

PERFIL DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN UNA FÁBRICA DE CIGARROS. PROFILE OF ENERGY CONSUMPTION IN A CIGAR FACTORY.

Reydel Batista Mateo, rbatista@uho.edu.cu , Universidad de Holguín, Cuba, Dr. C.
Alexeis Corbal Lorenzo, cproceso3@turei.co.cu , Empresa de Cigarros “Lázaro Peña”,
Cuba, Ingeniero Mecánico.

RESUMEN

La eficiencia energética de una empresa caracteriza la calidad de la relación entre el consumo de portadores y su nivel de actividad. Analizar su comportamiento en el tiempo permite establecer herramientas para aumentar la competitividad a niveles energéticos adecuados con el menor impacto ambiental.

En la Empresa de Cigarros “Lázaro Peña” de la provincia de Holguín, con una producción anual cercana a 6000 millones de cigarrillos y un consumo de portadores del orden de las 1600 toneladas equivalentes de petróleo, se estudió la estructura e incidencia de cada fuente para establecer el perfil de consumos energéticos e identificar las principales oportunidades de ahorro.

Se utilizaron las técnicas de observación y el diagnóstico de recorrido para verificar los parámetros y registros de operación. Se emplearon las técnicas de Pareto y se determinó que las causas de mayor impacto en la eficiencia energética de la entidad lo constituyen el consumo de electricidad, con un 73,40 % de participación y el fuel oíl con 18,38 %, combinados superan el 91 % del total de gastos y constituyen la base para estructurar un programa de mejora continua de la calidad.

Palabras claves: eficiencia energética, consumo de portadores, mejora continua.

ABSTRACT

The energy efficiency of a company characterizes the quality of the relationship between the consumption of carriers and their level of activity. Analyzing their behavior over time allows establishing tools to increase competitiveness at adequate energy levels with the least environmental impact.

At the “Lázaro Peña” Cigar Company in the province of Holguín, with an annual production of close to 6,000 million cigarettes and a consumption of carriers of around 1600 equivalent tons of oil, the structure and incidence of each source was studied to establish the energy consumption profile and identify the main savings opportunities.

Observation techniques and walk-through diagnosis were used to verify operation parameters and records. Pareto techniques were used and it was determined that the causes of greatest impact on the energy efficiency of the entity are the consumption of electricity, with a 73.40% participation and fuel oil with 18.38%, combined exceed the 91% of total expenses and constitute the basis for structuring a continuous quality improvement program.

Keywords: energy efficiency, carrier consumption, continuous improvement.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las medidas para enfrentar los retos del cambio climático, el desarrollo económico y la seguridad energética, las que buscan mejorar la eficiencia energética son las más expeditas y económicas, al frenar, tanto el crecimiento de la demanda de energía, como el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero en el corto plazo. (Borroto et al., 2014).

Las modificaciones y nuevos desarrollos de equipo, dispositivos y procesos, así como de sistemas de recuperación de energía, pueden reducir las necesidades energéticas netas en rangos de hasta 30%. (CONUEE, 2018).

Las mayores potencialidades se concentran en el sector industrial (Borroto et al., 2014), donde se reconoce a la eficiencia energética como un mecanismo de mejora de la productividad e incremento de la competitividad empresarial (Sánchez et al., 2014).

Elevar la eficiencia energética se logra mediante la aplicación de un sistema de gestión que establece un conjunto de requisitos para implementarlo, mantenerlo y mejorarlo continuamente, con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y la mayor eficacia. (Correa et al., 2017).

La gestión energética se concibe como parte de un sistema de mejora continua de la calidad, que interactúa con otros sistemas en la búsqueda de elevados valores de eficiencia energética y gestión empresarial (Cañizares et al., 2013). Su generalización contribuye al cumplimiento de la política energética nacional y sectorial e impacta en el mejoramiento de la eficiencia energética y la competitividad del país (Borroto et al., 2014). La estructura de cualquier sistema de gestión energética se compone de varias etapas que transitan desde la caracterización del estado actual de la actividad en la entidad, industria o sector, la definición de comportamientos e indicadores tipos que servirán de referencia, hasta el plan de mejora continua.

El sistema de gestión comienza por la realización de una auditoría energética con el objetivo identificar las fuentes consumidoras de energía principales de la empresa y las oportunidades de mejora que pueden ejecutarse (EREN, 2020).

Aquí, el diagnóstico energético es un procedimiento insustituible en la obtención del perfil de los consumos energéticos (Pérez, et al., 2013). Otro elemento indispensable para la correcta interpretación de los comportamientos y sus causas es la comprensión de los flujos y balances de energía, que constituyen un elemento básico para lograr la sostenibilidad energética (Perellada et al., 2020).

Tras esta primera fase se establecerá una línea de base energética, que incluye la definición de indicadores de desempeño, las metas y los planes de acción.

La línea de base energética constituye la referencia para el sistema de gestión de la energía, a partir de la cual se medirán los ahorros obtenidos durante la implantación del sistema y por tanto cualquier cambio que se produzca en cada uno de los desempeños energéticos.

De esta forma se podrán evaluar los avances o retrocesos de la empresa en referencia a los desempeños energéticos, mediante la comparación de los datos en el escenario actual y la línea de base energética. (EREN, 2020).

La gestión energética en Cuba.

Existen muchos antecedentes asociados al establecimiento de alternativas para minimizar el consumo de portadores energéticos en el país.

Se han establecido programas específicos con mayor o menor éxito en los últimos 40 años entre los que sobresalen por su extensión y profundidad el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC) y la denominada Revolución Energética.

Dentro de esta última se incluyó la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, TGTEE, desarrollada por la Universidad de Cienfuegos y que sintetiza las experiencias, procedimientos y herramientas obtenidas en la búsqueda de eficiencia y reducción de los costos energéticos en la industria y los servicios.

La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos técnico-organizativos, que aplicado de forma continua con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción del consumo de energía en una organización. Su objetivo no es sólo diagnosticar y estructurar un programa, sino elevar las capacidades de la empresa para ser autosuficiente en la gestión por la reducción de sus costos energéticos. (Campos, 2000), (Borroto, 2002) y (Borroto, 2006) citados por (Vigil, 2013).

En los primeros años del presente siglo, basados en los excelentes resultados de su aplicación en diferentes ramas de la economía nacional, se decidió extender el uso de la TGTEE a todo el país. Este proceso se acompañó de un fuerte movimiento de formación especializada de los profesionales encargados de su implementación.

Existe un programa de Maestría, varios Diplomados y un respaldo bibliográfico de creación propia que respalda la aplicación de la TGTEE.

Igualmente existe una producción científica sostenida y de gran visibilidad tanto a nivel nacional como internacional.

Los resultados son reconocidos por la coherencia en la dirección de los cambios respecto a la mayoría de los países latinoamericanos.

En Cuba es posible observar cómo la reducción de la intensidad energética va acompañada de un proceso de mejoramiento de la eficiencia en el uso de la energía. (Somoza et al., 2014).

Análisis de la eficiencia energética en la Empresa de Cigarros de Holguín.

La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, TGTEE, y en general, los sistemas de gestión energética se establecen siguiendo tres etapas fundamentales: el análisis preliminar de los consumos energéticos; la formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía (Planes de Acción) y por último el establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

Cada una de ellas con un contenido específico que demanda un grupo de acciones tendientes a caracterizar el estado actual de la actividad en la empresa o sector, establecer las alternativas de solución –basadas o no en la inversión en nuevas tecnologías– y por último el establecimiento de los sistemas de monitoreo y control que garanticen la sostenibilidad de los cambios.

La implementación de la TGTEE en la Empresa de Cigarros "Lázaro Peña" de Holguín es una decisión reciente, por lo que esta investigación está en desarrollo. Los resultados que se presentan corresponden a la primera etapa de ejecución.

Analizar el comportamiento de la eficiencia energética en la empresa de Cigarros de Holguín, establecer el perfil de consumo de portadores y su nivel de incidencia en los gastos totales de la entidad constituyó el objetivo de la investigación.

METODOLOGÍA

Se basa en el cumplimiento de las acciones correspondientes a la primera etapa de la TGTEE en la Empresa de Cigarros "Lázaro Peña" de Holguín, que establece el análisis preliminar de los consumos energéticos.

Se realizó una auditoría energética para identificar las principales fuentes y obtener el perfil de los consumos.

Se utilizó el diagnóstico de recorrido consistente en una inspección visual de las instalaciones energéticas de la empresa, en la observación de parámetros de operación y el análisis de los registros de operación y mantenimiento.

Se analizó el comportamiento de los datos correspondientes al consumo de portadores energéticos y las producciones de la empresa durante los últimos años para establecer el año tipo. Se utilizaron las tablas dinámicas de Excel para el análisis estadístico.

Se emplearon las técnicas de Pareto para determinar las causas de mayor impacto en la eficiencia energética de la entidad.

RESULTADOS

Los datos que se ofrecen y sirven de base al análisis corresponden al desempeño de la empresa durante el año 2018, que resultó el año tipo.

Los portadores energéticos que se emplean en la entidad son: energía eléctrica, fuel oil, diésel, gasolina, lubricantes y gas licuado del petróleo.

El *diagnóstico de recorrido* evidenció insuficiencias en el análisis de los índices de eficiencia energética; desconocimiento de los índices físicos y falta de jerarquía para establecer un orden de prioridad; falta de información en los sistemas estadísticos; no se constató sensibilidad en la apreciación del valor de la eficiencia energética como una fuente importante de ahorro.

No se aprecia el manejo de indicadores e índices en función de la elevación de la eficiencia energética.

En la Tabla 1 se muestran los valores del consumo de portadores energéticos y la producción mensual, expresada en millones de cigarrillos (MMC), durante el año 2018

Tabla 1. Consumo de portadores y producción mensual durante el año 2018.

Mes	Electricidad (MW)	Fuel oil (litros)	Diésel (litros)	Gasolina (litros)	Lubricantes (t)	Gas Licuado (Kg)	Producción de Cigarrillos (MMC)
Enero	150,69	17391	8721,90	736,92	0,168	135	186,69
Febrero	265,79	25117	9028,11	956,15	0,318	45	481,74
Marzo	310,28	30816	12670,00	948,83	0,377	90	571,51
Abril	299,22	25857	8632,07	889,28	0,249	90	517,71
Mayo	313,65	29045	12964,46	1029,43	0,303	90	591,30
Junio	304,17	27072	13577,64	963,96	0,386	90	553,61
Julio	281,61	26004	9623,11	753,08	0,265	135	512,27
Agosto	237,43	20445	9929,47	679,34	0,248	90	421,64
Septiembre	290,38	28674	12214,97	647,00	0,250	90	525,64
Octubre	301,91	28885	8711,79	653,00	0,400	45	578,12
Noviembre	298,80	29757	10656,60	584,60	0,522	135	519,39
Diciembre	162,41	13375	10983,05	559,40	0,285	135	268,04
Total	3216,33	302438	127713,17	9400,99	3,7709	1170	5727,65

Los índices de consumo, estimado y real, así como la desviación entre ellos, aparecen en la Tabla 2.

Tabla 2. Comportamiento de índices de consumos en el año 2018.

Portador Energético	Plan	Real	Diferencia
Electricidad (MW/MMC)	0.599	0.562	0.037
Fuel oil (litros/MMC)	58.19	52.803	5.387
Diésel (litros/MMC)	29.93	22.298	7.632
Gasolina (litros/MMC)	1.901	1.641	0.26
Lubricantes (litros/MMC)	0.856	0.658	0.198
Gas Licuado (Kg/MMC)	0.255	0.204	0.051

Para establecer una base comparativa dimensionalmente homogénea los portadores energéticos se expresan primero en toneladas, en función de su densidad a la temperatura media –fuel oil, diésel y gasolina-, y luego se convierten a toneladas equivalentes de petróleo (TEP). Se sitúan en orden descendente, se determina el porcentaje de incidencia en el consumo total y, a través de la suma acumulativa, la progresión de los gastos totales.

Los resultados fueron recogidos en la Tabla 3 y expresados gráficamente en la Figura 1.

Tabla 3. Consumo de portadores e incidencia en los gastos totales.

Portadores Energéticos	UM	Consumo Real del Año	Consumo Real TEP	%	% Acumulado
Electricidad	MW	3216,334	1139	73,40	73,40
Fuel oil	t	302,257	285,187	18,38	91,78
Diésel	t	108,556	114,216	7,36	99,14
Gasolina	t	6,393	8,339	0,54	99,68
Lubricantes	t	3,77	3,968	0,26	99,94
Gas Licuado	t	1,17	0,975	0,06	100
Total	-	-	1551,686	100	

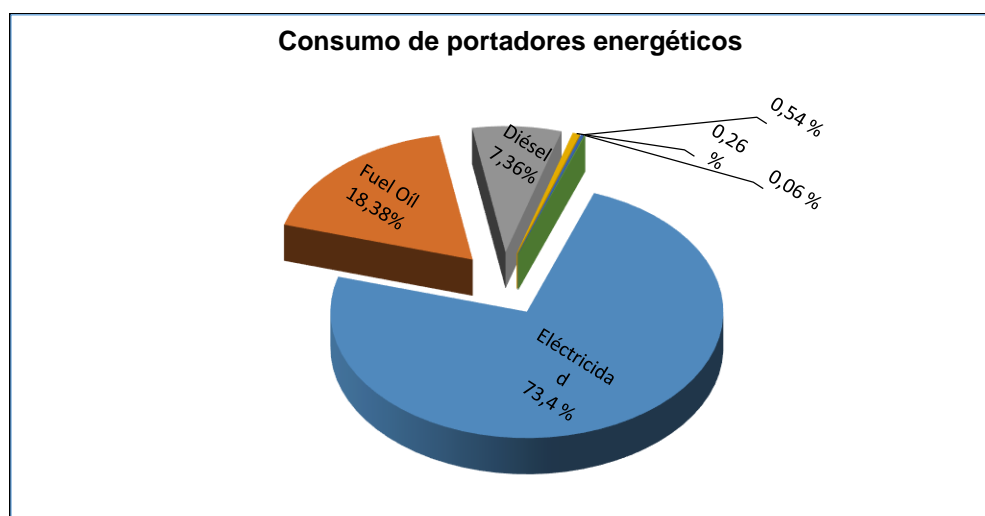


Figura 1. Estructura del consumo de portadores energéticos.

Los resultados de la aplicación de las técnicas de Pareto aparecen representados gráficamente en la Figura 2.

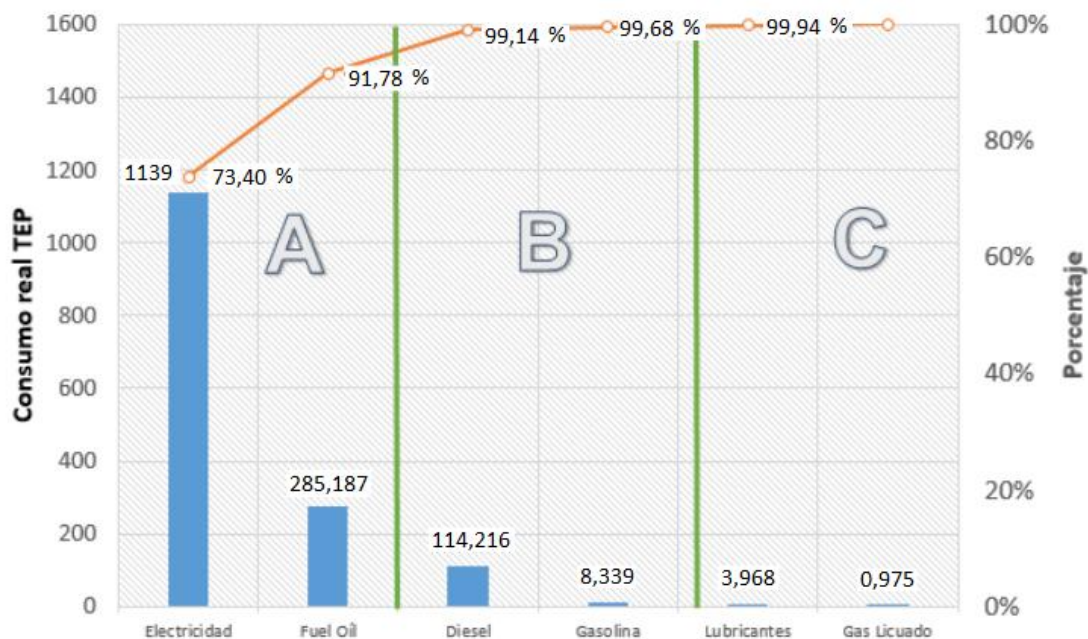


Figura 2. Diagrama de Pareto.

Se observan tres zonas claramente diferenciadas por su incidencia en los consumos totales de la empresa. La zona A con tendencia pronunciadamente ascendente, en la B el crecimiento de los gastos se atenúa como consecuencia de la reducción de la contribución de los portadores Diésel y Gasolina. En la última zona se mantiene prácticamente constante, con escasa influencia en los valores totales.

DISCUSIÓN

Los resultados del *diagnóstico de recorrido* muestran insuficiencias en el tratamiento de la eficiencia energética en la empresa.

No se aprecia dominio de los indicadores e índices ni su empleo como herramienta operativa en el logro de producciones con menor consumo energético.

No existe una definición clara de la jerarquía de las medidas a implementar ni un orden de prioridad para ejecutarlas. Existen indefiniciones en la detección de los puestos claves para el desempeño energético de la entidad.

El hecho de que los *índices de consumo*, en todos los casos, superen las expectativas recogidas en el plan no está relacionado con una cultura de eficiencia energética ni cambios tecnológicos sino con la existencia de márgenes excesivos en la planificación.

El *perfil de los consumos energéticos* muestra niveles de participación claramente diferenciados, tres de los portadores inciden significativamente en los gastos, los restantes tienen una escasa participación.

Los resultados en la aplicación de las *técnicas de Pareto* evidencian la concentración de las causas de mayor incidencia en el desempeño energético de la empresa en dos de los portadores: el consumo de electricidad y el de fuel oil.

Estos dos portadores significan más del 91 % de los gastos energéticos de la entidad facilitando la detección de los puestos claves y el establecimiento de los planes de acción.

CONCLUSIONES

1. El estado actual de la eficiencia energética en la Empresa de Cigarros "Lázaro Peña" de Holguín se caracteriza por la ausencia de acciones coherentes, dinámicas y apropiadas para jerarquizar la reducción del consumo de portadores y minimizar su incidencia en los costos de producción. Los índices de consumo establecidos en el plan tienen márgenes excesivos para las condiciones tecnológicas de la entidad y se convierten en un freno para lograr mayores niveles de eficiencia.
2. Los resultados preliminares de la implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, TGTEE, en la empresa validan su aplicación. Pudo identificarse la estructura del consumo de portadores y su nivel de incidencia en los gastos totales.
3. La dinámica de la contribución de cada portador en los costos totales facilita la detección de los puestos claves para el logro de mayores niveles de eficiencia energética en la empresa. Puede constatarse la concentración del consumo en dos de los portadores.
4. Las causas de mayor impacto en la eficiencia energética de la entidad lo constituyen el consumo de electricidad, con un 73,40 % de participación y el fuel oil con 18,38 %, combinados superan el 91 % del total de gastos y constituyen la base para estructurar un programa de mejora continua de la calidad.
5. La estratificación resultante de la aplicación continuada de las técnicas de Pareto en los portadores electricidad y fuel oil conducirá a la identificación de las instalaciones críticas para reducir la participación de los gastos energéticos en los gastos de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Borroto, A., Montesino, M., Viego, P., Odobez, N., Soldatti, M. (2014). Barreras y factores claves para promover la eficiencia energética en la industria. *Universidad y Sociedad*, 6 (2), 30-35.
2. Cañizares, G., Rivero, M., Pérez, R., González, E. (2013). La gestión energética y su impacto en el sector industrial de la provincia de Villa Clara, Cuba. *Tecnología Química*, 34 (1), 11-23
3. CONUEE. (2018). Identificación de medidas de eficiencia energética. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, México
4. Correa, J., González, S., Hernández, A. (2017). La gestión energética local: elemento del desarrollo sostenible en Cuba. *Universidad y Sociedad*, 9 (2), 59-67.
5. EREN. (2020). Estrategia de eficiencia energética de Castilla y León 2020. Ente Regional de la Energía, España.
6. Mohamed, A., Márquez, F., Elisa, J. (2016). La gestión energética en la Unidad Empresarial de Base de la Empresa de Hidroenergía. *Avances*, 18 (3), 269-278.
7. Perellada, M., Albelo, M. (2020). Análisis de la gestión energética en la Empresa Elementos de Riego para la agricultura. *Ingeniería Agrícola*, 10 (2), 68-73.
8. Pérez, O., González, S., Martínez, Y. (2013). La gestión energética en el contexto empresarial cubano. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 2, 1-15.
9. Sánchez, C., Fuquen, H. (2014). Eficiencia energética. *Desarrollo tecnológico e innovación empresarial*, 3 (1), 7-13.
10. Smith, F., Martínez, P. (2018) Más elementos sobre la inspección y el Diagnostico en la Gestión de Mantenimiento. CEIM, Nota Técnica No.363, La Habana, Cuba.

11. Somoza, J., Baños, J., Llorca, M. (2014). La medición de la eficiencia energética y su contribución en la mitigación de las emisiones de CO2 para 26 países de América Latina y el Caribe. *Economía y Desarrollo*, 152 (2), 87-106
12. Vigil Veloz, Osmany. (2013). *Evaluación de la Gestión Energética en la Empresa de Muebles LUDEMA de Las Tunas* (Tesis de Maestría), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba.