

Artículo de Investigación

Gestión energética en la Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos Fuel-Oil de Pinar del Río, Cuba

Energy management in the Maintenance Company for Fuel-Oil Generator Sets in Pinar del Río, Cuba

 DÍAZ-ROSALES, Alejandro

Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba

 OROPESA-MÁRQUEZ, Yovany

Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba

 CECILIA-SIMÓN, Nilo

Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba

Autor correspondiente: a.diaz930607@gmail.com

Recibido: 19-05-2023; **Aceptado:** 13-09-2023; **En línea:** 30-09-2023

 DOI: <https://doi.org/10.62580/ipsc.2023.8.15>

Cómo citar este artículo:

Díaz-Rosales, A., Oropesa-Márquez, Y. & Cecilia-Simón, N. (2023). Gestión energética en la Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos Fuel-Oil de Pinar del Río, Cuba. *IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria*, 8(3), 48-62. <https://doi.org/10.62580/ipsc.2023.8.15>

Resumen – El presente trabajo se trazó como objetivo realizar una caracterización energética en la Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos Fuel Oil de Pinar del Río, Cuba donde se detectó un elevado consumo de portadores energético en los motogeneradores Hyundai HIMSEM 9H25/33S. Se aplicaron herramientas matemáticas propuestas en la bibliografía acordes a este tipo de estudios (Diagrama de Pareto, Pruebas de Normalidad, Histogramas, entre otras). Los datos recolectados referentes al consumo de combustibles, lubricantes, agua y electricidad se procesaron mediante el software SPSS y una hoja de cálculo en Microsoft Excel. Se identifica como puestos clave la nave de motores, lugar donde se concentra el conjunto de equipos que consumen más del 80 % de portadores energéticos, siendo el Fuelóleo y Diesel los más representativos. Dentro de los equipos claves destaca el caso del Motor 7 pues presenta un bajo consumo en Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP), sin embargo, al estimar aproximadamente el consumo por hora se aprecia que presenta un valor de 5.85 TEP, el cual es muy superior a los demás motores que ronda una media de 2.91 TEP. Se concluye que la empresa debe seguir trabajando en el control sistemático del uso final de energía; aumentar la superación técnica de los operarios y responsables de áreas, además, durante el año 2021 el índice de consumo de combustible se comportó de manera homogénea, presentando poca variabilidad, pero se demostró que la media de la muestra de índice de consumo difiere de lo estipulado por el fabricante.

Palabras clave: eficiencia, energía, diagnóstico, línea base, puesto clave.

Abstract – The present work aimed to carry out an energy characterization in the Fuel Oil Generator Maintenance Company in Pinar del Río, Cuba, where a high consumption of energy carriers was detected in the Hyundai HIMSEM 9H25/33S generators. Mathematical tools proposed in the literature for this type of study were applied (Pareto diagram, Normality tests, Histograms, among others). The data collected regarding fuel, lubricants, water,

and electricity consumption were processed using SPSS software and a Microsoft Excel spreadsheet. The engine room is identified as a key position, where the set of equipment that consumes more than 80% of energy carriers is concentrated, with Fuel Oil and Diesel being the most representative. Among the key equipment, the case of Motor 7 stands out because it has a low consumption in Equivalent Petroleum Tons (TEP), however, when estimating the consumption per hour, it is observed that it has a value of 5.85 TEP, which is much higher than the other engines that have an average of 2.91 TEP. It is concluded that the company must continue working on the systematic control of final energy use; increase the technical training of operators and area managers. Additionally, during 2021, the fuel consumption index behaved homogeneously, showing little variability, but it was demonstrated that the sample mean of the consumption index differs from what is stipulated by the manufacturer.

Keywords: efficiency, energy, diagnosis, baseline, key position.

Introducción

Es importante que los sectores económicos implementen medidas de eficiencia energética para lograr un ahorro significativo y una mejora en el uso sostenible de los recursos. El cambio climático es un problema ambiental relevante y se necesitan políticas públicas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y promover el uso de energías renovables. El consumo energético a nivel mundial tiende al crecimiento, por lo que se han establecido normativas como la ISO 50001:2011 para gestionar el uso y planificación de la energía en todo tipo de instalación o proceso (Gómez Rodríguez & Chou Rodríguez, 2019).

Muchos han sido los investigadores enfocados en el tema, coincidiendo en su definición de Gestión Energética, Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes (2006) plantean que es un 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 (Monteagudo Yanes & Gaitan, 2005).

Otro concepto de igual relevancia lo constituye el término Eficiencia Energética, el cual ha sido definido por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) y el propio contenido de la norma ISO 50001:2011 como (NC-ISO 50001, 2011): “proporción u otra relación cuantitativa entre un desempeño, los resultados de servicios, las salidas de bienes o energía y las entradas de energía.”

Ante esta realidad, numerosos estudios se han realizado en vísperas de mitigar en lo posible los efectos destructivos que supone este nuevo desafío, una de las alternativas más aceptadas ha sido la Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía, los cuales requieren de poca inversión generalmente y se encauzan en lograr eficiencia aplicando buenas prácticas.

Noriega Angarita *et al.* (2019) realizan su estudio con el objetivo de mejorar el rendimiento energético en una fábrica de baterías en Colombia mediante la introducción del enfoque de gestión energética definido en ISO 50001. Los principales consumos de energía se identificaron en la formación de la batería, el sistema de aire comprimido y la gran red de motores eléctricos. Proponiendo diferentes acciones para mejorar el rendimiento energético. Como resultado se logró una reducción del 3,48% en el consumo de electricidad durante la implementación de las medidas propuestas.

Desde el punto de vista de Espinosa *et al.* (2018), analizar los esfuerzos a nivel mundial para reducir la demanda energética de los edificios residenciales es significativo para aumentar la Eficiencia Energética del sector. Destacan las oportunidades de ahorro energético en calor, ventilación, acondicionamiento de aire e iluminación que detectan en Ecuador. Es criterio de los autores que no son suficientes las regulaciones y políticas gubernamentales vigentes para promover las auditorías energéticas y adoptar tecnologías modernas.

En concordancia, Ramos Males & Bautista Segovia (2022) analizan la eficiencia energética como una estrategia para la economía doméstica. Plantean la importancia de fomentar el uso de energías renovables en los hogares, como la instalación de paneles solares o la utilización de sistemas de calefacción y refrigeración eficientes. Demuestran en su estudio que el sector residencial juega un papel crucial en los mercados energéticos y el consumo energético en los hogares representa una parte importante del presupuesto familiar.

Igualmente Ladeuth *et al.* (2021) plantean que el consumo de energía en Colombia ha aumentado debido al crecimiento industrial y poblacional, lo que ha llevado al gobierno a invertir en alternativas de mejora y adoptar normas internacionales. En el ámbito educativo, el estudio se realizó en la Universidad de La Guajira en Riohacha, donde se concluyó la necesidad de implementar medidas de eficiencia energética y concientización en la comunidad educativa para reducir el consumo y costos energéticos. Además, se sugiere trabajar en conjunto con entidades gubernamentales y empresas privadas para implementar tecnologías limpias y renovables en la generación de energía.

Por su parte Laayati *et al.* (2022) desarrollan una nueva infraestructura de hardware, software y procesamiento de datos para minas a cielo abierto que utiliza inteligencia artificial para mejorar la eficiencia energética y la toma de decisiones. Prueban un sistema de monitoreo y pronóstico de carga máxima en una mina experimental a cielo abierto en Benguerir, que utiliza un algoritmo de regresión cuantil de bosque rápido para predecir la respuesta a la demanda de energía, con ello, logran minimizar el consumo de energía y mejorar la eficiencia y rentabilidad de la industria minera

A juicio de Urteneche *et al.* (2022) los hospitales públicos son estructuras que consumen mucha energía, por lo que es necesario implementar medidas de eficiencia energética para reducir los consumos. Aplican una metodología La Plata, Argentina, permitiendo proponer alternativas específicas de mejoramiento por área, orientadas al reciclado de la envolvente edilicia con técnicas de diseño pasivo. Los resultados obtenidos permitieron afirmar que intervenir la envolvente edilicia desde el lado exterior mejora el comportamiento térmico y la estabilización de los espacios, sin alterar la imagen exterior del edificio.

Según plantea Caceres Espinoza *et al.* (2022) el sector eléctrico peruano viene atravesando varias modificaciones respecto a su matriz energética, utilización de energías renovables, biocombustibles, eficiencia energética. Proponen la utilización de redes inteligentes para mejorar la eficiencia y cuidado del medio ambiente en el sector eléctrico, utilizando un medidor Arduino MEGA 2560 y una pantalla líquida LCD para incentivar el ahorro de energía eléctrica.

Andrade Zambrano & Real Pérez (2021) plantean que las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) contribuyen con cerca del 13% del consumo anual energético a nivel global. Considerar la eficiencia energética puede fortalecer a las PYMES ayudándolas a reducir costos en energía con la posibilidad de que estos ahorros puedan ser invertidos en acciones que les permitan ser más competitivas. En concordancia, Navarrete Báez & Labelle (2023) realizan una investigación inicial sobre las prácticas de las pequeñas y medianas empresas (PYME) de Jalisco, México referente a las políticas sobre su gestión energética sustentable. Aplican un cuestionario a los dueños de las PYME sobre prácticas de Desarrollo Sustentable enfocados a la gestión energética. Como resultado relevante solo la tercera parte de las PYME entrevistadas realizan prácticas de gestión energética sustentable, demostrando que no es no es prioridad para ellos aumentar eficiencia mediante aplicación de mejoras y buenas prácticas.

Atendiendo a la importancia de la aviación, el estudio de Baxter (2022) examina los aeropuertos ubicados en todo el mundo que han implementado un Sistema de Gestión Energética (EMS) certificado por la norma ISO 50001. El estudio encontró que los aeropuertos ubicados en China, Chipre, Hong Kong, Europa, India, Turquía, Suecia, Reino Unido y Estados Unidos de América han implementado Sistemas de Gestión Energética certificados por la norma ISO 50001 desde el inicio de esta norma en 2011. Dentro de las medidas que aplican los mismos para la conservación de energía, incluyendo el uso de sistemas de diodos emisores de luz (LED), la electrificación del equipo y vehículos de servicio en tierra, la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos, la instalación de sistemas solares fotovoltaicos (PV), la optimización de los sistemas de calefacción y refrigeración de edificios, y la optimización de la energía para plantas y equipos.

