

PROPUESTA DE UN INDICADOR GENERAL DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA EMPRESA DE CIGARRILLOS “JUAN D. MATA REYES”

MSc. Raúl Comas Rodríguez

Profesor Asistente. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Cuba

Dra C. Dianelys Nogueira Rivera

Profesora Titular. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Cuba

MSc. Tania Ivón Sosa Ibarra

Profesora Asistente. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Cuba.

Ing. Noel Chaviano Lorenzo

Especialista principal en uso racional de la energía. Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes”

RESUMEN

El trabajo propone un indicador general de gestión energética que contribuya a elevar la eficiencia en el uso de los portadores energéticos en la Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes”. Se diseña un procedimiento que guía metodológicamente el cálculo del indicador y para su realización se utilizan métodos y herramientas tales como: el uso parcial de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, el coeficiente de Kendall, tormenta de ideas y cuadro de mando. Para el cálculo del indicador primero se diagnostica la situación actual de la gestión energética de la empresa y se calcula cada indicador específico por portador energético hasta llegar al indicador general de gestión energética en la organización. Además se proponen mejoras para contribuir a elevar la eficiencia en el uso de los portadores energéticos en la empresa.

Palabras Claves: Gestión Energética, Energía, Indicadores de gestión.

INTRODUCCIÓN

Con el deterioro de la situación energética y la globalización de la economía, se hace patente la necesidad de que la energía sea considerada como un factor de costos que requiere especial atención.

La energía se utiliza a diario, pero raramente se piensa en cómo administrarla, no sólo para ahorrar dinero, sino también para cuidar al medio ambiente pues la naturaleza es la que más caro paga todos los derroches energéticos.

Los recursos energéticos son uno de los más difíciles de administrar por la marcada escasez de portadores energéticos, sus altos costos y el efecto contaminante que ocasiona su uso.

El Grupo Empresarial del Tabaco de Cuba (Tabacuba) del Ministerio de la Agricultura es líder en la administración de la energía y ha creado la Dirección de Energía y Transporte, extendida a todo el territorio nacional. Esta dirección evalúa sistemáticamente al sector empresarial en la eficiencia energética, lo cual constituye un factor importante a tener en cuenta en la gestión de una organización.

En la Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes” los volúmenes productivos han decrecido en los últimos años, motivados principalmente por los atrasos en la tecnología existente. Paralelo a ello, se trabaja con bajos índices de eficiencia en el uso de los portadores energéticos, razones por las que se impone la creación de herramientas para evaluar la gestión energética, basadas en acciones que favorezcan el uso eficiente de los recursos energéticos, y al mejor desempeño de los trabajadores y directivos.

Como consecuencia de lo anterior se plantea como **problema científico:**

La falta de un indicador general de gestión energética para evaluar el uso de los portadores energéticos en la Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes”.

Para dar respuesta al problema científico planteado anteriormente se propone el siguiente **objetivo general:**

Proponer un indicador general de gestión energética que contribuya a elevar la eficiencia en el uso de los portadores energéticos en la Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes”.

Del que se deriva la siguiente **hipótesis**:

Si se propone un indicador general de gestión energética, se puede contribuir a elevar la eficiencia en el uso de los portadores en la Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes”.

DESARROLLO

GESTIÓN ENERGÉTICA

La gestión energética o administración de energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. [1]

La gestión energética tiene como objetivo principal sacar el mayor provecho a la cantidad de energía que la empresa necesita. [1]

Para poder efectuar una gestión energética eficaz es necesario implantar un “servicio de energía”, que no debe cambiar la estructura de la organización de la empresa, sino que ha de establecer un conjunto de funciones a todo el personal que tiene incidencia en la gestión energética.

Un sistema de gestión energética se compone de la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación. [1]

Se pronostica que entre 2004 y 2030 el consumo de energía en el mundo se incrementará en un 57%, a pesar de que los precios del petróleo y el gas natural sigan en aumento. Se prevé que el consumo de energía en el mercado experimente un incremento medio de un 2,5% por año hasta 2030. [2]

En Cuba, durante los años 90, los programas de ahorro de energía tuvieron un marcado retroceso a causa de los efectos de la crisis. Aún así, los trabajos en el "Programa Nacional de Fuentes Racionales de Energía" se retomaron en 1994, con referencia a los parámetros alcanzados en 1989 y 1990, a fin de recuperar los niveles perdidos. Por otra parte, se abrieron otros cauces de acción, con el objetivo de incluir las nuevas formas de organización productivas (cooperativas, empresas mixtas) en estos esfuerzos. No obstante, la línea central es el control estricto del aspecto energético en las empresas estatales, que se regula por medio de diferentes tipos de directrices. [3]

El país se inserta en la búsqueda de soluciones para el desarrollo energético sostenible en su dimensión mundial, y expone sus logros y política estatal en relación con este tema, así como su incidencia en el índice de desarrollo humano. En estos momentos se trabaja para conformar indicadores adicionales que permitan medir el impacto social del desarrollo alcanzado por la sociedad cubana, introducir cambios en el sistema estadístico que posibilite captar la información necesaria y utilizar estos indicadores para evaluar escenarios de desarrollo energético del país.

INDICADORES DE GESTIÓN

Un indicador de gestión 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. [4]

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. [4]

En la actualidad, producto de la crisis energética y el cambio climático, la gestión energética es un tema importante para la sociedad, dentro de esta necesidad el uso de indicadores que permitan medir el comportamiento del consumo de energía pasa a un primer plano, la manera de utilizar estos indicadores y relacionarlos con

parámetros productivos o de servicio hacen posible comparaciones con estados deseados que pueden surgir de estudios realizados o experiencias obtenidas en otras organizaciones. [4]

Los indicadores de gestión deben cumplir con requisitos y elementos para apoyar la gestión y conseguir el objetivo. Estos requisitos son: [4]

- **Simplicidad:** puede definirse como la capacidad para definir el evento que se pretende medir, de manera poco costosa en tiempo y recursos.
- **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 han llevado a que alcance 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.

Para la construcción de indicadores de gestión son considerados los siguientes elementos: [4]

- **Definición:** expresión que cuantifica el estado de la característica o hecho que quiere ser controlado.
- **Objetivo:** el objetivo es lo que persigue el indicador seleccionado. Indica el mejoramiento que se busca y el sentido de esa mejora (maximizar, minimizar,

eliminar, etc.), permite seleccionar y combinar acciones preventivas y correctivas en una sola dirección.

- **Valores de referencia:** el acto de medir es realizado a través de la comparación y esta no es posible si no se cuenta con un nivel de referencia para comparar el valor de un indicador.

SITUACION DE LA EMPRESA DE CIGARRILLOS “JUAN D. MATA REYES”

La Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes” tiene como misión satisfacer la demanda de la población en la región centro-oriente y otras provincias del país, con la calidad que exige este mercado y el respeto al medio ambiente. Históricamente la producción de cigarrillo ha constituido un renglón importante para la economía en el Ministerio de la Agricultura y la provincia de Sancti Spíritus. En los últimos años, la empresa es más fuerte financieramente a consecuencia del aumento de los precios en el mercado minorista. La eficiencia en su gestión es un factor determinante ante la amenaza de ser extinguida por las limitaciones del país y la crisis económica mundial.

La Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes” está compuesta por la dirección general, 4 direcciones funcionales, la UEB de Producción y la UEB de Servicios. La plantilla la integran 231 trabajadores desglosados en 18 dirigentes, 25 técnicos, 4 administrativos, 16 de servicios y 168 obreros. De los 231 trabajadores, 80 son mujeres y 151 hombres.

Desde su fundación el mayor nivel de producción alcanzado fue de 2 300 millones de cigarrillos en el año 2002.

PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO

Para el cálculo del indicador general de gestión energética se propone un procedimiento (figura 1) que consta de cuatro fases.

Fase 1. Diagnóstico energético

El diagnóstico o auditoría energética constituye una etapa básica dentro de todas las actividades incluidas en la planificación, organización, seguimiento y evaluación de un programa de ahorro y uso eficiente de la energía, el que a su vez constituye la pieza fundamental en un sistema de gestión energética.

Los objetivos del diagnóstico energético son: [5]

1. Evaluar cuantitativa y cualitativamente el consumo de energía.
2. Determinar la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos.
3. Identificar potenciales de ahorro energético y económico.
4. Establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.
5. Definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.

Para el diagnóstico energético se utiliza parcialmente la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).

La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que aplicados de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa. Su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un plan de medidas, sino esencialmente elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética. [5]

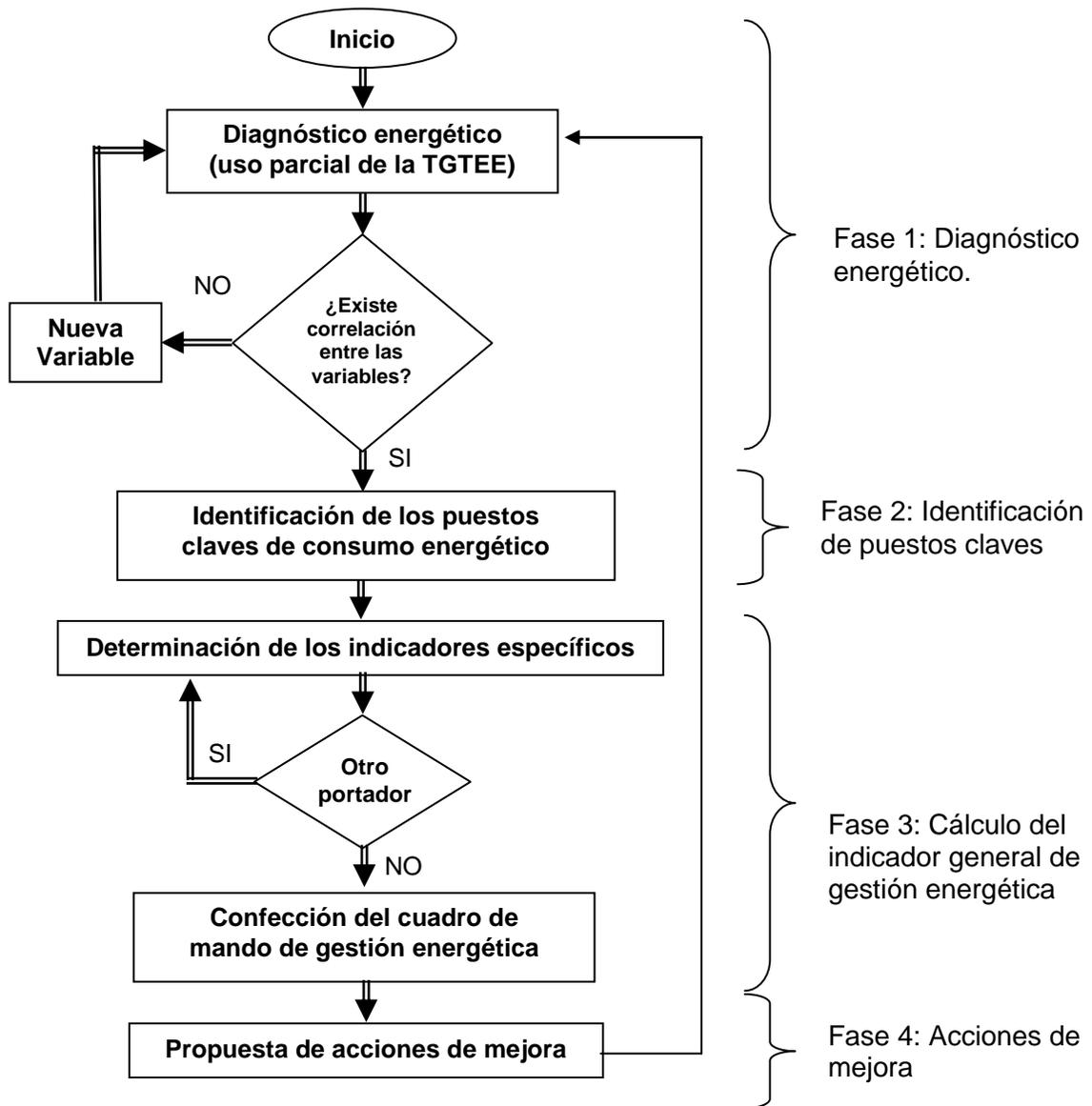


Figura 1. Propuesta de procedimiento para el cálculo del indicador general de gestión energética.

Para tener una idea lo más exacta posible de la gestión energética se aplica un grupo de herramientas pertenecientes a la TGTEE como son:

- Tormenta de ideas o método brainstorming.
- Diagrama de Pareto.
- Estratificación.
- Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E – P Vs T)
- Diagrama de dispersión y correlación.

Fase 2. Identificación de los puestos claves de consumo energético

Un puesto clave es el equipo específico con alto consumo de energía (electricidad y combustible) y tiene incidencia en el ahorro y la eficiencia energética. Puede ser también un área, un lugar específico o un conjunto reducido de equipos de una línea tecnológica o proceso. El consumo de energía para la identificación de los puestos claves es en kWh, o toneladas de combustible. Además se determina el por ciento que representa del total consumido por el centro. [6]

Los puestos claves constituyen la espina dorsal para la atención, conducción, dirección y control del ahorro y la eficiencia energética de la empresa. Es una técnica de dirección que favorece: [7]

- Descubrir las reservas potenciales de ahorro.
- Promover la iniciativa creadora e innovadora en cada puesto de trabajo, en especial los puestos claves.
- El aporte de soluciones donde se necesita.
- La activa participación del colectivo laboral.

Fase 3: Cálculo del indicador general de gestión energética

Para determinar el indicador general de gestión energética se parte del cálculo de cada uno de los indicadores específicos por portadores energéticos. Los resultados obtenidos en cada uno de los indicadores se integran en el cuadro de mando energético y se calcula en el indicador general.

Determinación de los indicadores específicos por portadores energéticos

Para determinar los indicadores específicos de cada portador se sigue la siguiente secuencia de pasos:

1. Determinar la composición del uso de los portadores energéticos para calcular el peso que tiene cada uno sobre el consumo total. Para esta acción se puede utilizar un diagrama de barras que muestre el comportamiento. Este peso es el que corresponde a cada indicador específico dentro del indicador general.
2. Tabular cada portador según su peso y determinar que actividades inciden en cada uno. Esta operación puede realizarse de la documentación que brinde información en la empresa y deben elegirse conceptos que vinculen el consumo de portadores con niveles de producción o servicios dentro de la organización.
3. Identificar las actividades específicas por portador y determinar el peso que tiene cada una dentro del consumo. Esta operación se realiza con un diagrama de barras.
4. Determinar la relación del estado deseado con el real en que se opera. Este proceso se debe realizar en presencia de índices de consumos viables y lógicos, que se pueden seleccionar a partir de criterios de expertos o análisis de información. Esta operación se realiza a través de la expresión 1.

$$RI = \frac{IR}{IC} \quad [1]$$

donde

IR: Índice real

IC: Índice de comparación ó referencia.

5. Con la relación del estado deseado y real se afecta el peso de cada actividad, por portador lo que da como resultado el indicador específico por actividad (IEA). El cual se determina por la expresión 2.

$$IEA = \frac{\omega_a}{RI}, \text{ donde:} \quad [2]$$

ω_a : Peso de la actividad específica

RI: relación de índices

6. Para culminar se determina el indicador específico del portador (IE) a través de la expresión 3.

$$IE = \sum_{i=1}^n IEA \quad [3]$$

Al tener todos los indicadores específicos por actividades (*IEA*) y con estos calcular el indicador específico del portador (*IE*), se conforma el cuadro de mando de la gestión energética donde se tabula cada portador según su peso en la composición del uso, y al multiplicarlo por el indicador específico se obtiene el aporte para el cálculo del indicador general.

El indicador general de la gestión energética se determina mediante la sumatoria de los pesos de los portadores con el indicador específico de cada portador. Esta operación se realiza mediante la expresión 4.

$$IGE = \sum_{i=1}^n \omega_p * IE \text{ donde:} \quad [4]$$

IGE: indicador de gestión energética

i: i-ésimo portador energético

n: cantidad de portadores utilizados

IE: indicador específico por portador

Fase 4: Acciones de mejora

Al concluir el cálculo del indicador general de gestión energética y realizar la evaluación de los resultados de cada uno de los portadores energéticos por separado y del indicador general en el comité de energía, se procede a proponer al consejo de dirección realizar una serie de acciones encaminadas a mejorar la eficiencia en el uso de los portadores energéticos en la empresa.

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Con el objetivo de calcular el indicador general de gestión energética, se aplica el procedimiento en la Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes”. La aplicación del procedimiento permite a la dirección obtener un instrumento para medir la eficiencia en el uso de los portadores energéticos de la empresa.

Fase 1. Diagnóstico energético

La realización del diagnóstico, con la utilización parcial de la TGTEE, permitió profundizar en el problema de la gestión energética en la organización. Su aplicación apoyó el establecimiento de un sistema de monitoreo, evaluación, control y mejora continua en el manejo de la energía.

Estructura de consumo de los portadores energéticos

En el gráfico 1 se muestra la estructura de consumo de portadores energéticos correspondiente al período 2008 – marzo 2011. La energía eléctrica tiene el peso fundamental en la estructura de consumo, que representa el 91.7 % del consumo total de los portadores energéticos de la empresa, lo cual consta en el diagrama de Pareto del gráfico 1.

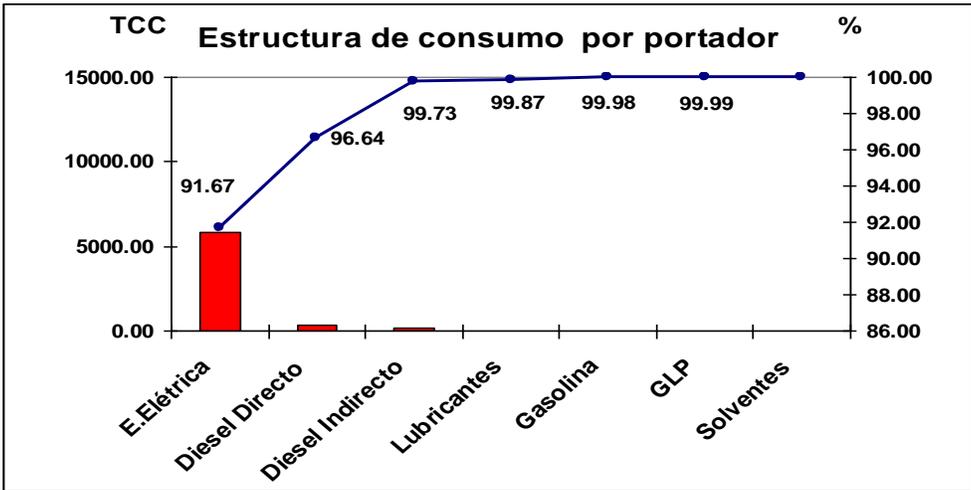


Gráfico 1. Estructura de consumo por portadores correspondiente al período 2008 – marzo 2011.

Estratificación

Después de analizar que la energía eléctrica es la que más influye dentro de la estructura de los portadores energéticos, se realizó la estratificación para determinar la actividad que mayor influencia tiene en el mismo. En el gráfico 2 se muestra la estructura de consumo de la energía eléctrica.

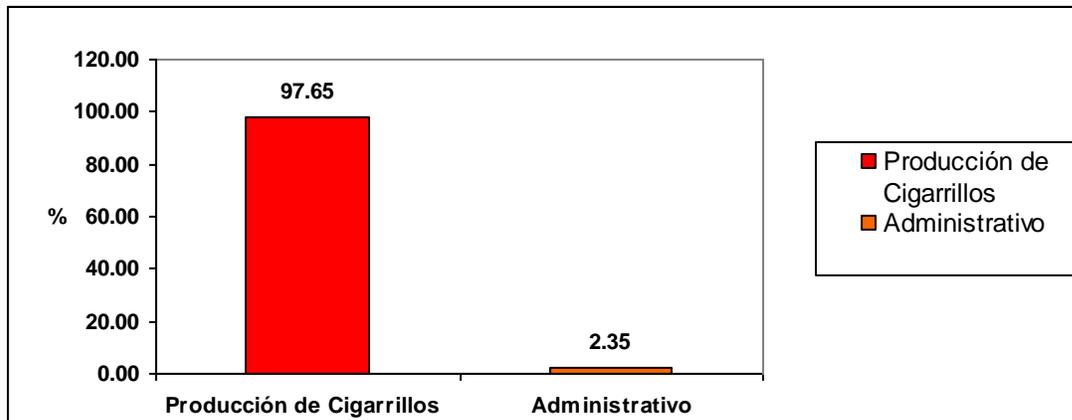


Gráfico 2. Estructura de consumo de la energía eléctrica. Fuente: elaboración propia

El gráfico muestra como el uso del portador en la producción de cigarrillos representa el 97.7% del total de consumo de la energía eléctrica. Del análisis se deriva el estudio de los indicadores vinculados a estas actividades, con el fin de buscar la relación del uso del portador contra los niveles de actividad.

Análisis de producción vs. consumo de energía eléctrica año 2010

El gráfico de análisis de producción vs. consumo de energía eléctrica muestra la relación que existen entre ambas variables. El valor más alto de consumo se evidencia en el mes de marzo con 60,7 MWh y la producción en ese propio mes fue de 147,3 MMU; el mayor resultado en el año.

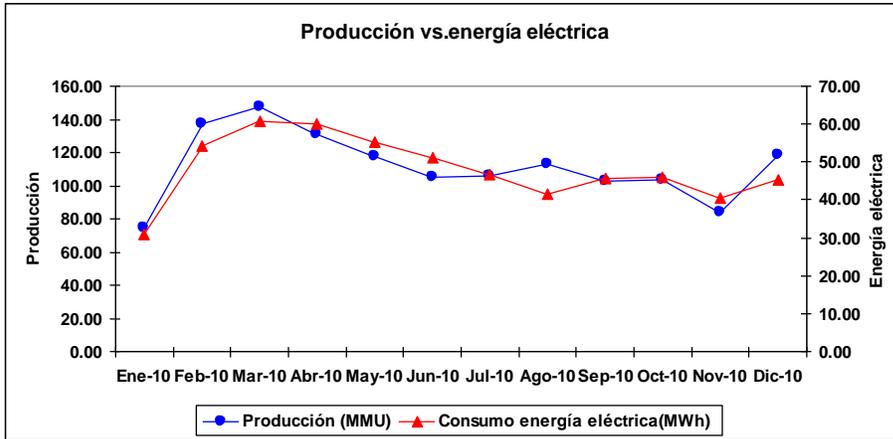


Gráfico 3 Producción vs. energía eléctrica año 2010. Fuente: elaboración propia.

Diagrama de dispersión y correlación

Demostrado ya, que la energía eléctrica es el portador donde se debe centrar el estudio de la gestión energética, y al tener la actividad productiva como la principal, se realizan los diagramas de dispersión de los años 2008, 2009 y 2010 con el objetivo de mostrar que existe correlación entre las variables consumo de energía eléctrica y producción de cigarrillos.

En este caso de estudio, el consumo de energía eléctrica y la producción en los tres años evidencian una buena tendencia a la correlación lineal entre las dos variables analizadas. En el año 2008 se obtuvo el mejor valor de correlación con un $R^2 = 0,9564$ (Gráfico 4).

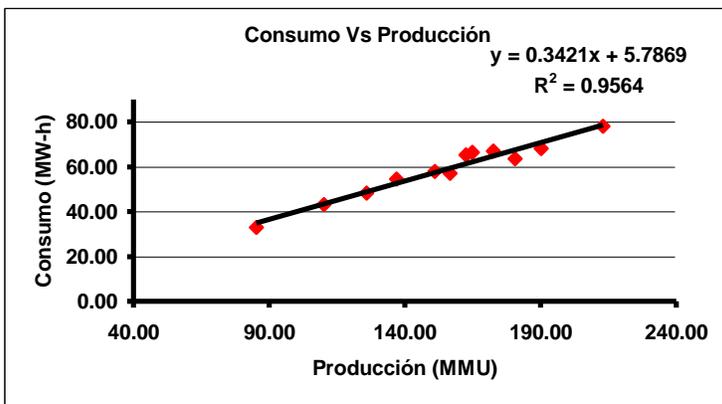


Gráfico 4. Diagrama de dispersión y correlación año 2008.

Fase 2. Identificación de los puestos claves

Se determinaron los puestos claves de consumo por portadores energéticos:

1. Energía eléctrica

- Taller de cigarrillos.
- Taller de envoltura.
- Equipos auxiliares principales.
- Taller de hechura y hebra.
- Taller de mantenimiento.
- Equipos de frío.
- Equipos de bombeo.

2. Diesel directo

- Caldera Gonella

3. Diesel indirecto

- Rastra DAF #1
- Rastra DAF #2

Fase 3: Cálculo del indicador general de gestión energética

Para monitorear y controlar el sistema de gestión energética se hace necesario el uso de una herramienta capaz de medir su efectividad en cualquier etapa, para corregir a tiempo las posibles desviaciones. Con este fin se usa el cuadro de mando de la empresa y de las principales áreas implicadas en el consumo de portadores.

Con la composición del consumo y el peso que representa cada uno del total usado (gráfico 5), se determina el por ciento de incidencia por portador en el indicador de gestión energética. Para calcular los indicadores específicos de cada portador se crea la tabla 1 donde se desglosan las actividades específicas en las cuales se consume el portador energético.

**Tabla 1. Indicador específico por portador
UM: Toneladas de Combustible Convencional (TCC)**

Energía Eléctrica	Diesel	Gasolina	Lubricantes
58.2	40.8	0.9	0,01
Producción de cigarrillos	Riego	Actividad Administrativa	Actividades de Transporte
	Preparación de Suelos		
Administrativo	Suministro de agua		Producción de cigarrillos
	Transporte de carga automotor		
	Transporte de pasajeros		
	Actividad Administrativa		
	Actividad de servicio		
	Producción de cigarrillos		

Se asume el criterio evaluativo general por indicador de:

- Bien de 90 a 100
- Aceptable de 80 a 90
- Mal, menor que 80

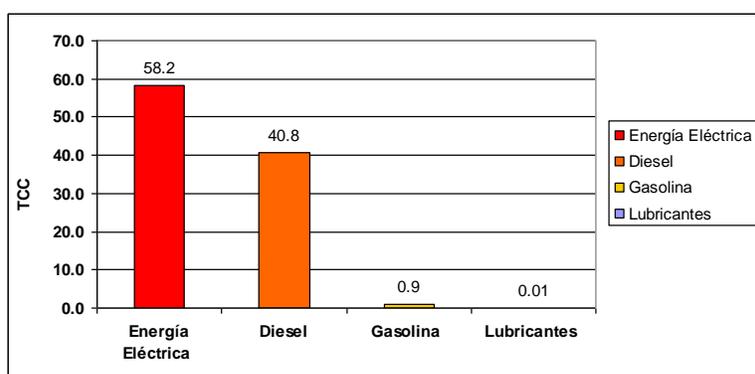


Gráfico 5. Composición del uso de portadores energéticos en TCC.

Para el cálculo de los índices se toma el año 2008 como índice de consumo plan por ser el año de mejores resultados en la empresa. Del cálculo de cada uno de los indicadores específicos por portadores se obtiene la tabla 2.

Tabla 2. Valor calculado del indicador específico por actividad.

ACTIVIDAD	IEA
Indicador de energía eléctrica	86,7
Indicador de diesel	91,0
Indicador de gasolina	100,00
Indicador de Lubricante	99,5

Confeción del cuadro de mando energético

Una vez calculados los indicadores específicos por portador, se conforma el cuadro de mando energético (tabla 3), este puede ser utilizado como herramienta para la toma de decisiones, a su vez se puede incorporar al cuadro de mando integral de la empresa como el indicador de gestión energética dentro de la perspectiva de los procesos internos.

Tabla 3. Cuadro de mando energético.

Portador	Peso del portador	IE	Aporte
Energía Eléctrica	58.20	0.867	50.46
Diesel	40.80	0.910	37.13
Gasolina	0.90	1.000	0.9
Lubricante	0.01	0.995	0.0099
Indicador de Gestión Energética			88.50

Como resultado final del estudio realizado, el indicador general de gestión energética obtenido, se incluye en el cuadro de mando integral para facilitar la información, comunicación, análisis y formación de buenas prácticas en la gestión energética de la empresa lo que contribuye al proceso de toma de decisiones.

Fase 4: Acciones de mejora

El indicador general de gestión energética muestra resultados regulares en el uso de los portadores (88.50) y que en el portador específico donde hay que tener una mayor incidencia es en la energía eléctrica que también se evalúa de regular. Para

mejorar este se identifican una serie de acciones encaminadas a elevar la eficiencia en el uso de los portadores energéticos.

El orden de prioridad de las necesidades se evalúa por los expertos de la empresa al tomar en cuenta las condiciones existentes y donde se puede incidir con mayor premura:

- Incorporar temas de gestión energética en el plan de capacitación de la empresa.
- Incluir como indicador determinante al sistema de estimulación el cumplimiento de los planes de portadores energéticos.
- Delimitar en funciones y responsabilidades al puesto de especialista en ahorro y uso racional de la energía.
- Desglosar el plan de portadores energéticos mensual por áreas y establecer indicadores para su evaluación sistemática.
- Vincular las áreas de contabilidad y transporte de forma que permita incluir el control de las hojas de rutas en el programa automatizado que se emplea para el control de los combustibles.
- Necesidad de instalar equipos de medición en las diferentes áreas que conforman los puestos claves donde se consume energía eléctrica.
- Realizar estudio en la sala de caldera para valora la efectividad de su funcionamiento.
- Realizar estudio de acomodo de carga en circuito de fuerza.
- Realizar remotorización o reparación general a los vehículos TOYOTA y AVIA.

CONCLUSIONES

- El procedimiento propuesto, sirve de base para el cálculo del indicador general de gestión energética en una organización, y su descripción metodológica hace posible su generalización en otras empresas.
- El cálculo de indicador general de gestión energética en la Empresa de Cigarrillos “Juan D. Mata Reyes”, permitió evaluar la gestión energética y

demonstró que sirve como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en la organización.

BIBLIOGRAFÍA

1. Borroto, N. A. (2002). "Administración de la Energía", CEEMA: Cienfuegos.
2. International Outlook 2005 / International Energy Outlook 2007. Informes elaborados por la Energy Information Administration, del Gobierno de Estados Unidos. Accedido 22 de octubre 2010.
3. La revolución energética en Cuba .Conquistas alcanzadas. Disponible en: <http://www.invasor.cu>. Accedido 16 de mayo de 2010.
4. Índices de eficiencia energética en Chile tendencias en el sector industrial y minero 1990-1999, http://www.cne.cl/archivos_bajar/indices_sector_industrial.pdf. Accedido el 23 de marzo, 2011
5. Borroto, N. A. (2002). "Gestión Energética empresarial". Centro de Estudios de energía y medio ambiente: Cienfuegos.
6. Fórum de Ciencia y Técnica. (2007). "Ahorro de Energía y Eficiencia Energética. Tema: puestos claves". Oficina de atención al Fórum, Consejo de Estado.
7. Auditorías Energéticas y Cogeneración, Especialización en Ciencias Térmicas, Universidad de Valle, Cali, Colombia, 1997.