       |                     |                        |          |                   |                        | <b>total</b>                 | <b>3.76</b>                      |

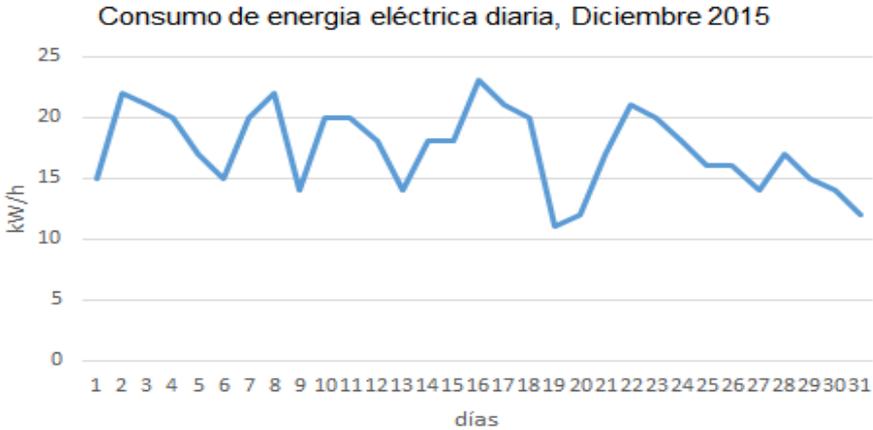
| Área       | Equipo     | Tipo de equipo | Potencia unitaria (kW) | Cantidad | En funcionamiento | Total de potencia (kW) | Tiempo de trabajo diario (h) | Consumo de energía diario (kW/h) |
|------------|------------|----------------|------------------------|----------|-------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Garita CVP | Luminaria  | Iluminación    | 0.02                   | 1        | 1                 | 0.02                   | 8                            | 0.16                             |
|            | Ventilador | Ventilación    | 0.042                  | 1        | 1                 | 0.042                  | 8                            | 0.336                            |
|            |            |                |                        |          |                   |                        | <b>total</b>                 | <b>0.496</b>                     |

**Anexo 5:** Plan de mejora. **Fuente:** Elaboración propia.

| <b>Oportunidad de Mejora:</b> Estudio de Organización del Trabajo |               |                        |  |                      |               |               |
|---|---------------|------------------------|--|----------------------|---------------|---------------|
| <b>Meta:</b> Cumplir con el plan diario de energía eléctrica      |               |                        |  |                      |               |               |
| <b>Responsable General:</b> Director.                             |               |                        |  |                      |               |               |
| <b>QUÉ</b>  | <b>QUIÉN</b>  | <b>CÓMO</b>            | <b>POR QUÉ</b>                           | <b>DÓNDE</b>         | <b>CUÁNDO</b> | <b>CUÁNTO</b> |
| Conformar grupo de trabajo de Organización del trabajo (OT).      | Empresa       | Selección              | Conocedores del tema                     | UEBM 421 Cumanayagua | Junio/16      | 1 semana      |
| Búsqueda de procedimiento y metodologías de OT                    | Grupo trabajo | Revisión de literatura | Para seleccionar la metodología adecuada | UEBM 421 Cumanayagua | Junio/16      | 1 mes         |
| Selección del procedimiento y metodologías de OT                  | Grupo trabajo | Revisión de literatura | Para seleccionar la metodología adecuada | UEBM 421 Cumanayagua | Julio/16      | 1 semana      |
| Preparación del estudios de OT                                    | Grupo trabajo | Según las prioridades  | Preparación del estudio                  | UEBM 421 Cumanayagua | Julio/16      | 3 semanas     |
| Realización del estudio OT  | Grupo trabajo | Según las prioridades  | Diagnóstico y análisis                   | UEBM 421 Cumanayagua | Agosto /16    | 3 meses       |

|  |               |                       |   |                      |                |            |
|--|---------------|-----------------------|---|----------------------|----------------|------------|
| Implementación de la propuesta realizada | Grupo trabajo | Según las prioridades | Implementación de mejoras                               | UEBM 421 Cumanayagua | Septiembre /16 | 3 meses    |
| Control del proceso mejorado             | Grupo trabajo | Según las prioridades | Controlar mejoras y su impacto en la gestión energética | UEBM 421 Cumanayagua | Octubre /16    | permanente |