En Cuba muchos han sido las investigaciones en el tema, Álvarez Cancio *et al.* (2021) aplican la gestión energética en fábricas de ron y bebidas, específicamente en la Unidad Económica Básica (UEB) ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos. Hacen una caracterización energética de la UEB ron de Cienfuegos, finalmente se determinaron los equipos y las áreas más consumidoras de energía y se propuso un proyecto de mejoras con el fin de incrementar la eficiencia energética del proceso de fabricación de ron. Igualmente, Crespo Sánchez *et al.* (2019) plantean la necesidad de sistemas de gestión que permitan un mejor desempeño energético en la fabricación de piensos balanceados. La obtención y utilización del indicador de desempeño energético y la línea base para el control diario permitió disminuir de 12,8 kWh/t como media, a valores inferiores a 10 kWh/t.

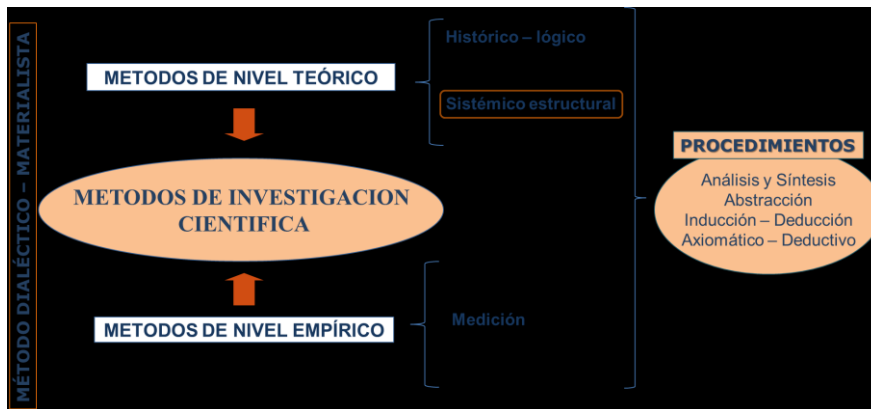
El emplazamiento de Grupos Electrógenos 30 MW “Antonio Briones Montoto” ubicado en el municipio Pinar del Río no cuenta con un Sistema de Gestión de la Energía, constituyendo un freno para la correcta gestión de los portadores energéticos y demás potencialidades de ahorro, se cuenta con procedimientos que regulan la utilización de portadores energéticos, combustible tecnológico y tarjetas de combustible. Por lo que es objetivo de la presente investigación realizar una caracterización energética y establecer el estado actual de la Gestión Energética.

Materiales y Métodos

A continuación, se describen los métodos y materiales que se utilizan en la investigación. Partiendo del método dialéctico-materialista, pilar fundamental para la comprensión y

fundamentación teórica-metodológica del problema planteado: la gestión energética empresarial, y dentro de ella el estudio de la aplicación de diferentes herramientas matemáticas, el procesamiento de datos se efectuó utilizando una Hoja de cálculo de Microsoft Excel en su versión 2019 y el Software SPSS (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). Se utiliza una compleja interacción de diferentes métodos investigativos (empírico y teórico) como puede observarse en la figura 1.

Figura 1. Métodos utilizados



Fuente: propia

Métodos teóricos:

Método histórico y lógico: se empleó para determinar las tendencias del proceso de gestión energética particularizando en los diferentes Sistemas de Gestión de la Energía utilizados actualmente. Su aplicación estuvo dada en que existe una experiencia nacional e internacional referida al tema.

Métodos empíricos:

Método de medición: se empleó para el establecimiento de la línea de base, es decir, para obtener información respecto a la existencia o no de potencialidades de ahorro con la aplicación del sistema de gestión. Se aplicaron para ello técnicas tales como análisis documental y entrevista, cuyos resultados fueron procesados para arribar a las conclusiones presentadas.

Asociados a los métodos teóricos y prácticos se utilizaron los siguientes procedimientos:

1. Análisis y síntesis: se utilizó en función de la descomposición del funcionamiento del objeto en sus diversos componentes y el establecimiento de las relaciones entre ellos. Se pasó a investigar cada una de sus partes en su relación recíproca identificando el lugar y la significación de cada una y como revelan la contradicción dialéctica que surge en él y el modo de resolverlo. Una vez logrado esto, la síntesis se encarga de recomponer mentalmente la totalidad teniendo ahora una visión clara de las leyes que rigen o gobiernan tal totalidad.

2. Abstracción: fue utilizado para el análisis sobre las posibles determinantes y relaciones que se pueden crear en la descomposición del objeto de estudio.

3. Inducción – deducción: posibilitó la determinación de las generalidades y regularidades del proceso de gestión energética.

Resultados y Discusión

Análisis de la estructura de consumo de portadores energéticos en la empresa

La identificación de los portadores energéticos más consumidos durante el año 2021 se muestra en la Tabla 1.

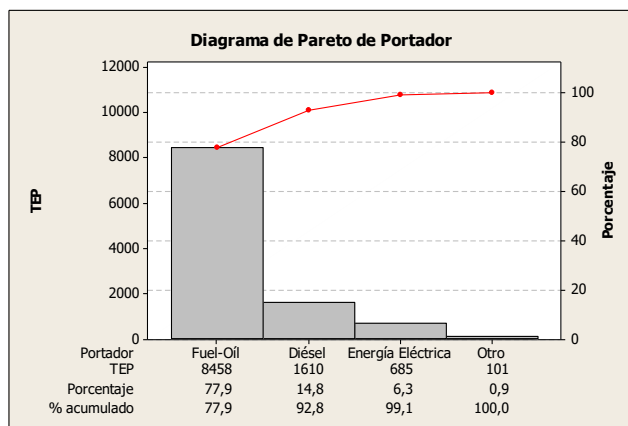
Tabla 1. Distribución de energéticos consumidos durante el 2021

Portador Energético	Unidad	Gasto	Factor de convección	Tonelada Equivalente Petróleo	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Fuelóleo	t	8543,41	0,99	8457,97	77,93	77,93
Diésel	t	1529,03	1,05	1610,07	14,83	92,76
Energía Eléctrica	MWh	1826,60	0,38	684,98	6,31	99,07
Lubricantes	t	100,70	1,00	100,70	0,93	100,00
Total				10853,72	100	

Fuente: propia, a partir del procesamiento de datos en SPSS y Microsoft Excel

En la figura 2 se observa la distribución de energéticos mediante la utilización del Diagrama de Pareto. Se destaca que los portadores de mayor incidencia sobre el consumo general de la empresa son el Fuelóleo y Diesel (77.9 % y 14.8 % respectivamente). Dichos combustibles representan más del 90 % del gasto total de energía, surge entonces, la necesidad de buscar las causas que provocan los elevados consumos para proponer medidas que eleven la eficiencia y uso racional de los mismos.

Figura 2. Diagrama de Pareto



Fuente: propia, a partir del procesamiento de datos en SPSS

Respecto al tema, después de realizar una exhaustiva búsqueda bibliográfica, no se encuentran estudios de gestión energética en emplazamientos de grupos electrógenos que utilicen fuel como combustible para la generación continua de electricidad; sin embargo, Pino Morales (2009) realizó un diagnóstico acerca de la batería de grupos electrógenos Diesel de Moa, el energético más consumido en este tipo de instalación es el diésel, representando un 97.52% de consumo total; y el resto corresponde a la electricidad y los lubricantes.

De igual forma, Crespo Sánchez (2020) en su trabajo realizado sobre la batería de grupos electrógenos de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos, identificó como energético más consumido el diésel, representando el 97,7% del consumo total de portadores energéticos de la Central Eléctrica Diésel (CDE). Ambos estudios se realizaron en tecnologías similares de generación; factor determinante para obtener similar resultado, pero, a diferencia de la tecnología Fuel, objeto de estudio, los resultados no coinciden con la presente investigación.

El estudio de Madrigal *et al.* (2018), quien realizó una planificación energética para el ahorro de fueloil en una lavandería industrial, después de analizar sus energéticos, se determinó que el fuelóleo es el más consumido, representando el 72.02 % del total. De igual forma; de la Rosa Andino (2014) identificó dicho energético como el más consumido con un 72 %. Ambos estudios muestran similitud con los resultados de la presente investigación, aun cuando son empresas con objetos sociales muy diferentes entre sí.

Crespo Sánchez *et al.* (2019) determinó que la energía eléctrica representa el 74,24 % del consumo energético anual, resultado que concuerda con la tecnología de la planta, pues presenta un alto número de consumidores eléctricos para lograr la fabricación de piensos; sin embargo, no coincide con los resultados la actual investigación donde el portador “electricidad” solo representa el 6.31 %.

Por su parte, Mohamed Arreh *et al.* (2016) realizó una caracterización energética por elementos consumidores, la creación de los puestos clave y la identificación del personal fundamental que interviene en los procesos de consumo de los diferentes portadores energéticos (Operarios y Jefes Clave), resultó que el combustible Diésel usado en el transporte de servicio y aseguramiento de la producción, es el portador de mayor incidencia en la UEB representando el 52.82 %; el mismo se reparte de acuerdo a los índices de consumos de cada vehículo, llevando todos los meses el índice de consumo real de cada uno de ellos. Estos resultados no se corresponden con el presente estudio donde el portador diésel solo representa un 14.83 %.

El combustible Fuel-Oil se emplea en el trabajo continuo de los motores, es el portador más consumido en la entidad, el mismo se almacena en tanques de 1000 m³. Los tanques se encuentran aforados, de esta manera, se le realiza mediciones tres veces al día para ver la variación en el nivel de combustible, estimando así el consumo en el día. Una vez tenida las lecturas de electricidad generada, se procede a calcular el índice de consumo de combustible. Dicho indicador, es controlado de manera diaria, constituyendo un importante referente de la eficiencia en el proceso de generación de electricidad. A continuación, se muestra en la Tabla 2 un análisis del comportamiento del índice de consumo de combustible en el año 2021; la muestra analizada está compuesta por 130 mediciones, correspondientes a dicho año.

Tabla 2. Estadígrafos para la población. Variable índice de consumo.

Estadísticos	Muestra
Media	215,76
Mediana	212,60
Desviación típica	21,44
Asimetría	1,476
Error típico de asimetría	1,212
Curtosis	6,854
Error típico de curtosis	0,422

Fuente: propia, a partir del procesamiento de datos en SPSS

Con el objetivo de demostrar la normalidad de los datos, se realiza la prueba de Kolmogórov-Smirnov tomando un 95 % de significación. Como se muestra en la Tabla 3 y figura 3 los datos se ajustan a una distribución normal.

Tabla 3. Prueba de Kolmogórov-Smirnov

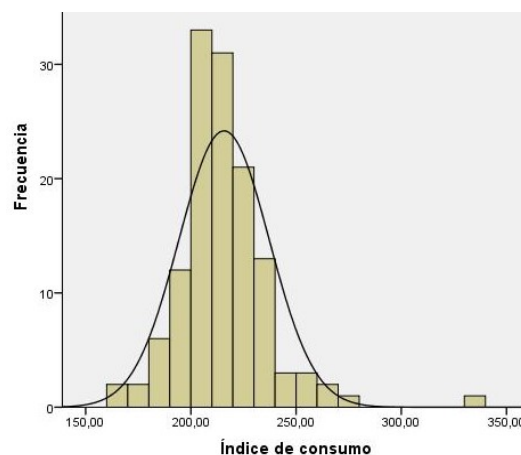
		Índice de consumo
	Muestra	130
Parámetros normales ^{a,b}	Media	215,7621
	Desviación típica	21,44368
Z de Kolmogórov-Smirnov		1,275
Sig. asintót. (bilateral)		,077

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente: propia, a partir del procesamiento de datos en SPSS

Figura 3. Histograma



Fuente: propia, a partir del procesamiento de datos en SPSS

Si se compara el Índice de consumo de combustible con una media de 212 g/kW dado por el fabricante se obtienen los resultados mostrados en la

Tabla 4. Partiendo de la hipótesis que:

$H_0: \mu = 212 \text{ g/kW}$; $H_1: \mu \neq 212 \text{ g/kW}$. Como la significación bilateral es menor que 0.05 se puede afirmar que H_0 debe ser rechazada, por lo que aseguramos con evidencias suficientes que la

media de la muestra difiere de lo estipulado por el fabricante con un nivel de significación del 95%.

Tabla 4. Prueba para una muestra

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Valor de prueba = 212 95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Índice de consumo	2,000	129	,048	3,76208	,0410	7,4832

Fuente: propia, a partir del procesamiento de datos en SPSS

Determinación de los puestos claves

En cuanto a la definición de "Puesto Clave" dada por Borroto Nordelo y Monteagudo Yanes (2006) se refiere a un equipo o conjunto de ellos que tienen una gran influencia en el consumo de energía en un lugar específico, representando aproximadamente el 85% del consumo de los portadores energéticos en cuestión. La Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógénos Fuel-oil utiliza Motores de Combustión interna marca Hyundai HIMSEM 9H25/33 acoplados a un generador de 2.5 MW para generar electricidad. La presente investigación identifica la nave de motores como puesto clave ya que es el lugar que contiene los equipos claves, donde se consume el grueso de energéticos. La Tabla 5 muestra información referente al consumo de combustible por equipo clave (motores) y el tiempo que trabajó cada uno.

Tabla 5. Energéticos consumidos en puestos claves

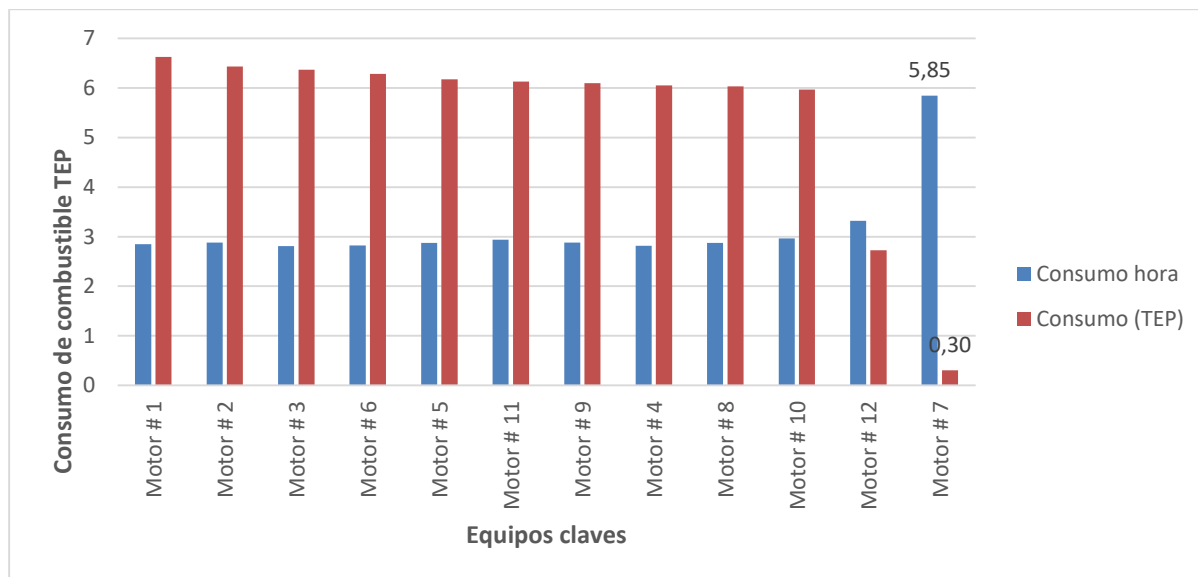
Motor	Consumo de combustible (TEP)	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)	Tiempo (horas)	Consumo equivalente (TEP)	Consumo hora estimado
Motor # 1	662.66	10.10	10.10	1889.00	6.63	2.85
Motor # 2	643.61	9.80	19.90	1855.00	6.44	2.88
Motor # 3	636.83	9.70	29.60	1788.00	6.37	2.81
Motor # 6	628.38	9.60	39.20	1772.00	6.28	2.82
Motor # 5	617.41	9.40	48.60	1773.00	6.17	2.87
Motor # 11	612.99	9.40	58.00	1802.00	6.13	2.94
Motor # 9	610.04	9.30	67.30	1759.00	6.10	2.88
Motor # 4	605.45	9.20	76.50	1704.00	6.05	2.81
Motor # 8	603.62	9.20	85.70	1736.00	6.04	2.88
Motor # 10	596.98	9.10	94.80	1769.00	5.97	2.96
Motor # 12	272.31	4.10	98.90	905.00	2.72	3.32
Motor # 7	30.27	0.40	99.30	177.00	0.30	5.85
Total	6520.55					

Fuente: propia, a partir del procesamiento de datos Microsoft Excel

En la figura 4 se muestra el consumo de combustible de los motores en TEP donde 10 motores tienen un comportamiento homogéneo, dicho comportamiento puede estar fundamentado en que todos tuvieron un régimen y tiempo de explotación similar durante el periodo (como promedio con 1784 horas de trabajo cada uno), el motor 12 con menos tiempo trabajado (905 horas).

Destaca el caso del Motor 7 pues presenta un bajo consumo; correspondencia directa con sus 177 horas de trabajo, sin embargo, al incluir el consumo de combustible hora se aprecia que presenta un valor de 5.85, el cual es muy superior a los demás motores.

Figura 4. Consumo de portadores por equipos claves



Fuente: propia, a partir de graficar los datos en Microsoft Excel

El concepto de “Puesto Clave” estará intrínsecamente vinculado al objeto social de cada empresa, de ahí que cada una tenga diferentes equipos con influencia en el consumo de energía en un lugar específico. Al respecto, Hidalgo Suárez (2010) en su trabajo observó que la electricidad representa el 56.45 % y el Fuel-Oil el 42.65 % respectivamente del consumo de portadores. El objeto social de la empresa es la producción de cárnicos, de esta manera identificó el área de refrigeración como el máximo consumidor, lo cual difiere con la presente investigación.

Por su parte, Delgado (2020) mediante el diagrama de Pareto muestra que los sectores refrigeración y conservación, clima e iluminación son los que utilizan el 65.7 % de la energía eléctrica, lo que no coincide con los resultados del actual estudio. De igual manera, Crespo Sánchez *et al.* (2019) en su estudio determinó como resultado de la estratificación por áreas y equipos, a partir de la capacidad energética instalada, que el consumo energético de los molinos fue el 85 % de la energía destinada al área, que las prensas y ciclones consumieron el 75% de la energía destinada al área de prensado, que en dosificación y mezcla, la mezcladora, el elevador y la criba consumieron el 70% de la energía destinada al área y que en la recepción de cereales, los elevadores y transportadores principales, requirieron el 70% del consumo de energía del área. Resultados estos que no coinciden con los de la presente investigación.

Asimismo, Álvarez Cancio *et al.* (2021) analizaron desde el punto de vista de la gestión energética a la Unidad Económica Básica (UEB) ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos. Al realizar la caracterización energética de la UEB ron de Cienfuegos mediante el análisis del consumo de los principales portadores energéticos se determinaron los equipos y las áreas más consumidoras de energía donde se estableció que la electricidad representó más del 90% en los

dos últimos años. Los compresores de aire constituyeron el conjunto de equipos claves, lo que no se corresponde con el presente estudio.

Difieren con la presente investigación el estudio realizado por Ladeuth *et al.* (2021) con el fin de determinar las áreas que generan mayor consumo de energía eléctrica en la Universidad de La Guajira, sede Riohacha (Colombia), se establecieron los consumos de energía correspondientes a cada bloque, tomando como base los años 2015, 2016 y 2017. De su estudio resultó que las áreas que demandaron mayor consumo de energía eléctrica fueron los bloques y los laboratorios. Se afirma que estas dos áreas fueron las de mayor influencia debido a que estas infraestructuras son necesarias y necesitan una climatización óptima para la efectividad de la prestación del servicio, sabiendo que las ofertas académicas que presentan mayor demanda estudiantil apoyan sus actividades en los laboratorios.

Resultados de Indicadores de eficiencia energética

Los Grupos Electrónicos son una empresa que establece criterios y metas de producción, donde se definen indicadores económicos para evaluar su cumplimiento. Sin embargo, encerrarse en estos indicadores sin realizar cambios puede ser contraproducente. El principio de reacción en cadena sugiere que una reducción continua de errores puede conducir a costos más bajos, menor desperdicio de recursos y un aumento en la productividad. Por lo tanto, es importante identificar y eliminar las causas potenciales de ineficiencia energética para mejorar el proceso y reducir el consumo de portadores energéticos. Los indicadores clave de control son los índices de consumo físico, que relacionan la energía consumida con la producción o servicio realizado.

La Tabla 6 muestra el consumo de portadores energéticos más consumidos durante el año 2021.

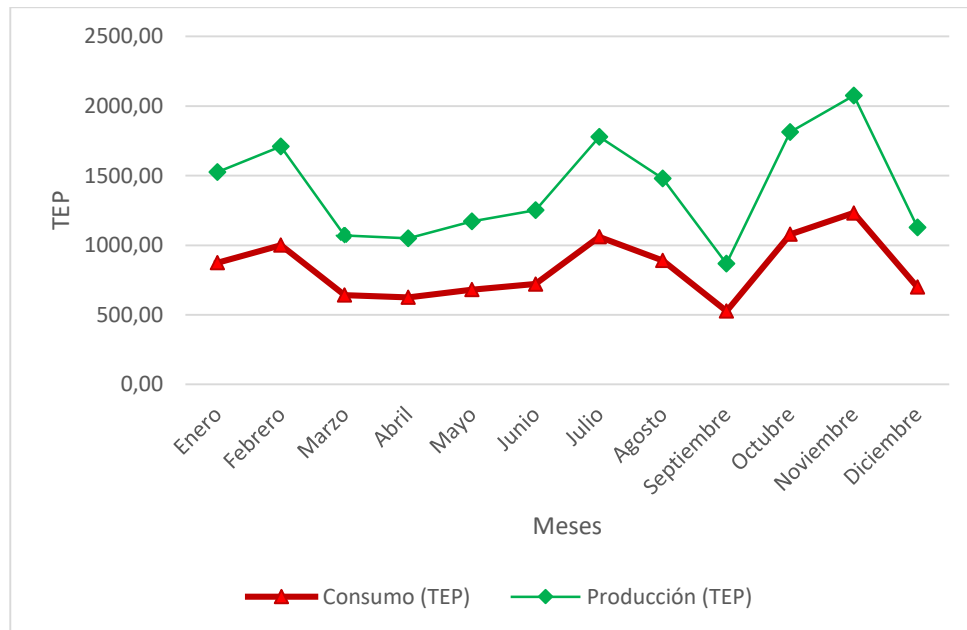
Tabla 6. Consumo de combustible vs generación de electricidad

Meses	Consumo (TEP)			Producción (TEP)
	Fuel-Oil	Diésel	Total Consumido	Electricidad
Enero	773,87	100,58	874,45	1526,25
Febrero	927,96	72,39	1000,36	1709,59
Marzo	598,92	43,12	642,04	1070,03
Abril	438,13	188,23	626,36	1048,88
Mayo	625,96	54,74	680,70	1171,43
Junio	660,71	60,51	721,22	1253,21
Julio	926,52	134,47	1060,99	1778,96
Agosto	651,95	238,39	890,34	1478,74
Septiembre	353,36	173,31	526,67	866,85
Octubre	925,05	154,43	1079,48	1812,38
Noviembre	1073,16	159,31	1232,47	2076,41
Diciembre	502,37	197,52	699,89	1126,73

Fuente: propia

Por su parte, en la Figura 5 se muestra el comportamiento gráfico del consumo de combustible y la producción de electricidad en el tiempo, mediante la correlación entre ambas variables, resultando notable que aumentos en el consumo ocasionan mayores producciones.

Figura 5. Diagrama de Consumo-Producción vs Tiempo



Fuente: propia, a partir de graficar los datos en Microsoft Excel

Destaca el mes de noviembre como el de más alejamiento entre el consumo y la producción, evidenciando que se generó más electricidad por combustible gastado, una posible causa puede ser que durante estos meses de invierno los motores pueden trabajar a cargas superiores (85 % o más), pues la temperatura ambiente más baja actúa positivamente sobre los parámetros de temperatura en los cilindros de cada motor.

Medidas para incrementar la Eficiencia Energética

- Implementar un sistema para la gestión y el control de los portadores energéticos especialmente el combustible.
- Implementar flujómetros de combustible en cada motor.
- Control estricto de la actividad realizada por los equipos consumidores de portadores energéticos.
- Desconectar completamente las lámparas o focos fundidos o quemados en el local que contiene los motores.
- Apagar y desconectar los equipos en las oficinas vacías.
- Reducir el uso de equipos en el horario pico sin afectar la producción.
- Incrementar la conciencia del personal sobre la importancia de elevar la eficiencia energética.

En resumen, para lograr la eficiencia energética y el ahorro de portadores energéticos, es necesario establecer criterios y metas de producción con indicadores económicos y físicos, identificar y eliminar las causas potenciales de ineficiencia energética, mejorar la organización y

disciplina tecnológica, y contar con la participación de los trabajadores. La dirección debe aplicar la ciencia y la técnica, aprovechar las tecnologías de avanzada, y transformar conceptos, enfoques, hábitos y métodos de atender este tema.

Es importante contar con indicadores e índices que permitan el análisis y muestren las desviaciones en los consumos para detectar problemas y tomar decisiones a tiempo. Los principales problemas que afectan el ahorro y la eficiencia energética están relacionados con la falta de análisis, desconocimiento, falta de identificación, insuficiente divulgación, falta de información y no apreciación de la eficiencia energética como una fuente importante de energía.

Conclusiones

Después de procesar y analizar los resultados se pueden mostrar las siguientes conclusiones referentes al estado actual de la gestión energética: 1) se caracteriza energéticamente a la empresa brindando un punto de partida o línea de base, la cual se puede utilizar en la evaluación de los impactos una vez implementadas las medidas para mejorar la eficiencia energética; 2) la empresa debe seguir trabajando en el control sistemático del uso final de los portadores energéticos; 3) se debe prestar atención a la superación técnica de los operarios y responsables de cada área clave; 4) durante el año 2021 el índice de consumo de combustible se comportó de manera homogénea, presentando poca variabilidad, pero se demostró que la media de la muestra de índice de consumo difiere de lo estipulado por el fabricante.

Referencias

- Álvarez Cancio, R. R., Montelíer Hernández, S., Oviedo Regojo, A., & Bello González, O. (2021). Bases para la implementación de un sistema de gestión energética en la UEB ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos basado en la NC-ISO 50001:2019. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 505-511. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202021000400505&lng=es&nrm=iso&tlng=esfiles/1658/scielo.html
- Andrade Zambrano, E. E., & Real Pérez, G. L. (2021). Las PYMES y la eficiencia energética con la ISO 50001. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 6(6), 674-694. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8016995files/1661/articulo.html>
- Baxter, G. (2022). An Assessment of the use of the ISO 50001 Certified Energy Management Systems by Airports. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 7(6). <https://doi.org/10.22161/ijeab.76.10>
- Borroto Nordelo, A. E., & Monteagudo Yanes, J. P. (2006). *GESTIÓN ENERGÉTICA en el Sector Productivo y los Servicios*. Universidad de Cienfuegos.
- Caceres Espinoza, J., Mamani Pari, D., & Apaza Huanca, P. (2022). Optimización de la eficiencia energética en los hogares, con microred fotovoltaica piloto, con tecnologías de medición inteligente en la ciudad del Cusco. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 1667-1681. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3178
- Crespo Sánchez, G. (2020). *Implementación de la etapa de Planificación Energética de la Norma ISO 50001, en la Batería de Grupos Electrónicos de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos* [Tesis de Diploma Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"]. <https://www.researchgate.net/publication/351287115>
- Crespo Sánchez, G., Monteagudo Yanes, J. P., Montesino Pérez, M., Cruz Viroso, I., & Cabrera Sánchez, J. L. (2019). La gestión energética en la fabricación de piensos balanceados en Cienfuegos. *Revista Universidad y*

- Sociedad*, 11, 249-256. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000100249&nrm=iso
- de la Rosa Andino, A. A., Benítez Leyva, L. V., Carrillo Torres, W., & Chicaiza Lagla, D. S. (2014). Evaluación energética de la fábrica de conservas de frutas y vegetales del municipio Yara de la provincia de Granma. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(2), 49-54. <https://www.redalyc.org/pdf/5862/586262040008.pdf>
- Delgado, D. I. (2020). *Diseño de un sistema de gestión energético en el proceso de incineración de una gestora ambiental basado en la norma ISO 50001* <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/3741/files/1645/3741.html>
- Espinosa, V. M., Hernández, J. R. H., & Espinoza, J. C. T. (2018). Gestión de la eficiencia energética en las edificaciones del Ecuador. *Opuntia Brava*, 10(4), 309-314. <https://doi.org/10.35195/ob.v10i4.640>
- Gómez Rodríguez, V. G., & Chou Rodríguez, R. (2019). ECUADOR DE CARA A LA SUSTENTABILIDAD EN EL SIGLO XXI: LEY DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. *Identidad Bolivariana*, 3(1). <https://www.itb.edu.ec/identidad/index.php/revista/article/view/78>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hidalgo Suárez, J. (2010). *Perfeccionamiento del Sistema de Gestión Energética en el Cárnico Luis F. Fuentes* [Tesis de Diploma inédita, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa]. Moa. <https://projects.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/energy-efficiency>
- Laayati, O., Bouzi, M., & Chebak, A. (2022). Smart Energy Management System: Design of a Monitoring and Peak Load Forecasting System for an Experimental Open-Pit Mine. *Applied System Innovation*, 5(18). <https://doi.org/10.3390/asi5010018>
- Ladeuth, Y. M., López, D. D., Socarrás, C. A., Ladeuth, Y. M., López, D. D., & Socarrás, C. A. (2021). Diagnóstico del consumo de energía eléctrica en la planificación de un sistema de gestión y norma técnica de calidad ISO 50001:2011. *Información tecnológica*, 32(1), 101-112. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100101>
- Madrigal, J. A., Cabello Eras, J. J., Hernández Herrera, H., Sousa Santos, V., Balbis Morejón, M., Madrigal, J. A., . . . Balbis Morejón, M. (2018). Planificación energética para el ahorro de fueloil en una lavandería industrial. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26(1), 86-96. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052018000100086>
- Mohamed Arreh, A., Márquez Montesino, F., & Elisa Hernández, J. F. (2016). La gestión energética en la Unidad Empresarial de Base de la Empresa de Hidroenergía. *Avances*, 18(3), 269-278. <http://avances.pinar.cu/index.php/publicaciones/article/view/174>
- Monteagudo Yanes, J. P., & Gaitan R, O. G. (2005). Herramientas para la gestión energética empresarial. *Scientia et Technica*, 3(29). <https://doi.org/10.22517/23447214.6639>
- Navarrete Báez, F. E., & Labelle, F. (2023). Gestión energética y desarrollo organizacional sostenible en las Pequeñas Medianas Empresas de Jalisco. *TRASCENDER, CONTABILIDAD Y GESTIÓN*, 8(22), 2-18. <https://doi.org/10.36791/tcg.v8i22.194>
- NC-ISO 50001. (2011). *Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso. Norma Cubana NC-ISO 50001:2011*. La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización. 2012.
- Noriega Angarita, E., Cabello Eras, J. J., Hernández Herrera, H., Sousa Santos, V., Balbis Morejón, M., Silva Ortega, J. I., & Sagastume Gutiérrez, A. (2019). Energy planning and management during battery manufacturing. *Gestão & Produção*, 26(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/0104-530X3928-19>

Pino Morales, J. A. (2009). *Diagnóstico energético en la batería de grupos electrógenos diesel de Moa* [Tesis de Diploma inédita, Instituto Superior Minero Metalúrgico]. Moa. <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/3684>

Ramos Males, P. J., & Bautista Segovia, A. (2022). La Eficiencia Energética: Una Estrategia Para la Economía Doméstica en Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 8(2), 1334-1346. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i2.2708>

Urteneche, E., Fondoso Ossola, S. T., Martini, I., Andrés Barbero, D., & Alberto Discoli, C. (2022). Metodología para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia del sector salud. *Estoa*, 11(21). <https://doi.org/10.18537/est.v011.n021.a12>