

METODOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE REPARACIONES EN LA INDUSTRIA AZUCARERA MEDIANTE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.

METHODOLOGY FOR THE PLANNING OF THE PROCESS OF REPAIRS IN THE SUGAR INDUSTRY BY MEANS OF THE INVESTIGATION OF OPERATIONS.

Autora: Dra. C. Yaricet Jiménez Argota.

Filiación de la autora: Centro de Estudios de Investigaciones Económicas Aplicadas. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

e-mail: yaricet@cug.co.cu

RESUMEN

Las reparaciones de un central azucarero representan procesos decisivos para el buen aprovechamiento de la capacidad industrial instalada. El objetivo general de la investigación es diseñar una metodología para la planificación del proceso de reparaciones en la industria azucarera, definiendo como objeto de estudio la Investigación de Operaciones. La novedad científica radica en la adaptación de un modelo de Programación Reticular desde la óptica de la modelación económico- matemática a partir de las características particulares de las reparaciones. Se aporta un nuevo enfoque para la planificación de las reparaciones en la industria azucarera mediante la nivelación de los recursos.

PALABRAS CLAVE: planificación, optimización, nivelación de recursos, Programación en Enteros, Reparaciones e Industria azucarera.

ABSTRACT

The repairs of a sugar power station represent decisive processes for the good development and later use of the installed industrial capacity. The general objective of the investigation is to design a methodology for the planning of the process of repairs in the sugar industry, defining like study object the Investigation of Operations. The scientific novelty resides in the adaptation of a model of Reticular Programming from the optics of the economic modulation - mathematics starting from the characteristics peculiar of the repairs. At the same time, a new focus is contributed for the planning of the repairs in the sugar industry by means of the

leveling of the resources. The application and validation of a model of Programming in Integer for the leveling of the selected resources, facilitated the obtaining of the best variant among the existent alternatives, representing significant savings in the levels of efficiency for the industry.

KEY WORDS: planning, optimization, leveling of resources, Programming in Whole, Repairs and sugar Industry.

INTRODUCCIÓN

La obsolescencia de los equipos en la producción azucarera en Cuba ha traído consigo el incremento del tiempo perdido total y con ello la afectación de los principales indicadores económicos. Si se tiene en cuenta que una hora perdida cuesta \$1 133,00¹, es necesaria la planificación del programa de reparaciones para lograr mayor eficiencia empresarial. Además, el costo de las reparaciones ocupa hasta un 14% del costo de producción de azúcar², lo que hace sugerir la búsqueda de instrumentos de perfil científico que, apoyándose en las experiencias acumuladas en el sector, permitan modelar un proceso productivo tan complejo en el que están presentes numerosas variantes.

El análisis de los resultados referidos conduce a considerar como situación problemática el incremento de las paradas por roturas imprevistas una vez comenzada la zafra, que provoca incremento de los gastos y disminución de la producción de azúcar, motivado, en primer lugar por la falta de una planificación adecuada en el proceso de reparaciones, en segundo lugar por la falta de recursos materiales y financieros necesarios y en tercer lugar por la obsolescencia de los equipos en la industria, lo cual trae como resultado la mala calidad de las reparaciones. Se identifica como **problema científico**: ¿Cómo perfeccionar el proceso de planificación de las reparaciones en la industria azucarera?

Objetivo general: diseñar una metodología para la planificación del proceso de reparaciones en la industria azucarera. La **justificación de la investigación** radica en abordar un problema práctico relacionado con la necesidad de perfeccionar el proceso de reparaciones que permita reducir el tiempo perdido en la industria y disminuir los costos de producción de azúcar, lo que constituye actualmente una prioridad para el grupo empresarial AZCUBA. El resultado de este trabajo constituye uno de los primeros pasos para garantizar un cambio en la planificación de las reparaciones en la industria azucarera que propicie minimizar los costos y lograr mejoras en los indicadores de eficiencia.

¹ Dato obtenido de los informes de zafras al dividir el costo total del tiempo perdido entre el número de horas perdidas.

² Gasto total por tonelada de azúcar a producir por concepto de reparaciones. Este indicador incluye materiales, salarios, gastos de fuerza de trabajo y otros gastos indirectos.

Métodos y técnicas:

Entre los métodos de investigación empleados se encuentran: el histórico – lógico para comprender la evolución histórica del desarrollo de la industria azucarera, permitiendo la comprensión de su lógica interna, sin lo cual resulta imposible conectar el pasado con el presente y anticipar el desarrollo ulterior de los fenómenos; el análisis y síntesis para la caracterización del objeto y campo de acción de la investigación a partir de la búsqueda en la literatura nacional y extranjera más actualizada, y la consulta a expertos del sector azucarero para la elaboración del marco teórico referencial de la investigación, además de otros métodos empíricos, tales como la observación y la comparación para el análisis y modelación del objeto de investigación. Fueron empleadas técnicas econométricas como el coeficiente de concordancia de Kendall para medir el grado de afinidad entre los expertos, la Programación en Entero para la formulación de un modelo de nivelación de recursos para determinar la variante de recurso óptima en función de las actividades críticas y no críticas en las reparaciones de la industria a partir de la aplicación de la Programación Reticular. Se utilizan programas profesionales de computación novedosos como el WINQSB v.2³ y el HIPERLINDO⁴ para abordar la solución del problema.

Novedad científica

- La adaptación de un modelo de Programación Reticular desde la óptica de la modelación económico- matemática a partir de las características particulares de las reparaciones. Al mismo tiempo, se aporta un nuevo enfoque para la planificación de las reparaciones en la industria azucarera mediante la nivelación de los recursos y el procesamiento de la base informativa.

Novedad metodológica

- Se aporta una metodología para la planificación del proceso de reparaciones en la industria azucarera, la creación de la base informativa y solución mediante el sistema informático correspondiente para reducir el tiempo perdido por concepto de roturas, sin antecedentes en la literatura científica.

Novedad práctica

- La validación e implementación gradual de la metodología diseñada a partir de los elementos esenciales de la metodología de la Investigación de Operaciones para el proceso de planificación de las reparaciones en la industria azucarera.

³ Sistema automatizado para obtener el camino crítico de las áreas que compone el proceso de producción de azúcar.

⁴ Sistema automatizado para la obtención del costo mínimo de acuerdo con el modelo económico- matemático formulado para la nivelación de los recursos.

CAPÍTULO I: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la actualidad, se percibe que la actuación de la sociedad industrial está en proceso de cambio, para ello encontrar la variante de realización de las reparaciones que satisfaga las expectativas de la producción de azúcar con el mínimo de costos y mayor ahorro de recursos es un proceso muy complejo. En este contexto tiene lugar la aplicación de la Metodología de la Investigación de Operaciones, perfectamente adaptable a la complejidad del proceso de reparaciones en la industria azucarera (Jiménez, 2014). Para ello se cuenta con una serie de pasos clásicos que han sido modificados y organizados en tres fases: diagnóstico, formulación del modelo y generación y evaluación de la solución, recogidas en un diagrama de flujo para la implementación de la metodología propuesta a partir de la experiencia de la autora.

La información primaria para el desarrollo del modelo económico-matemático se obtuvo de los sistemas informáticos MAINPACK 32, lineamientos nacionales y provinciales de AZCUBA y Empresa Azucarera Provincial respectivamente, sobre todo, de criterios de expertos de la UEB central azucarero “Argeo Martínez”. La solución del modelo, a pesar de que las variables son binarias, utiliza el sistema profesional HIPERLINDO, debido a la gran cantidad de restricciones y variables por enfrentar.

Considerando el inconveniente natural que supone para los productores el manejo de este sistema, se viabilizará su introducción en la práctica productiva a partir de la complementación de la solución obtenida con el MAINPACK 32⁵. La obtención de la ruta crítica, así como las holguras libres y totales se determinarán mediante el sistema informático profesional WINQSB v 2, cuyos resultados se ofrecen a los decisores para mejor planificación de las actividades durante las reparaciones.

CAPÍTULO II. VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA DISEÑADA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE REPARACIONES DE LA UEB CENTRAL AZUCARERO “ARGEOMARTÍNEZ”

Según lo expuesto por Jiménez A., Rodríguez B. (2015), el método PERT aporta los elementos necesarios para conformar el método del camino crítico utilizado en el proceso de las reparaciones de la UEB objeto de estudio. Se tiene en cuenta el listado y precedencia de las actividades en cada una de las áreas y sus respectivos tiempos de ejecución: mínimo, máximo y más probable, a partir de los cuales se aplica la distribución Beta para determinar el tiempo medio esperado para cada actividad.

⁵ Sistema automatizado para la organización y control del mantenimiento y las reparaciones en las fábricas de azúcar, versión 8.0, compuesto por un grupo de procedimientos relacionados entre sí orientados hacia la caracterización y comportamiento del equipamiento fabril.

