

## **Propuesta para lograr eficiencia energética en los procesos de destilación de alcohol**

<sup>1</sup>Vicente Pérez Velázquez  
<sup>2</sup>Franklyn Lahera Portelles  
<sup>3</sup>Victor Manuel Rojas Rojas

### **RESUMEN**

El presente artículo, ofrece a los lectores un análisis del resultado de la investigación sobre la obtención de energía en el proceso de destilación del alcohol, acción realizada en el año 2022. La trayectoria investigativa desplegada reveló las principales debilidades durante el proceso de producción del alcohol con bajos indicadores de eficiencia fundamentalmente en los energéticos. El artículo cumple dos objetivos fundamentales: a) revelar las insuficiencias teórico-metodológicas, que en el proceso de destilación del alcohol limitan la efectividad del uso de la energía; b) Exponer alternativas de solución innovadoras para el uso eficiente de la energía, como resultado del estudio realizado.

**Palabras clave:** Eficiencia; Energía; Efectividad.

### **Proposal to achieve energy efficiency in alcohol distillation processes.**

### **ABSTRACT**

I articulate the present, you offer the readers an analysis of the result of the investigation on the obtaining of energy in the process of distillation of alcohol, action accomplished in the year 2022. The investigating outspread trajectory revealed the principal weaknesses in the course of production of the alcohol with indicating basses of efficiency fundamentally in the energetic. The article obeys two fundamental objectives: To) revealing the theoretic insuficiencias metodológicas, that in the process of distillation of alcohol they limit the effectiveness of the use of energy; B ) Exposing innovative alternatives of solution for the efficient use of the energy as a result of the realized study.

**Key words:** I work Politic Ideological; Formation.

### **Introducción**

El trabajo presentado constituye un estudio acerca de la línea: la efectividad del uso de la energía en el proceso de destilación del alcohol, correspondiente al tema: Propuesta para lograr eficiencia energética en los procesos de destilación de alcohol. Para concretar los objetivos del cumplimiento de los indicadores de eficiencia, con énfasis en los energéticos y corregir las dificultades identificadas durante el proceso de destilación del alcohol en la Destilería Ocho de Marzo "Urbano Noris", se hace

<sup>1</sup>Universidad de Holguín. Cuba. Licenciado en Educación, especialidad Matemática. Profesor Asistente. Correo: vperezv@uho.edu.cu Registro ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8441-8030>

<sup>2</sup>Universidad de Holguín. Cuba. Licenciado en Educación, especialidad Ciencias Exactas. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Auxiliar. Correo: flaherap@uho.edu.cu Registro ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6496-101x>

<sup>3</sup>Destilería Ocho de Marzo. Holguín. Urbano Noris. Cuba. Ingeniero Agro industrial.

necesario acudir a la investigación científica como recurso, desde el cual es posible encontrar el camino que permite descubrir, con objetividad, las fallas que generan pérdidas de energía y las potencialidades del procesos que faciliten su obtención. El presente estudio parte de una situación problemática que busca causas para alcanzar resultados concretos, mediante la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos, y la triangulación de los resultados de su aplicación.

Los cuantitativos permiten estimar el grado de eficiencia energética alcanzado, además para obtener información principalmente la vinculada a la organización y gestión de la industria, donde se revela información sobre las principales barreras que se enfrentan para aplicar medidas de eficiencia energética. Los cualitativos permiten estimar de manera exploratoria cuáles son las principales medidas de eficiencia energética implementadas en la industria y cuáles son las principales barreras específicas que explican la baja implementación de medidas y acciones, constituyendo una herramienta para determinar los factores que influyen en el consumo de energía y sus efectos secundarios en el medio ambiente.

El problema energético adquiere una importancia crucial, no solo desde el punto de vista de la satisfacción creciente de la demanda global, sino además en la que se refiere al impacto del sistema energético contemporáneo. Por lo que representan un peligro para la subsistencia de toda la humanidad.

La solución del problema energético está en la explotación de las fuentes energéticas renovables, en la búsqueda de métodos más eficientes en el empleo de los combustibles, en la utilización de los avances científicos y el desarrollo de una cultura en el uso eficiente y el ahorro de energía. El trabajo tiene como objetivo: Diagnosticar y proyectar alternativas de solución innovadoras para el uso eficiente de la energía en la UEB Derivados “Urbano Noris”.

## **Materiales y métodos**

El estudio realizado aporta un resultado, desarrollado desde el método investigación acción. La situación problemática que genera el proceso investigativo es la siguiente: las dificultades identificadas durante el proceso de producción limitan el cumplimiento de los indicadores de eficiencia implementados en la entidad, con énfasis en los energéticos, y constituye una necesidad de máxima prioridad revelar esas debilidades en su relación causa-efecto.

Este estudio parte de los resultados alcanzados en la destilería referidos al proceso de producción de alcohol, el cual se ve limitado por la eficiencia energética, cuya interpretación generó inferencias (cualitativas y cuantitativas) o regularidades, que explican la esencia del estado actual del proceso, así como su futuro comportamiento, a partir de las transformaciones que se alcancen, desde la aplicación de las propuestas emanadas de la presente investigación. Por consiguiente, la lógica que sostiene este Estudio cumple estrictamente con las exigencias de una investigación científica: describir, explicar y transformar la realidad existente.

La investigación se desarrolló durante dos años, finales del 2020 a principios del primer semestre del 2022, etapa compleja, motivada por la pandemia COVID-19, la cual incidió en el orden económico y por tanto en el desarrollo de la misma, aunque no limitó la socialización de los resultados parciales que se alcanzaban por etapas. La misma se centró en un diagnóstico prospectivo, empleándose para

ello la información recogida de los trabajadores de la entidad, técnicos e ingenieros, incluyendo los jubilados, con la intención de conocer las deficiencias que limitaban la eficiencia del proceso de producción y aportar a la reducción de estos a través de una propuesta.

La energía y su uso es un asunto de primera importancia en el mundo, está vinculada al presente y al futuro de la humanidad, impone dinámicas en las condiciones de vida de la población, resulta causal de conflictos y disputas territoriales, de mercados y zonas de influencias y es elemento clave en cualquier estrategia de desarrollo de una nación, una empresa o unidad productiva.

Los temas vinculados a la energía han sido profundamente investigados con disímiles estudios y propuestas, tanto a nivel internacional, nacional como territorial, entre ellos: Yaneth Salinas de México en 2013, Ezequiel Matías de Perú en 2018, Raúl Barreto de Ecuador en 2010 y otros, referidos al diagnóstico energético y al desarrollo de lineamientos para la implementación de un sistema de gestión de la energía, así como la aplicación de herramientas estadísticas para el aprovechamiento energético en las empresas.

En nuestro país: Clotilde Cárdenas en 2003, José Álvarez en 2010, Alexander Ortega en 2012, Fundora en 2006, Pablo González en 2006, entre otros han investigado sobre los principales portadores energéticos y la gestión eficiente de la energía, así como la educación energética en Cuba y el Desarrollo Sostenible.

El tema de investigación posee importantes referentes anteriores tanto indirectos como directos que se convierten revisiones necesarias, pues aun cuando no abordan una problemática similar sí posibilitan evaluar diferentes alternativas de mejoras, en contextos diferentes. Cárdenas, Méndez (2003) elaboró un estudio con el tema “Eficiencia tecnológica y energética en el tándem del CAI “Melanio Hernández” con el objetivo de mejorar la eficiencia tecnológica y mecánica del CAI. En él se realiza un análisis económico sobre la incidencia económica en una zafra debido al incremento en las pérdidas de Pol en bagazo.

Por su parte Arias (2009) abordó la “Aplicación del sistema de Gestión Total de Eficiencia Energética en la Empresa de Ómnibus Astro Santa Clara” se aplicó este sistema el cual consiste en aplicar un procedimiento para el diagnóstico y gestión eficiente de la energía en el transporte automotor, en particular los ómnibus Yutong. En ella se propone un nuevo enrutamiento para una de las actividades de transportación de la empresa. Ortigas (2012) realizó el “Estudio de la Eficiencia Energética en el Hotel Barceló Premium Cayo Santa María” se le da continuidad al diagnóstico energético realizado anteriormente en el hotel, se presentan los índices energéticos alcanzados, el portador energético de mayor consumo y se realiza una propuesta de empleo de energía solar para sustituir el consumo de la eléctrica.

De gran interés resultó la propuesta de Salinas (2013) referida al “Análisis de oportunidades de eficiencia energética en la industria mediante la aplicación de nuevas tecnologías” menciona la importancia y ventajas de la implementación de la eficiencia energética y de las energías renovables, el cual a nivel mundial tiene resultados.

En la investigación de “Eduardo Hernández García” (2019) titulada “Análisis Energético en edificios administrativos de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas” se evalúa el desempeño de la Universidad Central de Las Villas a través de un monitoreo en tiempo real. Se realiza un diagnóstico

energético para identificar los usos significativos de la energía y las principales potencialidades de ahorro.

En correspondencia con el interés investigativo del autor se ha considerado apropiado acercarse y contextualizar algunos términos que constituyen asideros teóricos de la investigación.

La identificación de la mejora consiste en determinar si algún componente (procesos, instalaciones, equipos, actividad, etc.) no cumplen con los requisitos de calidad establecidos, o bien, si requieren la introducción de nuevos elementos organizativos o tecnológicos en correspondencia con nuevas leyes, normas, necesidades de los clientes o los adelantos científicos-técnicos.

La Mejora continúa como una estrategia de carácter cíclico formada por actividades y procedimientos que permiten lograr las metas de calidad de la manera más efectiva y eficiente en una identidad.

Energía: Es la medida más general del movimiento de la materia, en su capacidad de transformarse en otro tipo de movimiento. Es una propiedad inherente a los objetos y sustancias manifestándose en las transformaciones que ocurren en la naturaleza. Se manifiesta en los cambios físicos, y está presente también en los cambios químicos.

La energía constituye el motor impulsor de todo proceso o fenómeno que ocurre en el Universo, y se entiende por esto que en cada fenómeno o proceso se originan cambios que en última instancia propician transformaciones energéticas.

Uso eficiente de la energía significa poder producir, a partir de una cierta cantidad inicial de energía, la mayor porción posible de cambios en determinados sistemas.

El rendimiento de cualquier transformación energética es:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Energía útil}}{\text{Energía total}} \times 100$$

Energía útil es la diferencia entre la cantidad de calor transferida por el foco caliente (caldera) y la cantidad de calor del foco frío (condensador).

Caracterización de la unidad UEB Derivados "Urbano Noris".

Estructura organizativa.

Para un mejor funcionamiento organizacional, la entidad cuenta con una estructura por la dirección de la UEB a la que se le subordinan directamente seis departamentos con jefes de aéreas; Grupo Capital Humano, Economía, Destilería, Fábrica de Ron, Brigada de Mantenimiento y Laboratorio; las mismas facilitan y aceleran la toma de decisiones en la organización basados en una planeación estratégica para el buen funcionamiento orgánico. Esta constituye una de las de mayor capacidad de producción del país, procesando diariamente 1,2 millones de vino fermentado a partir de mieles finales del proceso azucarero y tiene como objeto social producir y comercializar alcoholes en sus diferentes surtidos, alimento animal, ron y cera de caña. Además tiene como misión la producción de los derivados de la caña de azúcar a costos competitivos, para satisfacer las necesidades del mercado interno y la exportación.

En esta planta el método de destilación utilizado es el de destilación continua, donde son separados, seleccionados y concentrados los productos alcohólicos procedentes del proceso de fermentación mediante la vaporización y condensación.

## Resultados y discusión

El proceso de fabricación de alcohol es muy intensivo en el uso de la energía térmica, lo cual condiciona las estrategias de ahorro y eficiencia a implementar, por lo que la investigación realizada nos ha permitido relacionar las deficiencias existentes en la entidad que afectan de manera directa la eficiencia del proceso productivo y de ellas, la relacionada con la deficiencia energética, la que más incidencia tiene, definida por el criterio de expertos. Determinamos las limitaciones del proceso productivo motivadas por ésta, y a esas limitaciones proponemos posibles soluciones a través de la innovación. Definimos que dentro de esas innovaciones podríamos priorizar la relacionada con el diseño de un intercambiador de calor para recuperar parte de la energía de la corriente del mosto al aplicar el diagrama causa y efecto.

La presente investigación permitió determinar que la hipótesis planteada es acertada al cumplir con todas las variables, ya que la realización del diagnóstico y la implementación del intercambiador de calor, posibilitó la formulación de recomendaciones técnicas para el uso eficiente de la energía, lo cual contribuirá a mejorar los niveles de competitividad de dicha empresa.

Propuesta del plan de actividades para el proyecto de innovación seleccionado.

Para asegurar la ejecución de la innovación del diseño del intercambiador de calor proponemos un plan de actividades de acuerdo a lo establecido en la instrucción 1/2011 para el período de enero-abril de 2023.

1. Diseño del proyecto del intercambiador de calor.
2. Contratar el proyecto de emplazamiento del intercambiador de calor.
3. Hacer captación de los principales recursos.
4. Elaborar cronograma de ejecución de la obra.
5. Ejecución de la parte civil.
6. Ejecución de la parte tecnológica.
7. Realización de la prueba hidrostática.
8. Acabado y puesta en marcha.

En este plan de actividades se evidencia el ciclo de dirección en toda su magnitud pues en los primeros pasos (1 y 2) se constata la planificación, en los pasos (3 y 4) la organización del proyecto y luego la ejecución, pasos (5 al 8). Para su elaboración se tuvo en cuenta la preparación de los ejecutantes, el impacto de las acciones a desarrollar, los recursos disponibles y la seguridad de su cumplimiento. Este plan permite una supervisión y control por la entidad de todo el organigrama establecido.

Hasta aquí, se ha cumplido con el ciclo para la Mejora continua, de las cuales son objeto de nuestro trabajo las siguientes actividades:

- Diagnóstico de la situación existente.
- Establecimiento de los objetivos.
- Búsqueda de posibles soluciones
- Evaluación de dichas soluciones y su selección.

Para completar el ciclo faltarían la implementación de la solución seleccionada, así como el control y evaluación de los resultados de la implementación, las cuales no se tienen en cuenta en nuestra investigación, para las que proponemos un plan de acciones para su solución.

Valoración económica, medioambiental y social de la innovación.

Se presupone que la implementación de la innovación propuesta repercute positivamente en la eficiencia energética del sistema productivo de la destilería.

Desde la perspectiva económica se prevé que la instalación de un intercambiador de calor en la corriente del mosto ayude a elevar la temperatura de la batición al menos 6°C, lo que conllevaría a un ahorro de vapor, con ello menos consumo de combustible y por tanto ahorro significativo para el país. Teniendo en cuenta la temperatura del mosto y la que se recupera, tenemos:

105°C -----60mtos

6°C -----x                    Por lo que  $x = 3,4$  mtos.

Incorporando en una hora 3,4 minutos.

Por lo que en una jornada de 8 horas se le incorpora temperatura recuperada durante 27,2 minutos, y en un día se gana en 1 hora y 22 minutos.

En el proceso se utilizan 500 litros de combustible por hora a un costo de \$ 11.23, por lo que se ahorraría en 8 horas 227 litros equivalente a \$ 2 549.21.

En un día se ahorran 681 litros equivalentes a \$ 7647.83.

60 mtos ----- 500 litros

27,2 mtos----- x                    Por lo que  $x = 227$ .

En un mes de 30 días laborables podía ahorrar 20 430 litros de combustible, al precio actual equivale a \$229 428.90.

Además, al reducir la temperatura, se mejora la batición, por lo que su composición daña menos a las tuberías conductoras, permitiendo disminuir la cantidad de mantenimientos a los registros y tubos que trasladan estos residuales, por lo que conlleva a bajar los costos por este concepto.

Por la perspectiva medioambiental al descender la temperatura de la corriente del mosto, este se vuelve menos corrosivo y deja de emanar un volumen considerable de gases a la atmósfera al descender su temperatura por debajo de 95 °C, vale decir que la corriente del mosto contiene varios residuos químicos del proceso, entre ellos el ácido sulfúrico, muy perjudicial para la salud del hombre y del medio ambiente, contribuyendo a la disminución de gases invernadero.

