



**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS “CARLOS RAFAEL RODRIGUEZ”**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

# **Trabajo de Diploma en Opción al Grado de Ingeniero**

**Título:** Mejora al desempeño Energético de la UEB  
Santiago Ramírez perteneciente a la Empresa Materiales  
de la Construcción Cienfuegos

**Autor:** Yasmany Tomas Plasencia

**Tutora:** MsC. Jenny Correa Soto

Ing. Roxana González Álvarez.

**Cienfuegos 2013**

**Pensamiento**

## PENSAMIENTO

*Rectificación no significa extremismo, idealismo, no puede implicar, bajo ningún concepto, falta de realismo. Significa buscar soluciones nuevas a problemas viejos.*

***Fidel Castro Ruz.***

**Dedicatoria**

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi familia, amigos, profesores y todas las personas que de una forma u otra me dio su ayuda incondicionalmente a lo largo de toda mi vida .

# Agradecimientos

## AGRADECIMIENTOS

*A los que colaboraron, con sus mejores deseos en la Empresa de materiales de la construcción a mis tutores a Javier, Osmel y Michel.*

Resumen



## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objeto de estudio diseñar las etapas de la planificación energética en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011 de la UEB Santiago Ramírez.

El trabajo se estructura en 3 capítulos. En el primer capítulo se abordan los temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Calidad, el Sistema de Gestión de la Energía y con ello la Planificación de la Producción y la Planificación Energética. En el segundo capítulo se realiza la caracterización energética de la organización y se plasman las etapas para la planificación energética. En el tercer capítulo se realiza la planificación de la energía para la fabricación de piedra de la UEB Santiago Ramírez, Cienfuegos. En correspondencia con la NC-ISO 50001:2011, haciendo uso a herramientas y técnicas como: trabajo con expertos, trabajo de Grupos, tormenta de ideas, las herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) y de calidad, la aplicación Excel sobre Windows, Microsoft Office Visio 2007 y el software estadístico Statgraphics Centurión XV versión 15.2.06.

# Abstract

## **ABSTRACT**

The present investigation work has like study object to design the stages of the energy planning in correspondence with the NC-ISO 50001:2011 of the UEB Santiago Ramirez.

The work is structured in 3 chapters. In the first chapter the topics related with the System of Administration of the Quality are approached, the System of Administration of the Energy and with it the Planning of the Production and the Energy Planning. In the second chapter he/she is carried out the energy characterization of the organization and the stages are captured for the energy planning. In the third chapter he/she is carried out the planning of the energy for the production of Tile of the UEB Concrete, Cienfuegos. In correspondence with the NC-ISO 50001:2011, making use to tools and technical as: I work with experts, work of Groups, storm of ideas, the tools of the Technology of Efficient Total Administration of the Energy (TGTEE) and of quality, the application Excel Windows, Microsoft has more than enough Office Visio 2007 and the statistical software Stat graphics Centurion XV version 15.2.06.

# Índice

# ÍNDICE

## RESUMEN

## ABSTRACT

## INTRODUCCIÓN..... 10

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO – REFERENCIAL ..... 13

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 – Introducción:.....                                                                  | 13 |
| 1.2 – Sistema de Gestión de la Calidad. ....                                              | 14 |
| 1.2.1 Principios de gestión de la calidad.....                                            | 14 |
| 1.2.2 Política de la calidad .....                                                        | 16 |
| 1.2.3 Objetivos de la calidad .....                                                       | 16 |
| 1.2.4 Sistema de gestión de la calidad y otros sistemas de gestión.....                   | 16 |
| 1.2.4 Diversos enfoques sobre el Mejoramiento Continuo de la Calidad .....                | 17 |
| 1.3 Sistema de Gestión Energética .....                                                   | 17 |
| 1.3.1. La gestión de la energía.....                                                      | 17 |
| 1.3.2 Indicadores de Gestión Energética.....                                              | 18 |
| 1.3.3. Importancia de implantar y certificar el Sistema de Gestión Energética .....       | 20 |
| 1.3.4. Consumo y energía .....                                                            | 20 |
| 1.3.5. Uso eficiente de la energía .....                                                  | 20 |
| 1.3.6. La situación energética mundial .....                                              | 21 |
| 1.3.7. Conciencia mundial sobre eficiencia energética en la construcción de edificios. .. | 21 |
| 1.3.8. Eficiencia energética en Cuba .....                                                | 22 |
| 1.4. NORMAS INTERNACIONALES SOBRE GESTIÓN DE LA ENERGÍA .....                             | 23 |
| 1.4.1. La norma UNE 216301:2007:.....                                                     | 24 |
| 1.4.2 La Norma UNE 216501:2010 .....                                                      | 24 |
| 1.4.3. ISO 26000:2010 Responsabilidad social de la empresa .....                          | 25 |
| 1.4.4 Norma de ISO 50001: 2011.....                                                       | 26 |
| 1.5 PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN .....                             | 27 |
| 1.5.1 Planificación .....                                                                 | 27 |
| 1.5.2 Control.....                                                                        | 28 |
| 1.6 PLANIFICACIÓN AGREGADA.....                                                           | 31 |
| 1.6.1 Métodos de la planificación agregada.....                                           | 31 |
| 1.7 PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) .....                                | 33 |
| 1.7.1 Evolución de la planeación de requerimientos de materiales.....                     | 33 |
| 1.7.2 Estructura de la Planeación de los Requerimientos Materiales (MRP).....             | 34 |

|                                                                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.8 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA .....                                                                                                                              | 35        |
| 1.8.1 <i>Planificación Energética Regional Integrada - Conceptos y enfoque</i> .....                                                                            | 38        |
| 1.8.2 <i>Planificación Energética en la Comunidad</i> .....                                                                                                     | 41        |
| CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO .....                                                                                                                       | 42        |
| <b>CAPÍTULO II: DISEÑO DE LAS ETAPAS DE LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA EN LA PRODUCCIÓN DE LA UEB SANTIAGO RAMÍREZ CIENFUEGOS .....</b>                            | <b>44</b> |
| 2.1 INTRODUCCIÓN .....                                                                                                                                          | 44        |
| 2.2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN. ....                                                                                  | 44        |
| 2.2.1. <i>Reseña histórica de la Empresa Materiales de la Construcción</i> .....                                                                                | 44        |
| 2.2.2. <i>Objeto social</i> .....                                                                                                                               | 44        |
| 2.2.3. <i>Planeación estratégica de la Empresa Materiales de la Construcción</i> .....                                                                          | 45        |
| 2.2.4. <i>Estructura organizativa de la Empresa Materiales de la Construcción</i> .....                                                                         | 45        |
| 2.2.4.1 UEB Combinado de Áridos Gruesos (piedra) Arriete.....                                                                                                   | 46        |
| 2.3.1 <i>Caracterización Energética de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.</i><br>.....                                                        | 47        |
| 2.3.2 <i>Acciones realizadas por la empresa en función de la eficiencia energética</i> .....                                                                    | 47        |
| 2.3.3 <i>Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos en el periodo (2010-2012)</i> ..... | 48        |
| 2.3.4. <i>Orden de prioridad a los portadores energéticos según su gasto y consumo.</i> .....                                                                   | 50        |
| 2.3.5. <i>Definición de la empresa de estudio.</i> .....                                                                                                        | 40        |
| 2.4.1 <i>Diagramas tecnológico del flujo energético de producción</i> .....                                                                                     | 41        |
| 2.4.2 <i>Índices de consumo</i> .....                                                                                                                           | 42        |
| 2.4.3. <i>Posibles causas del alto por ciento del consumo de portadores energéticos no asociados directamente a la producción.</i> .....                        | 42        |
| 2.5.- IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....                                                                                                                          | 42        |
| 2.5.1. <i>Preparación del Diagrama Causa-Efecto.</i> .....                                                                                                      | 43        |
| 2.5.2. <i>Elaboración del plan de oportunidades y mejoras en la Empresa Materiales de la Construcción.</i> .....                                                | 43        |
| 2.6 .PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA. ....                                                                                                       | 43        |
| 2.6.1. <i>Etapas del procedimiento de planificación energética</i> .....                                                                                        | 46        |
| 2.6.1.1. <i>Etapas I: revisión del proceso de planeación energética</i> .....                                                                                   | 46        |
| 2.6.1.2. <i>Etapas II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos</i> .....                                                                       | 48        |
| 2.6.1.3. <i>Etapas III: Revisión energética</i> .....                                                                                                           | 49        |
| 2.6.1.4. <i>Etapas IV: Resultados del proceso de planeación energética</i> .....                                                                                | 53        |
| 2.6.1.5. <i>Etapas V: Planes de acción y de control de la planificación energética</i> .....                                                                    | 55        |

|                                                                                                                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CONCLUSIONES PARCIALES .....                                                                                                                                                                      | 56        |
| CAPÍTULO III SE REALIZA LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA EN LA PRODUCCIÓN DE LA UEB SANTIAGO RAMÍREZ, CIEFUEGOS EN CORRESPONDENCIA CON LA NC-ISO 50001:2011 ..... | 59        |
| 3.2. PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA EN LA PRODUCCIÓN DE PIEDRA LA UEB SANTIAGO RAMÍREZ, CIEFUEGOS.....                                                                            | 59        |
| 3.2.1 <i>Etapas I: Revisión del Proceso Planeación energética</i> .....                                                                                                                           | 59        |
| 3.2.2 <i>Etapas II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos</i> .....                                                                                                            | 61        |
| 3.2.3 <i>Etapas III: Revisión energética</i> .....                                                                                                                                                | 61        |
| 3.2.4. <i>Etapas IV: Resultado del proceso de la planificación energética</i> .....                                                                                                               | 67        |
| 3.2.4.1. Indicadores de desempeño energético.....                                                                                                                                                 | 67        |
| 3.2.4.2. Línea base y meta energética.....                                                                                                                                                        | 73        |
| 3.2.5. <i>Etapas V: Planes de acción y control de la planificación energética</i> .....                                                                                                           | 74        |
| CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO .....                                                                                                                                                         | 74        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                                                                                                                                                                          | <b>40</b> |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>                                                                                                                                                                      | <b>42</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                                                                                                                                                                          | <b>44</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                                                                                                                                                | <b>50</b> |

# Introducción



## INTRODUCCIÓN

### Introducción

En los momentos actuales reviste vital importancia para toda empresa cubana desarrollar e implementar su política energética para poder lograr la reducción en el consumo de energía. Evitar consumo innecesario de energía o escoger la mayor parte de equipo apropiado para reducir el costo de la energía ayuda a disminuir de energía.

El sistema de gestión energética pretende 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.

Es por lo que se puede definir la eficiencia energética como la reducción del consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y la calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. (Borroto, A. 2006)

Las guías y normas de la ISO trae implícita la planificación de la energía, la cual 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 que decida mejorar su modelo de consumo energético y que desee hacerlo conforme a un plan correctamente elaborado.

La Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos, produce y comercializa materiales de la construcción y acabados, así como brinda, servicios relacionados con su actividad fundamental; en transportación, servicios constructivos y de postventa, dirigidos a satisfacer las necesidades de los clientes asegurando calidad, profesionalidad y preservando el medio ambiente.

Esta empresa está conformada por una oficina central, y cinco (5) UEB dedicadas a la producción de materiales de construcción y la prestación de servicios.

La Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos comenzó a implantar en el 2012 mediante un estudio realizado por (José Pujol, 2012) la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), desarrollada por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos en la cual se realizó una evaluación del suministro eléctrico de la entidad. Detectándose entre los problemas que afectaban la calidad de la energía y la Gestión Energética los siguientes:

- El transformador de entrada está sobredimensionado.

- La existencia de valores considerables de pérdidas por transformación, fundamentalmente de vacío.
- Diecisiete transformadores en el interior de las fábricas, la mayoría subcargados o no se desconectan en horarios de baja demanda por no tener breakers independientes
- La Pizarra General de Distribución (PGD), data de la época de diseño de la empresa, por lo que no se ha podido independizar la alimentación de los puestos claves.
- Existencia de máquinas y herramientas en la fábrica de mangueras que pertenecen a la fábrica de cilindros hidráulicos.

En los últimos años en la Empresa Materiales de la Construcción se han realizado acciones con el objetivo de disminuir el consumo de los portadores energéticos, en concordancia con la política energética del país, efectuando estudios orientados a determinar los portadores energéticos de mayor consumo. Para ello en la Empresa Materiales de la Construcción se desarrollan los consejos energéticos donde se elaboró y aprobó el plan de ahorro de los portadores energéticos, dentro de las medidas tomadas se encuentran:

Realizar el control diario de los consumos de energía eléctrica, diesel y fuel oil, siendo estos los portadores energéticos de mayor consumo en la empresa.

Cambiar de bomba (su dimensionada) existente, por una electrobomba.

Instalación de dos plantas de hidrociclado de 76 T/h.

Dentro de la UEB productivas de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos , la UEB Combinado de Áridos “Ariete” tiene como objeto social la trituración de piedra para el consumo de las obras de construcción nacional, la materia prima producida en este proceso se clasifica como árido y de esta se derivan:

Producto - Polvo de piedra - Granito - Gravilla - Hormigón

Dimensión 0 --- 5mm 5 --- 10mm 10 – 19mm 19 – 38mm

Estas producciones son obtenidas en dos centros productivos que tienen similar tecnología de procedencia china, ambos poseen yacimientos diferentes en cuanto a las características de la roca que contienen. El Molino de Piedra “Los 500” que está formado por un yacimiento de Roca 61 Caliza, mientras que el Molino de Piedra “Arriete” su yacimiento está conformado por una Roca Ígnea. Estos dos Molinos contienen como se ha mencionado anteriormente, similitudes en la tecnología que emplean, como en casi todas las operaciones ejecutadas en sus procesos, esto se afirma, por motivo de que en la etapa del proceso número uno, difieren ambas, lo cual podrá ser observado seguidamente. Después que prosiguen a la etapa número dos, sus

procesos no sufren variación en cuanto a ser diferentes, ya que desde ese punto hasta que concluyen mantienen la igualdad.

Arriete

1. Preparación de reservas geológicas, para su posterior extracción en los diferentes periodos establecidos.

- Se desbroza el área a explotar. - Se succiona el agua acumulada en el yacimiento.
- Se destapa el área a explotar. - Se desbroza el área a explotar.
- Se destapa el área que se explotará.

2. Perforación, voladura, extracción, carga y transportación. Las que tienen como fin, extraer las reservas del yacimiento que cumplan con los requisitos normados y almacenar en áreas cercanas al lugar de cargue, así como la forma de cargar la materia prima y transportarla.

- Se perfora el lugar aprobado para ello, luego se explota y se extrae la materia prima.
- Inspección y ensayo de la materia prima.
- Cargue y transportación de la materia prima.

3. Trituración primaria de la piedra.

- Alimentación y separación preliminar del desecho (material térreo arcilloso)
- Trituración del molino primario.
- Zaranda recuperadora
- Zaranda separadora de macadán.
- Molino secundario
- Zaranda clasificadora
- Transportación hasta el área de almacenamiento

4. Almacenamiento y entrega del producto

- Almacenamiento del producto procesado.
- Ensayo al producto final.
- Entrega del producto final

Como puede observarse en ambos molinos el proceso tecnológico tiene un mismo contenido y características específicas, aunque los resultados no son los mismos.

Si se analiza el comportamiento de los dos centros productivos de áridos, se visualiza que el Molino de piedra Ariete tiene una producción total de 9736.85 m<sup>3</sup> superior al efectuado por el Molino de piedra Los 500, suponiendo esto un 27.08% más de producción. Los productos que 63 le permiten esta ventaja relativa son la Gravilla, ascendiendo a 3364.6m<sup>3</sup> Donde los portadores energéticos implicados en el proceso productivo son el diesel y la energía eléctrica, siendo este último el de mayor impacto económico debido a que en el periodo del 2010 al 2012 se consumió 680572 KW, de ese consumo 67765 KW por concepto de pérdidas, para un pago de facturación \$241.318.002 y de \$96726.83 penalizaciones. Además UEB desconoce los equipos más consumidores, y veracidad de los indicadores. Por lo que la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos para una futura certificación de la norma NC-ISO 50001:2011 no tiene elementos que permita hablar de una correcta planificación energética.

De lo anterior descrito se enuncia el siguiente **Problema de Investigación:**

¿Cómo determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético en la UEB Santiago Ramírez contribuir a partir de la planificación energética a la integración de la NC-ISO 50001:2011?

#### **Objetivo general.**

Determinar las oportunidades de mejora del desempeño energético en UEB Santiago Ramírez perteneciente a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos

#### **Objetivos específicos.**

Realizar la caracterización energética en la UEB Santiago Ramírez perteneciente a la Empresa la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.

Aplicar el procedimiento para la planificación energética en la UEB Santiago Ramírez perteneciente a la Empresa la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.

Determinar las oportunidades de mejora del desempeño energético en la UEB Santiago Ramírez. Perteneciente a la Empresa la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.

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

Dada a que la gestión de la Energía en la actualidad es un tema de importancia debido a la aprobación por la International Estandarte Organización (ISO) en junio 2011, de la norma internacional ISO 50001:2011. "Gestión de la Energía", norma adoptada por Cuba en enero 2012, además de los temas de importancia definidas por el CITMA tales como la reducción de contaminantes y la eficiencia energética. Que la entidad Materiales de Construcción Cienfuegos perteneciente al Ministerio de la Construcción grupo GEICOM, se enfrascado en gestionar el

uso y consumo de los portadores energéticos, en las diferentes UEB productivas que la integran siendo de la UEB Santiago Ramírez la analizada debido a la situación crítica desde el punto de vista de consumo energética debido a los sobre consumos de la misma representando así un costo sustancial para la empresa

#### **Tipos de investigación.**

La investigación se clasifica como Descriptiva.

#### **Hipótesis de Investigación.**

La aplicación del procedimiento para la planificación energética, permitirá determinar las oportunidades de mejora del desempeño energético de la UEB Santiago Ramírez perteneciente a la Empresa la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.

#### **Definición de variables.**

Variable independiente: Procedimiento para la planificación energética

Variable dependiente: Desempeño energético

#### **Definición conceptual:**

Procedimiento para la planificación energética: Forma especificada para llevar a cabo el proceso de planificación energética, a través de las etapas de revisión del proceso de planeación energética, establecimiento de requisitos legales y otros requisitos, revisión energética, resultados del proceso de planeación energética y planes de acción y de control de la planificación energética.

Desempeño energético. Resultados medibles relacionados con la capacidad que tiene la Santiago Ramírez perteneciente a la Empresa la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos de producir bienes a partir de la energía eléctrica.

#### **Lineamientos a los cuales tributa la investigación:**

Teniendo en cuenta los lineamientos de la política económica y social aprobada en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba dando cumplimiento al lineamiento 127 la política de ciencia, tecnología e innovación y los lineamientos 200,201,202, 215, 232 y 233 de la política Industrial y energética.

# Capítulo I

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO – REFERENCIAL

## Capítulo I: Planificación energética

### 1.1 – Introducción:

Para el desarrollo del marco teórico de la investigación, se abordan los temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Calidad, el Sistema de Gestión Energética y con ello la planificación de la producción y la planificación energética. Lo cual se ilustra en la figura 1.1.

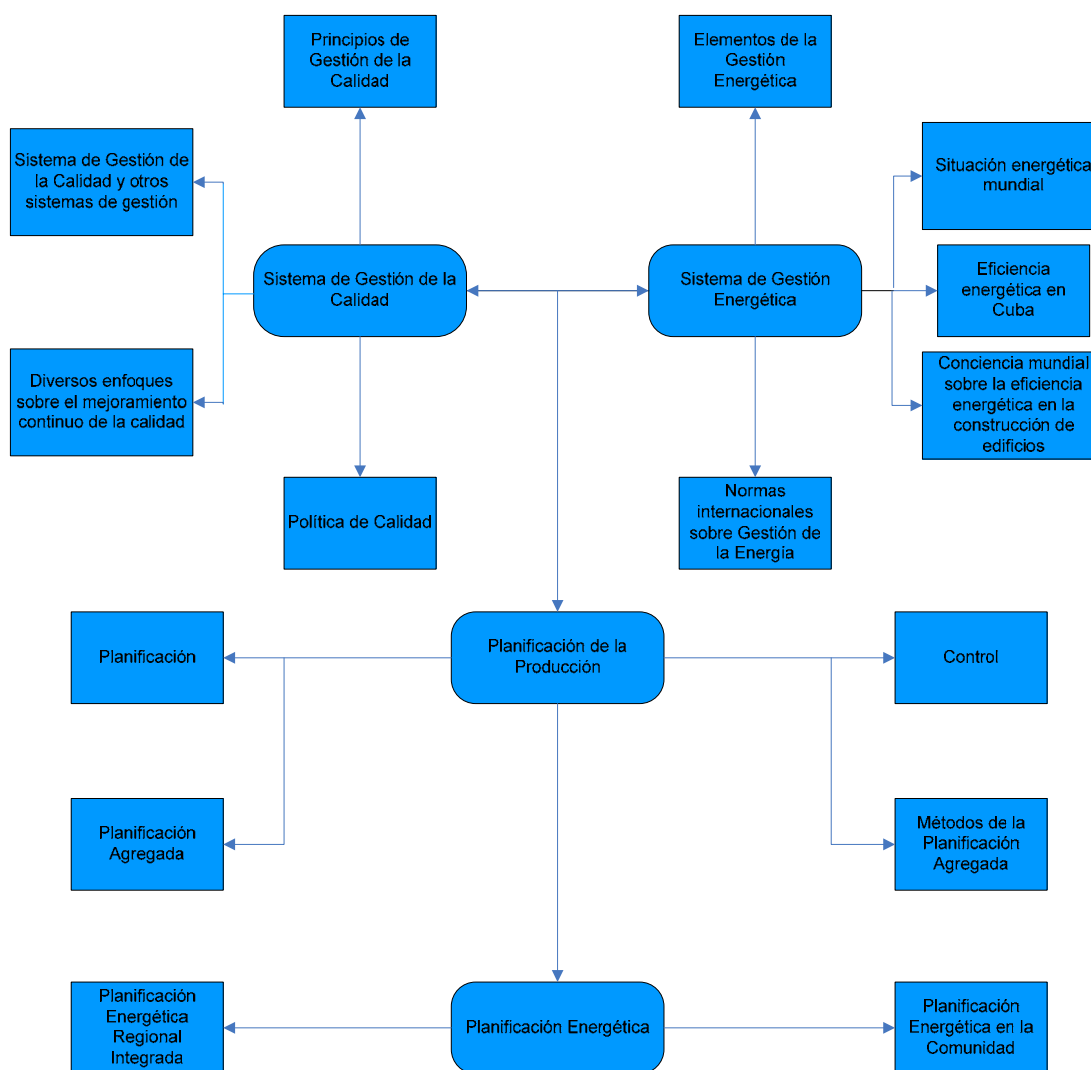


Figura 1.1: Hilo conductor en la elaboración del marco teórico.

Fuente: Elaboración propia.

## **1.2 – Sistema de Gestión de la Calidad.**

### **1.2.1 Principios de gestión de la calidad**

Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión.

Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

- **Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.
- **Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.
- **Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- **Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- **Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- **Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
- **Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.NC: (ISO: 9000: 2005)



El modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos que se muestra en la figura 1.2 ilustra los vínculos entre los procesos. Esta figura muestra que los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos.

El modelo mostrado en la figura 1.2 cubre todos los requisitos de esta Norma Internacional, pero no refleja los procesos de una forma detallada. De manera adicional, la norma ISO 9000: 2005 propone aplicar a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PHVA) que fue desarrollada inicialmente en la década de los 20 por Walter Shewhart, y fue popularizada luego por W. Edwards Deming. Por esa razón, es frecuentemente conocido como (PDCA, ciclo Deming). El ciclo Deming puede describirse brevemente como:



**Figura 1.2:** Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos

**Fuente:** NC: ISO 9001: 2008

Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer: implementar los procesos.

Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño energético. (NC: ISO 9001: 2008)

Las normas ISO 9001 e ISO 9004 forman un par coherente de normas sobre la gestión de la calidad. La norma ISO 9001 está orientada al aseguramiento de la calidad del producto y a aumentar la satisfacción del cliente, mientras que la norma ISO 9004 tiene una perspectiva más amplia sobre la gestión de la calidad brindando orientaciones sobre la mejora del desempeño. El estándar internacional de ISO 9001:2008 exige realizar el principio de “enfoque de procesos” que incluye el estudio de la organización como el sistema de procesos, descripción de procesos como por separado, tanto en su interacción, comprobación de sistema de proceso con el fin de asegurar la gestión de proceso eficaz.

### ***1.2.2 Política de la calidad***

La política de la calidad y los objetivos de la calidad se establecen para proporcionar un punto de referencia para dirigir la organización. Ambos determinan los resultados deseados y ayudan a la organización a aplicar sus recursos para alcanzar dichos resultados. La política de la calidad proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad. (NC: ISO 9000: 2005)

### ***1.2.3 Objetivos de la calidad***

Los objetivos de la calidad tienen que ser coherentes con la política de la calidad y el compromiso de mejora continua, y su logro debe poder medirse. El logro de los objetivos de la calidad puede tener un impacto positivo sobre la calidad del producto, la eficacia operativa y el desempeño financiero y, en consecuencia, sobre la satisfacción y la confianza de las partes interesadas. (NC: ISO 9000: 2005)

### ***1.2.4 Sistema de gestión de la calidad y otros sistemas de gestión.***

El sistema de gestión de la calidad es aquella parte del sistema de gestión de la organización enfocada en el logro de resultados, en relación con los objetivos de la calidad, para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas, según corresponda. Los objetivos de la calidad complementan otros objetivos de la organización, tales como aquellos relacionados con el crecimiento, los recursos financieros, la rentabilidad, el medio ambiente y la seguridad y salud ocupacional.

Las diferentes partes del sistema de gestión de una organización pueden integrarse conjuntamente con el sistema de gestión de la calidad, dentro de un sistema de gestión único, utilizando elementos comunes. Esto puede facilitar la planificación, la asignación de recursos, el establecimiento de objetivos complementarios y la evaluación de la eficacia global de la

organización. El sistema de gestión de la organización puede evaluarse comparándolo con los requisitos del sistema de gestión de la organización. (NC: ISO 9000: 2005).

#### ***1.2.4 Diversos enfoques sobre el Mejoramiento Continuo de la Calidad***

El desarrollo de procedimientos y métodos que sean específicos para el proceso analizado, con el fin de darle solución a los problemas que surjan y por ende, elevar su eficiencia, sólo es posible lograrlo teniendo en consideración el proceso de mejoramiento.

Juran & Gryna [1993, 1998] definen el mejoramiento continuo como el logro de un nuevo nivel de rendimiento superior al nivel anterior, esta superioridad se consigue con la aplicación del concepto del salto adelante a los problemas de calidad. La mejora de la calidad abarca tanto la mejora de la aptitud de uso, como la reducción del nivel de defectos y errores. Ambas actividades se aplican a todos los consumidores internos o externos.

El Dr. Deming en 1986 realiza una contribución excepcional en el área de mejoramiento de la calidad destacándose los siguientes aspectos positivos: 1) vivió la evolución de la calidad en Japón, y de esta experiencia desarrolló sus famosos 14 puntos para que la administración lleve a la empresa a una posición de productividad y competitividad; 2) la calidad está orientada a las necesidades de los clientes, que se encuentran en continuo cambio, por lo que es necesario realizar el trabajo según el ciclo de mejora PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar); 3) la participación de todos en la empresa en la responsabilidad por la calidad, comenzando por la alta gerencia ; 4) la mejora a través de la reducción continua de la variabilidad, utilizando técnicas estadísticas, gerenciales y de producción ; 5) la capacitación de todos, buscando participación total en la mejora y 6) reducción de los costos de calidad.

### **1.3 Sistema de Gestión Energética**

#### ***1.3.1. La gestión de la energía.***

El ámbito energético se enfrenta actualmente a tres grandes retos: la competitividad directamente relacionada con la disminución de la intensidad energética (desacoplamiento del aumento del consumo energético con el desarrollo económico), el cambio climático y la seguridad de suministro. En cualquiera de las soluciones estudiadas para resolver estos desafíos se encuentra la optimización de la demanda, mediante la eficiencia y el ahorro energético, por ser la más inmediata y barata de aplicar y porque aporta reducciones de costes y ahorro de recursos a corto plazo. Además, la eficiencia energética es la principal opción para alcanzar el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero, pudiendo contribuir a su reducción hasta en un 43% durante los próximos 20 años.

Desde hace una década, diversas organizaciones de normalización vienen trabajando para desarrollar documentos que orienten a las organizaciones sobre cómo gestionar eficazmente la energía. El 15 de junio de 2011 la Organización Internacional de Normalización (ISO) publicó la esperada ISO 50001: 2011, un documento que ayudará a las organizaciones que lo implanten a obtener mejoras significativas en su eficiencia energética, con el consiguiente impacto positivo en su cuenta de resultados.

La Norma ISO 50001 puede ser implantada por cualquier organización, independientemente de su tamaño, sector y ubicación. No establece requisitos absolutos para el desempeño energético más allá de los compromisos incluidos en la política energética, del cumplimiento de los requisitos legales aplicables y de la mejora continua.

Tampoco establece por sí misma criterios de rendimientos con respecto a la energía. Por otra parte, los conceptos de alcance y límites dan flexibilidad a la organización para definir el ámbito de aplicación del sistema de gestión energética. Según la ISO 50001: 2011, el concepto de desempeño energético incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético, por lo que la organización puede actuar en un amplio rango de actividades de desempeño energético. (Juan Manuel García Márquez, A. C. P. (2012). Gestión de la Eficiencia Energética: Calculo de consumo e indicadores y mejora. AENOR.)

### ***1.3.2 Indicadores de Gestión Energética.***

Al establecer criterios o metas de producción, es práctica común plantearse los indicadores económicos que implica establecer un rango para evaluar su cumplimiento. Encerrarse en estos indicadores sin realizar variaciones es absurdo porque la reducción continua de las variables que inciden en los mismos posibilita una disminución de los costos. Los principios de reacción en cadena plantean que una reducción continua de errores es mejoramiento continuo, significa costos cada vez más bajos, disminución del desperdicio de materiales, recursos energéticos y financieros, de tiempo en esfuerzo humano y lógicamente provoca que aumente la productividad. Por lo tanto, un proceso de mejoramiento energético implica hallar las causas potenciales que atentan contra la obtención de un producto o la prestación de un servicio ineficiente energéticamente y eliminarlas, de forma tal que el problema no se repita, con la propuesta de soluciones para contrarrestar la deficiencia o alto consumo de portadores energéticos. (Leiva, 2010).

Para el logro de la eficiencia energética debe contarse con indicadores e índices que permitan el análisis y muestren las desviaciones en los consumos y pueda la dirección en las organizaciones detectar problemas y tomar decisiones. El índice de consumo de energía se define como la cantidad consumida por unidad de producción o servicios medidos en términos

físicos (productos o servicios prestados). Este índice relaciona la energía consumida (KWh, litros de combustible, toneladas de fuel oil, toneladas equivalentes de petróleo), con indicadores de la actividad expresados en unidades físicas (toneladas de acero producidas, hectolitros de cerveza producidos, habitaciones-días ocupadas, toneladas-kilómetros transportadas). (Borroto, 2006).

En esta investigación se considera que un indicador de gestión energética es la expresión cuantitativa del comportamiento y el desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede señalar una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso. Para trabajar con los indicadores debe establecerse todo un sistema que vaya desde la correcta comprensión del hecho o de las características hasta la toma de decisiones acertadas para mantener, mejorar e innovar el proceso.

El concepto de indicadores de gestión remonta su éxito al desarrollo de la filosofía de calidad total creada en Estados Unidos y aplicada acertadamente en Japón. (Índices de eficiencia energética, 2007).

Según la propia fuente las principales características de los indicadores de gestión energética son:

- Simplicidad: puede definirse como la capacidad para definir el evento que se pretende medir de manera poco costosa.
- Adecuación: entendida como la facilidad de la medida para describir por completo el fenómeno o efecto. Debe reflejar la magnitud del hecho analizado y mostrar la desviación real del nivel deseado.
- Validez en el tiempo: puede definirse como la propiedad de ser permanente por un período deseado.
- Participación de los usuarios: es la habilidad para estar involucrados desde el diseño, y debe proporcionárseles los recursos y formación necesarios para su ejecución. Este es quizás el ingrediente fundamental para que el personal se motive en torno al cumplimiento de los indicadores.
- Utilidad: es la posibilidad del indicador para estar siempre orientado a buscar las causas que llevan a alcanzar un valor particular y mejorarlas.
- Oportunidad: entendida como la capacidad para que los datos sean recolectados a tiempo. Igualmente requiere que la información sea analizada oportunamente para

poder actuar. (Omar Pérez García, Sonia Elena González Gómez, & Yoel Martínez. (n.d.). LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL CONTEXTO EMPRESARIAL CUBANO. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Retroceded from <http://xn--caribea-9za.eumed.net/gestion-energetica-contexto-empresarial-cubano/>.)

### ***1.3.3. Importancia de implantar y certificar el Sistema de Gestión Energética***

La importancia que tiene implantar y certificar un Sistema de Gestión de la Energía es que:

- Promociona la Política Energética e integra la eficiencia energética en la organización, alineando el Sistema de Gestión Energética con los otros sistemas de gestión existentes.
- Mejora la eficiencia energética de los procesos de forma sistemática, y mejorar los resultados empresariales mediante la identificación de soluciones técnicas precisas
- Proporciona una actitud responsable y económicamente rentable (reducción de costes)
- Da a conocer los objetivos normativos obligatorios actuales y futuros sobre eficiencia energética y reducción de Gas Efecto Invernadero
- Proporciona la voluntad de cumplir con los compromisos del Protocolo de Kioto, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>.S

### ***1.3.4. Consumo y energía***

El fenómeno de la globalización, la liberalización de los mercados, el aumento de los índices de pobreza y marginalidad, y las guerras movidas por intereses económicos, específicamente por el control de los recursos petroleros, son cuestiones que caracterizan al mundo contemporáneo, exacerbadas por el incremento de la demanda mundial de consumo energético combinada con la disminución a escala global de las reservas de combustible fósil. Así, la demanda de energía no sólo ha tenido que crecer en la industria, sino también en los consumidores de los productos manufacturados, dado que estos precisan mayoritariamente energía para cumplir con su finalidad. Para satisfacer esta demanda, no sólo de bienes, sino de exigencia de nuevas cotas de confort, se hace preciso una mayor generación y oferta de energía. Por ello, se ha hecho necesario dotarse de grandes centros generadores de energía excedentaria, ante la eventualidad de poder satisfacer la demanda que pueda ser requerida.

### ***1.3.5. Uso eficiente de la energía***

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los combustibles fósiles. Es una tarea urgente, según muchos de los estudiosos del ambiente, porque la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales son muy serios y porque, a

medio plazo, no podemos seguir basando nuestra forma de vida en una fuente de energía no renovable que se va agotando. Además esto lo debemos hacer compatible, por un deber elemental de justicia, con lograr el acceso a una vida más digna para todos los habitantes del mundo. Para lograr estos objetivos son muy importantes dos cosas:

- aprender a obtener energía, de forma económica y respetuosa con el ambiente.

- aprender a usar eficientemente la energía.

Usar eficientemente la energía significa no emplearla en actividades innecesarias y conseguir hacer las tareas con el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía es lo más importante para lograr un auténtico desarrollo, que se pueda llamar sostenible. Por ejemplo, se puede ahorrar energía en los automóviles, tanto construyendo motores más eficientes, que empleen menor cantidad de combustible por kilómetro, como con hábitos de conducción más racionales, como conducir a menor velocidad o sin aceleraciones bruscas.(Rosel Reid, 2011)

### ***1.3.6. La situación energética mundial***

Los pronósticos más recientes sugieren que la población del mundo crecerá a más de 8.000 millones en el año 2020. Alrededor del 90% de ese crecimiento ocurrirá en los países en desarrollo. En el 2005, aproximadamente el 75% de la población del mundo que vive en países en desarrollo y en los recientemente industrializados, consumieron solamente el 33% del total de la energía global consumida. Para el año 2020 se calcula que cerca del 85% de la población mundial vivirá en estos países y será responsable de aproximadamente el 55% del consumo total de energía. En las dos últimas décadas la demanda de energía en Asia se incrementó en aproximadamente 4,5% por año, en comparación con el 2% experimentado por EEUU y Europa. El aumento del consumo de carbón en Asia ha sido aún más rápido, casi del 5,5% anualmente en los últimos 10 años.(Rudy Márquez, 2011).

### ***1.3.7. Conciencia mundial sobre eficiencia energética en la construcción de edificios.***

El Protocolo de Kioto y la Directiva Europea sobre Eficiencia Energética en los Edificios suponen el punto de partida para conseguir una disminución del consumo energético y de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

En los últimos años se están tomando en España una serie de medidas normativas para la transposición de la normativa europea. Tras la puesta en marcha del Código Técnico de la Edificación (CTE), que incluía disposiciones referentes a la eficiencia energética, en mayo entró en vigor la ley para la Certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Además de una evolución normativa en el campo de la técnica y la adopción de una visión más internacional, el CTE ha legislado por primera vez el uso energético en la construcción. Esta evolución normativa ha asentado unas bases fundamentales para la sostenibilidad en el proceso constructivo que afectan a todos los agentes que intervienen en el mismo e incluso al usuario final (agente responsable del uso y mantenimiento del edificio).

El nuevo enfoque del CTE, basado en prestaciones "establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE)". Uno de sus apartados está dedicado de forma específica al tema energético: el Documento Básico "Ahorro de Energía". Éste establece, por primera vez a nivel nacional, reglas y procedimientos que permiten un uso racional de la energía necesaria utilizada en los edificios, mediante la reducción a límites sostenibles de consumo y logrando que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovables.

Las disposiciones del CTE se han completado recientemente con la aprobación del Real Decreto 47/2007 de 19 de enero, que establece el Procedimiento básico para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Nueva Construcción. El nuevo certificado es de carácter obligatorio desde el 31 de octubre del presente año e incluye información objetiva sobre las características energéticas de los edificios -de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética- favorecerá la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

La calificación de eficiencia energética es el primer paso para conseguir la certificación de eficiencia energética. Dicha calificación es la expresión del consumo de energía que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. La nueva ley establece el procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, así como las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los proyectos y de los edificios terminados.

En sintonía con la concienciación global entorno a la sostenibilidad, la nueva normativa fomenta el uso racional de la energía en el sector de la construcción, limitando las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorando el medioambiente.  
([http://tecno.sostenibilidad.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=178&Itemid=2](http://tecno.sostenibilidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=178&Itemid=2))

### **1.3.8. Eficiencia energética en Cuba**



En el período 80-89 en Cuba se decía que existía un adecuado balance oferta - demanda de portadores energéticos, en esta etapa crecía el consumo de energía a una tasa promedio anual de un 4 %. Quizás no se había tomado conciencia exacta del consumo energético nacional. La etapa 1989-1993 tuvo una tendencia a la reducción de la intensidad energética. La causa fundamental de este comportamiento fue la caída en los niveles de actividad económica, que conllevó a la eliminación y reducción de los consumos energéticos. Al mismo tiempo, se produjo un deterioro en los índices de intensidad energética de las principales ramas industriales (combustible, metalurgia ferrosa y no ferrosa, azúcar, materiales de la construcción, etc.). El ajuste derivó en una estructura de producción de bienes y servicios menos intensiva en el uso de la energía. En el período 90-93, con el derrumbe del campo socialista, el incremento del bloqueo y la crisis económica que comenzó a sufrir el país, la disponibilidad de generación eléctrica decreció desde el 78 % hasta el 53 % y la de combustibles, en prácticamente 2 años, se redujo a menos del 50 %. El consumo promedio de energía eléctrica en este período en el país decreció en más de un 6 % anual.

Por primera vez en la década de los noventa comienza a observarse una disminución de la intensidad energética, a partir de la maduración de una serie de acciones y programas con vistas a disminuir el consumo energético, que por cierto, crece por debajo del incremento del PIB en la etapa analizada, reflejando una mejor eficiencia energética. Durante la etapa 1995-1999 se invirtieron 300 millones de dólares en proyectos de ahorro energético, mientras que en la etapa 1986-1990, con una situación económica más favorable, no se destinaron recursos al uso racional de la energía. A partir de 1998-1999 la intensidad energética comienza a decrecer producto de una serie de acciones y programas desarrollados para disminuir el consumo energético.

Se anuncia un cambio total en la concepción de generar energía eléctrica y se traza como política una serie de programas energéticos que se denominaron Revolución Energética, el cual se define como la puesta en práctica de nuevas concepciones para el desarrollo de un Sistema Electro Energético Nacional más eficiente y seguro. El ahorro total alcanzado con este programa entre el 2006 y el 2007 asciende a 2 795 GWh, equivalente a 961 419 toneladas de combustible convencional.

#### **1.4. Normas internacionales sobre gestión de la energía**

A veces, en una industria o en cualquier tipo de organización, cuesta ponerse a pensar cómo ahorrar energía, y se toman medidas de forma parcial e incorrecta que muchas veces no consiguen los resultados esperados.

#### **1.4.1. La norma UNE 216301:2007:**

Publicada por AENOR, da 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, y que esto sumado a otras mejoras generales (por ejemplo, incrementar el aprovechamiento de energías renovables o energías excedentes propias o de terceros) consiga los objetivos.

Esta norma tiene una estructura similar a otras normas de gestión (por ejemplo, ISO 14001) 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 significativos, sobre los cuales priorizaremos nuestras actuaciones. Las dificultades que una organización puede encontrarse al inicio de la implantación de un sistema de estas características, son la 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. También será importante pensar que la eficiencia energética afecta a todas las fases del proceso general, incluso desde la fase de comprar máquinas o equipos (procurar que sean el máximo de eficientes, etc.) o la fase de diseño/modificación de proyectos.

#### **1.4.2 La Norma UNE 216501:2010**

El objeto de la norma UNE 216501 es describir los requisitos que debe tener una auditoría energética para que pueda ser comparable y describa 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 coste 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 coste energético y de mantenimiento, así como otros beneficios y costes asociados.

La Norma UNE 216501:2010 es aplicable a organizaciones que deseen:

- Unificar procesos de auditoría energética
- Obtener seguridad en localidad de los trabajos

- 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 su sistema de gestión energética

#### **1.4.3. ISO 26000:2010 Responsabilidad social de la empresa**

Guía ISO 26000 (2010) es una normativa guía para la gestión de responsabilidad social corporativa (empresarial). Guía ISO 26000 se alinea con las normativas internacionales en sistema de gestión ambiental ISO 14001 y calidad ISO 9001, ISO 26000 aplica a cualquier entidad social constituida legalmente, inclusive sector de industria, privado y gobierno. Para demostrar responsabilidad social, la entidad legal requiere identificar, definir, implantar y mantener políticas que atienden, entre otros puntos:

Actividad Laboral, Niños,

Labor Forzada

Higiene y Seguridad

-Libertad de Asociación

-Discriminación

-Acción Disciplinaria

-Horario Laboral

-Remuneración y Compensación

-Iniciativas "Verdes"

-Responsabilidad fiscal financiera

-Obligatoriedad legal y regulatoria

-Requisitos contractuales

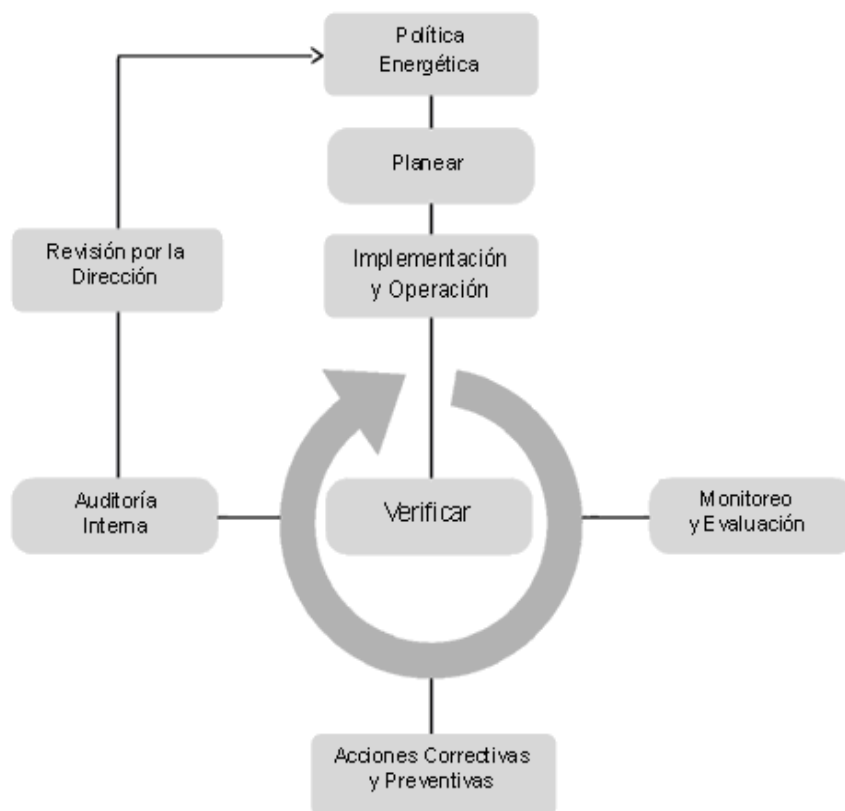
Tal que respeto, oportunidad, responsabilidad e integridad sean valores en las operaciones. Los puntos previos se aplicarían para determinar alcance dentro de las obligaciones de una empresa - corporativo. Igualmente proveen las bases para optar a demostrar responsabilidad social a clientes o consumidores. Tanto ISO 9001 como ISO 14001 atienden requisitos expresados en ISO 26000 y estos con enfoque a beneficiar las partes interesadas. Hay otros esquemas, entre estos SA8000, ESR y SRA la cual propician certificación. Los organismos internacionales que proveen certificación son SRA, SA y otros.

#### **1.4.4 Norma de ISO 50001: 2011**

Para la ISO 50001:2011, la gestión energética es uno de los cinco campos principales dignos del desarrollo y la promoción que ofrecen las Norma 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 invernadero en todo el mundo. La Norma ISO 50001:2011 puede ser implantada por cualquier organización, independientemente de su tamaño, sector y ubicación. No establece requisitos absolutos para el desempeño energético más allá de los compromisos incluidos en la política energética, del cumplimiento de los requisitos legales aplicables y la mejora continua. Tampoco establece por sí misma criterios de rendimientos con respecto a la energía. Por otra parte, los conceptos de alcance y límites dan flexibilidad a la organización para definir lo que está incluido en el Sistema de Gestión Energética. El objetivo de esta Norma Internacional (ISO 50001:2011) es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño en el uso de la energía, incluyendo la eficiencia energética, uso, consumo e intensidad. La implementación de esta norma debería llevar a reducciones de costo energético, emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales, por medio de la gestión sistemática de la energía. Es aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. La implementación acertada depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización, y sobre todo de la alta dirección.

##### **Marco internacional**

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un Sistema de Gestión Energético (SGE), para desarrollar e implementar 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 aplicación de esta Norma Internacional puede ser adaptada para calzar los requisitos de la organización - incluyendo la complejidad del sistema, grado de la documentación, y recursos - y aplica a las actividades bajo control de la organización. Esta Norma Internacional está basada en el marco del mejoramiento continuo Planear-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión energética en las prácticas organizacionales diarias. Las bases de este enfoque se muestran en la figura 1.3



**Figura 1.3:** Modelo del Sistema de gestión energético para la Norma Internacional ISO 50001:2011

**Fuente:** Norma Internacional ISO 50001:2011.

## 1.5 Proceso de Planificación y Control de la producción

### 1.5.1 Planificación

La planificación es un proceso continuo que refleja los cambios del ambiente en torno a cada organización y busca adaptarse a ellos. Se ha dicho que la planificación es como una locomotora que arrastra el tren de las actividades de la organización, la dirección y el control. Según (Stoner, n.d.) es el proceso en el que se establecen las metas y directrices apropiadas para el logro de dichas metas. En todas las definiciones es posible hallar algunos elementos comunes importantes: el establecimiento de objetivos o metas, y la elección de los medios más convenientes para alcanzarlos (planes y programas). Implica además un proceso de toma de

decisiones, un proceso de previsión (anticipación), visualización (representación del futuro deseado) y de predeterminación (tomar acciones para lograr el concepto de adivinar el futuro).

### **1.5.2 Control**

El control es una etapa primordial, pues, aunque una empresa cuente con magníficos planes, una estructura organizacional adecuada y una dirección eficiente, el ejecutivo no podrá verificar cuál es la situación real de la organización si no existe un mecanismo que se cerciore e informe si los hechos van de acuerdo con los objetivos. El concepto de control es muy general y puede ser utilizado en el contexto organizacional para evaluar el desempeño general frente a un plan estratégico. El control es un proceso cíclico y repetitivo, que ayuda a crear mejor calidad, las fallas del proceso se detectan y el proceso se corrige para eliminar errores, necesita ser oportuno, es decir, debe aplicarse antes de que se efectúe el error, de tal manera que sea posible tomar medidas correctivas, con anticipación. El control existe en función de los objetivos, es decir, el control no es un fin, sino un medio para alcanzar los objetivos preestablecidos. Ningún control será válido si no se fundamenta en los objetivos y si, a través de él, no se revisa el logro de los mismos. (Veliz, 2009). Luego de un análisis de los conceptos de control y planificación podemos decir que la planificación y el control de la producción se caracterizan por contar con un conjunto de decisiones estructurales interrelacionadas, las cuales permiten definir la actividad productiva de la organización a corto y mediano plazo. La interrelación entre el conjunto de decisiones estructuradas permite que exista una coordinación adecuada entre los objetivos, planes y actividades de los niveles estratégico, táctico y operativo. Según el enfoque holista que caracteriza la teoría General de Sistemas, cada una trabajará sus propias metas, pero persiguiendo el cumplimiento de los objetivos generales. Muchos son los autores que han tratado de definir este tan utilizado término y como resultado de una minuciosa revisión del estado del arte. (Torres, 2001) El proceso conjunto de planeación y control de la producción tiene variados y similares los enfoques que han sido tratados por diversos autores quienes establecen, en términos generales, que este se inicia con las previsiones, de las cuales se desprenden los planes a largo, mediano y corto plazo. Este debe seguir un enfoque jerárquico, en el que se logre una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos y además se establezca su relación horizontal con las otras áreas funcionales de la compañía. Básicamente las cinco fases que componen el proceso de planificación y control de la producción son:

- 1. Planificación estratégica o a largo plazo.**
- 2. Planificación agregada o a medio plazo.**
- 3. Programación maestra.**

#### **4. Programación de componentes.**

#### **5. Ejecución y control. (Sachare, 2003)**

La primera arranca de los objetivos estratégicos de la empresa, los cuales teniendo en cuenta, entre otros factores, las previsiones de demanda a largo plazo, marcarán el Plan de Ventas para dicho horizonte temporal; aquí se indicarán las cifras de demanda que la empresa debería alcanzar para cumplir las metas de la organización. Este plan, conjuntamente con los citados objetivos, servirá para establecer el plan de producción a largo plazo, que nos indicará las cantidades a producir en cifras trimestrales o anuales muy agregadas (tipo de producto). De dichos planes derivarán las necesidades de recursos para llevarlos a cabo, lo cual generará, junto con los ingresos previstos por ventas, el Plan financiero a largo plazo.

El conjunto de los tres planes mencionados conforma la base del Plan estratégico o Plan de Empresa, que debe tener en cuenta la situación en el sector, consideraciones sobre competitividad y previsiones sobre las condiciones económicas en general. A este nivel, las actividades de planificación de la producción se centrarán en el desarrollo de nuevos productos o modificación de los existentes, en tecnologías y procesos, así como en la valoración de las necesidades de capacidad derivadas del plan a largo plazo; se estudiará la conveniencia o no de crear nuevas instalaciones o modificar las existentes, así como los momentos de tiempo más idóneos para llevar a cabo dichas decisiones.

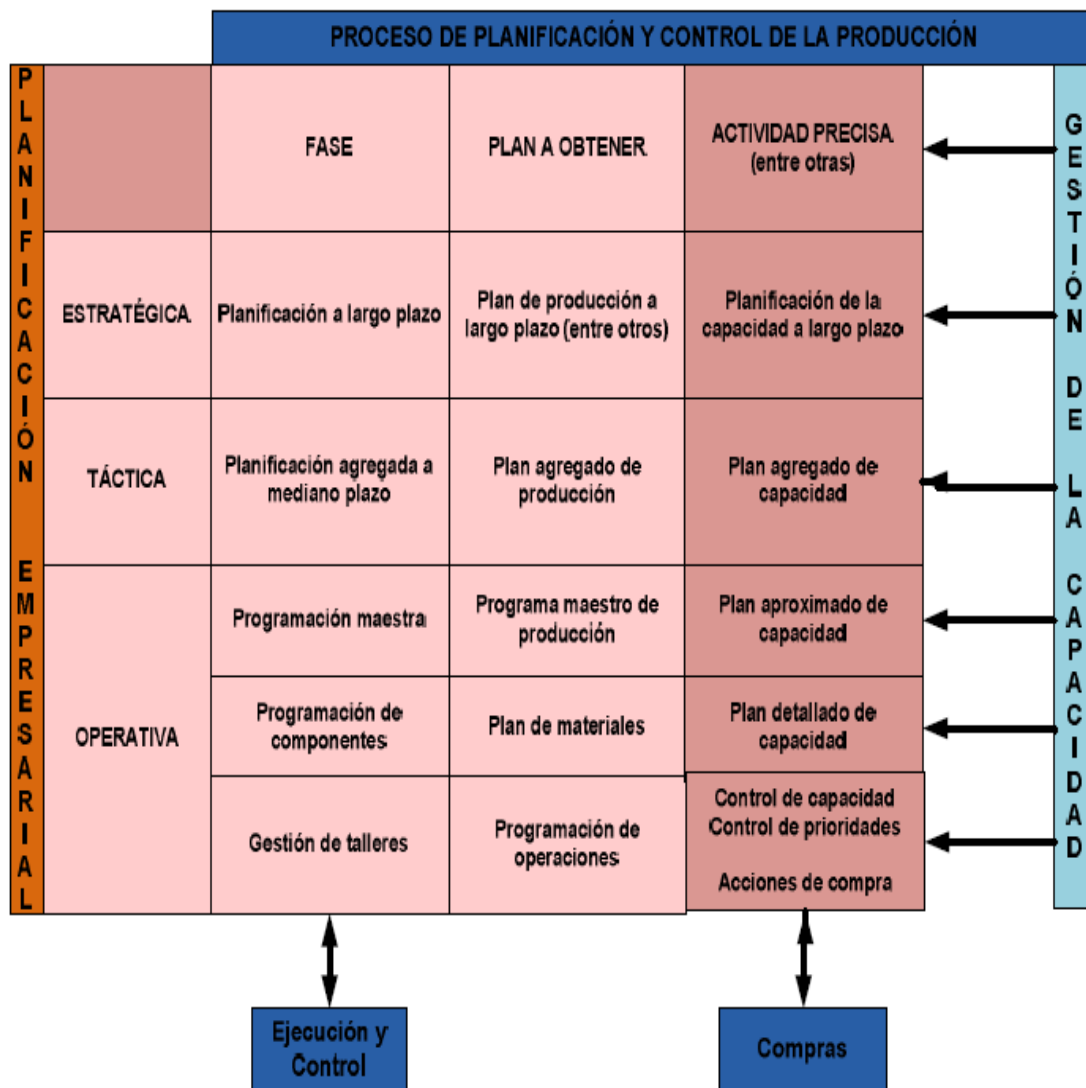
La siguiente etapa del largo y complejo camino que nos llevará desde el plan de producción a largo plazo a la ejecución es la Planificación agregada. Esta fase consiste en concretar algo más el mencionado plan se trata de establecer, todavía en unidades agregadas, pero para períodos normalmente mensuales, los valores de las principales variables productivas (cantidades de productos, inventarios, nivel de mano de obra, etc.), teniendo en cuenta la capacidad disponible e intentando que permita cumplirse el plan a largo plazo al menor costo posible. Esta etapa, que también se denomina planificación a mediano plazo, finaliza con el establecimiento de dos planes agregados: el de producción y el de capacidad.

El grado de detalle del Plan agregado, que permite la coordinación de la Planificación estratégica y la Operativa, no es suficiente para llevar a cabo esta última, por lo que las distintas familias se descompondrán en productos concretos y los períodos pasarán de meses a semanas. El resultado será el Programa Maestro de Producción, con un horizonte temporal que no suele superar el año. A pesar de que ya se aseguró la factibilidad del Plan agregado en relación con la capacidad, habrá que hacer lo mismo para el Programa Maestro. Ello es debido, por una parte, a que el nivel de desagregación es mayor y por otra, al hecho de que, aunque la capacidad disponible para períodos mensuales sea suficiente de forma agregada, es decir que

no existan desajustes semanales, se deberá realizar un análisis aproximado de capacidad, en el que se tendrán en cuenta las necesidades derivadas de actividades distintas de la elaboración de productos terminados. El Programa Maestro deberá tener la suficiente estabilidad como para que la fabricación pudiese garantizar su ejecución y suficiente flexibilidad como para obtener una respuesta competitiva ante posibles cambios en la demanda. En la cuarta etapa se llevará a cabo la programación detallada (en cantidades y momentos de tiempo) de los componentes que integran los distintos productos y la planificación detallada de la capacidad requerida por los mismos (esto se hará para cada centro de trabajo). Deberá conseguirse que se cumpla el programa maestro de fabricación, el cual, si existen problemas irresolubles de disponibilidad respecto a la capacidad existente, deberá ser ajustado. El resultado de este proceso, por lo que respecta a producción, es la obtención del denominado Plan de materiales. Siguiendo con el proceso de planificación jerárquica, está la última fase, que implicará la ejecución y control del Plan de materiales. Para ello, éste se traducirá, por un lado, en una programación de operaciones en los centros de trabajo que tenga en cuenta las prioridades de fabricación y, por otro, en las acciones de compra de las materias primas y componentes que se adquieren en el exterior. También será necesario realizar aquí un control de la capacidad, pero de tipo detallado, el cual proporcionará retroalimentación a ese nivel y a los niveles superiores.

Las fases anteriormente expuestas se deben llevar a cabo en cualquier empresa manufacturera, independientemente de su tamaño y actividad, aunque, lógicamente, la forma en que éstas se desarrollen dependerá de las características propias de cada sistema productivo. Lo que siempre debería ser un factor común ineludible es el enfoque jerárquico mencionado, de forma que se facilite la coordinación en el desarrollo de las distintas etapas y, con ello, la consecución de los objetivos de los niveles superiores. La figura 1.4, resume las principales fases mencionadas junto con los planes que de ellos se derivan, relacionando por un lado, los niveles de planificación empresarial y por otro la planificación y gestión de la capacidad.





**Figura 1.4:** Principales fases que componen el proceso de planificación y control de la producción

**Fuente:** (Sachare, 2003).

## 1.6 Planificación Agregada

Según (Heizer&Render, 2001) la planificación agregada hace referencia a la determinación de la cantidad y de la programación de producción para un futuro a medio plazo, generalmente entre 3 y 18 meses. El objetivo de la planificación agregada es buscar la combinación óptima de la tasa de producción, el nivel de fuerza de trabajo y el inventario disponible para minimizar los costos durante el período que se planifica.

### 1.6.1 Métodos de la planificación agregada

Debido a las diferentes estrategias que se pueden adoptar, se debe obtener un plan que satisfaga las restricciones internas de la organización y a la vez mantenga el costo de utilización de los recursos lo más bajo posible. En cuanto a los métodos existentes en la elaboración de planes agregados, de acuerdo con los autores consultados, los más renombrados son los siguientes:

- Métodos de gráficos y cuadros: Son muy conocidos, ya que son fáciles de entender y de utilizar. Básicamente, estos planes funcionan con pocas variables al mismo tiempo para permitir a los planificadores comparar la demanda estimada con la capacidad existente. Son planteamientos de ensayo y error que no garantizan un plan de producción óptimo; son muy utilizados, porque requieren pocos cálculos, que pueden ser realizados por el personal de oficina. Los métodos gráficos siguen 5 pasos:
  1. Determinar la demanda en cada periodo.
  2. Determinar la capacidad en el horario del trabajo regular, con las horas extras y la subcontratación de cada periodo.
  3. Hallar los costos de mano de obra, de contratación y de despido; y los costos de almacenamiento.
  4. Considerar la política de la empresa que debe aplicarse a los trabajadores o a los niveles de existencias.
  5. Desarrollar planes alternativos y examinar sus costos totales.
- Métodos matemáticos: programación lineal (método simplex y método del transporte): Este método proporciona un plan óptimo para minimizar los costos. Es también flexible, ya que puede especificar la producción en horario regular o mediante horas extras de producción en cada periodo de tiempo, el número de unidades que deben ser subcontratadas, los recursos adicionales y el almacenamiento necesario entre periodo y periodo. Pero cuando se introducen factores como contrataciones o los despidos temporales, que son factores no lineales, este método no funciona entonces se debe utilizar el método simple de programación lineal.
- Métodos heurísticos: método de los coeficientes de gestión, reglas lineales de decisión (LDR). El modelo de gestión de Bowman constituye un modelo de decisión explícito basado en las experiencias y en la eficacia de un directivo. El supuesto es que la actuación pasada de un director ha sido bastante buena, de tal modo que puede ser utilizada como base para decisiones futuras. Este método utiliza el análisis de regresión de las decisiones de producción anteriores por los directivos. La línea de regresión

proporciona la relación entre las variables (tales como la demanda y mano de obra) para decisiones futuras. Según Bowman, las deficiencias de los directivos se deben principalmente a incoherencias en la toma de decisiones. La regla de decisión lineal trata de especificar una tasa óptima de producción y un nivel de mano de obra durante un periodo específico. Minimiza los costos totales de nómina, contratación, despidos, horas extras e inventarios mediante series de curvas cuadráticas de costos.(Heizer&Render, 2001)

A continuación la tabla 1.1 nos muestra las principales características de los métodos planteados.

**Tabla 1.1:** Resumen de los tres métodos de la planificación agregada más importantes.

| <b>Técnica</b>                                        | <b>Método de solución</b> | <b>Aspectos importantes</b>                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Métodos de gráficos y cuadros</b>                  | Ensayo y error            | Sencillos de entender y fáciles de utilizar; alguna elección podría no ser la óptima.                                                                   |
| <b>Método de transporte de la programación lineal</b> | Optimización              | Software de programación lineal disponible; permite el análisis de sensibilidad y de nuevas restricciones; las funciones lineales pueden no ser reales. |
| <b>Modelos de coeficientes de gestión</b>             | Heurístico                | Sencillo, fácil de desarrollar; trata de imitar el proceso de decisión del directivo; utiliza la regresión.                                             |

**Fuente:** (Heizer&Render, 2001)

## **1.7 Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)**

### **1.7.1 Evolución de la planeación de requerimientos de materiales**

Los sistemas MRP aparecen a comienzos de los 70 para dar nuevas respuestas a las preguntas de cuándo y cuánto pedir de los materiales que utiliza una empresa. El éxito inicial de los sistemas MRP puede ser atribuido a una serie de factores como:

- Los trabajos de investigadores como Berry, Plossl, Vollmann, Whybark, Wight,..., para sentar las bases de este sistema.
- La aparición del *software* comercial de IBM COPICS (*Communications Oriented Producción Información and Control Sistema*), como soporte para la aplicación de técnicas MRP.
- El lanzamiento por APICS (*American Producción and Inventor Control Soviet*) de la «MRP cruza de», donde se identificaba la implantación de sistemas MRP como principal reto para la modernización empresarial en EEUU.
- La publicación en 1975 del libro *Material Requirements Planning: The New Way of Life in Producción and Inventory Management*, de Joseph Orlicky, donde se recogen bases conceptuales, tendencias y problemas de implantación y operación de estos sistemas. Esta obra, a la que el propio autor denomina informalmente «MRP de la A a la Z», supone no solamente una exhaustiva descripción del estado de la cuestión en lo referente a sistemas MRP, sino que anticipa posibilidades y problemas potenciales de este tipo de sistemas, que irán confirmándose a lo largo de lo que resta de siglo. (Delgado & Marín, 2000)

Hoy en día los sistemas de planeación de requerimientos de materiales han sido instalados casi universalmente en las fábricas, incluso en las pequeñas, para resolver el problema de determinar la cantidad de partes, componentes y materiales que se necesita para producir un bien final, también proporciona un programa que especifica cuándo se debe pedir o producir cada uno de estos materiales. (Aquilano et al., 2004)

Mediante este sistema se garantiza la prevención y solución de errores en el aprovisionamiento de materias primas, el control de la producción y la gestión de inventarios.

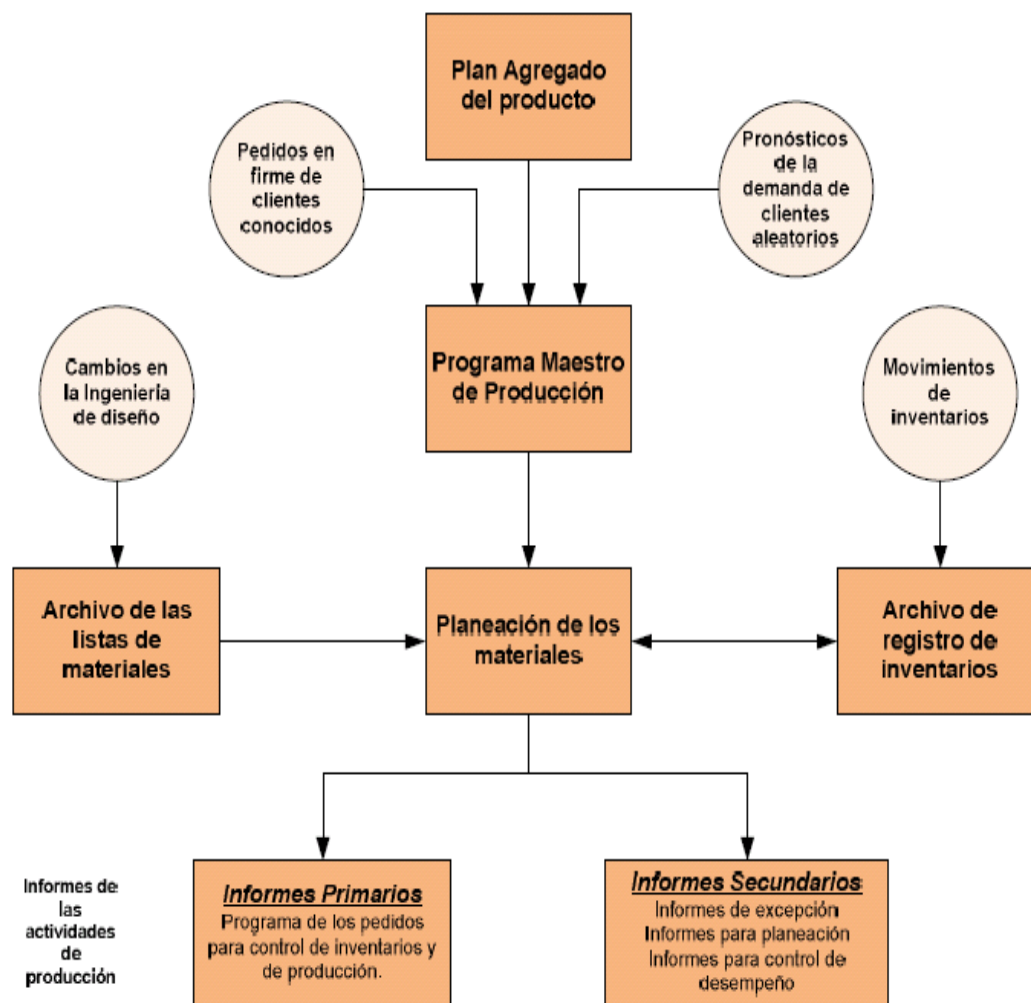
Los sistemas MRP conllevan una forma de planificar la producción caracterizada por la anticipación, tratándose de establecer qué se quiere hacer en el futuro y con qué materiales se cuenta, o en su caso, se necesitarán para poder realizar todas las tareas de producción.

### **1.7.2 Estructura de la Planeación de los Requerimientos Materiales (MRP)**

La parte de las actividades de producción de la planeación de requerimientos de materiales interactúa estrechamente con el programa maestro, el archivo de la lista de materiales, el archivo de los registros de inventarios y los informes de producción, como vemos en la figura 1.5. En esencia la figura 1.5 nos muestra cómo funciona la planeación de requerimientos de materiales empezando por usar los pedidos de los productos para crear un programa maestro de producción que establece la cantidad de bienes que produciremos durante períodos

específicos, luego el archivo de la lista de materiales identifica los materiales específicos que usaremos para fabricar cada bien, así como las cantidades correctas de cada uno de ellos, mientras que el archivo de registro de inventarios contiene datos como sería la cantidad de unidades en existencias y la de pedidos.

Estas tres fuentes se convierten en la fuente de datos para el programa de requerimientos de materiales, expande el programa de producción a un plan detallado de programación de los pedidos para toda la secuencia de la producción. (Aquilano et al., 2004)



**Figura 1.5:** Resumen general de la información contenida en un programa estándar de MRP y de los informes generados por el programa.

**Fuente:** (Aquilano et al., 2004)

## 1.8 Planificación Energética

La planificación energética tiene una serie de significados diferentes. Sin embargo, un sentido común del término es el proceso de desarrollo de políticas de largo plazo para ayudar a guiar el futuro de una organización, de un país, región o incluso el sistema energético mundial. La planificación energética a menudo se realiza dentro de las organizaciones gubernamentales, pero también puede ser llevada a cabo por grandes empresas de energía, tales como centrales eléctricas o de petróleo y gas. La planificación energética puede llevarse a cabo con la colaboración de las diferentes partes interesadas procedentes de organismos gubernamentales, empresas de servicios públicos, locales, instituciones académicas y otros grupos de interés. La planificación energética a menudo se lleva a cabo utilizando enfoques integrados que tengan en cuenta tanto la provisión de los suministros de energía y el papel de la eficiencia energética en la reducción de la demanda. En esta debe reflejar siempre los resultados de crecimiento de la población, además tradicionalmente ha desempeñado un papel importante en establecer el marco de las regulaciones en el sector de la energía. Pero en las últimas dos décadas muchos países han liberalizado sus sistemas de energía de modo que el papel de la planificación energética se ha reducido, y las decisiones han sido cada vez más en manos del mercado. Esto ha llevado, discutiblemente, a una mayor competencia en el sector de la energía, aunque hay poca evidencia de que esto se ha traducido en precios más bajos de energía para los consumidores. De hecho, en algunos casos, la desregulación ha llevado a concentraciones significativas de "poder de mercado" con las grandes empresas muy rentables que tienen una gran influencia, como los fijadores de precios.

Esta tendencia parece estar invirtiéndose en lo que respecta a crecer en los impactos ambientales del consumo de energía y producción, especialmente a la luz de la amenaza del cambio climático global, que es causada en gran medida por las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los sistemas energéticos del mundo. Muchos países de la OCDE y algunos estados de EE.UU. se están moviendo para regular más de cerca sus sistemas de energía. Por ejemplo, muchos países y estados han adoptado objetivos para las emisiones de gases de efecto invernadero, CO<sub>2</sub> y otros. A la luz de estos acontecimientos, parece probable que la planificación integrada de energía será cada vez más importante.

Tanto si se trata de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y mitigar el cambio climático, debido a que las reservas de combustibles fósiles de fácil acceso se están reduciendo, o por razones geopolíticas, parece que la economía mundial tendrá que alejarse de los combustibles fósiles en las próximas décadas. Dado el papel masivo de los combustibles fósiles de hoy, este es un desafío enorme. Garantizar nuestro abastecimiento energético futuro sin combustibles fósiles tendrá una reorientación radical.

Una de las preguntas que se realizan los gobiernos, empresas e instituciones es sobre qué tecnologías tendrán que invertir en el futuro. La transición hacia una economía de combustible no fósil ha comenzado, pero se encuentra todavía en su infancia. Sólo se ha conseguido una pequeña parte de la jornada hasta el momento, y estamos con gran necesidad de una visión integral de cómo proceder.

Es importante reconocer la urgencia de la materia. Se requiere de soluciones que, en la medida de lo posible, basados en los sistemas y tecnologías, teniendo cuidados de no bloquear en soluciones costosas e inadecuadas en última instancia.

Desde una visión clara de los sistemas energéticos del futuro que aún falta, sería bueno que se pudiera iniciar el cambio sin tener que tomar todas las decisiones de inmediato.

Tomando todos estos elementos en cuenta, la única opción que tenemos hoy es ir a la "sociedad eléctrica", como se acaba de describir. Se trata de un sistema que ya está en marcha y funcionando, pero necesita ser adaptada para satisfacer las necesidades adicionales de transporte y la calefacción, y hacer frente a las fuentes de energía renovables y libre de carbono. Aquí es donde debemos invertir la mayor parte de nuestros recursos.

Hay muy pocas alternativas a esta visión. Una gran cantidad de entusiasmo que se expresa de diversas partes del sistema energético, pero muy pocas soluciones integrales para la sociedad de la energía en su conjunto se les presentan.

Esto no significa que la electricidad es el único dominio que debe recibir el apoyo. Rebanadas de la torta proporcional puede ir a otras tecnologías que son útiles como alternativas a nivel local o en aplicaciones específicas.

Una parte menor de los recursos también se puede ir a la investigación sobre tecnologías que podrían ofrecer nuevas soluciones en la energía a largo plazo, como energía desde el espacio o la fusión nuclear.

Una nueva tendencia en la planificación de la energía se conoce como Planificación de la Energía Sostenible que tiene un enfoque más integral al problema de la planificación de las necesidades futuras de energía. Se basa en un proceso de toma de decisión formulado en siete pasos claves, que mostramos a continuación:

1. Exploración del contexto de la situación actual y futura.
2. La formulación de problemas y oportunidades que deben ser abordados como parte del proceso de Planificación Energética Sostenible. Esto podría incluir temas tales como "PeakOil" o "Económico recesión / depresión".

3. Crear una gama de modelos para predecir el posible impacto de diferentes escenarios. Esto tradicionalmente consiste en modelos matemáticos, pero está evolucionando para incluir "Metodologías para Sistemas Blandos", tales como grupos de enfoque, la investigación etnográfica entre pares de escenarios lógicos posibles.
4. Sobre la base de la salida de una amplia gama de ejercicios de modelización, análisis de documentación, foro de discusión abierta, los resultados son analizados y estructurados en un formato fácil de interpretar.
5. Los resultados se interpretan con el fin de determinar el alcance, la escala y los métodos posibles de ejecución que serían necesarios para garantizar una implementación exitosa.
6. Esta etapa es un proceso de garantía de calidad que activa interroga a cada etapa del proceso de Planificación Energética Sostenible y comprueba si se ha llevado a cabo con rigor, sin ningún prejuicio y que avanza las metas de desarrollo sostenible y no actúa en contra de ellos.
7. La última etapa del proceso consiste en tomar medidas. Esto puede consistir en el desarrollo, publicación y aplicación de una serie de políticas, reglamentos, procedimientos o tareas que en conjunto contribuyan a lograr los objetivos del Plan de Energía Sostenible.

La planificación energética sostenible es particularmente apropiada para las comunidades que deseen desarrollar su propia seguridad energética, al tiempo que emplean las mejores prácticas disponibles en sus procesos de planificación.

#### **1.8.1 Planificación Energética Regional Integrada - Conceptos y enfoque**

El tema central del plan integrado de la energía sería para preparar un área a base de planes descentralizados de energía para satisfacer las necesidades de energía para la subsistencia y el desarrollo de fuentes alternativas de energía al menor costo para la economía y el medio ambiente. Ejercicios de planificación centralizada de la energía no puede prestar atención a las variaciones en los factores socioeconómicos y ecológicos de una región que influyen en el éxito de cualquier intervención. Planificación energética descentralizada es en el interés de la utilización eficiente de los recursos. El mecanismo de planificación regional toma en cuenta los recursos disponibles y la demanda en una región. Esto implica que la evaluación de la oferta y la demanda y la intervención en el sistema de energía que puede parecer deseable, debido a los ejercicios de este tipo debe estar a una escala geográfica similar. Las intervenciones planeadas para reducir la escasez de energía puede tomar diversas formas tales como la



conservación de energía a través de la promoción y el uso de estufas eficientes en energía para cocinar y calentar agua, focos fluorescentes compactos en lugar de bombillas incandescentes ordinarias, la expansión de suministro a través de plantaciones energéticas y de alternativas; fuentes de energía renovables, tales como micro / mini / pequeñas centrales hidroeléctricas, eólicas, solares y sistemas basados en la biomasa. Ecológicamente sano desarrollo de la región es posible cuando las necesidades de energía se integran con las preocupaciones ambientales a nivel local y global. Para este propósito un marco de planificación integrada es necesario.

El uso de Decisión Support Systems (DSS) y los Sistemas de Información Geográfica (GIS) para la planificación de la energía en los países en desarrollo no está tan bien establecido en las agencias gubernamentales grandes, sin embargo hay pocos centros de investigación en que las evaluaciones hidrológicas y cuencas hidrográficas están siendo estudiadas. Aparte de estos, la planificación energética en países en desarrollo no es una actividad integrada. Varias agencias gubernamentales que se ocupan de los diferentes recursos, sólo tiene en cuenta la demanda y los proyectos de la demanda de energía durante un período de varios años sin tomar en cuenta la eficiencia de la utilización, el alcance de la conservación con la mejora de la tecnología, la explotación de fuentes renovables.

En esta situación, hay una necesidad de desarrollar un plan integrado de la energía tomando en cuenta la variación espacial y variación estacional en la disponibilidad de recursos, la demanda de energía, etc. Aparte de éstos, se intenta tener en cuenta la estructura de decisión, los niveles de toma de decisiones y estrategias de aplicación en el plan energético regional. Plan regional integrado de la energía (Riep) es una herramienta de contabilidad asistida por computadora y la simulación se está desarrollando con Visual Basic y MS Access para ayudar a los responsables políticos y los planificadores a nivel de distrito en la evaluación de las políticas energéticas y el desarrollo ecológicamente racionales, los planes de energía sostenible. La disponibilidad de energía y la demanda se puede proyectar para varios escenarios (el escenario base, la intensidad energética alta, la transformación, los escenarios de crecimiento de estado) con el fin de obtener una visión de los futuros patrones y evaluar los posibles impactos de las políticas energéticas.

El Plan integral regional de la energía sirve para varios propósitos:

1. Como una base de datos: Demografía (población) de los recursos naturales (uso de la tierra, la cubierta vegetal, los tipos de bosques, páramos, los tipos de cultivos en la agricultura, la producción, el rendimiento, los detalles de riego, tipos de cultivos hortícola, residuos. Plantación de área, tipo (programa de silvicultura social)

2. Mantiene la información de la energía: la entrada de datos, añadir datos, edición, conversión de unidades, consulta, recuperación de datos, generación de informes, generación de gráficos, enlace a mapas espaciales.
3. Previsión de la herramienta: para hacer proyecciones de la oferta y demanda de energía en el intervalo de 5 años
4. Herramienta de análisis de políticas: simula y evalúa los efectos de los programas de energía alternativa (técnico de efectos económicos, ambientales).
5. Bibliografía: (resúmenes de artículos publicados en revistas) y la energía de base de datos de otras regiones.
6. Enlaces a sitios diferentes de energía: (URL de los sitios importantes relacionados con la energía y el medio ambiente).
7. Evaluación del potencial de energía renovable, el estado de suministro de las fuentes comerciales de energía (electricidad, petróleo, kerosén, etc.).
8. Entorno de base de la tecnología: (recursos, tecnología, aspectos ambientales).

Los recursos energéticos de base de datos (renovables y no renovables), base de datos de la demanda de energía (sector de sabio), base de datos del medio ambiente, la agregación de datos, análisis de datos (los escenarios energéticos, el análisis técnico-económicos) y un plan integrado, son los diferentes módulos que se incorporan en el Plan Energético Regional Integrado. El módulo de energía de los escenarios, junto con la demanda de energía, transformación técnico-económicos y el módulo de medio ambiente se utilizan (en el módulo integrado) para llevar a cabo un sistema integrado de energía y medio ambiente ejercicio de planificación para una región. Base de datos de medio ambiente se utiliza automáticamente para calcular los impactos ambientales de los escenarios energéticos.

El escenario da las ayudas en la creación de una imagen de la situación energética actual y los cambios futuros estimados sobre la base de los planes previstos o que los patrones de crecimiento y los análisis. Caso base o de negocios como siempre se basa en el crecimiento de la población actual, la industrialización, la demanda de energía agrícola.

También ayuda en el desarrollo de escenarios de políticas con las hipótesis alternativas, como:

- Transformación mediante la introducción de aparatos de energía eficientes, tales como: alimentar las estufas eficientes, la mejora de hornos, calderas, secadores, lámparas fluorescentes etc.

- Proyección sobre la base de alta intensidad energética (por ejemplo, la rápida industrialización, con un aumento de la demanda de energía del 20%)
- Proyección sobre la base de los promedios estatales (crecimiento en el hogar, la industria, sectores agrícolas y comerciales)
- Introducción de tecnologías de energía renovable (solar, hidroeléctrica, bioenergía, etc.) y la agro-silvicultura.

La agregación de datos permite una planificación coordinada a más de un nivel espacial. Tal como escenario la energía puede ser desarrollada a nivel de aldea y luego se suman para el nivel de distrito.

El análisis Tecno-económico proporciona viabilidad técnica y económica de las alternativas. Estos programas se basa en la metodología de análisis de "ciclo vital" de análisis, no sólo para cada uno de las fuentes de energía y la opción de la tecnología sino que también rastrea los insumos de energía y los impactos ambientales.

El módulo integrado integra el suministro de energía y análisis de la demanda con los programas de los escenarios de energía y proporciona una amplia gama de alternativas de políticas óptimas en un marco común. Esto permite a los responsables políticos de los / tomadores de decisión para examinar las relaciones críticas entre la oferta y la demanda, el uso del suelo, las cuestiones de recursos biológicos, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico.

La base de datos del medio ambiente ofrece un amplio resumen de datos sobre las consecuencias ambientales del uso de la energía y la producción. Esta base de datos estaría vinculada con el programa de escenario energético para proporcionar información sobre los impactos ambientales de las energías alternativas.

### **1.8.2 Planificación Energética en la Comunidad**

Un Plan Energético de la Comunidad es un medio para revisar y evaluar las opciones de la comunidad de diseño para un uso más eficiente y sostenible de la energía. Dado que el consumo de energía es un componente de cada proyecto comunitario, la planificación para el uso de energía y de recursos puede ayudar a las comunidades lograr la sostenibilidad a largo plazo. La adopción de medidas para ahorrar energía y utilizar la energía más eficientemente, al mismo tiempo el desarrollo de recursos renovables, reducir el impacto medioambiental de nuestro consumo de energía.

Se trata de una herramienta de planificación voluntaria complementaria a las ya en uso en su comunidad. El desarrollo del plan tiene un enfoque a largo plazo. El objetivo de este enfoque es llevar a su comunidad hacia un futuro sostenible. Lo que el futuro parece, y cómo va a ser alcanzado, se decide por su comunidad, durante el proceso de planificación. A través de la planificación y la implementación de la estrategia, las comunidades han demostrado que pueden motivar y facilitar las tasas aceleradas de conservación de la energía local, la eficiencia y el uso de recursos renovables.

Una "comunidad" puede adoptar muchas formas, pero en general es un área o grupo con intereses comunes que compromete a sus miembros. Para propósitos de planificación que hemos hecho distinciones entre un municipio (es decir, el órgano de gobierno de una comunidad, ciudad o condado) y una comunidad (es decir, los miembros colectivos de la localidad).

### **Conclusiones parciales del Capítulo**

1. Las normas ISO 9001: 2008, la UNE 216301:2007, la ISO 50001: 2011 y la ISO26000:2010, en su conjunto permiten a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño en el uso de la energía, incluyendo la eficiencia energética, su uso, consumo e intensidad; de conjunto con un compromiso social y empresarial, con un enfoque a procesos.
2. La Norma Internacional ISO 50001:2011 es un instrumento adecuado para el diseño de sistemas de gestión energética ya que propicia la integración de los sistemas de gestión energética con los sistemas de gestión de la calidad, la planificación de la producción y la planificación de la energía.
3. El mundo de la construcción debe empezarse desde los cimientos con todos los requisitos energéticos necesarios para su desarrollo y su uso útil en la sociedad.
4. Lograr una correcta planificación de la energía nos mantendrá en un margen de gastos mínimos que a largo plazo puede traernos beneficios comerciales, sean internos o externos.

# Capítulo II

## **Capítulo II: Diseño de las etapas de la planificación energética en la producción de la UEB Santiago Ramírez Cienfuegos**

### **2.1 Introducción**

El presente capítulo tiene como objetivo realizar la caracterización de la empresa, objetivos, misión, visión de la Empresa Materiales de la Construcción a partir de la cual se deriva la estructura organizativa de la UEB Santiago Ramírez de Cienfuegos y descripción de los principales procesos en la misma. Se hace un análisis del comportamiento de los diferentes portadores energéticos utilizados en la UEB Santiago Ramírez de Cienfuegos, mediante el empleo del procedimiento, de la NC ISO 5001 y se diseñan las etapas de la planificación energética para el proceso de fabricación de la UEB Santiago Ramírez de Cienfuegos.

### **2.2. Caracterización general de la Empresa Materiales de la Construcción.**

#### **2.2.1. Reseña histórica de la Empresa Materiales de la Construcción**

En el año 1981 fue creada la Empresa Materiales de Construcción de Cienfuegos, dictada su Resolución por el entonces Ministerio de Industria de Materiales para la Construcción; que posteriormente por decisión del estado cubano para perfeccionar la economía del país se extingue el Ministerio de Industria de Materiales de Construcción y se funda un grupo empresarial denominado: Grupo Empresarial Industrial de la Construcción (GEICON) subordinado al Ministerio de la Construcción (MICONS).

La Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos sita en calle 63 Km 3, Pueblo Grifo Cienfuegos, es una empresa industrial, su actividad fundamental es producir y comercializar materiales para la construcción de forma mayorista para toda la provincia y alcance a todo el país.

#### **2.2.2. Objeto social**

Mediante la Resolución No. 503 de fecha 30 de diciembre del 2004, aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación, se modifica el objeto empresarial de la Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos, quedando de la siguiente forma:

- ✓ Producir, transportar y comercializar de forma mayorista áridos incluyendo la arena sílice y otros materiales provenientes de la cantera, pinturas, yeso, cal y sus derivados, sistemas y productos de arcilla y barro, elementos de hormigón, terrazo, aditivos, repellos texturizados, mono capas, cemento cola, mezcla deshidratada, losetas hidráulicas, elementos de hierro fundido y bronce, productos para la industria

del vidrio y la cerámica, productos refractarios, hormigones hidráulicos, recubrimientos e impermeabilizantes, incluyendo su aplicación, carpintería de madera, incluyendo su montaje y ofrecer servicios de posventa, todos ellos en moneda nacional y divisa.

- ✓ Brindar servicios de mantenimiento y montaje a instalaciones y equipos tecnológicos industriales de producción de materiales de construcción, de laboratorio para ensayos de materiales de construcción, de alquiler de equipos de construcción, complementarios y transporte especializado, de transportación de carga general, de diagnóstico, reparación y mantenimiento

### **2.2.3. Planeación estratégica de la Empresa Materiales de la Construcción.**

#### **Misión:**

La Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos, produce y comercializa materiales de la construcción y acabados, así como brinda, servicios relacionados con su actividad fundamental; en transportación, servicios constructivos y de postventa, dirigidos a satisfacer las necesidades de los clientes asegurando calidad, profesionalidad y preservando el medio ambiente.

#### **Visión:**

Es la empresa preferida en el territorio central en la producción, comercialización nacional y exportación de materiales de construcción y acabados, así como en la prestación de servicios relacionados con nuestra actividad fundamental en transportación, servicios constructivos y de postventa, con calidad y profesionalidad, orientados al cliente y preservando el medio ambiente.

#### **Política de calidad:**

Demostrar nuestra capacidad de producir materiales y prestar servicios para la construcción, que satisfagan los requisitos y expectativas del cliente, mejorándolos continuamente en el marco de un sistema de gestión de la calidad NC ISO 9001, con desempeño ambiental sostenible y en un medio laboral donde se mantenga y modernice la tecnología de producción y en el que prime la competencia del personal, la organización, la seguridad y la salud.

### **2.2.4. Estructura organizativa de la Empresa Materiales de la Construcción**

Esta empresa está conformada por una oficina central, y cinco (5) UEB dedicadas a la producción de materiales de construcción y la prestación de servicios, con un total de 576

trabajadores de ellos 311 operarios, técnicos 121, administrativos 12, dirigentes 37, servicio 95. La oficina central cuenta con 45 trabajadores; 27 son mujeres y 18 hombres, en TRANSTALL suman 123, de ellos 26 son mujeres y 97 hombres, Ariete tiene 79 trabajadores, 12 mujeres y 67 hombres, en Hormigón hay 114trabajadores, 23 mujeres y 91 son hombres, Cerámica cuenta con 107 trabajadores, 18 son mujeres y 89 hombres y la Arena tiene 108 trabajadores ,23 mujeres y 85 hombres.

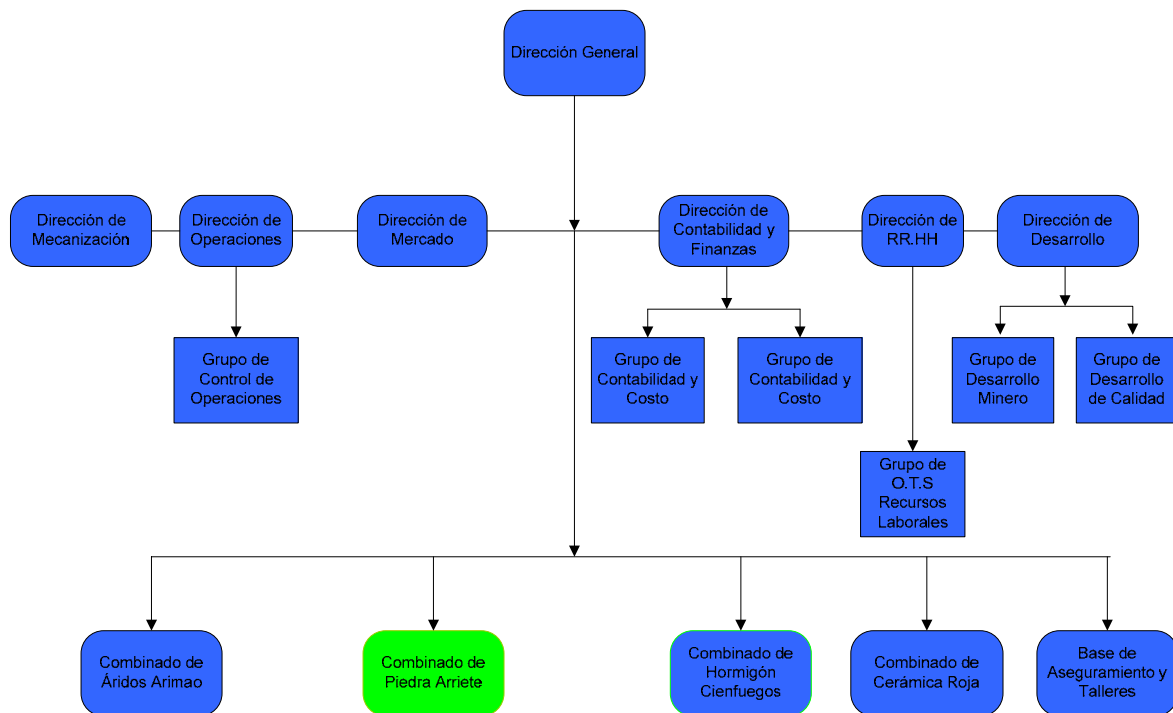


Figura. 2.1 Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.2.4.1 UEB Combinado de Áridos Gruesos (piedra) Arriete.

En el anexo # 1se muestra la estructura organizativa de la UEB Combinado Áridos Gruesos (piedra) Arriete, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Palmira. Los productos se obtienen a partir de la explotación minera, trituración y clasificación de la masa de rocas. La tecnología es adecuada de acuerdo a las existentes en el país.

Los productos que se obtienen son:

- ✓ Rajón de voladura
- ✓ Macadam
- ✓ Piedra hormigón



- ✓ Gravilla
- ✓ Granito
- ✓ Polvo de piedra

Pueden obtenerse otros productos de cantera, teniendo en cuenta los tamices de control necesarios a partir de las necesidades del cliente

✓ *2.3. Caracterización de la gestión energética en la empresa.*

### **2.3.1 Caracterización Energética de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.**

La Empresa la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos comenzó a implantar en el 2012 mediante un estudio realizado por (José Pujol ,2012) la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), desarrollada por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos en la cual se realizó una evaluación del suministro eléctrico de la entidad. Detectándose entre los problemas que afectaban la calidad de la energía y la Gestión Energética los siguientes:

- . El transformador de entrada está sobredimensionado.
- . La existencia de valores considerables de pérdidas por transformación, fundamentalmente de vacío.
- . Diecisiete transformadores en el interior de las fábricas, la mayoría sobrecargados o no se desconectan en horarios de baja demanda por no tener breakers independientes
- . La Pizarra General de Distribución (PGD), data de la época de diseño de la empresa, por lo que no se ha podido independizar la alimentación de los puestos claves.
- . Existencia de máquinas y herramientas en la fábrica de mangueras que pertenecen a la fábrica de cilindros hidráulicos.

### **2.3.2 Acciones realizadas por la empresa en función de la eficiencia energética**

En los últimos años en la Empresa Materiales de la Construcción se han realizado acciones con el objetivo de disminuir el consumo de los portadores energéticos, ver (anexo#2 y 3). Donde se muestra el plan de ahorro energético del año 2011 y el banco de problemas energético del año 2012, así como las medidas y acciones para el ahorro energético.

En concordancia con la política energética del país, efectuando estudios orientados a determinar los portadores energéticos de mayor consumo. Para ello en la Empresa Materiales de la Construcción se desarrollan los consejos energéticos donde se elaboró y

aprobó el plan de ahorro de los portadores energéticos, dentro de las medidas tomadas se encuentran:

- ✓ Realizar el control diario de los consumos de energía eléctrica, diesel y fuel oíl, siendo estos los portadores energéticos de mayor consumo en la empresa.
- ✓ En la actualidad existen proyectos de desarrollos tecnológicos consistentes en cambios de tecnología para la UEB Arimao:

- Cambiar de bomba (su dimensionada) existente, por una electrobomba.

-Instalación de dos plantas de hidrociclado de 76 T/h.

En el anexo # 3: se muestra el plan de ahorro energético del año 2011, así como en el anexo # 37: se observa el banco de problemas energético del año 2012, así como las medidas y acciones para el ahorro energético.

### **Fuentes de suministro energético**

La Empresa Materiales de la Construcción tiene como principales fuentes de suministros de los portadores energéticos a las empresas:

- ✓ *Electricidad*: La empresa se alimenta del Sistema Energético Nacional (SEN) desde una línea de 34.05 kW.
- ✓ *Combustibles y Lubricantes (grasas y aceites)*: Son suministrados por CUPET mediante contratos con la entidad.
- ✓ *Agua*: Es suministrada por la Empresa de Acueductos y Alcantarillados amparado bajo contrato legal.

### **2.3.3 Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos en el periodo (2010-2012)**

En la figura 2.1 se muestra la tabla de la estructura de los gastos por concepto de consumo de los principales portadores energéticos en el periodo 2010-2012.

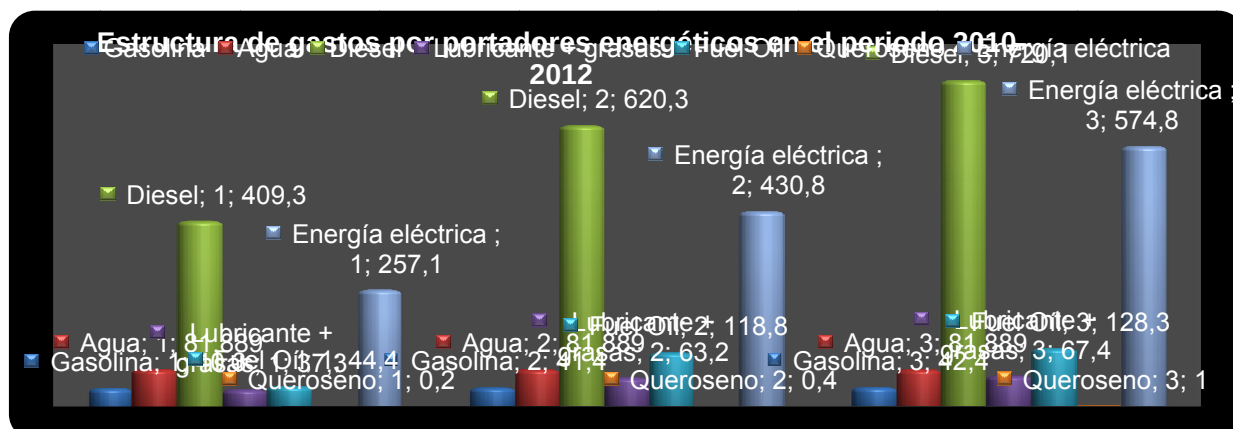


Figura 2.3: Estructura de gastos por portadores energéticos.

Fuente: Pujols, J ,2013

Como se muestra en la tabla 1 del anexo #4, en el periodo analizado de tres años desde 2010-2012, el portador energético que representa un mayor gasto es el Diesel, seguido por la energía eléctrica y por el fuel oil a continuación se ubica el agua, presentando un comportamiento ascendente en los últimos tres años.

Los gastos por conceptos de consumo de diesel representan el 44.56%, la electricidad el 35,58%, el fuel oil el 7,94% y el agua con 5.06% de los gastos por portadores, en la figura 3.4 se muestran los porcentajes de los gastos por portadores energéticos en el año 2012.

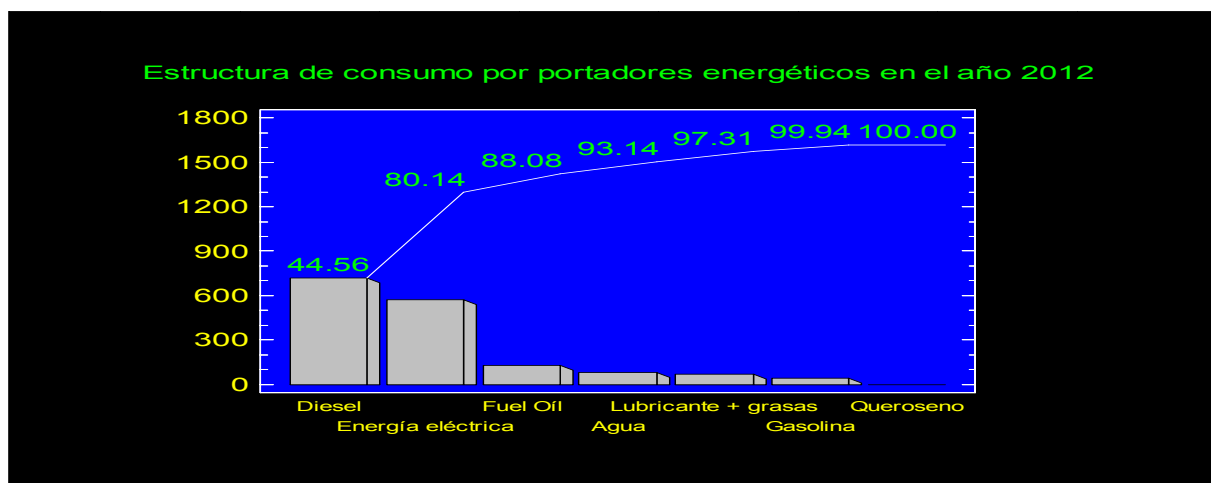


Figura 2.4-Estructura de gastos por portadores energéticos.

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.3.4. Orden de prioridad a los portadores energéticos según su gasto y consumo.

A partir de los resultados obtenidos del análisis del Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos en el periodo (2010-2012) se puede inferir un orden de prioridad a los portadores energéticos lo cual se muestran en la tabla 2. Figura 2.4- Orden de prioridad de gastos por portadores energéticos.

| Portadores energéticos |                      |
|------------------------|----------------------|
| 1                      | Diesel               |
| 2                      | Energía Eléctrica    |
| 3                      | Fuel oil             |
| 4                      | Agua                 |
| 5                      | Lubricantes y grasas |
| 6                      | Gasolina             |
| 7                      | Queroseno            |

Tabla 2.1 Principales portadores energéticos

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento y consumo de los portadores energéticos es analizado por los especialistas y los demás miembros de la dirección .

### 2.3.5. Definición de la empresa de estudio.

Para definir de las producciones que forman parte de La UEB Combinado Hormigón de Cienfuegos cual de ella es la más crítica desde el punto de vista de consumo energética se hace de ellas un análisis de los portadores de mayor importancia.

También es la que más incurre en penalizaciones por incumplimiento del factor de potencia, pagos de la tarifa eléctrica y pérdida de energía eléctrica

| AÑO            | 2010     | 2011       | 2012      |
|----------------|----------|------------|-----------|
| Consumo KW     | 165231   | 261047     | 254294    |
| Perdidas KW    | 22868    | 23149      | 21745     |
| Pago\$         | 40127.57 | 76.900.092 | 124290.34 |
| Penalización\$ | 7222,3   | 37345,63   | 52158,9   |

Tabla 2.2

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.1 Diagramas tecnológico del flujo energético de producción.

Diagrama del flujo energético de la cantera de piedras "Santiago Ramírez"

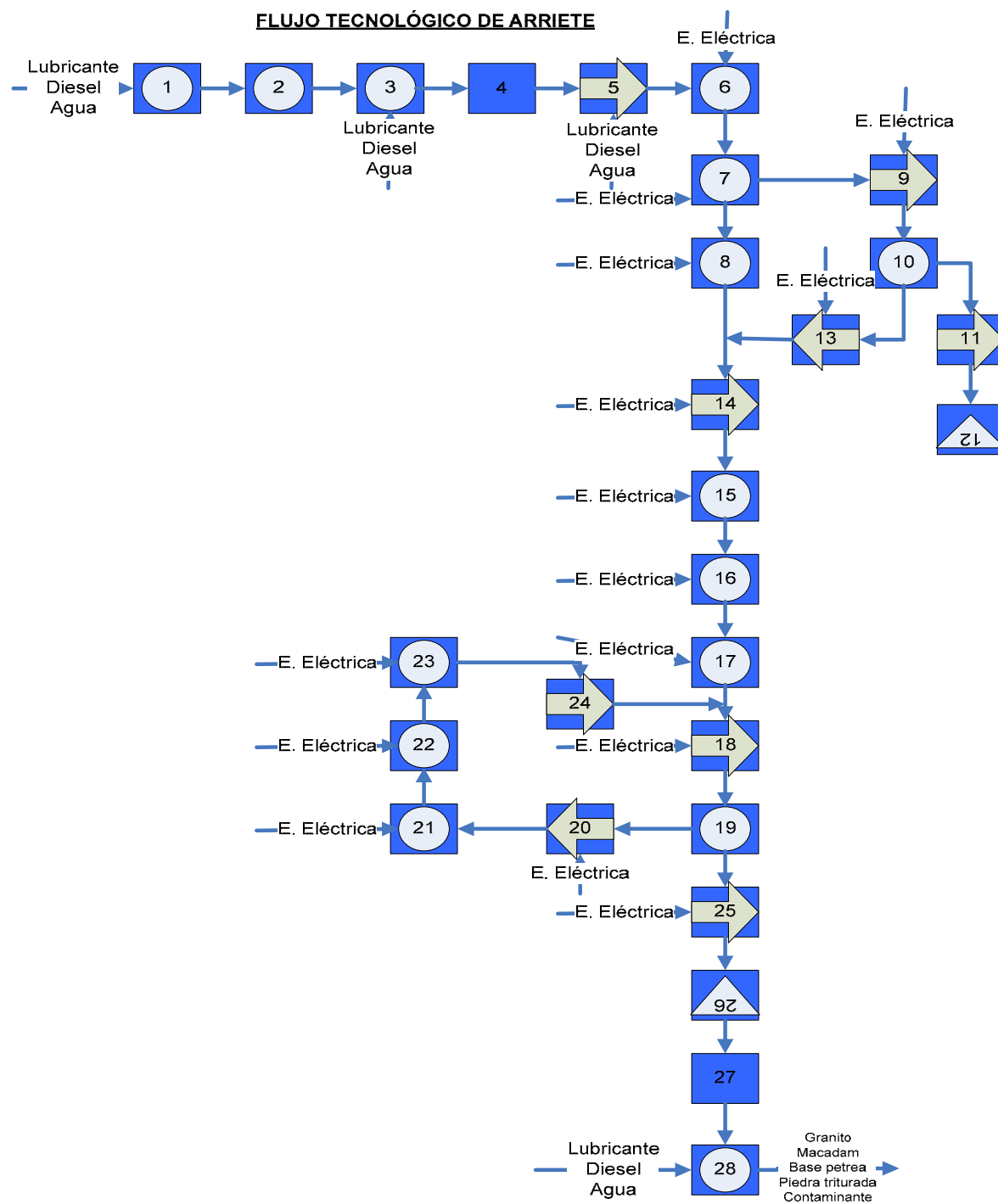


Figura 1 Flujo energético UEB Combinado de Áridos Ariete.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 2.4.2 Índices de consumo

En la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos se registran los índices energéticos de la siguiente manera para la UEB Santiago Ramírez Cienfuegos.

| UEB Combinado de Áridos Arriete |                                                                                         |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Mw-h/mm <sup>3</sup>            | Mega watt-horas de electricidad consumida / miles de metros cúbicos de piedra triturada |
| Mw-h/mm <sup>3</sup>            | Litros de diesel consumido /metros cúbicos de piedra triturada                          |

Tabla 2.3 Fórmula de cálculo para los índices de consumo

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.3. Posibles causas del alto por ciento del consumo de portadores energéticos no asociados directamente a la producción.

En este epígrafe se exponen las posibles causas que provocan el alto por ciento del consumo de portadores no asociados a la producción, las mismas podrían estar dadas por:

- ✓ Iluminación de plantas, electricidad para equipos de oficinas y ventilación.
- ✓ Áreas climatizadas, aire acondicionado.
- ✓ Energía usada en servicio de mantenimiento.
- ✓ Trabajo en vacío de equipos eléctricos o térmicos.
- ✓ Precalentamiento de equipos.
- ✓ Pérdida eléctrica por potencia reactiva.
- ✓ Uso de diesel en vehículos para el transporte del personal.
  
- ✓ Uso de diesel en vehículos para el aseguramiento logístico.
- ✓ Drenaje de los yacimientos (afectaciones por lluvias).
- ✓ Uso del diesel en mantenimientos, en equipos tecnológicos y no tecnológicos.
- ✓ Mermas en la producción.

#### 2.5.- Identificación del problema

Después de realizar el análisis de la situación energética en las UEB productivas de la Empresa Materiales de la Construcción de Cienfuegos se definieron conjuntamente con el grupo de expertos las posibles causas de los problemas identificados en dichas UEB.

#### **2.5.1. Preparación del Diagrama Causa-Efecto.**

Se realizaron análisis de causa y efecto para determinar las posibles causas teniendo en cuenta el alto por ciento del consumo de portadores energéticos no asociados directamente a la producción de la UEB productiva de la empresa objeto de estudio, así como el alto % del consumo de agua. Los diagramas causa-efecto, que se muestran en los anexos # 5 que fue construido en una sesión de tormenta de ideas por el grupo de expertos, mediante el empleo de Microsoft Office Visio 2003, arrojando el mismo las causas más probables. Ver anexo # 6

En el trabajo con expertos, se aprecia concordancia en el criterio de los mismos, por lo que se puede concluir que hay que prestar especial importancia a la realización de un estudio profundo en la UEB Ariete Cienfuegos y adquirir aquellos equipos que sean de impacto para el desarrollo productivo, así como ejecutar las reparaciones necesarias, teniendo en cuenta que los gastos por el alto % del consumo de portadores energético no asociados a la producción es elevado debido al deterioro de la tecnología, al igual que el tratamiento y reutilización de las aguas residuales..

#### **2.5.2. Elaboración del plan de oportunidades y mejoras en la Empresa Materiales de la Construcción.**

Para la elaboración del plan de mejora se hace uso de la técnica de las 5Ws y 2Hs (qué, quién, cómo, por qué, dónde, cuándo y cuánto). A través de estos planes se definieron, en forma ordenada y sistemática, las estrategias, procedimientos y/o actividades que se requieren para lograr las metas propuestas. Debido a que los planes de acción en su mayoría pueden realizarse con el personal de la empresa excepto aquellos que requieren de una inversión, en el anexo # 7 se muestran los planes de acción en función de disminuir el % del consumo de portadores energéticos no asociados a la producción.

### **2.6 .Procedimiento para la planificación energética.**

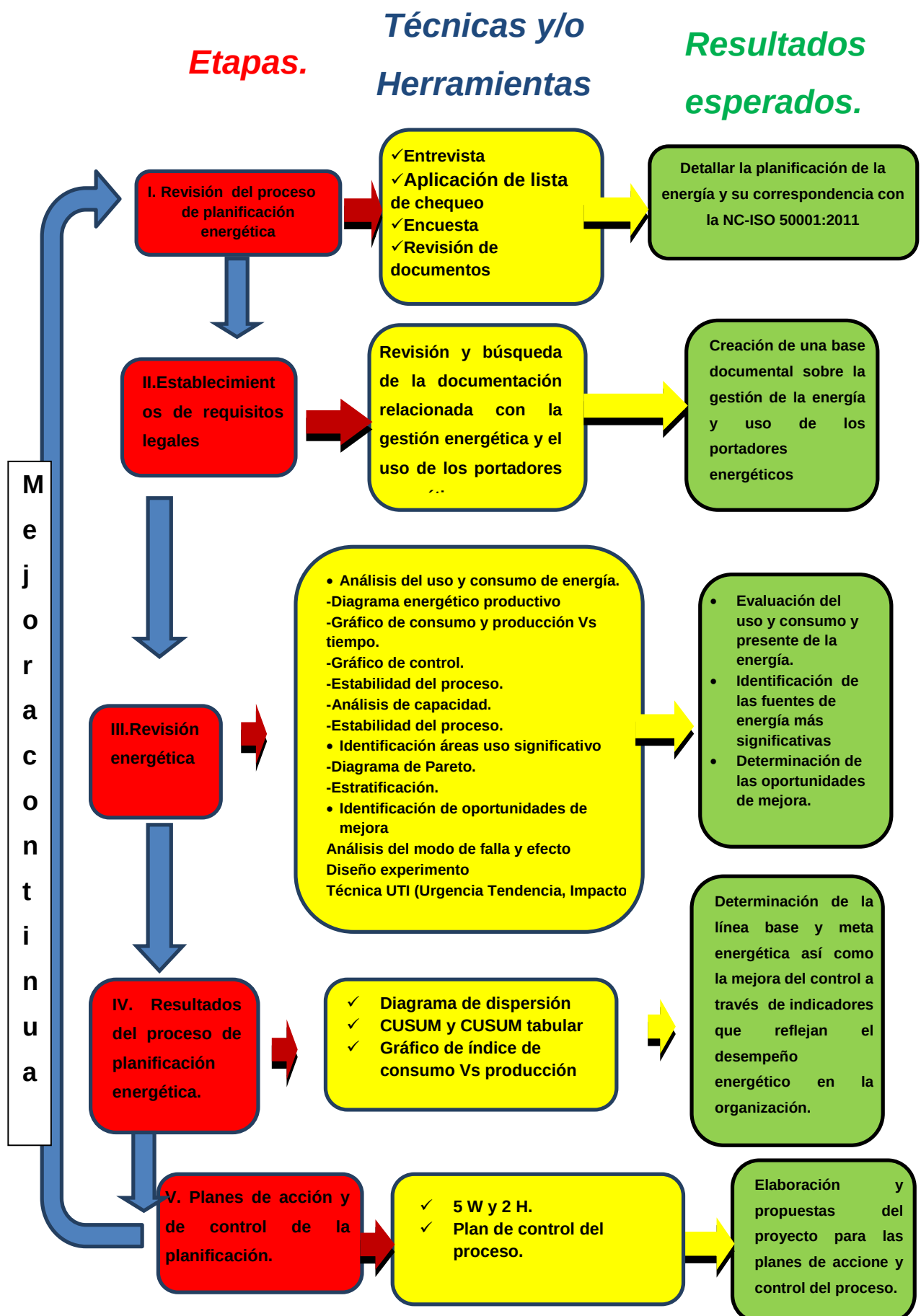
El procedimiento propuesto para la planificación energética consta de cuatro etapas, este procedimiento se diseñó teniendo en cuenta los requerimientos de la NC-ISO 50001:2011 “Energía managementtsystems – Requirements with guidancefor use” y del estudio de otras normas a nivel mundial referentes a la 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 Organisations.
- ✓ ANSI/MSE 2000:2008, management System for Energy
- ✓ ISO 9001:2008, Gestión de la calidad

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



### **2.6.1. Etapas del procedimiento de planificación energética**

En este epígrafe se describe las cuatro etapas que compone el procedimiento de planificación energética, a través de la declaración de objetivos por etapas, la propuesta de técnicas y/o herramientas a emplear y los resultados esperados

#### **2.6.1.1. Etapa I: revisión del proceso de planeación energética.**

##### **Objetivos de esta etapa:**

- Revisión del Proceso Planeación energética actual en correspondencia con la norma NC- ISO 50001:2011

##### **Técnicas y/o herramientas propuestas:**

- ✓ Entrevistas,
- ✓ Aplicación de lista de chequeo
- ✓ Encuestas
- ✓ Revisión de documentos

##### **Resultados esperados de la etapa.**

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

La etapa I consta de tres pasos para su desarrollo siendo estos, la conformación del equipo de trabajo, la aprobación por la alta dirección de la organización y la revisión del Proceso de Planeación energética, los cuales se detallan a continuación:

##### **Paso 1: Formar el 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:

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

Dónde:

K: constante que depende del nivel de significación (1 -α).

**Tabla 2.1:**

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

p: proporción de error

l: precisión ( $i \leq 12$ )

Los datos para los cálculos los fija el investigador.

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:

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

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

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

**Paso 3:** Revisión del Proceso de Planeación energética.

Se aplicarán las técnicas y herramientas que determine 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 diseñada a partir de las siguientes referencias, ver **anexo 8**:

- ✓ Energy management system checklist. DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice A Guide for Companies and Organizations.
- ✓ Lista de chequeo ISO 50001. Grupo de Gestión Eficiente de la Energía

Universidad del Atlántico.

### **2.6.1.2. Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos**

#### **Objetivo de esta etapa:**

Esta etapa tiene como objetivo, recopilación de requisitos internacionales, nacionales, regionales o 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 relacionados con la energía.

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
- Ministerio de la Construcción (MICON)
- 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

### **2.6.1.3. Etapa III: Révision énergétique**

**Objetivos:** esta etapa tiene como objetivo:

- ✓ 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 objetivo se hace necesario el uso de herramientas específicas.

#### **a) El análisis del uso y consumo de energía:**

Para el cumplimiento de este objetivo, se proponen las siguientes herramientas.

1. Diagrama energético productivo: esta herramienta consiste en desarrollar el flujo grama 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. También en el diagrama se muestran 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 flujo grama por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo.
2. El grafico de consumo y producción vs tiempo: Este diagrama permite el análisis simultáneo de la variación del consumo energético y la producción durante el periodo de tiempo observado. Puede realizarse para analizar el comportamiento del consumo y producción de toda la empresa, un área o equipo específico. Es útil ya que muestra los periodos de tiempo en los cuales se producen comportamientos anormales en la variación del consumo respecto a variaciones en la producción, además de que permite identificar las causas que los producen, pues es posible determinar los periodos en los cuales se presentan dichos comportamientos y hacer un análisis específico para esos periodos (UPME 2006) e (CEEMA 2002).

De acuerdo con UPME (2006), 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 2.2.

**Tabla 2.2.** Confiabilidad de los datos

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

**Fuente:** UPME (2006)

3. El grafico de control: es un diagrama lineal que permite observar el comportamiento de una variable en función de determinados 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 (UPME, 2006) e (CEEMA, 2002).
4. Análisis de capacidad del proceso: es analizar como cumplen las variables de salida con las especificaciones del proceso; en este caso para procesos con una sola especificación, ya sea para 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), o 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, sin embargo para el análisis de factor de potencia se considera satisfactorio variables del tipo entre más grande es mejor. Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.
5. Estabilidad del proceso: implica el estudio de la variación de un proceso a través del tiempo. Un proceso tiene estabilidad si su desempeño es predecible en el futuro inmediato y se dice que está en control. Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.
6. Gráfico de Tendencia de Sumas Acumulativas (CUSUM): es un gráfico que 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.

#### **b) La identificación áreas de uso significativo la energía y consumo:**

Para el cumplimiento de este objetivo, se propone las herramientas siguientes:

1. Diagrama de Pareto: son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la ley de Pareto o ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

2. Diagrama de causa y efecto o Ishikawa: es un método grafico 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 cuales son las verdaderas causas.
3. Estratificación: Cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto aplicando sucesivamente Pareto a estratos más profundos de la causa general.

La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y las herramientas de descripción de efectos.

#### **c) La identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético:**

Para el cumplimiento de este objetivo, se propone las herramientas y/o técnicas siguientes:

1. Análisis del modo de falla y efecto: es un enfoque estructurado para identificar, estimar, dar prioridad y evaluar riesgo de las posibles fallas en cada etapa de un proceso. Empieza por identificar cada elemento, ensamble o parte del proceso y listar los modos de falla potencial, las causas potenciales y los efectos de cada falla. También se calcula un número de prioridad del riesgo (RPN) para cada modo de falla. Este es un índice utilizado para medir la importancia de los aspectos listados en la figura 2.8 del FMEA.

#### **Figura 2.8**

**Fuente:** elaboración propia



| No. | Entradas | Modo de fallo | Efecto de fallo | Sev. | Causas potenciales | Occ. | Acciones correctivas | Det. | RPN |
|-----|----------|---------------|-----------------|------|--------------------|------|----------------------|------|-----|
|-----|----------|---------------|-----------------|------|--------------------|------|----------------------|------|-----|

2. Diseño de experimentos (DOE). El DOE, al que en ocasiones se hace referencia como pruebas multivariadas, es un método estadístico que se utiliza para determinar la relación de causa y efecto entre las variables de la 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 DOE permite la experimentación simultánea de muchas variables mediante la cuidadosa selección de un subconjunto de las mismas.
3. Técnica UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto). Es una técnica válida para definir prioridades. La solución de prioridades es la identificación de que debemos 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. Tenga en cuenta que se le puede asignar el mismo puntaje a varias oportunidades.

#### **Tendencia:**

Describe las consecuencias de tomar la acción sobre una situación. Hay situaciones que permanecen idénticas si no hacemos algo. Otras se agravan al no atenderlas. Finalmente se haya las que se solucionan con solo dejar de pasar el tiempo. Se debe considerar como principal entonces las que tienden a agravarse al no atenderlas, por lo cual se le dará un valor de 10; las que se solucionan con el tiempo, 5; y las que permanecen idénticas sino hacemos algo la calificamos con 1.

#### **Impacto:**

Se refiere a la incidencia de la acción o actividad que se está analizando en los resultados de nuestra gestión en determinada área o 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. Tenga en cuenta que le puede asignar el mismo puntaje a varias oportunidades.

### **Resultados esperados**

- ✓ Evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía;
- ✓ Identificar las fuentes de energía más significativos
- ✓ 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 futuros de energía;

#### **2.6.1.4. Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética**

##### **Objetivos de esta etapa:**

- ✓ Determinación de la Línea de base energética.
- ✓ Determinación de la Línea meta del desempeño energético.
- ✓ Mejora, diseño o incorporación de 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 sector.

##### **2.6.1.4.1. Requisitos obligatorios para determinación de la línea base energética y la línea meta del desempeño energético**

La línea base y 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.

## **Herramientas y técnicas propuestas**

### **1. Diagrama 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 periodo 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  $R = 80\%$

La ecuación que se ajusta a los puntos de la gráfica está dada por:

$$E = mP + E_0 \quad (1)$$

Dónde:

E = consumo de energía.

P = producción.

m = pendiente de la línea.

$E_0$  = intercepto de la línea

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 ( $E_0$ ) 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  $E_0$ . Muchas de las oportunidades de ahorros de energía están en este consumo y pueden lograrse con poca inversión. Según UPME, (2006) y CEEMA (2002), este consumo puede estar dado por:

- La iluminación de la planta.

- La electricidad consumida por los equipos de las oficinas.
- Las áreas acondicionadas tanto de frío como de calefacción.
- La energía utilizada durante los servicios de mantenimiento.
- El precalentamiento de los equipos y los sistemas de tuberías.
- La energía perdida en aire comprimido.
- Pérdidas de electricidad por potencia reactiva.

2. **CUSUM y CUSUM tabular:** La selección del periodo base puede apoyarse en un análisis CUSUM herramientas que se encuentran explicada en la etapa III del documento.

### 3. **Diagrama índice de consumo Vs. producción**

Después de obtener la ecuación 1, puede obtenerse el índice de consumo dividiendo la ecuación 1 por la producción, tal como presentado en la ecuación 2.

$$E = m * P + Eo$$

$$IC = \frac{E}{P} = m + \frac{Eo}{P}$$

$$IC = m + \frac{Eo}{P} \quad (2)$$

La ecuación 2 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) de la ecuación 2 (UPME, 2006). De este modo, el índice de consumo es una herramienta que contribuye a la programación de la producción.

#### **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.

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

Objetivos de la etapa:

- ✓ Proponer acciones de mejora para el proceso de planificación energética

- ✓ Establecer planes de control para el proceso.

### Herramientas y/o técnicas

1. **5W y 2H:** 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, cómo y cuánto según se muestra en la figura 2.4

**Figura 2.9**

Fuente: Elaboración propia

|                                                                              |       |      |        |       |        |        |
|------------------------------------------------------------------------------|-------|------|--------|-------|--------|--------|
| Oportunidad de mejora: Consumo de energía no asociado al proceso productivo. |       |      |        |       |        |        |
| Meta: Disminución del gasto energético no asociado al proceso productivo     |       |      |        |       |        |        |
| responsable general:                                                         |       |      |        |       |        |        |
| Qué                                                                          | quien | como | porque | dónde | cuando | cuanto |

2. **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 figura 2.5

**Figura 2.10**

Fuente: Elaboración propia

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

### Resultados esperados

Elaboración y propuesta de planes de acción y de control para el proceso de planeación energética

### Conclusiones parciales

1. Uno de los factores de vital importancia para lograr el control independiente del consumo energético en las diferentes áreas de las empresas metalmecánicas es la falta de instrumentos necesarios para la medición.
2. Se diseña un procedimiento para la planificación energética en las organizaciones según los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 y teniendo como premisas diferentes normas a nivel internacional y la gestión de la calidad, que posibilita su aplicación tanto en organizaciones de producción como de servicios.

# Capítulo III

**Capítulo III se realiza la aplicación del procedimiento para la planificación energética en la producción de la UEB Santiago Ramírez, Cienfuegos en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011**

### **3.2. Procedimiento para la planificación energética en la producción de piedra la UEB Santiago Ramírez, Cienfuegos.**

#### **3.2.1 Etapa I: Revisión del Proceso Planeación energética**

##### **Paso 1: Formar el 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, resultando el mismo por la siguiente expresión:

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

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

Donde:

K: constante que depende del nivel de significación (1 - $\alpha$ ).

p: proporción de error

i: precisión ( $i \leq 12$ )



$$M = \frac{0.03(1-0.03)3.8416}{0.12^2} = 7.76 \approx 8$$

El número de expertos es de ocho (8).

Los expertos seleccionados fueron los siguientes:

1. Director técnico.
2. Jefe de la brigada eléctrica.
3. Obrero eléctrico (2)
4. Especialistas energéticos (2).
5. Investigadores en gestión de energía (2)

La selección de los expertos se realizó a partir de los criterios de selección establecidos en el diseño de procedimiento 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.

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

Se presenta ante consejo de dirección el equipo de trabajo seleccionado, junto a los criterios de selección para su aprobación.

### **Paso 3: Revisión del Proceso Planificación energética.**

El departamento comercial de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos en coordinación con la dirección de la empresa, establece el plan de producción en valores (en coordinación con el grupo industrial de la construcción GEICON). Las áreas productivas establecen las cantidades y productos que se procesaran en el periodo a planificar ( año siguiente). Teniendo en cuenta los índices de consumo físicos en periodos precedentes, el especialista energético calcula la energía eléctrica necesaria para el plan en cuestión y elabora una propuesta que es elevada a I(Grupo Empresas Industrias de la Construcción)GEICON. Este a su vez analiza con la dirección de la empresa dicha propuesta y como resultado el documento es elevado al Ministerio de la Construcción (MICONS), que lo presenta al (Ministerio de Economía y Planificación)MEP, el cual aprueba o no la variante de plan procesada.

En este paso también se aplicó la lista de chequeo propuesta en el capítulo II para la revisión de la planificación energética, cuyos resultados se muestran en el **anexo 9**, realizándose un resumen de los mismos:

- El consumo de energía a nivel de procesos productivos y área de servicios no se controla diariamente.
- No se controlan ni se registran el desempeño de los indicadores diariamente a nivel de áreas productivas, servicios o nivel de empresa.
- Los objetivos, metas y programas de la energía no fueron implementados.
- No se cumple con la política energética en la organización.
- No son medibles todas las metas de energía.

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

Las normas, resoluciones que regulan la Gestión Energética y el consumo de portadores energéticos de la empresa son:

#### **Consejo de Estado y de Ministros, República de Cuba.**

- Ley eléctrica, ley 1287, de enero 2, 1975 de 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.

#### **.Ministro de Economía y Planificación**

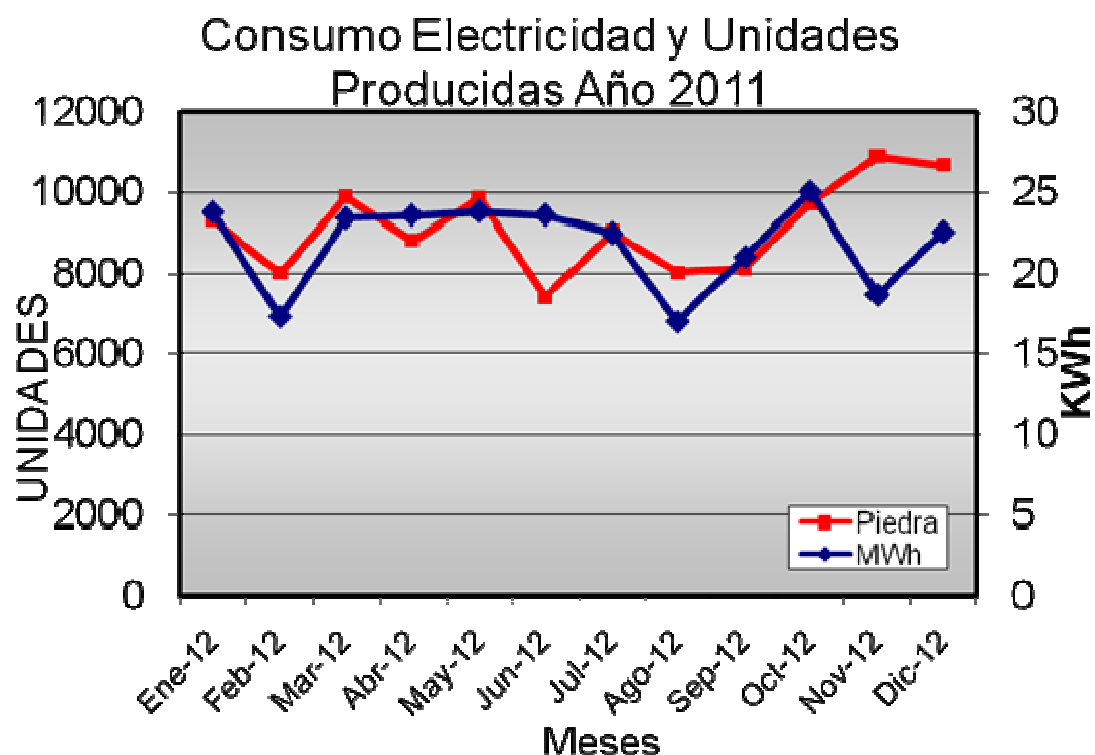
- Sugerencias para el ahorro y uso racional de la energía, septiembre 1998.
- Acuerdo No. 5959 del Ministerio de Economía y Planificación (MEP).

#### **.Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.**

- Inclusión del plan de uso del agua como indicador directivo de la economía, en el plan 2011.

El grupo de trabajo le facilita a la organización la NC ISO: 50001: 2011 "Energymanagementsystems – Requirements with guidancefor use"

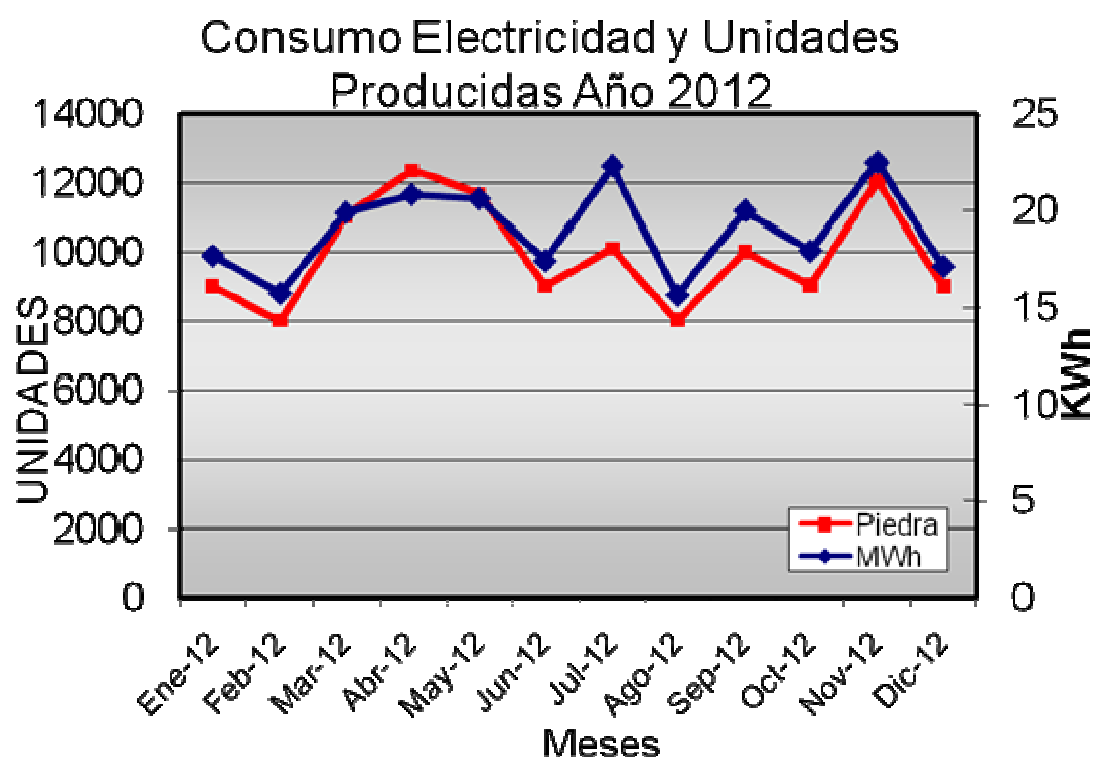
### **3.2.3 Etapa III: Revisión energética**



**Gráfico: 3.1**

**Fuente:** elaboración propia

En el gráfico 3.1, puede observarse la variación simultánea del consumo energético y la producción. Se constata que los incrementos en el régimen de producción están acompañados de un incremento en el consumo de energía eléctrica, portador asociado al proceso productivo. Esto sucede de forma general. En el caso del mes de Octubre y Diciembre. Hubo un incremento de la producción porque hay parte de la producción del mes anterior que fue reflejada en estos dos meses y el consumo disminuyó debido a un plan de medidas de ahorro. De acuerdo con UPME (2006), se puede decir que la muestra (los datos) tiene la validez necesaria para realizar la caracterización energética debido a la confiabilidad de 91% que tiene, resultado que indica una buena confiabilidad.

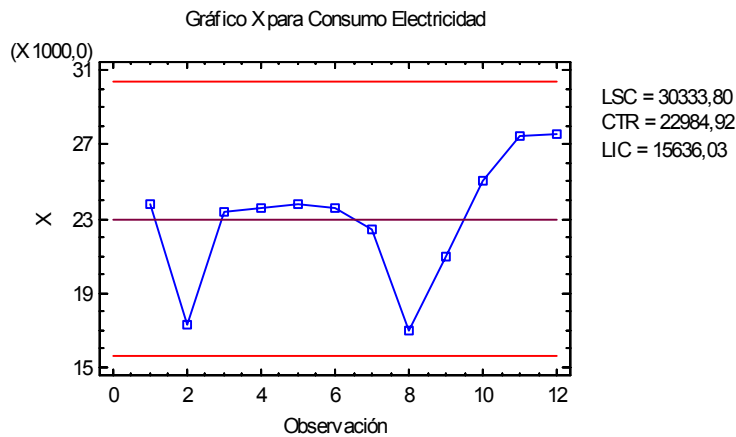


**Grafico 3.2:**

**Fuente:** elaboración propia

En el grafico 3.2 como en el 3.1 se puede observar que el incremento de la producción está acompañado del incremento en el consumo energético y viceversa durante todo el periodo analizado. En los casos de los meses de Julio, Septiembre y Noviembre se asumen producciones de otros meses por lo que se observa unos incrementos en el consumo de energía eléctrica.

## Año 2011



### **Gráfico 3.3:**

**Fuente:** Elaboración propia

### Gráfico de Individuos - Consumo de Energía Eléctrica

Número de observaciones = 12

Ninguna de las observaciones excluidas

Distribución: Normal

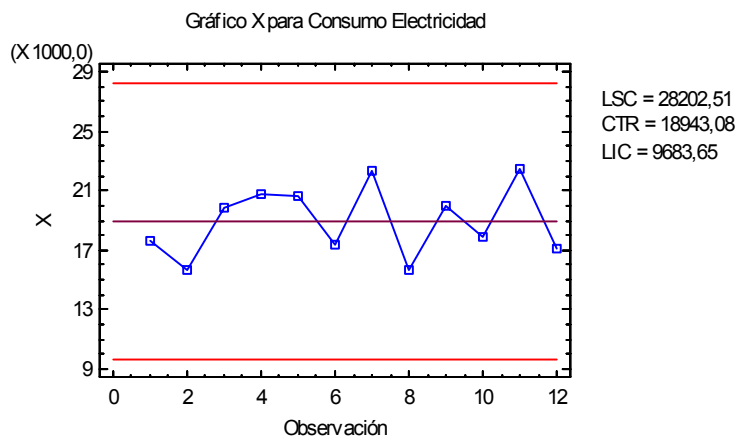
Este procedimiento crea un gráfico de valores individuales para Consumo Electricidad. Está diseñada para permitirle determinar si los datos provienen de un proceso en un estado de control estadístico. Las gráficos de control se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 22984,9 y una desviación estándar igual a 2449,63. Estos parámetros fueron estimados a partir de los datos. De los 12 puntos no excluidos mostrados en el gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control en el primer gráfico, mientras que 0 están fuera de límites en la segunda. Puesto que la probabilidad de que aparezcan 0 ó más puntos fuera de límites, sólo por azar, es 1,0 si los datos provienen de la

distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

El índice de inestabilidad es 0 puesto que no existen puntos especiales.

El índice de capacidad para una sola especificación Cpk es 1.32 (Mientras menos consumo mejor) Esto muestra que el proceso es adecuado. Queda fuera de la especificación superior un 0,000464053 por ciento.

### Año 2012



### Gráfico 3.4:

Fuente: Elaboración propia

### Gráfico de Individuos - Consumo Energía Eléctrica

Selección de la Variable: Consumo Energía Eléctrica

Número de observaciones = 12

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Determinar si los datos provienen de un proceso en un estado de control estadístico. Los gráficos de control se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 18943,1 y una desviación estándar Este procedimiento crea un gráfico de valores individuales para Consumo Electricidad. Estos parámetros fueron estimados a partir de los datos. De los 12 puntos no excluidos mostrados en

el gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control en el primer gráfico, mientras que 0 están fuera de límites en la segunda. Puesto que la probabilidad de que aparezcan 0 ó más puntos fuera de límites, sólo por azar, es 1,0 si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

El índice de inestabilidad es 0 puesto que no existen puntos especiales.

El índice de capacidad para una sola especificación  $C_{pk}$  es 1.13 lo que nos muestra que el proceso requiere un control estricto y es parcialmente adecuado. Queda fuera de la especificación superior un 0,000464053 por ciento

Gráfica de Pareto para TCC

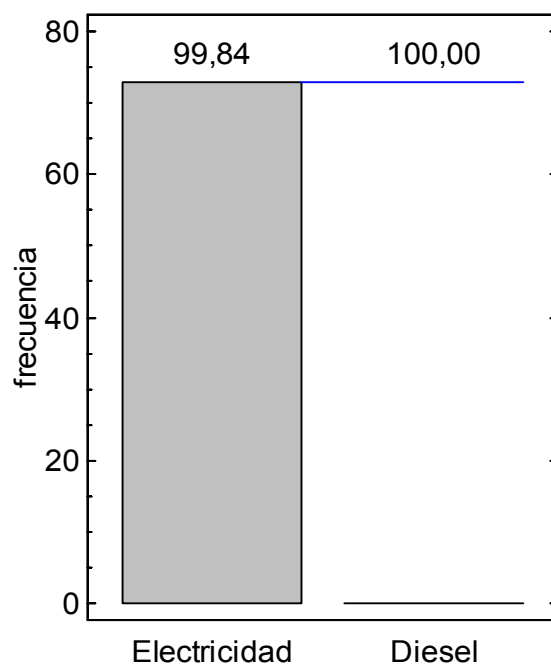


Gráfico 3.5: Análisis de Pareto

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 3.5: Como se observa en el gráfico de Pareto el portador de mayor consumo es la energía eléctrica en el año 2011, ya que representa el 99,84% de la frecuencia. A continuación se ve el Pareto del 2012:

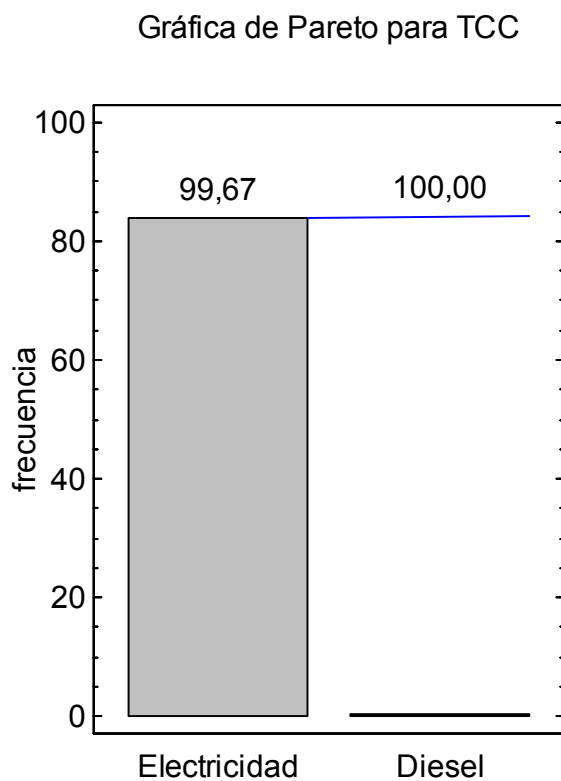


Grafico 3.6: Análisis de Pareto

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 3.5: Como se observa en el gráfico de Pareto el portador de mayor consumo es la energía eléctrica en el año 2012, ya que representa el 99,67% de la frecuencia.

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

##### **3.2.4.1. Indicadores de desempeño energético**



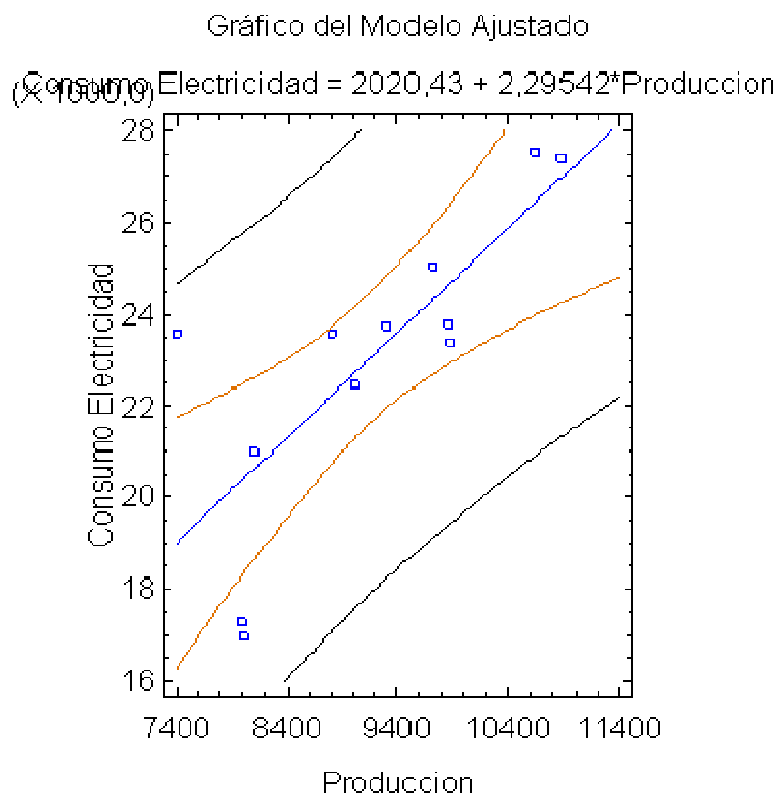


Gráfico 3.7: Gráfico de correlación

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 3.7 se puede apreciar la correlación es ajustada a el modelo lineal entre consumo de electricidad y producción de piedra el Coeficiente de Correlación es de 0,768963 esto indica una relación moderadamente fuerte entre las variables ya que para datos de electricidad debe ser mayor que 0.75. El  $R^2$  indica que el modelo es ajustado y explica 59,1304% de la variabilidad en el Consumo de Energía Eléctrica

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo de Energía Eléctrica y Producción de piedra con un nivel de confianza del 95,0%.

La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Consumo de Energía Eléctrica} = 2020,43 + 2,29542 * \text{Producción}$$

La ecuación de regresión nos brinda la cantidad de KWh no asociados a la producción 2020.43, a continuación se observa el porciento no asociado

Tabla 3.5: Porciento de energía no asociado a la producción (Ena)

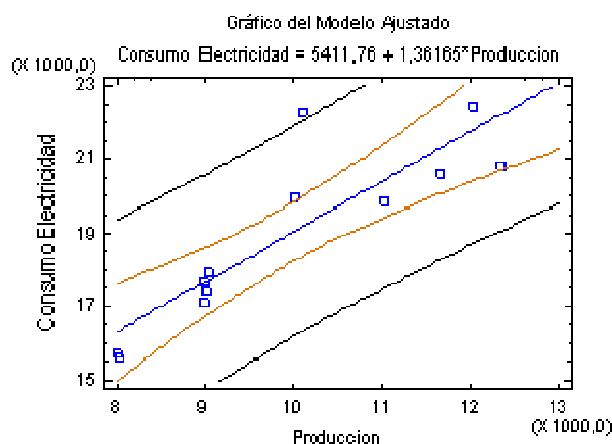
|                                     |
|-------------------------------------|
| $Ena = (E_0 / E_m) \times 100\%$    |
| Energía eléctrica                   |
| $(2020.43 / 22984.22) \times 100\%$ |
| 8.7%                                |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.23:** Grafico de control consumo de energía MWh para el año 2011

Fuente: Elaboración propia

**AÑO 2012**



### **Regresión Simple - Consumo Electricidad vs. Producción**

Variable dependiente: Consumo Electricidad

Variable independiente: Producción

Lineal:  $Y = a + b \cdot X$

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo Electricidad y Producción. La ecuación del modelo ajustado es Consumo Electricidad =  $5411,76 + 1,36165 \times \text{Producción}$ . Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo Electricidad y Producción con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 75,5398% de la variabilidad en Consumo Electricidad. El coeficiente de correlación es igual a 0,869136, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 1226,65. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 812,631 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una auto correlación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

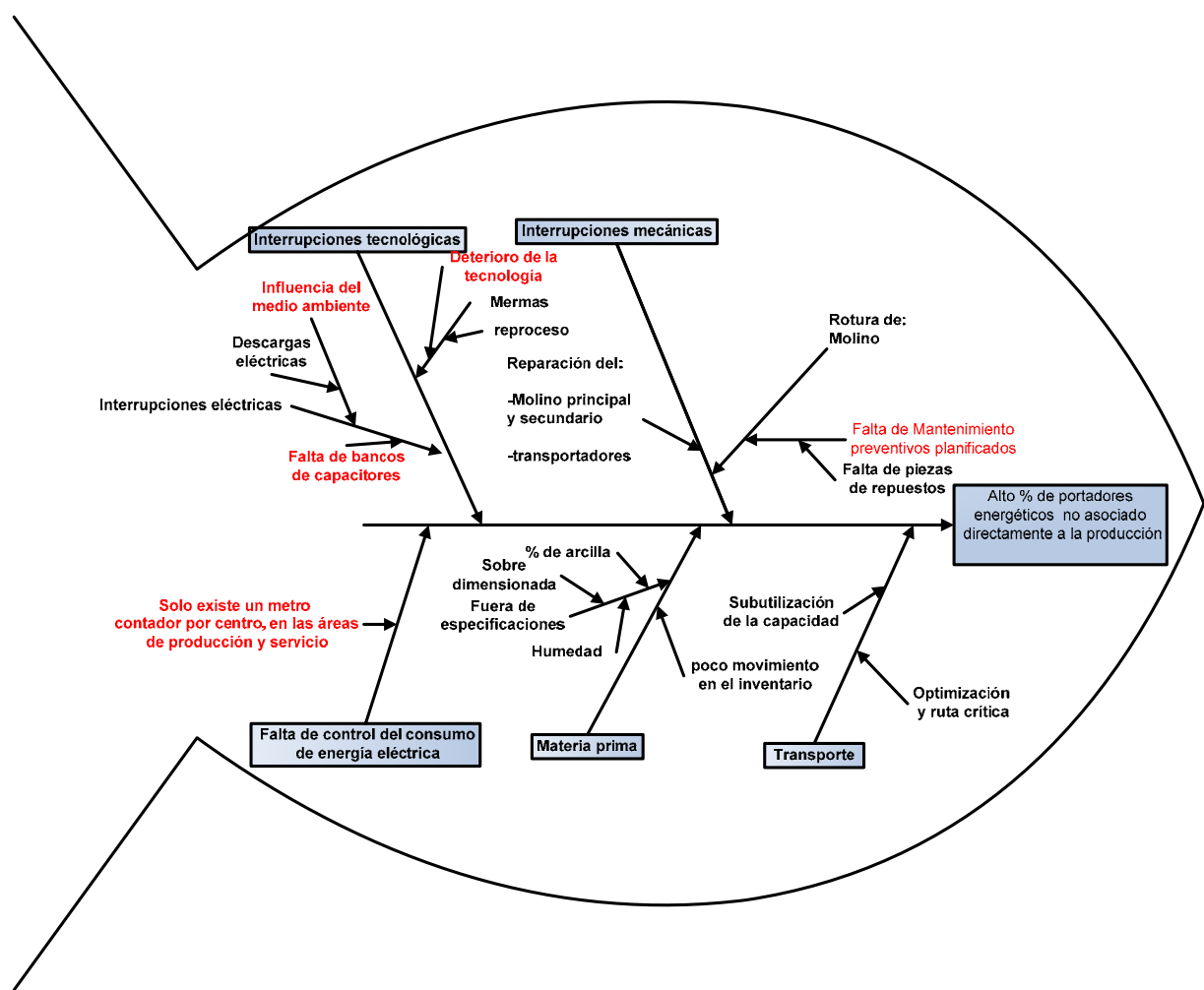
La ecuación de regresión muestra un 1,19662Mwh/mm<sup>2</sup> asociado a la producción, mientras que no asociado a la producción existen: 6643,83 (Mw-h) de energía Quedando el % de portadores no asociados a la producción de la siguiente manera:

Tabla 3.5: Porcentaje de energía no asociado a la producción (Ena)

|                         |
|-------------------------|
| Ena= (E 0 /Em) x 100. % |
| Energía eléctrica       |
| (5411.76/18943)x100.%   |
| 28.5%                   |

Fuente: Elaboración propia

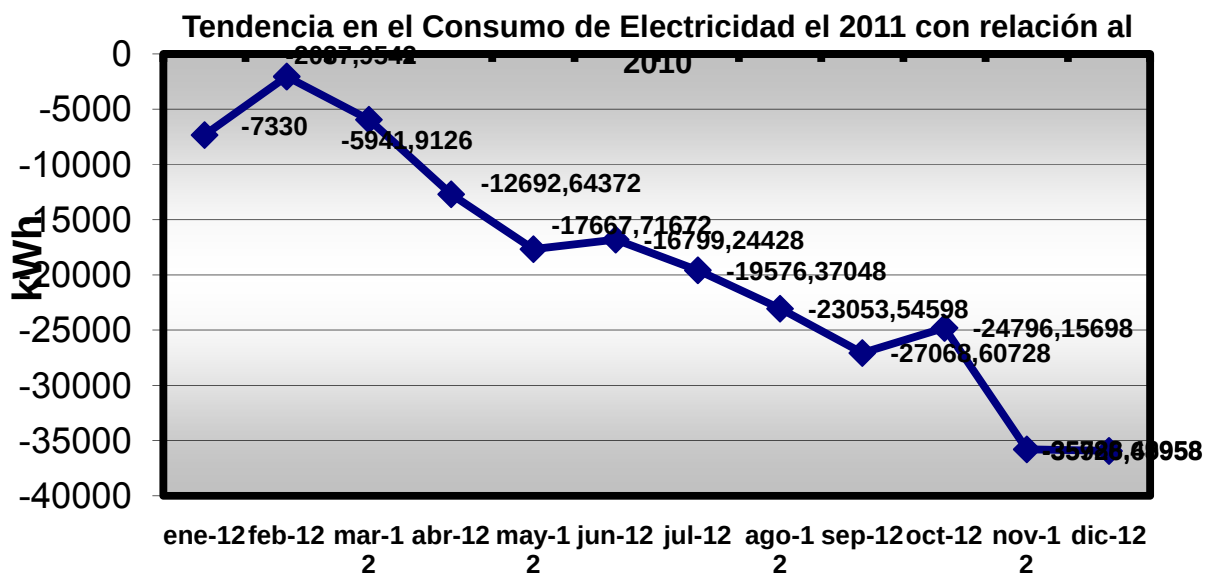
En el siguiente grafico se muestran los principales problemas existentes en La UEB Santiago Ramírez



**Figura 3.23:** Grafico de control consumo de energía MWh para el año 2011

**Fuente:** Elaboración propia

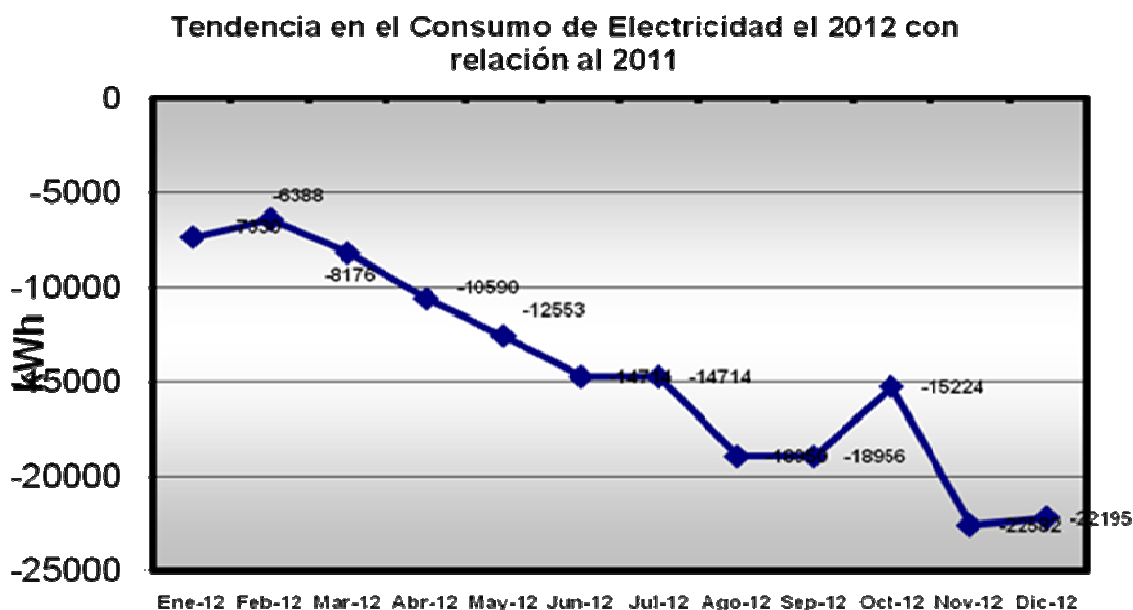
Los expertos señalaron como los principales problemas que solo existe un metro contador por centro, en las áreas de producción y servicio y Falta de Mantenimiento preventivos planificados Como los dos principales problemas. Ver anexo10



**Grafico 3.5:** Gráfico de Tendencia o de CUSUM.

**Fuente:** Elaboración Propia

En el gráfico se observa el ahorro del año 2011 con respecto al 2010 en KWh. En el mes de Enero se observa un ahorro de 7330 KW y en el mes de Febrero se revierte y se despilfarran 4493 KWh aproximadamente. En Marzo se vuelve a cumplir con las medidas de ahorro y se evidencia que el consumo disminuye considerablemente hasta el mes de Septiembre en Octubre se incrementa el despilfarro pero en los próximos dos meses se logra descender el consumo eléctrico por lo que se puede decir que en el año 2011 con respecto al 2010 se ahorró miles de KWh.



**Grafico 3.6:**

**Fuente:** elaboración propia.

En el gráfico se observa el ahorro del año 2012 con respecto al 2011 en KWh. En Enero se incumplieron las medidas de ahorro, aunque de ahí a Septiembre se ahorraron 13811KWh evidenciándose un correcto uso de la energía eléctrica. En Octubre se observa el mes más negativo del año en lo que a ahorro se refiere llegándose a 3732KWh despilfarrados con respecto al mismo mes de Septiembre del pasado año. Luego en el mes de Noviembre se vuelve disminuir el consumo y se mantiene prácticamente igual en Diciembre

#### **3.2.4.2. Línea base y meta energética**

La línea de base energética es la referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético para un período especificado en la Fabricación de la UEB Santiago Ramírez, Cienfuegos, donde las variables que intervienen en este periodo son:

- Producción (m3), variable independiente
- Consumo de energía eléctrica (MWh), variable dependiente

El mejor desempeño entre los dos años analizados (2011 y 2012) lo tiene el 2011, contando con mayor correlación 0.768963 que en 2012. La cantidad de KWh no asociados a la producción también es menor (Todo esto se observa en los resultados de los análisis de correlación anteriores).

Por tanto la línea base es la ecuación lineal de la correlación del 2011

Consumo de Energía Eléctrica = 2020,43 + 2,29542\*Producción

La línea Meta no se pudo establecer hasta que no se realicen las propuestas de mejora plasmadas en el 5W2H puesto que se evidencia un deterioro del desempeño energético de un año a otro

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

Con el fin de optimizar la información se procedió a elaborar el proyecto de mejora, al quedar identificadas las entradas que más influyen en las salidas y que son la principal fuente generadora de los altos por ciento de energía no asociado a la producción.

#### **Elaboración del proyecto.**

De acuerdo con las prioridades definidas en el **Anexo 10**, se diseñaron los planes de Mejora correspondientes, para ello se utilizó de la técnica de las 5Ws (What, Who, Why, Where, When) y las 2Hs (How, Howmuch), **Anexo 11**. A través de estos planes se definieron, en forma ordenada y sistemática, las estrategias, procedimientos y/o actividades que se requieren para lograr las metas propuestas. Debido a que los planes de acción en su mayoría se logran por inversión, se deja de recomendación continuar la investigación realizando el análisis económico del proyecto.

#### **Planes de control**

Para el control del proceso de planificación de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos luego de la implantación de las acciones de mejora, se propone controlar la variable consumo de energía no asociada a la producción con los indicadores  $E_{ob}$  (energía no asociada al proceso productivo según la línea base), esta propuesta se muestra en el **anexo 12**.

### **Conclusiones parciales del capítulo**

1. La estructura de consumo de energéticos en la empresa está formada por la electricidad como primer portador energético en importancia, con alrededor del 99 %.
2. El consumo de energía eléctrica no asociado al proceso productivo (servicio, pérdidas por transformación herramental, aires acondicionados, computadoras y alumbrado) constituye más de 65% del consumo total de la fábrica, siendo el 50% en servicio.

**Conclusiones**



## CONCLUSIONES

1. La Norma Internacional ISO 50001:2011 es un instrumento adecuado para el diseño de sistemas de gestión energética ya que propicia la integración de los sistemas de gestión energética con los sistemas de gestión de la calidad, la planificación de la producción y la planificación de la energía.
2. Se diseñó un procedimiento para la planificación energética en las organizaciones según los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 y teniendo como premisas diferentes normas a nivel internacional y la gestión de la calidad, que posibilita su aplicación tanto en organizaciones de producción como de servicios.
3. La estructura de consumo de energéticos en la empresa objeto de estudio está formada por la electricidad como primer portador energético en importancia, con alrededor del 99 %
4. El consumo de energía eléctrica no asociado al proceso productivo (servicio, pérdidas por transformación herramental, aires acondicionados, computadoras y alumbrado) constituye más de 70% del consumo total de la fábrica, siendo el 50% en servicio.

Para el establecimiento de la línea base se trabajó con el periodo 2011-2012, obteniéndose como línea base: Consumo de Energía Eléctrica = 2020,43 + 2,29542\*Producción

# Recomendaciones

## **RECOMENDACIONES**

1. Seguir profundizando los detalles del procedimiento propuesto.
2. Realizar los análisis costos y beneficios para las inversiones propuestas, siendo estas:
  - Adquisición de instrumentos de medición
  - Selección e instalación del transformador adecuado.
  - Selección y sustitución del compresor.
3. Implantar el procedimiento diseñado para la planificación energética como una metodología para la gestión de la energía en la organización.

# Bibliografía

## BIBLIOGRAFIA

- ¿Qué es la 'Planificación Energética'? (n.d.). Retrieved from [http://www.pmmlearning.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=43&Itemid=57](http://www.pmmlearning.com/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=57).
- AENOR. (2012, March 20). Certificación del sistema de gestión energética ISO5001. Retrieved from [http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab\\_gestion\\_energetica.asp](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab_gestion_energetica.asp).
- Alejandro Montesinos Larrosa. (2010). *El petróleo nuestro de cada día*. No. 52. Retrieved from <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energiaytu.html>.
- Andrés Pérez Campo. (2012, Diciembre). *Herramientas soporte para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma ISO 50001:2011*. Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- Antonio Díaz Medina. (2008). *Sistema de gestión total eficiente de la energía en la empresa Oleohidráulica Cienfuegos*. Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2007). *UNE 216301: 2007. Sistema de gestión energética - Requisitos*. AENOR.
- Borroto Nordelo, Aníbal E. (2011). *Los sistemas de gestión energética y la nueva norma internacional ISO 50001*. Cienfuegos Cuba.
- Borroto Nordelo, Aníbal E., & Monteagudo Yanes, José P. (2006). *Gestión y economía energética*.
- Borroto Nordelo, Aníbal E., & Monteagudo Yanes, José P. (2009). *Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía*. Cuba.
- British Standards Institución. (2011). *¿Qué son los sistemas de gestión?* Retrieved from <http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemas-de-Gestion/De-un-vistazo/Que-son-los-sistemas-de-gestion/>.

British Standards Institution. (n.d.). *Gestation de la calidad*. Retrieved from <http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemas-de-Gestion/Area-de-Negocios/Calidad/>.

Carolina Salazar Aragón,,Edson De Olivera Pamplona, Juan Ricardo Vidal Medina, MSC. (2012). La eficiencia energética como herramienta de gestión de costos: una aplicación para la identificación de inversiones de en eficiencia energética, su evaluación económica y de riesgo.

Department of Power. (2006). *Energy Conservation - The Indian experience*. NPC Publication.

Emgesa. (2012, March 18). Gestión Energética Integral. Retrieved from <http://www.emgesa.com.co/econtent/Library/Images/Gestion%20energetica%202.pdf>.

Energía - Ministry of Industry, Energy and Tourism. (n.d.). *Indicative energy planning 2012-2020*. Retrieved from <http://www.minetur.gob.es/energia/en-us/novedades/paginas/planificacionindicativa2012-2020.aspx>.

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). (n.d.). DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice. *Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU)*. Retroceded from Website: [www.bmu.de](http://www.bmu.de).

González Quintero, Enycsa. (2009). *Procedimiento para la implantación y mejora continua de un Sistema de gestión Integrado de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud Ocupacional en Inmobiliaria CIMEX S.A.* Instituto Superior Politécnico, José Antonio Echeverría.

Grupo de Gestión Eficiente de la Energía Universidad del Atlántico. (n.d.). Lista de chequeo ISO 50001.

Hernández González, Y. (2011). *Aplicación de un Procedimiento de Gestión para la mejora del*

*proceso de Planificación y Control de la Producción en la empresa de Soluciones Mecánicas de Cienfuegos*. Universidad Cienfuegos, Cuba.

Hernández Sampier, R. (2010). *Metodología de la Investigación* (Vols. 1-2, Vol. 2). La Habana: Félix Varela.

[http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_modal\\_de\\_fallos\\_y\\_efectos](http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_modal_de_fallos_y_efectos). (2013). Análisis modal de fallos y efectos.

Humberto Gutierrez Pulido, Ramon de la Vara Salazar. (2007). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. Felix Varela la Habana, 2007.

International Organization for Standardization. (2010). *ISO/DIS 50001: 2010. Energy management systems - Requirements with guidance for use*.

International Organization for Standardization. (2011). *ISO/FDIS 50001: 2011. Energy management systems - Requirements with guidance for use*.

IZ@RO. (2012, March 19). Sistema de gestión energética. Retrieved from <http://www.izaro.com/contenidos/ver.php?id=es&se=3&su=30&co=1308917563>.

, J. A. P. Z. (2013). *Diagnostico Energético a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos*. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.

Juan Manuel García Márquez, A. C. P. (2012). *Gestión de la Eficiencia Energética: Calculo de consumo e indicadores y mejora*. AENOR.

Labañino Sánchez, Lieslie. (n.d.). *Los Sistemas de Gestión Integrados, un camino a la excelencia*. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos53/sistemas-integrados/sistemas-integrados.shtml>.

Luz Maria Hernandes Marquez. (2012). *Propuesta de guía técnica sobre sistema de gestión energética para empresas metalmecánicas*. Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.

Mamadou Alpha Bah. (n.d.). *Etapas de la planificación energética en correspondencia con la*

- NC-ISO 50001: 2011 para Empresas Metalmecánicas, Cuba. Universidad de Cienfuegos, Carlos Rafael Rodríguez.
- Mamadou Alpha bah. (2011, July). *Mejora del factor de potencia en la empresa oleohidraulica Cienfuegos*. Cienfuegos.
- Oficina Nacional de Normalización. NC ISO 9000: 2005. *Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario*.
- Oliver, T. J. (n.d.). *Sistemas de Gestión Energéticos según la NORMA UNE 16001:2009 y Transición a la ISO 50001:2011, Una Eficaz Herramienta para Mejorar la Competitividad*. Director de Desarrollo y de Unidad de Cambio Climático de AENOR.
- Omar Pérez García, Sonia Elena González Gómez, & Yoel Martínez. (n.d.). La gestión Energética en el contexto empresarial cubano. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Retroceded from <http://xn--caribea-9za.eumed.net/gestion-energetica-contexto-empresarial-cubano/>.
- Oxana Peña Skilyar. (2012, March 25). *Integración del sistema de gestión energética al sistema de gestión de Cementos Cienfuegos S. A.*, Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- Pérez del Río, Guillermo. (2011). *La visión de la eficiencia energética se incorporará paulatinamente a la pequeña industria*. Retrieved from <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1582&edi=>.
- The British Standards Institution 2012. (2012, March 20). Eficiencia Energética EN 16001/ / ISO 50001. Retroceded from <http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Eficiencia-Energetica-EN-16001-ISO50001/>.
- Villa González del Pino, Eulalia M., & Pons Murguía, Ramón Ángel. (2006). *Gestión por procesos*. Cienfuegos, Cuba.
- Wikipedia. (n.d.). Combustible fósil. Retrieved from



[http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible\\_f%C3%B3sil](http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible_f%C3%B3sil).

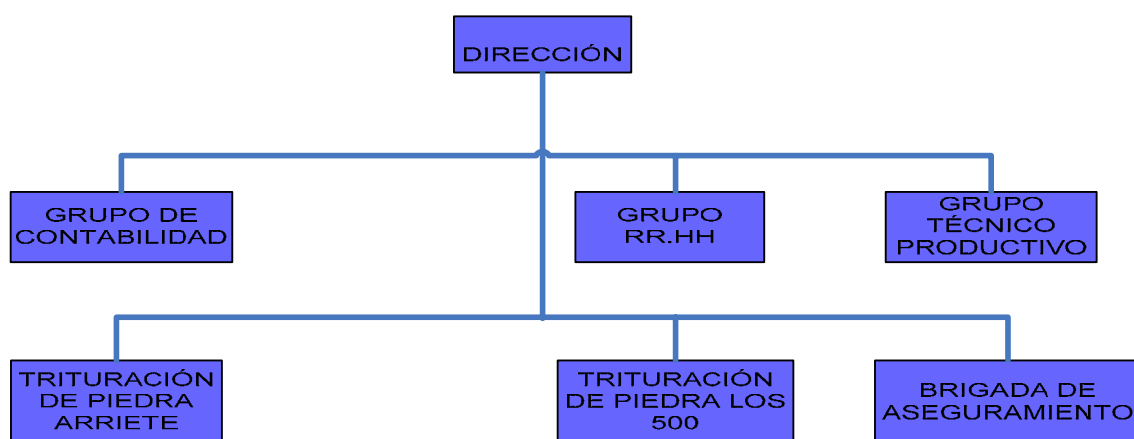
Wikipedia, the free encyclopedia. (n.d.). *Energy planning*. Retrieved from 2012, from

[http://en.wikipedia.org/wiki/Energy\\_planning](http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_planning).

**Anexos**

## ANEXOS

### Anexo# 1- Organigrama UEB Ariete



Anexo #2: Plan de ahorro energético del año 2011.

**I. ACTIVIDAD ENERGETICA:**

1. Partiendo de los portadores energéticos existentes en la empresa, continuar trabajando en la disminución de los indicadores de consumo (lograr la reducción de índice de intensidad energética con relación al año 2010).
2. Mantener programa energético para el 2011 que agrupe las tareas fundamentales a desarrollar por cada actividad productiva y/o servicios, con amparo financiero si ésta fuese necesaria en la empresa y sus unidades de bases empresariales, por lo que se debe tener en consideración tareas como:
  - ✓ Continuar con el aprovechamiento de las capacidades productivas con eficiencia energéticas.
  - ✓ Sustitución de motores eléctricos en la actividad tecnológica en aquellos servicios que lo necesiten para así disminuir las pérdidas por Factor de Potencia.
  - ✓ Continuar los reajuste y control de los índices por productos específicos (chequeo de los índices de consumo).Prueba del Litro.
  - ✓ Realización de algunas inversiones con respaldo financiero en el año, así como el mejoramiento en algunos sistemas en la actividad productiva tales como
  - ✓ Eliminar salideros de combustibles y lubricantes tanto en los equipos automotores como en los industriales para lograr mejor eficiencia
  - ✓ Generalización de nuevos surtidos de producción con mejor eficiencia energética
  - ✓ Racionalización de transporte a las necesidades netas de la producción y los servicios. Así como el aumento del coeficiente de aprovechamiento del recorrido en la transportación de materia prima
  - ✓ Mantenimiento eficiente y racional de los bancos capacitores en explotación.
  - ✓ Adquisición de otros para aquellos centros con bajo Factor de Potencia como es

Anexo # 3: Banco de problemas energéticos para el 2012.

## **II. ACTIVIDAD ENERGETICA:**

1. Partiendo de los portadores energéticos existentes en el centro, continuar trabajando en la disminución de los indicadores de consumo (lograr la reducción de índice de intensidad energética con relación al año 2011.

ALCANZANDO VALORES DE 0.0.144 Cent por cada peso de ingreso

2. Mantener programa energético para el 2012 que agrupe las tareas fundamentales a desarrollar por cada actividad productiva y/o servicios, con amparo financiero , por lo que se debe tener en consideración tareas como:
  - ✓ Continuar con el aprovechamiento de las capacidades productivas con eficiencia energéticas.
  - ✓ Sustitución de motores eléctricos en la actividad tecnológica para así disminuir las pérdidas por Factor de Potencia.
  - ✓ Continuar los reajuste y control de los índices de consumo de nuestras producciones, así como, la implementación de índices específicos en cada proceso (chequeo de los índices de consumo).Prueba del Litro.

Eliminar salideros de combustibles y lubricantes tanto en los equipos automotores como Industrial para lograr mejor eficiencia Energética

✓

- ✓ Racionalización de transporte a las necesidades netas de la producción y los servicios. Así como el aumento del coeficiente de aprovechamiento del recorrido en la transportación de materia prima
- ✓ Mantenimiento eficiente y racional del banco de capacitores en explotación

1Adquisición y puesta en explotación de contadores de agua que nos permita controlar dicho portador con la garantía de una lectura primaria real.

2Adquisición y puesta en marcha de banco de capacitores para el mejoramiento del factor de potencia.

3. Realización de estudios de eficiencia energética por parte de CEDAI en los centros que lo requieran y así conocer el tipo de Banco Capacitor que requiera dicho centro para incorporarlos al plan de inversiones del 2013

4. Mantener programa de capacitación energética en la empresa y UEB, impartido por compañeros encargados de la actividad en cada frente.
5. Recuperación de áreas explotadas en correspondencia con la explotación minera planificada en los diferentes yacimientos.
  - ❖ Mejorar los índices de consumo y mejorar el estado de los frentes de Cantera.
6. Acondicionamiento y completamiento de laboratorios, con vista a mejorar la calidad de los productos.
7. Rehabilitación de la política de tratamiento a residuales de las instalaciones tecnológicas y reciclaje del agua.
8. Mejorar el sistema de curado.
9. Mantener un ciclo estable de preparación de la materia prima para el flujo de producción y solucionar mejora al tratamiento de esta.
10. Mejorar la operación de corte de los elementos extrusados.

Leyterh Quintana Suárez

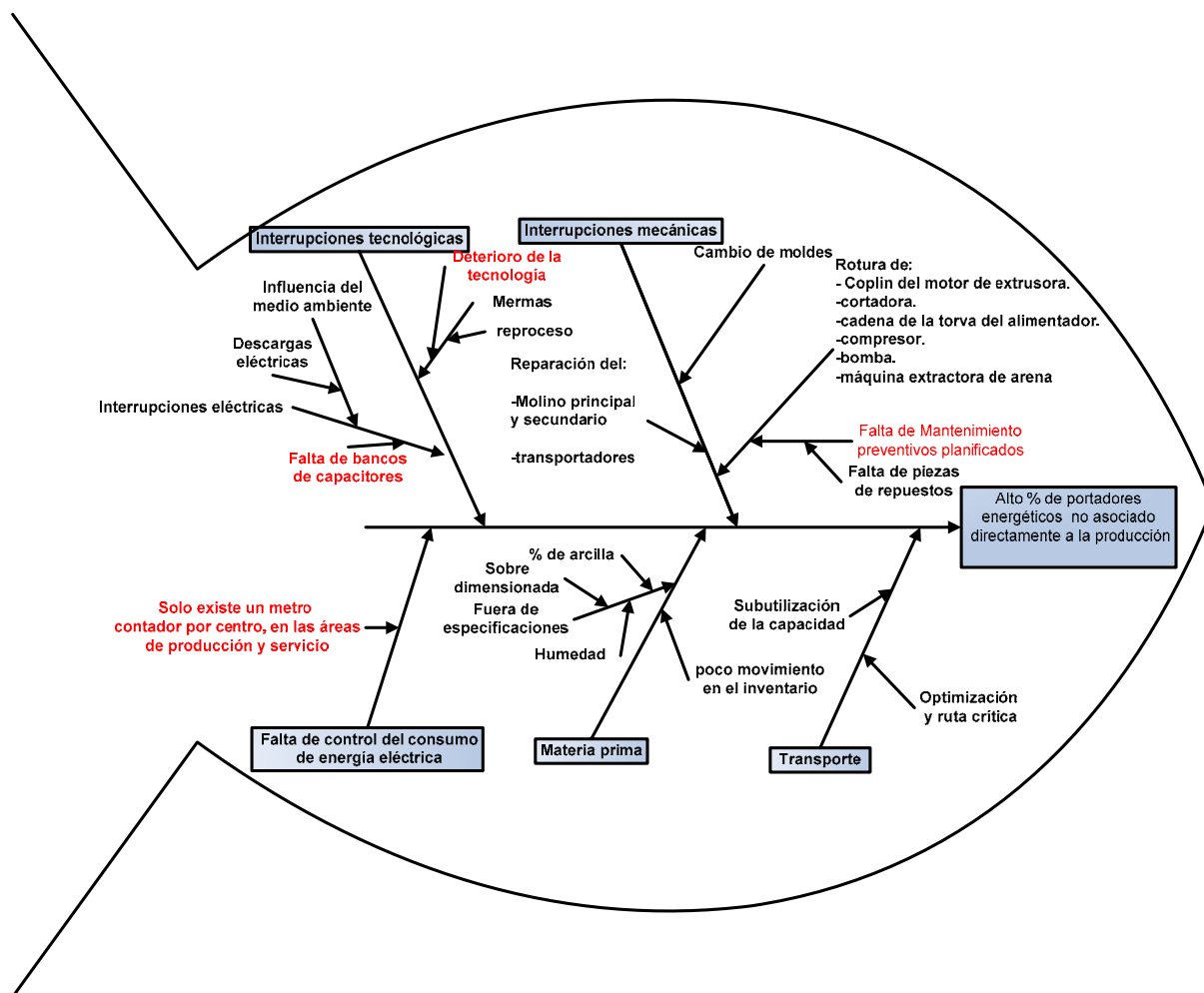
Anexo # 4: Tabla 1: Consumo de los principales portadores energéticos en la Empresa Materiales de la Construcción.

| Portadores energéticos                      | UM          | 2010     | 2011     | 2012     |
|---------------------------------------------|-------------|----------|----------|----------|
| Gasolina                                    | Miles L     | 60.97    | 51.89    | 40.25    |
| Agua                                        | Miles de \$ | 81.88976 | 81.88976 | 81.88976 |
| Diesel                                      | Miles L     | 680.27   | 838.59   | 697.58   |
| Grasas                                      | kg          | 1274.50  | 1538.00  | 1489.00  |
| Lubricante                                  | Miles L     | 23.09    | 28.65    | 24.41    |
| Fuel Oil                                    | Miles L     | 155.11   | 235.20   | 166.25   |
| Queroseno                                   | Miles L     | 0.24     | 0.95     | 1.02     |
| Energía eléctrica consumida de la red       | MW/h        | 1120.23  | 1375.56  | 1199.68  |
| Energía eléctrica consumida por facturación | MW/h        | 1142.76  | 1272.5   | 1098.45  |

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 5: Diagrama causa efectos para los % de portadores energéticos no asociados a la producción.





Anexo # 6: Tabla de las causas probables del alto % del consumo de portadores energéticos en la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.

| Causas Probables                                                                | Verificación de las causas                                                                                 | Oportunidades de mejoras                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deterioro de la tecnología                                                      | Años de explotación, falta de mantenimiento, falta de piezas de repuestos                                  | Realizar un estudio profundo en cada una de las UEB y adquirir aquellos equipos que sean claves para el desarrollo productivo, así como las reparaciones necesarias |
| Solo existe un metro contador por centro, en las áreas de producción y servicio | Debido a la no existencia de un control de la energía real consumida en las en las UEB objetos de estudio. | Adquisición de metros contadores para ser instalados por líneas de producción, o valorar la adquisición de un analizador de redes                                   |
| Falta de bancos de capacitores                                                  | Pérdidas de energía reactiva, (factor de potencia menor que el 0,90)                                       | Realizar un estudio de proyectos de inversión para la instalación de los bancos de capacitores                                                                      |
| Falta de mantenimiento preventivos planificados                                 | No se ejecuta el mantenimiento, efectuando las reparaciones cuando ocurren las averías                     | Cumplir con los mantenimientos planificados por la dirección y el departamento de mantenimiento                                                                     |
| Falta de metros contadores de agua                                              | No existe control del consumo real del agua consumida                                                      | Gestionar con la Empresa de Recursos Hidráulicos la instalación de metros contadores de agua en los procesos de las plantas.                                        |
| Sistemas de recirculación                                                       | El agua utilizada se vierte                                                                                | Tratamiento y rehúso de las aguas residuales                                                                                                                        |
| Cultura ambiental                                                               | Despilfarro del agua                                                                                       | Capacitar e instruir a los trabajadores sobre el ahorro de los recursos naturales                                                                                   |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 7: Plan de acciones para las oportunidades de mejoras en la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.

**Oportunidad de mejora:** Realizar un estudio profundo en cada una de las UEB y adquirir aquellos equipos que sean claves para el desarrollo productivo, así como las reparaciones necesarias.

**Meta:** Mejorar la productividad y disminuir el % de consumo de portadores energéticos no asociados a la producción.

**Responsable:**

| Qué                                                                          | Quién                                                 | Cómo                                                                                       | Por qué                                                                                          | Dónde                                               | Cuándo       | Cuánto  |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------|---------|
| Realizar un estudio del deterioro de los equipos tecnológicos en cada centro | Equipo de mantenimiento                               | Haciendo un levantamiento en cada uno de los centros de la situación actual de los equipos | Hay muchas mermas por el deterioro de la tecnología y alto consumo de los portadores energéticos | En cada uno de los centros de la empresa            | Febrero/2013 | 6 meses |
| Reparaciones de los equipos tecnológicos                                     | Equipo de mantenimiento                               | Luego del chequeo general de los equipos                                                   | Para disminuir las paradas por roturas                                                           | En cada centro y a los equipos que así lo requieran | Febrero/2013 | 10 días |
| Hacer un estudio de los gastos por concepto del deterioro de la tecnología.  | Departamento de economía y contabilidad de la empresa | Analizando las mermas por líneas de producción y las pérdidas por paradas de las mismas    | Conocer el monto de los costos y tomar las medidas pertinentes                                   | En cada uno de los centros                          | Febrero/2013 | 6 meses |

Oportunidad de mejora: Adquisición de metros contadores para ser instalados por líneas de producción, o valorar la adquisición de un analizador de redes.

Meta: Conocer el consumo por línea de producción, así como el de las oficinas y de los alumbrados de las UEB

Responsable: Energético de la Empresa

| Qué                                        | Quién                       | Cómo                                                         | Por qué                                                                    | Dónde                      | Cuándo        | Cuánto  |
|--------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|---------|
| Cálculo del costo de los metros contadores | Departamento de inversiones | Realizando una cotización de los mismos y comparando precios | Conocer el costo de la inversión                                           | En los centros comerciales | Febrero /2013 | Uno     |
| Adquirir metros contadores                 | Departamento de inversiones | Solicitándolos a la empresa eléctrica                        | Para desagregar el consumo de energía eléctrica por líneas de producción y | En cada uno de los centros | Febrero /2013 | 8 meses |

|                                                               |                                        |                                                                               |                                                                                                                          |                            |               |        |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|--------|
|                                                               |                                        |                                                                               | oficinas                                                                                                                 |                            |               |        |
| Montaje y puesta en marcha del analizador de redes eléctricas | Contratista                            | En función de los requisitos del contrato firmado                             | Para conocer con exactitud los consumos energéticos existentes                                                           | En cada uno de los centros | Febrero /2013 | 15días |
| Determinar los consumos energéticos por centros               | Especialista Energético de cada centro | Realizando un proyecto para la instalación del analizador de redes eléctricas | Para conocer con exactitud los consumos energéticos existentes y realizar la comparación con los parámetros establecidos | En cada centro             | Febrero /2013 | Diario |

Oportunidad de mejora: Instalación de los bancos de capacitores.

Meta: Disminuir las penalizaciones por factor de potencia

Responsable: Energético de la empresa

| Qué                      | Quién                        | Cómo                         | Por qué                                    | Dónde                      | Cuándo        | Cuánto  |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|---------------|---------|
| Análisis de la propuesta | Inversionistas de la empresa | Analizando costos beneficios | Disminuir las penalizaciones por factor de | En cada uno de los centros | Febrero /2013 | 3 meses |

|                               |                              |                                          |                                                    |                          |               |        |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|---------------|--------|
|                               |                              |                                          | potencia                                           |                          |               |        |
| Adquirir banco de capacitores | Inversionistas de la empresa | En función de las necesidades del centro | Disminuir las pérdidas de potencias en los centros | En el mercado pertinente | Febrero /2013 | 4 mese |
|                               |                              |                                          |                                                    |                          |               |        |

Oportunidad de mejora: Cumplir con los mantenimientos planificados por la dirección y el departamento de mantenimiento

Meta: Disminuir las paradas por roturas

Responsable: Especialista de Mantenimiento

| Qué                                  | Quién                             | Cómo                                                                                                          | Por qué                                                                    | Dónde                      | Cuándo        | Cuánto                    |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|---------------------------|
| Mantenimiento planificado preventivo | El departamento de mantenimientos | Estableciendo régimen de mantenimiento por horas de trabajo de los equipos o lo establecido por el fabricante | Disminuir las paralizaciones por rupturas y dar el mantenimiento en tiempo | En cada uno de los centros | Febrero /2013 | Por horas trabajo fijadas |

Oportunidad de mejora: Gestionar con la Empresa de Recursos Hidráulicos la instalación de metros contadores de agua en los procesos de las plantas.

Meta: Disminuir las paradas por roturas

Responsable: Especialista de Mantenimiento

| Qué | Quién | Cómo | Por qué | Dónde | Cuándo | Cuánto |
|-----|-------|------|---------|-------|--------|--------|
|-----|-------|------|---------|-------|--------|--------|

|                                    |                          |                               |                                 |                |              |         |  |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------|---------|--|
| Falta de metros contadores de agua | Energético de la empresa | Haciendo la solicitud al INRH | Conocer el consumo real de agua | En los centros | Febrero/2013 | 3 meses |  |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------|---------|--|

Oportunidad de mejora: Tratamiento y rehúso de las aguas residuales

Meta: Disminuir las paradas por roturas

Responsable: Especialista de Mantenimiento

| Qué                       | Quién                       | Cómo                                 | Por qué                                       | Dónde          | Cuándo        | Cuánto  |  |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|---------------|---------|--|
| Sistemas de recirculación | Inversionista de la Empresa | Mediante un análisis costo beneficio | Disminuir los gastos por pago de agua vertida | En los centros | Febrero /2013 | 6 meses |  |

Oportunidad de mejora: Capacitar e instruir a los trabajadores sobre el ahorro de los recursos naturales

Meta: Disminuir las paradas por roturas

Responsable: Especialista de Mantenimiento

| Qué               | Quién                            | Cómo                                                                       | Por qué                                                         | Dónde          | Cuándo        | Cuánto  |  |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------|---------------|---------|--|
| Cultura ambiental | Departamento de recursos humanos | Impartiendo cursos sobre medio ambiente y ahorro de los recursos naturales | Disminuir el despilfarro de agua y protección al medio ambiente | En los centros | Febrero /2013 | 6 meses |  |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: lista de chequeo

| No         | Planificación (aspectos)                                                                                                                               | Implementation<br>Sí/NO |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>I.</b>  | <b>Identificación y revisión de los aspectos relacionados con la energía.</b>                                                                          |                         |
| 1          | ¿Los aspectos de energía significantes fueron identificados y revisados en los intervalos regulares por la organización?                               |                         |
| 2          | ¿Se ha preparado una lista de opciones para mejorar la eficiencia de energética?                                                                       |                         |
| 3          | ¿Fueron documentados las revisiones de los aspectos de energía?                                                                                        |                         |
| 4          | ¿Se han realizado auditorías energéticas para identificar medidas de reducción de consumos energéticos en el último año?                               |                         |
| <b>II.</b> | <b>Aspectos a considerar en el proceso de gestión de la energía.</b>                                                                                   |                         |
| 5          | ¿Se considera en la gestión de la energía el consumo de energía anterior y actual, así como los indicadores energéticos anteriores y actuales (datos)? |                         |
| 6          | ¿Se identificaron las áreas mayores consumidoras?                                                                                                      |                         |
| 7          | ¿Se han identificado las áreas que han tenido mejoras significativas con                                                                               |                         |

|    |                                                                                                                                   |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|    | respecto al uso de energía en el último período?                                                                                  |  |
| 8  | ¿Se mide y controla el consumo de energía a nivel de empresa diariamente?                                                         |  |
| 9  | ¿Se mide y controla el consumo de energía a nivel de procesos productivos y área de servicios diariamente?                        |  |
| 10 | ¿Se controlan y registran el desempeño de los indicadores diariamente a nivel de áreas productivas, servicios o nivel de empresa? |  |
| 11 | ¿Se conoce el gasto de energía no asociada a la producción a nivel de empresa, procesos productivos y áreas de servicios?         |  |
| 12 | ¿Los indicadores de consumo de energía tienen en cuenta el nivel de producción realizada para el que son determinados?            |  |
| 13 | ¿Existe gestión a la vista del desempeño de los indicadores a nivel de empresa, procesos productivos o áreas de servicios?        |  |
| 14 | ¿Se estima el consumo de energía esperada para los siguientes periodos definidos?                                                 |  |
| 15 | ¿Están establecidos los procedimientos, medidas o aspectos a tener en cuenta por el personal que                                  |  |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|             | planifica la producción para la reducción de los consumos energéticos en cada proceso productivo. (Aprovechamiento de la máxima capacidad productiva, secuencia de productos, cambios de productos, tipos de productos, velocidad de procesos etc....)? |  |
| <b>III.</b> | <b>Elementos requeridos</b>                                                                                                                                                                                                                             |  |
| 16          | ¿Están identificadas todas las personas que trabajan en la organización cuyas actividades tiene un impacto significativo en el consumo de energía?                                                                                                      |  |
| 17          | ¿Están identificadas las oportunidades de mejora en la eficiencia de energía?                                                                                                                                                                           |  |
| <b>IV.</b>  | <b>Las obligaciones legales y otros requisitos</b>                                                                                                                                                                                                      |  |
| 18          | ¿Fueron determinadas todas las obligaciones legales acerca de los aspectos de energía?                                                                                                                                                                  |  |
| 19          | ¿Fue determinada la pertinencia de otros requisitos para los aspectos de energía?                                                                                                                                                                       |  |
| <b>V.</b>   | <b>Los objetivos, metas y programas de la energía</b>                                                                                                                                                                                                   |  |
| 20          | ¿Fueron establecidos los objetivos y metas de la energía para todas las funciones pertinentes y los niveles de la organización?                                                                                                                         |  |
| 21          | ¿Fueron éstos documentados?                                                                                                                                                                                                                             |  |



|              |                                                                                                                                  |   |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 22           | ¿Fueron éstos implementados?                                                                                                     |   |
| <b>VI.</b>   | <b>Objetivos y metas en la gestión de la energía.</b>                                                                            |   |
| 23           | Cumplimiento de la política energética en la organización                                                                        | . |
| 24           | Consistentes con la obligación para mejorar la eficiencia de energía en la organización                                          | . |
| 25           | Consistentes con las obligaciones legales aplicables y otros requisitos                                                          |   |
| 26           | ¿Fueron determinados los objetivos específicos para los aspectos que influyen en la eficiencia de la energía?                    |   |
| 27           | ¿Son medibles todos los objetivos de energía?                                                                                    |   |
| 28           | ¿Un período de tiempo ha sido determinado para lograr los objetivos declarados?                                                  |   |
| 29           | ¿Fueron tomadas en consideración las opciones tecnológicas, financieras y las condiciones de la estructura operacional y social? |   |
| 30           | ¿Para la planificación del año siguiente se tienen en cuenta las producciones no seriadas?                                       |   |
| <b>TOTAL</b> |                                                                                                                                  |   |

**Fuente:** Alpha Bah, Mamadou (2013)

Anexo 9: resultados de la lista de chequeo

| <b>Nro</b> | <b>Planificación (aspectos)</b>                                                                                                                        | <b>Implementation<br/>Sí/NO</b> |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>I.</b>  | <b>Identificación y revisión de los aspectos relacionados con la energía.</b>                                                                          |                                 |
| 1          | ¿Los aspectos de energía significantes fueron identificados y revisados en los intervalos regulares por la organización?                               | <b>si</b>                       |
| 2          | ¿Se ha preparado una lista de opciones para mejorar la eficiencia de energética?                                                                       | <b>si</b>                       |
| 3          | ¿Fueron documentados las revisiones de los aspectos de energía?                                                                                        | <b>si</b>                       |
| 4          | ¿Se han realizado auditorías energéticas para identificar medidas de reducción de consumos energéticos en el último año?                               | <b>si</b>                       |
| <b>II.</b> | <b>Aspectos a considerar en el proceso de gestión de la energía.</b>                                                                                   |                                 |
| 5          | ¿Se considera en la gestión de la energía el consumo de energía anterior y actual, así como los indicadores energéticos anteriores y actuales (datos)? | <b>si</b>                       |
| 6          | ¿Se identificaron las áreas mayores consumidoras?                                                                                                      | <b>no</b>                       |
| 7          | ¿Se han identificado las áreas que han tenido mejoras significativas con respecto al uso de energía en el último período?                              | <b>no</b>                       |
| 8          | ¿Se mide y controla el consumo de energía a nivel de empresa diariamente?                                                                              | <b>si</b>                       |
| 9          | ¿Se mide y controla el consumo de energía a nivel de procesos productivos y área de servicios diariamente?                                             | <b>no</b>                       |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 10          | ¿Se controlan y registran el desempeño de los indicadores diariamente a nivel de áreas productivas, servicios o nivel de empresa?                                                                                                                                                                                                                       | <b>no</b> |
| 11          | ¿Se conoce el gasto de energía no asociada a la producción a nivel de empresa, procesos productivos y áreas de servicios?                                                                                                                                                                                                                               | <b>no</b> |
| 12          | ¿Los indicadores de consumo de energía tienen en cuenta el nivel de producción realizada para el que son determinados?                                                                                                                                                                                                                                  | <b>si</b> |
| 13          | ¿Existe gestión a la vista del desempeño de los indicadores a nivel de empresa, procesos productivos o áreas de servicios?                                                                                                                                                                                                                              | <b>si</b> |
| 14          | ¿Se estima el consumo de energía esperada para los siguientes periodos definidos?                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>si</b> |
| 15          | ¿Están establecidos los procedimientos, medidas o aspectos a tener en cuenta por el personal que planifica la producción para la reducción de los consumos energéticos en cada proceso productivo. (Aprovechamiento de la máxima capacidad productiva, secuencia de productos, cambios de productos, tipos de productos, velocidad de procesos etc...)? | <b>no</b> |
| <b>III.</b> | <b>Elementos requeridos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |
| 16          | ¿Están identificadas todas las personas que trabajan en la organización cuyas actividades tiene un impacto significativo en el consumo de energía?                                                                                                                                                                                                      | <b>no</b> |
| 17          | ¿Están identificadas las oportunidades de mejora en la eficiencia de energía?                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>si</b> |
| <b>IV.</b>  | <b>Las obligaciones legales y otros requisitos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |
| 18          | ¿Fueron determinadas todas las obligaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>si</b> |

|              |                                                                                                                                  |           |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|              | legales acerca de los aspectos de energía?                                                                                       |           |
| 19           | ¿Fue determinada la pertinencia de otros requisitos para los aspectos de energía?                                                | <b>no</b> |
| <b>V.</b>    | <b>Los objetivos, metas y programas de la energía</b>                                                                            |           |
| 20           | ¿Fueron establecidos los objetivos y metas de la energía para todas las funciones pertinentes y los niveles de la organización?  | <b>si</b> |
| 21           | ¿Fueron éstos documentados?                                                                                                      | <b>si</b> |
| 22           | ¿Fueron éstos implementados?                                                                                                     | <b>si</b> |
| <b>VI.</b>   | <b>Objetivos y metas en la gestión de la energía.</b>                                                                            |           |
| 23           | Cumplimiento de la política energética en la organización                                                                        | <b>no</b> |
| 24           | Consistentes con la obligación para mejorar la eficiencia de energía en la organización                                          | <b>si</b> |
| 25           | Consistentes con las obligaciones legales aplicables y otros requisitos                                                          | <b>si</b> |
| 26           | ¿Fueron determinados los objetivos específicos para los aspectos que influyen en la eficiencia de la energía?                    | <b>si</b> |
| 27           | ¿Son medibles todos los objetivos de energía?                                                                                    | <b>no</b> |
| 28           | ¿Un período de tiempo ha sido determinado para lograr los objetivos declarados?                                                  | <b>si</b> |
| 29           | ¿Fueron tomadas en consideración las opciones tecnológicas, financieras y las condiciones de la estructura operacional y social? | <b>no</b> |
| 30           | ¿Para la planificación del año siguiente se tienen en cuenta las producciones no seriadas?                                       | <b>si</b> |
| <b>TOTAL</b> |                                                                                                                                  |           |

**Fuente:** Alpha Bah, Mamadou (2013)

#### Anexo # 10: Determinación del método de expertos.

: Determinación del método de expertos.

Este método consiste en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opinión (Cortés e Iglesias, 2005). Para el procesamiento de los datos obtenidos en este método se utiliza el paquete de programa estadístico SPSS versión 15.0. En la siguiente tabla se muestran las causas más probables y las puntuaciones dadas por los expertos en una escala likert del 1-5 donde el 1 es el más significativo.

| Problemas |                                                                                  | Expertos |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|
|           |                                                                                  | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| A         | Solo existe un metro contador por centro, en las áreas de producción y servicio. | 1        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B         | Influencia del Medio Ambiente                                                    | 3        | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| C         | Inclemencia del Tiempo                                                           | 3        | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| D         | Falta de mantenimientos preventivos planificados<br>Deterioro de la tecnología   | 2        | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| E         | Falta de bancos de capacitores                                                   | 5        | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Fuente: Elaboración propia.

Selección de los expertos: Para la selección de los expertos se debe determinar la cantidad (se recomienda que el número de expertos varíe entre 7 y 15) y luego la relación de los candidatos de acuerdo a los criterios de competencia, creatividad, disposición a participar, experiencia científica y profesional en el tema, capacidad de análisis, pensamiento lógico y espíritu de trabajo en equipo.

Se calcula el número de expertos para llevar a cabo el desarrollo de este método:

$$M = [p (1-p) k] / i^2$$

Donde:

i: nivel de precisión deseado.

P: proporción destinada de errores.

K: parámetro cuyo valor está asociado al nivel de confianza que se ha elegido en la tabla siguiente.

Tabla: valores de K para diferentes niveles de confianza.

| Nivel de confianza (%) | Valor de K |
|------------------------|------------|
| 99                     | 6.6564     |
| 95                     | 3.8416     |
| 90                     | 2.6806     |

$$M = \frac{0.03(1-0.03)3.8416}{0.12^2} = 7.76 \approx 8$$

Asignándose un nivel de confianza de 95%, una precisión (i) de un 0.12 % y una probabilidad de error (p) de un 0.03 %. A partir de aquí el número de expertos calculado fue de 8.

La determinación del coeficiente es acorde al nivel de confianza escogido para el trabajo ( $\alpha=0.05$ ).

Listado de expertos:

2. Director técnico.
2. Jefe de la brigada eléctrica.
3. Obrero eléctrico
4. Especialistas energéticos (2).
5. Investigadores en gestión de energía (2)
6. Energético de Molino de piedra Arriete

Los resultados de la aplicación del cuestionario y el cálculo del coeficiente de competencia se muestran en la siguiente tabla:

| Expertos | Coeficiente de concordancia (Kc) | Coeficiente de argumentación (Ka) | Coeficiente de competencia (Kcomp= (kc+ka)/2) | Clasificación de la competencia (Alta, Media y Baja) |
|----------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1        | 0.9                              | $0.3+0.5+0.03+0.04+2*0.05=0.97$   | 0.93                                          | Alta                                                 |
| 2        | 0.9                              | $0.2+0.4+0.03*2+0.04+0.03=0.73$   | 0.815                                         | Alta                                                 |
| 3        | 0.6                              | $0.2+0.4+0.03+2*0.04+0.05=0.76$   | 0.68                                          | Medio                                                |
| 4        | 0.7                              | $0.3+0.5+2*0.03+2*0.04=0.94$      | 0.82                                          | Alto                                                 |
| 5        | 0.9                              | $0.3+0.5+2*0.03+2*0.05=0.96$      | 0.93                                          | Alto                                                 |
| 6        | 0.8                              | $0.2+0.5+0.03+2*0.04+0.05+=0.86$  | 0.83                                          | Alto                                                 |
| 7        | 0.7                              | $0.3+0.5+2*0.03+2*0.04=0.94$      | 0.82                                          | Alto                                                 |
| 8        | 07                               | $0.3+0.4+2*0.03+2*0.04=0.84$      | 0.77                                          | Medio                                                |

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

Kc: Coeficiente de Conocimiento: Se obtiene multiplicando la autovaloración del propio experto sobre sus conocimientos del tema en una escala del 0 al 10, por 0,1.

Ka: Coeficiente de Argumentación: Es la suma de los valores del grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación con respecto a una tabla patrón, se emplea en esta investigación la siguiente tabla:

| Fuentes de Argumentación                       | Alto | Medio | Bajo |
|------------------------------------------------|------|-------|------|
| Análisis Teóricos realizados por usted         | 0.3  | 0.2   | 0.1  |
| Experiencia obtenida                           | 0.5  | 0.4   | 0.2  |
| Trabajos de autores nacionales que conoce      | 0.05 | 0.04  | 0.03 |
| Trabajos de autores extranjeros que conoce     | 0.05 | 0.04  | 0.03 |
| Conocimientos propios sobre el estado del tema | 0.05 | 0.04  | 0.03 |
| Su intuición                                   | 0.05 | 0.04  | 0.03 |

Fuente: Curbelo Martínez, 2011.

Dados los coeficientes Kc y Ka se calcula para cada experto el valor del coeficiente de competencia

Kcomp siguiendo los criterios siguientes:

La competencia del experto es ALTA si  $K_{comp} > 0.8$

La competencia del experto es MEDIA si  $0.5 < K_{comp} \leq 0.8$

La competencia del experto es BAJA si  $K_{comp} \leq 0.5$

### Prueba no paramétrica

#### Rangos

|   | Rango promedio |
|---|----------------|
| A | 1.00           |
| B | 4.00           |
| C | 3.63           |
| D | 2.50           |
| E | 4.94           |
| F | 6.81           |
| G | 5.13           |

#### Estadísticos de contraste

|                 |        |
|-----------------|--------|
| N               | 8      |
| W de Kendall(a) | .833   |
| Chi-cuadrado    | 39.976 |
| gl              | 6      |
| Sig. asintót.   | .000   |

a Coeficiente de concordancia de Kendall



El W de Kendall's es mayor que 0,70 por lo que existe una buena concordancia entre los expertos.

Anexo # 11 Oportunidades de mejora

| <i>Oportunidad de mejora: Cumplir con los mantenimientos planificados por la dirección y el departamento de mantenimiento.</i> |                                   |                                                                                                               |                                                                            |                            |               |                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|------------------------------|
| Meta: Disminuir las paradas por roturas                                                                                        |                                   |                                                                                                               |                                                                            |                            |               |                              |
| Responsable: Especialista de Mantenimiento                                                                                     |                                   |                                                                                                               |                                                                            |                            |               |                              |
| Qué                                                                                                                            | Quién                             | Cómo                                                                                                          | Por qué                                                                    | Dónde                      | Cuándo        | Cuánto                       |
| Mantenimiento planificado preventivo                                                                                           | El departamento de mantenimientos | Estableciendo régimen de mantenimiento por horas de trabajo de los equipos o lo establecido por el fabricante | Disminuir las paralizaciones por rupturas y dar el mantenimiento en tiempo | En cada uno de los centros | Febrero /2013 | Por horas de trabajo fijadas |

| Oportunidad de mejora: Adquisición de metros contadores para ser instalados por líneas de producción, o valorar la adquisición de un analizador de redes. |       |      |         |       |        |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|-------|--------|--------|
| Meta: Conocer el consumo por línea de producción, así como el de las oficinas y de los alumbrados de las UEB                                              |       |      |         |       |        |        |
| Responsable: Energético de la Empresa                                                                                                                     |       |      |         |       |        |        |
| Qué                                                                                                                                                       | Quién | Cómo | Por qué | Dónde | Cuándo | Cuánto |

|                                                               |                                        |                                                                               |                                                                                                                          |                            |               |         |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|---------|
| Cálculo del costo de los metros contadores                    | Departamento de inversiones            | Realizando una cotización de los mismos y comparando precios                  | Conocer el costo de la inversión                                                                                         | En los centros comerciales | Febrero /2013 | 1 mes   |
| Adquirir metros contadores                                    | Departamento de inversiones            | Solicitándolos a la empresa eléctrica                                         | Para desagregar el consumo de energía eléctrica por líneas de producción y oficinas                                      | En cada uno de los centros | Febrero /2013 | 8 meses |
| Montaje y puesta en marcha del analizador de redes eléctricas | Contratista                            | En función de los requisitos del contrato firmado                             | Para conocer con exactitud los consumos energéticos existentes                                                           | En cada uno de los centros | Febrero /2013 | 15días  |
| Determinar los consumos energéticos por centros               | Especialista Energético de cada centro | Realizando un proyecto para la instalación del analizador de redes eléctricas | Para conocer con exactitud los consumos energéticos existentes y realizar la comparación con los parámetros establecidos | En cada centro             | Febrero /2013 | Diario  |

Anexo # 12: Plan de Control

| Entrada                                                  | Oportunidad de mejora                                                                                                             | indicador                                               | Rango de control                                        | Frecuencia de control | Responsable |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| % de consumo de electricidad no asociado a la producción | <i>Cumplir con los mantenimientos planificados por la dirección y el departamento de mantenimiento.</i>                           | No existe un estudio previo para los indicadores reales | No existe un estudio previo para los indicadores reales | Diario                | Energético  |
|                                                          | Adquisición de metros contadores para ser instalados por líneas de producción, o valorar la adquisición de un analizador de redes |                                                         |                                                         |                       |             |