**Anexo 6:** Ficha de indicador. **Fuente:** Elaboración propia.

|    | <p>Ficha del indicador</p> | <p>Referencia:<br/>Cod. Ficha:</p> |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----------------------------|------------------------------------|-----|----------------|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <p><b>Indicador:</b> Consumo de energía eléctrica para el control diario.</p>   |                            |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p><b>Nivel de referencia:</b><br/><br/>Para determinar un nivel de referencia se necesita de la medición durante un período para poder identificar límites.</p>  |                            |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p><b>Forma de cálculo:</b><br/><br/>kW/h<br/><br/>kW: kilowatts consumidos h:<br/>horas de trabajo</p>   |                            |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p><b>Fuentes de información:</b><br/><br/>Potencia instalada en cada uno de los locales.</p>   |                            |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p><b>Objetivo:</b> Mantener un consumo de energía eléctrica adecuado.</p>  |                            |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p><b>Seguimiento y presentación:</b><br/><br/>Análisis de los datos diarios a través de una hoja de Excel programado.</p>  <table border="1"> <caption>Consumo de energía eléctrica diaria, Diciembre 2015</caption> <thead> <tr> <th>Día</th> <th>Consumo (kW/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>15</td></tr> <tr><td>2</td><td>22</td></tr> <tr><td>3</td><td>20</td></tr> <tr><td>4</td><td>18</td></tr> <tr><td>5</td><td>15</td></tr> <tr><td>6</td><td>14</td></tr> <tr><td>7</td><td>20</td></tr> <tr><td>8</td><td>22</td></tr> <tr><td>9</td><td>14</td></tr> <tr><td>10</td><td>20</td></tr> <tr><td>11</td><td>20</td></tr> <tr><td>12</td><td>18</td></tr> <tr><td>13</td><td>14</td></tr> <tr><td>14</td><td>18</td></tr> <tr><td>15</td><td>18</td></tr> <tr><td>16</td><td>23</td></tr> <tr><td>17</td><td>21</td></tr> <tr><td>18</td><td>20</td></tr> <tr><td>19</td><td>11</td></tr> <tr><td>20</td><td>12</td></tr> <tr><td>21</td><td>17</td></tr> <tr><td>22</td><td>21</td></tr> <tr><td>23</td><td>20</td></tr> <tr><td>24</td><td>18</td></tr> <tr><td>25</td><td>16</td></tr> <tr><td>26</td><td>16</td></tr> <tr><td>27</td><td>14</td></tr> <tr><td>28</td><td>17</td></tr> <tr><td>29</td><td>15</td></tr> <tr><td>30</td><td>14</td></tr> <tr><td>31</td><td>12</td></tr> </tbody> </table> |                            |                                    | Día | Consumo (kW/h) | 1 | 15 | 2 | 22 | 3 | 20 | 4 | 18 | 5 | 15 | 6 | 14 | 7 | 20 | 8 | 22 | 9 | 14 | 10 | 20 | 11 | 20 | 12 | 18 | 13 | 14 | 14 | 18 | 15 | 18 | 16 | 23 | 17 | 21 | 18 | 20 | 19 | 11 | 20 | 12 | 21 | 17 | 22 | 21 | 23 | 20 | 24 | 18 | 25 | 16 | 26 | 16 | 27 | 14 | 28 | 17 | 29 | 15 | 30 | 14 | 31 | 12 |
| Día   | Consumo (kW/h)             |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1   | 15                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2   | 22                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3   | 20                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4   | 18                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5   | 15                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6   | 14                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7   | 20                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8   | 22                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9   | 14                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10  | 20                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11  | 20                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12  | 18                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 13  | 14                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14  | 18                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 15  | 18                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 16  | 23                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 17  | 21                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 18  | 20                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 19  | 11                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 20  | 12                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 21  | 17                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 22  | 21                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 23  | 20                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 24  | 18                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 25  | 16                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 26  | 16                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 27  | 14                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 28  | 17                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 29  | 15                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 30  | 14                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 31  | 12                         |                                    |     |                |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |