



## EFICIENCIA ENERGÉTICA

### ARTÍCULO ORIGINAL

<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1520>

# Eficiencia energética en la empresa productora de cosechadoras cañeras KTP

## *Energy Efficiency in the Sugarcane Harvesters Manufacturing Company KTP*

MSc. María Rosa Perellada-Gamio<sup>1</sup>, MSc. Mercedes de la Caridad Albelo-Martínez<sup>11</sup>

<sup>1</sup> Ministerio de Industrias (Mindus), Grupo Empresarial de la Industria Sideromecánica, Boyeros, La Habana, Cuba.

<sup>11</sup> Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN.** En el presente estudio se analiza relación existente entre las producciones del sector industrial destinadas al sector agrícola, en este caso específicamente destinadas a Azcuba, teniendo en cuenta su eficiencia energética y el comportamiento de los índices de consumo necesarios por cada portador energético para estas producciones. Las prácticas adecuadas en la reducción de consumos energéticos tributan a una disminución de la ficha de costo final del producto destinado al cliente. En el caso de estudio que se presenta, la producción de la entidad está destinada fundamentalmente a la producción de piezas de repuesto para las combinadas cañeras y otros equipos utilizados en la zafra. Los métodos estadísticos utilizados tienen como base la información histórica de consumo que posibilitan el control de los portadores energéticos involucrados en la producción, en este caso haciendo énfasis en el comportamiento del portador electricidad, que es el predominante en la estructura energética de la entidad tomada como caso de estudio.

**Palabras clave:** sistema, energético, producción, portador, índice de consumo.

**ABSTRACT.** This study analyzes the existing relationship between the productions of the industrial sector destined for the agricultural sector, in this case specifically destined for Azcuba, taking into account the energy efficiency and the behavior of the necessary consumption rates per energy sources for these productions. Proper practices in reducing energy consumption contribute to a reduction in the final cost sheet of the product destined for the customer. In the case study presented, the entity's production is mainly destined to the production of spare parts for the sugarcane combines and other equipment used in the harvest. The statistical methods used are based on historical information on consumption that make possible to control the energy carriers involved in production, in this case emphasizing the behavior of the electricity consumption, which is the predominant energy carrier in the energetic structure of the entity taken as a case study.

**Keywords:** System, Energy, Production, Carrier, Consumption Index.

## INTRODUCCIÓN

La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso

Salvo raras excepciones, las mayores reservas de ahorro de energía en la industria están en el proceso, de ahí que se

imponga el conocimiento de la tecnología en la que participan los equipos y la función específica que ellos realizan. El especialista energético debe dominar los elementos fundamentales de todos los procesos de su ámbito de acción, pero para llevar a cabo un eficaz análisis de la economía energética se impone el concurso de los especialistas de operaciones, tecnología y mantenimiento. El sector industrial es muy variado y cada uno

<sup>1</sup> Autora para correspondencia: María Rosa Perellada-Gamio, e-mail: mariar@sime.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8798-3518>

**Recibido:** 10/09/2020.

**Aprobado:** 12/11/2021.

de sus subsectores tiene una evolución diferente en lo que se refiere a la eficiencia y el ahorro energético.

La industria metalmeccánica cubana tiene como uno de los destinos priorizados para sus producciones el sector agrícola y AZCUBA constituye uno de sus sectores priorizados.

La sustitución de importaciones y el logro de procesos productivos más eficientes desde el punto de vista energético constituyen prioridades económicas en el sector industrial que tributan a un resultado favorable al producto final dirigido al sector agrícola.

La automatización del corte de caña humaniza el trabajo del hombre y aumenta la productividad por lo que lograr una mayor producción nacional de las máquinas cosechadoras denominadas combinadas cañeras y además garantizar las piezas de repuesto necesarias para su mantenimiento.

La entidad en la que se realiza el estudio es Empresa de Combinadas Cañeras “60 Aniversario de la Revolución de Octubre más conocida como KTP, actualmente sus producciones están constituidas por: cosechadora cañera sobre neumático, cosechadora cañera sobre esteras, hidromecanismos, partes y piezas para la maquinaria agrícola.

Una de las principales misiones industriales en el presente año es la fabricación de algo más de 29 mil piezas de repuesto como soporte de mantenimiento a las más de mil cosechadoras cañeras activas en la actualidad de los modelos, mayormente, KTP 2M, aunque también en menor cantidad Case brasileña y CCA 5000 que se encuentran trabajando en zonas orientales del país

La industria consume cerca del 40% de la electricidad, de la cual dos terceras partes son utilizadas por motores eléctricos. Durante los últimos treinta años, el consumo eléctrico mundial casi se ha triplicado; en el mismo periodo, el consumo eléctrico de la industria aumentó un 260%.

El uso eficiente de la energía eléctrica conlleva a conocer los equipos o procesos de mayor consumo energético, identificar los de uso crítico, reconocer donde es posible ahorrar energía, además de otras acciones. Medidas de costo cero, como elegir una tarifa de suministro eléctrico como que más se acomode a las necesidades de entidad y modificar su patrón de consumo evitando los periodos de hora punta (donde el costo de la electricidad se eleva), sin afectar los procesos productivos, son prácticas de ahorro de energía (Cuisano et al., 2020).

El Mantenimiento de hoy tiene que ser considerado como una de las actividades fundamentales del proceso productivo y como un servicio proactivo (Martínez, 2017). Este enunciado no siempre se cumple y no se le brinda la atención sistemática pertinente por lo que constituye un aspecto decisivo que tendría una influencia determinante en un desempeño energético eficiente.

Teniendo en cuenta lo anterior se infiere la importancia de las producciones de las piezas de repuesto para dar cumplimiento al ciclo de mantenimiento de los equipos agrícolas en especial las combinadas cañeras las cuales han mejorado su tecnología.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Empresa LX Aniversario de la Revolución de Octubre, más conocida como KTP perteneciente al Ministerio de Industrias situada en la Carretera San Germán km 3 ½, Holguín, Cuba. Es una de las mayores con-

sumidoras de electricidad de la provincia y por la importancia de sus producciones se analizan periódicamente sus indicadores en la organización empresarial.

Se realizó un análisis del comportamiento de los portadores energéticos teniendo en cuenta la estadística de consumo de los mismos utilizando las herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGEE) incluyendo el diagnóstico energético de primer orden, (Feodorov y Rodríguez, 1982),

El diagnóstico energético incluye la obtención de datos a partir de los registros y archivos de planta, mediciones in situ y corridas de prueba, entrevistas al personal gerencial, cálculos técnicos y análisis de datos, obtención de información de costos de inversión y energético, criterios de aceptabilidad de inversiones, desarrollo de programas de acción con programas y responsabilidades definidas (Eloi, 2019).

Se realizó el diagrama de Pareto con la finalidad de identificar el portador que presenta el mayor por ciento del consumo total de Energía Equivalente, teniendo en cuenta los valores en el balance de portadores documentado en el análisis de eficiencia al cierre del año 2019, en este caso la electricidad constituye un porcentaje superior al 80% en la estructura energética de la entidad. (Figura 1).

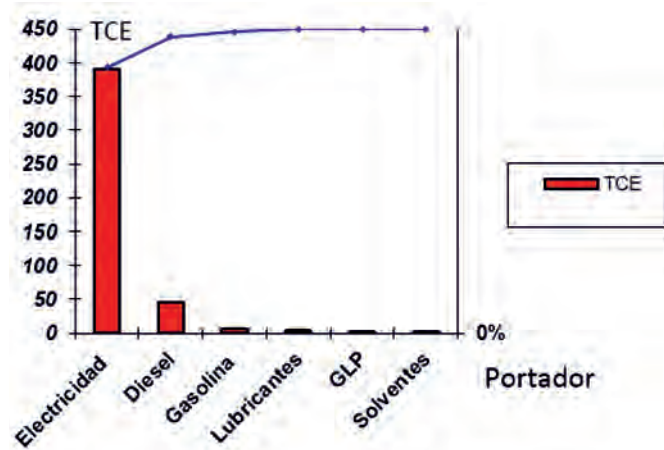


FIGURA 1. Diagrama de Pareto-Comportamiento de los portadores energéticos.

Se confeccionó la curva de consumo eléctrico del año 2019 tomando como referencia los valores de la facturación eléctrica emitida por la UNE mes a mes y analizada en el OSDE del año 2019 y se observa que el comportamiento a excepción del mes de mayo es semejante. El elevado consumo de energía eléctrica por encima del plan 12% es debido al término de una producción en proceso en el taller de tratamiento térmico, taller de alto consumo de energía y que trabaja en el régimen de campaña.

En Cuba se han diseñado para gestionar la eficiencia energética dentro de las organizaciones, la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGEE), y el procedimiento para la mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles (Cuba-MGOC, 2017). Ambos respetan el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar, con técnicas y herramientas coincidentes entre ambas metodologías, sin embargo, la TGEE ha sido más aplicada en el país, pero adolece de la planificación energética en concordancia con la norma cubana (NC ISO 8995/CIE S 008:2003, 2003a) y (Soto et al., 2014a).

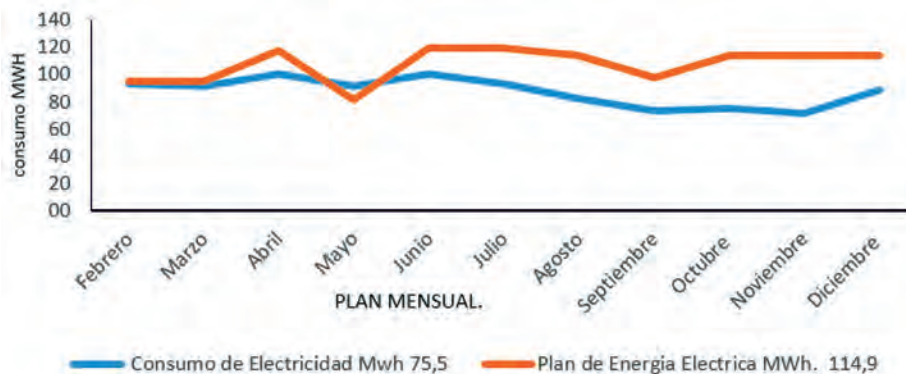


FIGURA 2. Comportamiento mensual del Plan de energía eléctrica vs consumo real (MWh).

Para la confección del estudio se tuvo en cuenta el -Código electrotécnico cubano -NC-800-2017-12, la Resolución 152 de Ministerio de Energía y Minas -2018 y la Resolución No. 116/2017 que establece la indicación metodológica que contienen los requisitos técnico-organizativos mínimos del sistema de mantenimiento industrial y la NC 8995 S 008-iluminación de puestos de trabajo en interiores (NC ISO 8995/CIE S 008:2003, 2003b).

### Condiciones de operación de los sistemas energéticos objetos de estudio

Para la ejecución y desarrollo del diagnóstico energético se aplicaron las herramientas de la “Metodología de Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía” (TGTEE), propuesta por especialistas de la Universidad de Cienfuegos.

La revisión comprende la valoración del estado técnico de los sistemas eléctricos y los equipos grandes consumidores de energía eléctrica incluyendo los hornos de tratamiento térmico utilizados para finalizar el proceso en la producción de partes y piezas destinadas al mantenimiento de equipos utilizados en la zafra azucarera y la producción de combinadas cañeras.

El equipamiento en general presenta un alto grado de obsolescencia tecnológica lo que se refleja en el consumo de energía eléctrica portador que representa el 87% de la estructura energética de la entidad, a continuación, se detallan las dificultades encontradas:

- a) Originalmente la acometida de la entidad estaba constituida por Subestación principal de baja tensión, donde fueron instalados dos transformadores niveles de voltaje de 34,5/6,3 kV de doble devanado, con una potencia nominal de 6,3 MVA este sistema fue modificado y actualmente la entidad recibe el servicio directamente de la Empresa 26 de julio. Esta tarea técnica se ejecutó de conjunto con la Unión Eléctrica propiciando resultados satisfactorios en cuanto a la reducción de la facturación eléctrica por concepto de pérdidas de transformación.
- b) Para las necesidades propias es utilizada la Subestación de Transformadores No.6, El sistema eléctrico de distribución secundaria se realiza de 6,3 kV a 440 volts, teniendo en cuenta que actualmente se tienen seis transformadores activos de distribución secundaria de 1000 kVA y dos de 630 kVA, se aprecia que los transformadores de talleres aportan

grandes pérdidas al sistema (alrededor de 90 MWh anuales).  
 c) Actualmente el cubículo de medición para la UNE se encuentra en uno de los cubículos del armario de la Subestación.

El fundamento de la solución racional del complicado conjunto de problemas técnico - económicos en la proyección del suministro eléctrico de empresas industriales radica en la correcta determinación de las cargas eléctricas probables. (Feodorov y Rodriguez, 1982). La determinación de las cargas eléctricas es la primera etapa de la proyección de cualquier sistema de suministro eléctrico. Las magnitudes de las cargas eléctricas determinan la selección de todos los elementos e índices técnico - económicos del proyectado sistema de suministro. De la correcta valoración de las cargas esperadas dependen los gastos capitales: gastos de metal no ferroso, de pérdidas de energía eléctrica de explotación, etc. Los errores en la determinación de las cargas eléctricas conducen al empeoramiento de los índices técnico - económicos de la empresa industrial. La investigación de las cargas de diferentes empresas industriales, ejecutada por una o varias organizaciones de proyectos mostró que frecuentemente se utilizan cargas de proyecto considerablemente superiores a las reales. La exageración de las cargas de cálculo, debido a insuficiente exactitud en los cálculos, no debe ser justificado con la alegación del posible crecimiento futuro de las cargas. La exactitud de la determinación de las cargas eléctricas debe ser garantizada también en los casos en que se prevén incrementos futuros (Feodorov y Rodriguez, 1982).

- d) El sistema eléctrico actual no tiene el mantenimiento adecuado que debe ser un servicio contratado a terceros por la complejidad que presenta, las protecciones eléctricas deben ser calibradas y ajustadas a los parámetros de operación actuales ambas condiciones conspiran con la preservación del equipo ante una falla eléctrica (Funes et al., 2011; Alpi, 2013; Arguelles, 2014).
- e) El alumbrado en el sector industrial no es el idóneo para la tarea visual que se realiza, en el periodo de alargamiento de jornada motivado por el trabajo por campaña sobre todo en el taller de tratamiento térmico no se cuenta con el aporte de la iluminación natural incumpliendo con lo establecido en la Resolución 152 del 2018 de la ONURE -Ministerio de Energía y Minas (Smith y Martínez, 2018).
- f) Varias son las medidas de mayor oportunidad para el ahorro en sistemas eléctricos de empresas industriales o de Servi-

cios. Una de las más atractivas es el control de la demanda máxima y del consumo de energía eléctrica (Vázquez, 2014).

El control de la demanda máxima y del consumo de energía eléctrica, ya sea por métodos manuales (muchas veces sin realizar inversiones iniciales importantes) o automatizados, permite reducir los costos asociados al consumo por medio de: lograr un menor gasto energético en los horarios donde el valor de la energía es mayor, la reducción de las pérdidas por transformación, la reducción del pago por demanda máxima si

la tarifa considera este aspecto, así como la mejora de la operatividad del Sistema en general. Un control efectivo posibilita, además, determinar políticas óptimas de inversión en el sistema eléctrico, de forma de garantizar mayor seguridad y calidad del suministro (Alamos, 2008).

El estudio de acomodo de carga de la Empresa KTP está realizado y certificado por la ONURE, a continuación, se muestra el gráfico con la curva de demanda compuesta antes y después del estudio (Departamento Economía Energética, 1984)

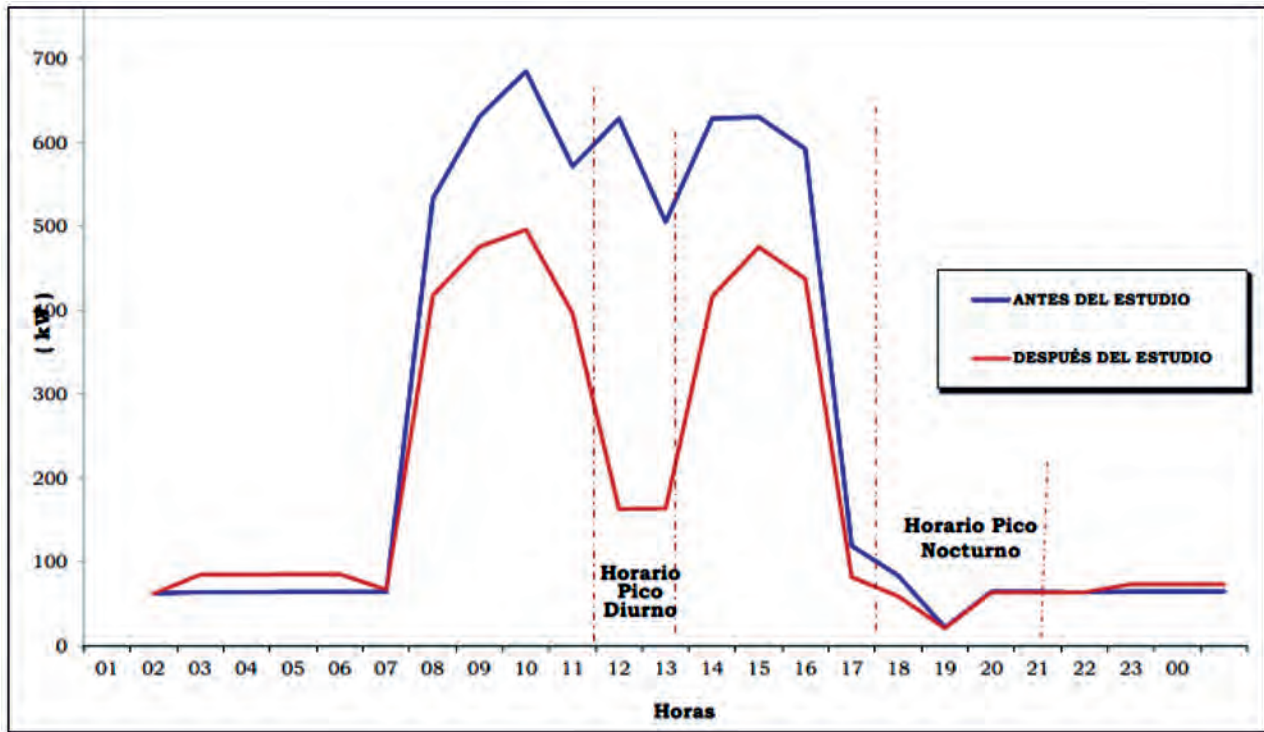


FIGURA 3. Gráfico de demanda compuesta antes y después del estudio de acomodo de carga.

- g) El equipamiento en general posee motores eléctricos fundamentalmente asíncronos a los cuales debe garantizarse sus planes anuales de mantenimiento por especialidades, mecánica, eléctrica, automática, de acuerdo a los ciclos de mantenimiento establecidos acorde a las horas de corrida, horas reales de trabajo en los equipos y especificaciones de los fabricantes (CUBA-MGOC.; 2017).
- h) Los hornos de tratamiento térmico necesitan mantenimiento modernización en cuanto a los sistemas de control de temperatura y de operación, además, el refractario de recubrimiento interior debe estar en óptimas condiciones para minimizar las pérdidas térmicas.
- i) Se realiza la revisión de la facturación eléctrica teniendo en cuenta la facturación que emite la UNE, el servicio que aparece corresponde al servicio que tiene conectado un transformador de 1600 kVA como se observa en la Tabla 1.
- j) En el análisis se observa una penalización de 203.54 CUP, por concepto de bajo factor de potencia motivado por una falla en el banco de condensadores.
- k) Los valores de la Demanda registrada oscilan entre el 68% y el 87% de la demanda contratada real (Tabla 1) por lo que se impone verificar la adecuada aplicación de la Resolución 177 del 2014 del Ministerio de Finanzas y Precios (esta resolución establece el sistema tarifario del pago del sector no residencial). Teniendo en cuenta lo anterior se aprecia que debe tenerse en cuenta la correcta contratación de la demanda y el mantenimiento adecuado al equipo compensador de reactivo para evitar fallas que originen penalizaciones por este concepto.
- l) De la Tabla 1 se puede deducir que el costo promedio en el año del kWh. es de 21.1 centavos, este valor incide directamente en la ficha de costo de los productos de la entidad y específicamente en el costo de producción de la combinada cañera y las piezas de repuesto, este valor puede ser disminuido de forma gradual.
- m) Aplicando medidas existe la posibilidad de disminuir el cargo fijo en la facturación eléctrica, por ejemplo, la recontractación de la demanda. Teniendo en cuenta los resultados de las medidas tomadas en el acomodo de carga se propone recontractar la demanda a 590 kW.



Para el cálculo de ahorro se tuvo en cuenta que el kW de máxima demanda contratada en cualquier horario del día se cobra a 7 CUP/mes.

$$Icf = Prsf \cdot Dc \text{ (CUP/kW \cdot mes)} \quad (1)$$

donde:

*Icf*-importe cargo fijo, CUP/mes;

*Prsf*-Precio para la demanda contratada, CUP/kW \cdot mes;

*Dc*- Demanda máxima contratada, kW.

Demanda contratada actual:  $Icf = 7 \text{ CUP/mes} \cdot 790 \text{ kW} = 5\,530 \text{ CUP/mes}$ .

Demanda contratada propuesta:  $Icf = 7 \text{ CUP/mes} \cdot 590 \text{ kW} = 4\,130 \text{ CUP/mes}$ .

Ahorro mensual =  $5\,530 \text{ CUP/mes} - 4\,130 \text{ CUP/mes} = 1\,400 \text{ CUP/mes}$ .

Ahorro anual =  $1\,400 \text{ CUP/mes} \cdot 12 \text{ meses/año} = 16\,800 \text{ CUP/año}$ .

**TABLA 1. Facturación de KTP en CUP. año 2019**

| Fecha      | Consumo (consumo total) | Importe total CUP | Demanda máxima contratada kWh | Demanda máxima registrada | % D. Registrada vs. D. contratada | Fp (cos Ø)  |
|------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Enero      | 83,361                  | 183 18,7          | 790                           | 597                       | 75,57%                            | <b>0,89</b> |
| Febrero    | 91,3                    | 187 93,2          | 790                           | 617                       | 78,10%                            | 0,97        |
| Marzo      | 91,221                  | 187 74,86         | 790                           | 592                       | 74,94%                            | 0,99        |
| Mayo       | 91,758                  | 193 54,5          | 790                           | 648                       | 82,03%                            | 0,97        |
| Junio      | 100,444                 | 199 51,84         | 790                           | 629                       | 79,62%                            | 0,96        |
| Julio      | 92,685                  | 196 38,56         | 790                           | 651                       | 82,41%                            | 0,96        |
| Agosto     | 96,59                   | 199 15,09         | 790                           | 694                       | 87,85%                            | 0,96        |
| Septiembre | 79,207                  | 171 35,44         | 790                           | 613                       | 77,59%                            | 0,96        |
| Octubre    | 80,4                    | 184 32,3          | 790                           | 545                       | 68,99%                            | 0,93        |
| Noviembre  | 91,12                   | 193 63,3          | 790                           | 618                       | 78,23%                            | 0,94        |
| Diciembre  | 86,526                  | 190 12,48         | 790                           | 607                       | 76,84%                            | 0,9         |

### Análisis de las penalizaciones

El sistema tarifario vigente para el sector industrial establece que las entidades deben operar sus sistemas eléctricos con un factor de potencia (cos Ø) no menor que 0.9 siendo penalizados cuando es inferior y bonificados cuando se logran valores superiores. En el caso que los valores que se obtengan no sean favorables propician gastos innecesarios de energía reactiva en las líneas del Sistema electro energético nacional.

Modelo matemático para el cálculo de la penalización;

$$\text{Penalización} = \text{Facturación Normal} \cdot ((0.9 - F. \text{Ppt. Real}) / F. \text{Pot. Real}) \quad (2)$$

Modelo matemático para el cálculo de la bonificación;

$$\text{Bonificación} = \text{Facturación Normal} \cdot ((0.92 - F. \text{Ppt. Real}) / F. \text{Pot. Real}) \quad (3)$$

*Resolución 277-2014*: (CUBA- M F P, 2014).

En el caso de estudio en el período que se analiza solo en el mes de enero se penalizó a la entidad con la cantidad de 203.54 CUP por este concepto siendo bonificados en el resto del año.

### Indicadores energéticos

La gestión energética se puede definir cómo la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la mínima cantidad posible de energía mientras se mantienen los niveles de confort (en oficinas y edificios) y los niveles de producción (en fábricas) (Luna, 2018).

Esta práctica constituye un procedimiento organizado de previsión y control del consumo de Energía, que tiene como fin obtener el mayor rendimiento energético posible sin disminuir el nivel de prestaciones obtenidas. (Martínez, 2018).

La Empresa productora de Combinadas cañeras KTP fue inaugurada en 1977 y ha transitado por cambios tecnológicos y diversos cambios en el surtido productivo (se mantiene la producción de las combinadas como el producto principal), esto motiva que las series históricas de consumo que se poseen no sean comparativas para en un período que permita elaborar un esquema de análisis donde se identifiquen los siguientes aspectos:

Determinar la línea de base energética, la línea meta del desempeño energético y mejorar, diseñar o incorporar indicadores de desempeño energético. La línea base y línea meta se determinan mediante el análisis de dispersión lineal o modelos alternos.

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

- Diagrama de dispersión.
- Comparación de modelos alternos.
- Gráfico de Tendencia de Sumas Acumulativas (CUSUM).
- Diagrama índice de consumo contra producción (Soto *et al.*, 2014b).

La producción de la empresa de combinadas cañeras es diversa y ha variado con las necesidades del país y del territorio holguinero concebidas en su objeto social, por ejemplo, las producciones asociadas al programa de la Autarquía debido a esta situación no se ha podido elaborar un índice de consumo adecuado para implementar el análisis de regresión lineal que permite establecer la correlación existente entre la producción y el consumo de energía eléctrica.

Los indicadores que se utilizan actualmente en el Control de Demanda por Actividades no son específicos para cada producción, por ejemplo, el indicador de electricidad declarado en la actividad Producciones Mecánicas se reporta en valores totales de ventas, no se establece el consumo energético por surtidos, (por ejemplo, kWh/unidades físicas), aunque estén declarados en la misma actividad, este indicador solo se establece en el caso de la producción de cuerpos maquinados de molinos de vientos.

Otro ejemplo es en el caso de las oficinas que no se utiliza el indicador se asigna una cantidad de energía mensual donde sí se puede establecer un indicador de kWh/horas-hombre, o también el indicador kW/ mes-m<sup>2</sup> donde se tiene en cuenta el consumo de la iluminación, clima y equipamiento informático (Pinzón *et al.*, 2014).

Esta valoración puede generalizarse al uso de otros portadores, no es exclusivo de la electricidad analizando las especificaciones del uso final de los mismos, por ejemplo, en el caso de los lubricantes se establecen una actividad: Mantenimiento General, con dos surtidos (aceite lubricante de transmisión y aceite lubricante industrial), sin embargo, aunque sí está establecido que se ejecuten los mantenimientos por el estudio de lubricación para cada equipo (donde se establece la norma específica utilizar por intervención), no se establecen indicadores globales por tipo de equipamiento intervenido, que faciliten la valoración de la efectividad del lubricante consumido en el mes.

El lubricante constituye un portador determinante en la ejecución del mantenimiento industrial y como parte del mantenimiento de un equipo o una industria se incluye a la gestión de lubricación, para garantizar la reducción de la fricción, los desgastes de las superficies, las fallas, los costos de mantenimiento, además disminuye el consumo de energía y tributa al aumento de la seguridad de las personas y los equipos. Siempre que se quiera reestructurar la gestión de lubricación en una organización, de forma que considere las mejores prácticas, se debe hacer referencia a un modelo de lubricación e identificar mediante estudios formalizados los aspectos positivos y negativos de las actividades que se realizan (García *et al.*, 2019).

Para establecer indicadores adecuados que sean representativos en el caso de la electricidad en el caso de estudio analizado es necesario aplicar el Método de la Producción Equivalente, herramienta de análisis considerada en la Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la energía.

Para la ejecución del método de la producción equivalente en una entidad (conocidas las características de la empresa en cuestión y las distintas actividades productivas que en la misma se desarrollan) se necesita procesar una gran cantidad de información que se debe obtener del departamento de producción de la empresa, el cual posee la carta tecnológica de cada una de las maquinarias y el consumo de electricidad para cada uno de los procesos productivos. Posteriormente se debe definir la variable de control o sea la electricidad y fijar un período base para normar los productos de mayor consumo y referir los restantes procesos productivos al mismo. El período base debe ser representativo de un período típico de producción en la entidad.