La aplicación del método PERT permite además el análisis de la compresión de tiempo, cuyo objetivo es ofrecer al que dirige el programa una herramienta para conocer cuál sería el costo óptimo cuando se requiere reducir el tiempo total de reparaciones por motivos que conciernen al inicio de la zafra venidera. Independientemente de que no fue necesaria su utilización en la zafra 13-14, se presentan los resultados para el área de generación de vapor los que pueden ser necesarios para futuras aplicaciones.

Solución del modelo a través del programa HIPERLINDO. Interpretación de los resultados y análisis económico integrado

En sentido general el modelo selecciona el momento de comienzo de la actividad que tiene el menor costo de mano de obra directa, teniendo en cuenta la restricción de unicidad. La restricción de secuencia de las actividades se cumple para las actividades críticas y para las actividades no críticas, obliga a escoger la fecha de comienzo de la restricción de consumo material correspondiente a la restricción de mano de obra directa.

El modelo planteado en el área de generación de vapor obtiene la solución óptima en la iteración número 87, con un costo mínimo de 105 667,00 MN, resultado que comparado con el gasto de las reparaciones planificado para este centro de costo (133 904,00 pesos en MN) para la zafra 2014 brinda un ahorro de 28 237 pesos MN, que representa un 21% de lo planificado. En la solución óptima se mantienen las actividades críticas en sus fechas programadas. El modelo es aplicado además a las áreas planta moledora y cristalización. El análisis dual derivado del sistema informático HIPERLINDO permitió conocer cuál es el valor imputado de los recursos limitantes, así como el incremento del costo si una actividad cambia su fecha de comienzo por alguna circunstancia.

CONCLUSIONES

1. Constituye una novedad científica la formulación y planteamiento del modelo económico-matemático de Programación en Entero para la nivelación de los costos para los recursos mano de obra directa y materiales resuelto mediante los sistemas informáticos profesionales WINQSB v.2 e HIPERLINDO, validada en la empresa azucarera Guantánamo.
2. La metodología propuesta posibilita, en una primera fase de implementación gradual, adecuar de forma rápida cualquier cambio que tenga lugar en el conjunto de actividades a realizar desde el sistema MAINPACK 32, a la vez que permite ubicar las acciones de organización y control de los recursos disponibles para mayor eficiencia en el proceso de reparaciones, demostrando ventajas concretas con respecto a la situación actual, lo cual da cumplimiento a los objetivos de la investigación y valida la hipótesis formulada.

3. La validación de la metodología en la UEB central azucarero "Argeo Martínez" permitió disminuir el gasto total de las reparaciones en un 3,9 % con respecto a lo planificado y el costo por tonelada de azúcar en 1,90 pesos en MN tomando como base para el cálculo la zafra 2014. Se obtiene un ahorro de 52 586,00 pesos en MN y de 57 817,00 pesos en MN para las zafras 2014 y 2015, respectivamente. Se reducen las paradas por roturas imprevistas a 8% y 7,4% del total de horas planificadas para estas zafras, lo cual satisface los objetivos de la investigación y valida la hipótesis formulada.

REFERENCIAS

1. Cipriano, M., Helio A. R. Mello, Raad Y. Qassim (2010). "Problemas de Programación de Proyectos con Restricción de Recursos (RCPSP) para el Montaje de Bloques en la Construcción Naval", Brasil.
2. Jiménez A. (2014). Optimización del proceso de reparaciones en la UEB central azucarero "Argeo Martínez", de la provincia de Guantánamo, mediante la programación reticular. *Anuario de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Oriente*. Vol. 5, pp. 248-260.
3. Jiménez A., Rodríguez B. (2015). "Optimización del proceso de reparaciones de la UEB central azucarero "Argeo Martínez" de la provincia de Guantánamo, mediante la programación reticular". *Revista ATAC (Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba)* ISSN: 0138-7553 No. 1/2015. pp 40-47.
4. Jiménez A., Rodríguez B. (2016). "Metodología de la Investigación de Operaciones para el proceso de reparaciones en la industria azucarera". *Anuario de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Oriente*. ISSN: 2218-3639. Vol. VII, pp 3-17.
5. Rodríguez B. (2012). *Técnicas Cuantitativas para la toma de decisiones*: Editorial Universitaria. Universidad Autónoma de Zacatecas ISBN 978-1-300-11765-0.
6. Taha, H. (2012). *Investigación de Operaciones*, (9na ed). Pearson Educación. México. ISBN: 978-607-32-0796-6. Editorial Prentice Hall.