El impacto social será positivo debido a que una vez extraída la temperatura de la corriente del mosto y reciclarla en el proceso, ésta se convierte en vapor, permitiendo acelerar el proceso (se desarrolla en menor tiempo), por lo que se abaratan los costos energéticos, ahorrándose energía; con ello bienestar para los trabajadores y comunidad, en general para la sociedad.

## CONCLUSIONES

La información procesada en esta investigación permite evidenciar la necesidad de implementar planes de eficiencia energética en el sector productivo, como una medida conducente a mejorar la competitividad. Esta eficiencia energética puede generar autonomía energética para la destilería y la liberalización de recursos monetarios que podrían ser utilizados en la modernización tecnológica de diferentes áreas de la industria.

Se identificaron las principales deficiencias energéticas de la destilería, resultando la pérdida de energía de la corriente del mosto, la de mayor prioridad.

La instalación del intercambiador de calor en la corriente del mosto además del ahorro de energía, permite mejora de la calidad y los rendimientos, seguridad operativa, optimización de la operación del proceso y reducción de afectaciones al medio ambiente, por lo que se recomienda dar seguimiento al cumplimiento de las mejoras y su evaluación.

La implementación de las acciones del plan propuesto es fácil y económica de poner en práctica.

El perfeccionamiento de las herramientas de diagnóstico y su adaptación al contexto de la empresa, así como las acciones propuestas facilitan la implementación de la instalación del intercambiador de calor.

### **Referencias bibliográficas**

Arias, G. (2009). Aplicación del sistema de Gestión Total de Eficiencia Energética en la Empresa de Ómnibus Astro Santa Clara. Disponible en: <https://dispace.uclv.edu.cu>.

Bases legales del Grupo AZCUBA, abril (2012).

Borroto, A., et al. (2001). Gestión Energética Empresarial. Centro de estudio de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.

Campos, J; E. L, Figueroa y Lourdes Merino. (2003). La Gerencia de la Energía en las Empresas. Disponible en: [Atenas.inf.cu](http://Atenas.inf.cu).

Cárdenas, C. (2003). Eficiencia tecnológica y energética en el tándem del CAI "Melanio Hernández". Disponible en: <https://dispace.uclv.edu.cu>.

Constitución de la República de Cuba. Editorial Política, La Habana (2019).

Cosco, J. (2011). Estrategias de Control, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Espinosa, J. (2008). Impacto del Mantenimiento en la Eficiencia Energética. Memorias del Evento GMC. Santiago de Chile. 25 p.

Hernández, E. (2019). Análisis energético en edificios administrativos de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Disponible en: <https://dispace.uclv.edu.cu>.

Instrucción 1 del presidente de los consejos de Estado y de Ministros, para la planificación. (2011).

Juran, M. (1990). Programa Juran para la mejora de la calidad. Comité Estatal de Normalización. La Habana.

González P., et al. (2006). Energía y Desarrollo Sostenible. La Habana: Editorial Política. 210 pp.

Lapido, R., et al. (2004). La gestión energética y competitividad empresarial. Disponible en: [Cuba.solar.cu](http://Cuba.solar.cu).

Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. VI Congreso del partido Comunista de Cuba. Mayo 2011.

Material de estudio. (Marzo-Abril del 2006). La Revolución Energética en Cuba.

Ortega, A. (2012). Estudio de la Eficiencia Energética en el Hotel Barceló Premium Cayo Santa María. Disponible en: <https://dispace.uclv.edu.cu>.

- Tablada, C. y Hernández, G. (2006). *Petróleo, poder y civilización*. La Habana: Editorial Ciencias Sociales, 155 pp.
- Salinas, Y. (2013). *Análisis de oportunidades de eficiencia energética en la industria mediante la aplicación de nuevas tecnologías*. Zaragoza, México. Disponible en: [https://www Zaragoza.Unam.mx](https://www.Zaragoza.Unam.mx).
- Salgado, M. (2014). *Propuesta de mejora de Gestión Energética en una empresa del sector Alimentos*, Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.