### Indicador para la valoración económica

Actualmente la entidad que nos ocupa está inmersa en el proceso de reordenamiento e inversión para el equipamiento tecnológico y en los sistemas eléctricos se están ejecutando labores de mantenimiento y aun no se dispone de todos los medios de medición necesarios para efectuar mediciones en la líneas de los procesos tecnológicos por tanto siendo actualmente el portador más significativo uno de los indicadores a analizar es el costo del kWh facturado, para cual se propone ejecutar determinadas acciones que contribuyan a un impacto económico favorable a través de la reducción del mismo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En todo proceso industrial está implícito el uso de la energía eléctrica y teniendo en cuenta lo anterior la disminución que se obtenga de la misma por concepto de facturación incide favorablemente en la factibilidad de la elaboración del producto.

El costo de producción de las cosechadoras y sus piezas de repuesto es considerable y su ficha de costo es variable debido a la fluctuación de los materiales que intervienen en su fabricación. El precio de una combinada está aproximadamente en 500 000 pesos moneda total se hace referencia a este producto porque es el producto que mayor impacto tiene en el surtido de la empresa y puede ser utilizado como referencia para realizar el estudio de la producción equivalente.

La sustitución de luminarias por iluminación leds llevada a cabo en las oficinas fue una acción que se llevó a cabo en el 2019, se sustituyeron un total de 180 lámparas lo que introdujo un ahorro aproximado de 348 kWh al año teniendo en cuenta que son lámparas de 20 W, esta actividad se ejecuta de forma sistemática acorde a la disponibilidad de las luminarias. Se propone la sustitución de las luminarias existentes por leds logrando en los talleres productivos una mejoría en el ambiente de trabajo de los operarios entendiéndose los talleres de corte y conformado, taller de mantenimiento taller de tratamiento térmico se consultó la norma cubana (NC-800- 2017, 2017).

## Valoración económica

De la Tabla 2 se puede concluir que mediante la ejecución de estas propuestas se obtiene un ahorro económico que incidirá en el costo de producción de los equipos y en el caso específico de las combinadas, además

**TABLA 2. Resultados de las propuestas realizadas**

| Propuesta   | Ahorro físico (kWh) | Ahorro mensual (CUP) | Ahorro anual (CUP) |
|---|---------------------|----------------------|--------------------|
| Recontratación de la demanda a kW                   |                     | 590,00               | 7080               |
| Compensación del factor de potencia                 |                     | 203,54               | 203,54             |
| Interconexión con la Empresa 26 de julio (promedio) | 6500                | 1365                 | 16380              |

Se obtuvo un ahorro total anual en valores de 23663 CUP mediante la aplicación de las medidas propuestas y cuantificables considerando el costo actual de kWh.

## CONCLUSIONES

- La industria, es un campo de estudio idóneo para aplicar la Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía, sus acápites y herramientas permiten obtener resultados favorables una vez que se haya logrado implementar y sistematizar su monitoreo, además sirve como punto de partida para lograr impactos económicos un mediano plazo
- La Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía es aplicable a todas las entidades y sus herramientas de cálculo, posibilitan evaluar los impactos económicos en el costo de los productos finales que constituyen el objeto social de cada caso en particular

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAMOS, O.M.: *Gestión de la demanda orientada a la optimización de activos: aproximación vía algoritmos genéticos*, Pontificia Universidad Católica de Chile, Tesis para optar al grado de Magíster, Chile, 2008.
- ALPI, F.G.: *Perfeccionamiento de la red eléctrica en la Empresa Pesquera Industrial de La Coloma*, Inst. Empresa Pesquera Industrial de La Coloma, La Coloma, Pinar del Río, Cuba, 2013.
- ARGUELLES, S.R.: *Incidencia de la programación de riego para el ahorro de agua, energía eléctrica y los rendimientos del cultivo de la papa en la UBPC-3, " Jesús Menéndez "*, Inst. UBPC-3, " Jesús Menéndez, Mayabeque, Cuba, 2014.
- CUBA- M F P: *Resolución 277 Tarifas eléctricas*, Inst. Ministerio de Finanzas Precios, P1-1-107, La Habana, Cuba, 2014.
- CUBA-MGOC: *Resolución No. 116/2017 MGOC-2017-574-EX42*, Inst. MGOC, La Habana, Cuba, 2017.
- CUBA-MGOC: *Resolución No. 116/2017 Ministerio de GOC-2017-574-EX42*, Inst. Ministerio de GOC, La Habana, Cuba, 2017.
- CUISANO, J.C.; CHIRINOS, L.R.; BARRANTES, E.J.: "Eficiencia energética en micro, pequeñas y medianas empresas del sector de alimentos. Simulación para optimizar costos del consumo de energía eléctrica", *Revista Información tecnológica*, 31(2), La Serena, 2020, ISSN: 0718-0764.
- DEPARTAMENTO ECONOMÍA ENERGÉTICA: *Metodología para la confección de los estudios de control, regulación y acomodo de la carga eléctrica*, Inst. Departamento Economía Energética, Subdirección Comercial U.E.T.D, Metodología, La Habana, Cuba, 1984.
- ELOI, S.S.: "Eficiência energética e realização de pré-diagnóstico energético em instituições de ensino de João Monlevade–MG, Brasil", *Research, Society and Development*, 8(2): 34, 2019.
- FEODOROV, A.A.; RODRIGUEZ, E.: *Suministro eléctrico industrial*, Ed. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1982.
- FUNES, M.F.; MARTÍN, G.; SUÁREZ, J.; BLANCO, D.; REYES, F.; CEPERO, L.; RIVERO, J.; RODRÍGUEZ, E.; SAVRAN, V.; DEL VALLE, Y.: "Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba", *Pastos y Forrajes*, 34(4): 445-462, 2011, ISSN: 0864-0394.
- GARCÍA, T.A.E.; MUÑOZ, C.M.A.; DÍAZ, C.A.: "Evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes", *Ingeniería Mecánica*, 22(3): 121-126, 2019, ISSN: 1815-5944.
- LUNA, M.H.: *Uso de la correlación estadística para la gestión energética en locales de oficina empleando técnicas de la Industrias*, Inst. Ingeniería e industria Universidad Politécnica de Valencia, 4.0. DYNA, Valencia, España, 2018.
- MARTÍNEZ, F.J.R.: *Eficiencia energética de los edificios. Sistema de gestión energética ISO 50001. Auditorías energéticas*, Ediciones Paraninfo, SA, 2018.
- MARTÍNEZ, P.F.: "La energía. Su ahorro y eficiencia energética. Papel del Mantenimiento", *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(3): 61-68, 2017, ISSN: 2306-1545, e-ISSN-2227-8761.
- NC ISO 8995/CIE S 008:2003: *Norma publicada por la ISO y la CIE, 2002*, Inst. NC ISO 8995/CIE S 008: 2003, La Habana, Cuba, Vig de 2003a.
- NC ISO 8995/CIE S 008:2003: *Norma publicada por la ISO y la CIE, 2002*, Inst. ISO-CIE, 2003b.



Perellada y Albelo: Eficiencia energética en la empresa productora de cosechadoras cañeras KTP

NC-800- 2017: *Comité Electrotécnico Cubano-Reglamento electrotécnico cubano*, Inst. Ministerio de Energía y Minas, Norma Cubana NC, La Habana, Cuba, Vig de 2017.

PINZÓN, C.; DWAIGHT, J.; CORREDOR, R.; HERNÁNDEZ, M.; JOHANN, A.; TRUJILLO, R.; CESAR, L.: “Implementación de indicadores energético en centros educativos, caso de estudio: Edificio Alejandro Suárez Copete- Universidad Distrital Francisco José de Caldas”, *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 77: 186-200, Universidad EAN Bogotá, Colombia, 2014.

SMITH, F.A.; MARTÍNEZ, P.F.: *Más elementos sobre la inspección y el Diagnóstico en la Gestión de Mantenimiento*, Inst. Universidad Tecnológica de Las Habana-CUJAE, CUBAMAN-coordinación CEIM, Nota Técnica No.363, Marianao, La Habana, Cuba, 2018.

SOTO, C.J.; BORROTO, N.A.E.; ÁLVAREZ, G.R.; MARTÍNEZ, C.M.; RODRÍGUEZ, D.A.M.: “Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001: 2011. Design and implementation of a planning process for energy according to NC-ISO 50001: 2011”, *Ingeniería Energética*, 35(1): 38-47, 2014a, ISSN: 1815-5901.

SOTO, C.J.; BORROTO, N.A.E.; GONZÁLEZ, A.R.; CURBELO, M.M.; DÍAZ, R.A.M.: “Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001: 2011”, *Ingeniería energética*, 35(1): 38-47, 2014b, ISSN: 1815-5901.

VÁZQUEZ, E.: *Instrumento de Medición para Diagnosticar la Gestión del Mantenimiento*, [en línea], 2014, Disponible en: [http://web. b. ebscohost. com/ehost/detail/detail](http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail).

María Rosa Perellada-Gamio, Especialista, Profesora, Ministerio de Industrias (Mindus), Grupo Empresarial de la Industria Sideromecanica, Boyeros, La Habana, Cuba, e-mail: [mariar@sime.cu](mailto:mariar@sime.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1909-7028>

Mercedes de la Caridad Albelo-Martínez, Profesora, Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [caridad@unah.edu. cu](mailto:caridad@unah.edu.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9206-8755>

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

**...sistemas integrales de ingeniería agrícola,  
nuestra contribución a la seguridad alimentaria...**

**IAgric**  
Instituto de Investigaciones  
de Ingeniería Agrícola

**desarrollamos  
y comercializamos**

- Elementos para Sistemas de Riego.
- Implementos y Equipos de Mecanización Agropecuaria.
- Asistencia Técnica especializada para la instalación, y explotación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de ingeniería para el diseño de sistemas de riego y drenaje y equipos y máquinas agrícolas.
- Servicios de pruebas y validación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de capacitación y entrenamiento especializados en los campos de la ingeniería agrícola.