

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

[DOI 10.35381/noesisin.v5i10.276](https://doi.org/10.35381/noesisin.v5i10.276)

Benchmarking de la gestión de mantenimiento en entidades de refinería en Cuba

Benchmarking of maintenance management in refinery entities in Cuba

Alejandro Antonio Pérez-González

alejandroapg1994@gmail.com

Complejo CIMEX, Santi Spíritus, Santi Spíritus

Cuba

<https://orcid.org/0009-0005-3611-5728>

Aramis Alfonso-Llanes

alfonsazo@gmail.com

Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara

Cuba

<https://orcid.org/0000-0002-8984-5864>

Recibido: 18 de marzo 2024

Revisado: 10 de mayo 2024

Aprobado: 12 de junio 2024

Publicado: 01 de julio 2024

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

RESUMEN

El benchmarking es una metodología esencial que permite a las empresas aprender de las mejores prácticas de líderes en la industria para mejorar su desempeño y competitividad. En este contexto, la presente investigación lleva a cabo un benchmarking de la gestión de mantenimiento en una refinería en Cuba, con el propósito de identificar los aspectos relevantes (negativa y positivamente) de la empresa en estas prácticas. La implementación del procedimiento elegido para llevar a cabo el proceso de benchmarking permitió identificar, entre los indicadores utilizados para evaluar la gestión del mantenimiento en la Unión Cubapetróleo, aquellos en los que la empresa mostraba un desempeño favorable, así como en los que aún tiene limitaciones que representan oportunidades de mejora. Asimismo, a través de un diagnóstico, se evaluó el comportamiento de las áreas y funciones de la gestión del mantenimiento en la empresa en comparación con la organización líder del sector.

Descriptores: Gestión de mantenimiento; benchmarking; indicadores de desempeño; industria petrolera; áreas y funciones a evaluar. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

Benchmarking is an essential methodology that allows companies to learn from the best practices of industry leaders to improve their performance and competitiveness. In this context, the present research carries out a benchmarking of maintenance management in a refinery in Cuba, with the purpose of identifying the relevant aspects (negative and positive) of the company in these practices. The implementation of the procedure chosen to carry out the benchmarking process allowed to identify, among the indicators used to evaluate the maintenance management in Unión Cubapetróleo, those in which the company showed a favorable performance, as well as those in which it still has limitations that represent opportunities for improvement. Likewise, through a diagnosis, the performance of the areas and functions of maintenance management in the company was evaluated in comparison with the leading organization in the sector.

Descriptors: Maintenance management; benchmarking; performance indicators; oil industry; areas and functions to evaluate. (UNESCO Thesaurus).

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

INTRODUCCIÓN

En el mundo moderno, las organizaciones se esfuerzan por mejorar la calidad, la productividad y reducir costos para mantenerse competitivas. El mantenimiento es crucial en este aspecto, ya que busca minimizar tiempos improductivos y mantener las instalaciones en óptimas condiciones a un costo reducido, generando ahorros significativos. Dado que todas las máquinas fallan eventualmente, el mantenimiento de instalaciones es esencial para evitar pérdidas de producción y la contratación de personal adicional (Arroyo Vaca y Obando Quito, 2022; Marrero Hernández et al., 2022). Recientemente, el mantenimiento ha evolucionado de una actividad reactiva a una proactiva, debido al alto costo de los paros imprevistos y la pérdida de credibilidad y mercado asociados. Esto convierte al mantenimiento en un factor clave dentro de la competitividad empresarial (Arinze et al., 2024; Mallioris et al., 2024).

En un entorno de creciente competencia global, muchas empresas han adoptado prácticas que les permiten desarrollar ventajas competitivas y mantenerse vigentes y exitosas en el mercado. Entre las numerosas herramientas que las empresas emplean para mantenerse competitivas, el benchmarking se ha destacado recientemente como una de las más exitosas (Erdil y Erbıyık, 2019; Malhotra et al., 2024). El benchmarking se define de múltiples maneras, pero en esencia es un proceso continuo, riguroso y fiable, enfocado en procesos específicos (Ore Quiroz et al., 2021). Consiste en comparar las prácticas de una organización con las de empresas del mismo sector, ya sean competidoras o no, o incluso con empresas de otros sectores, con el fin de adoptar prácticas que mejoren el desempeño de la organización.

Aunque a muchas personas no les agraden las comparaciones, estas son una herramienta eficaz para impulsar mejoras en las empresas. El benchmarking, como método de administración de la calidad total (TQM, por sus siglas en inglés), tiene como propósito aprender y aplicar las mejores prácticas de empresas exitosas para aumentar la competitividad. Este proceso continuo de aprendizaje y adaptación permite desarrollar

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

una organización más eficiente y competitiva. Además, el benchmarking plantea retos, descubre oportunidades y mejora constantemente las competencias de la empresa, incrementando su profesionalidad y competitividad (Erdil y Erbiyik, 2019; Al-Rushood et al., 2020). Es fundamental distinguir entre medidas comunes en funciones similares y comparar las prácticas de tu negocio con las de organizaciones reconocidas como líderes o innovadoras en esa función específica (Malhotra et al., 2024).

En Cuba, las Resoluciones 66 y 67 (MINDUS, 2021) sirven como guía para la creación y categorización de sistemas de gestión integral de mantenimiento industrial. Resulta crucial realizar análisis y evaluaciones del trabajo realizado para identificar las necesidades y oportunidades de desarrollo y mejorar indicadores de gestión del mantenimiento. En este contexto, los procesos de benchmarking se convierten en una herramienta eficaz que ayuda a las empresas a adoptar mejores prácticas en el sector, facilitando la implementación exitosa de un nuevo sistema de mantenimiento industrial. En los últimos años, la refinería de petróleo estudiada ha sido criticada por sus resultados discretos en el área de mantenimiento. Este rendimiento deficiente se ha reflejado en un aumento del tiempo de estadía del equipamiento, de 1.3 a 2.7 días, desde el año 2020 al 2024, y en el incremento de los costos de mantenimiento, que han pasado de 97 220.00 a 135 317.00 MP/a en el mismo período. Por tanto, el objetivo general es llevar a cabo un proceso de benchmarking de la gestión de mantenimiento en una refinería de petróleo en Cuba, para identificar los aspectos deficientes y relevantes en su desempeño.

MÉTODO

Desde el punto de vista metodológico, se desarrolla una investigación aplicada y descriptiva. Es aplicada porque se enfoca en resolver un problema práctico y descriptiva porque describe las características de la gestión del mantenimiento en la refinería.

Para el estudio, se utilizaron varios métodos que permitieron un análisis y fundamentado de la gestión del mantenimiento en la refinería. Se llevó a cabo una revisión documental

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

que abarcó la literatura sobre benchmarking y gestión del mantenimiento, incluyendo normas y resoluciones relevantes del Ministerio de Industrias de Cuba. Posteriormente, se seleccionó la refinería de petróleo líder en el país para realizar un análisis de sus prácticas de mantenimiento y comparar su desempeño con la refinería objeto de estudio. Además, se efectuó un análisis comparativo mediante un proceso de benchmarking, en el cual se compararon los indicadores de desempeño de la refinería con los de la empresa líder en la industria, identificando así las mejores prácticas y áreas de mejora. También se recopilaron datos a través de entrevistas y encuestas a los empleados y responsables de mantenimiento, lo que permitió obtener una visión integral de sus prácticas y desafíos. Finalmente, se utilizaron técnicas estadísticas y de análisis de datos para interpretar la información recopilada, identificando los aspectos deficientes y relevantes en la gestión del mantenimiento de la refinería. Estos métodos posibilitaron el desarrollo de un diagnóstico completo y fundamentado, proporcionando una base sólida para la implementación de mejoras a través del proceso de benchmarking.

El procedimiento de benchmarking aplicado a la gestión de mantenimiento de la refinería de petróleo se basa en el modelo de Spendolini (1994). Este proceso comienza con la identificación del cliente de la información y la determinación de a qué se le va a realizar benchmarking, considerando elementos como el análisis de clientes y sus expectativas, el tipo de benchmarking, y el tipo de información. La siguiente etapa implica formar un equipo de benchmarking, seleccionando a los miembros, funciones y responsabilidades. Luego, se procede a identificar los socios del benchmarking, mediante el desarrollo de una red de información confiable, los recursos y fuentes de información a emplear.

La recopilación y análisis de la información de benchmarking es la etapa en la cual se definen los elementos a evaluar, se seleccionan los indicadores de gestión de mantenimiento y se recopila información. Los métodos de recopilación incluyen entrevistas telefónicas, visitas de campo, encuestas y revisión de publicaciones.

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

Finalmente, en la etapa de acción, se elabora un informe con los resultados de la investigación, se identifican posibles mejoras y se decide qué acciones emprender.

RESULTADOS

El proceso de benchmarking se realizó en base a dos elementos con el objetivo de identificar en cuales la refinería objeto de estudio presenta resultados satisfactorios y donde presenta dificultades. Estos elementos fueron los indicadores característicos de la Gestión de mantenimiento, y las áreas y funciones características de la Gestión de mantenimiento (evaluadas a partir de la Guía de diagnóstico de Borroto Pentón et al. (2015). En la tabla 1, se muestra la relación de indicadores utilizados en el estudio.

Tabla 1.

Relación de indicadores de mantenimiento a evaluar en el estudio de benchmarking.

Indicador	Fórmula	Leyenda	UM
Tiempo medio entre fallas (TMEF)	$TMEF = \frac{NOIT \times HROP}{\Sigma NTMC}$	NOIT: N° equipos HROP: Horas de operación NTMC: N° total de fallas detectadas.	h
Tiempo medio para la reparación (TMPr)	$TMPr = \frac{\Sigma HTMC}{NTMC}$	HTMC: Tiempo total de intervención correctiva. NTMC: N° total de fallas	h
Disponibilidad (DISP)	$DISP = \frac{\Sigma (HCAL-HRMN)}{\Sigma HCAL} .100$	HCAL: N° total de horas del período. HRMN: Horas de mantenimiento	%
Índice de Mantenimiento Correctivo (IMC)	$IMC= (HMNC/HTMN)*100$	HMNC: Horas de mantenimiento correctivo. HTMN: Horas totales de mantenimiento	%
Índice de Mantenimiento Programado (IPM)	$IPM=(HMNP/HTMN)*100$	HMNC: Horas de mantenimiento productivo. HTMN: Horas totales de mantenimiento	%
Ocupación de la fuerza de trabajo (R)	$R= (NHRT/NHDT)*100$	NHRT: N° de horas reales trabajadas. NHDT: N° de horas que debe trabajar.	%
Costo de Mantenimiento con relación a la producción (CMP)	$CM/P = \frac{\Sigma CTMN}{PTP(UP)} . 100$	CTMN: Costo total de mantenimiento PTP: Producción total en el período	%
Costo total de Mantenimiento (CTMN)	$CTMN= \sum GMN$	GMN: Gastos de mantenimiento	MP
Nivel de Gestión del mantenimiento (NGM)	$NGM=\sum (Wi * RA_i)$	Wi: peso del área i RAi: Evaluación del área i	%

Elaboración: Los autores.

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

En la tabla 2 se presentan las nueve áreas y las 25 funciones empleadas en el estudio.

Tabla 2.
Áreas y funciones empleadas en el estudio de benchmarking.

Áreas y funciones		
A_ Administración del mantenimiento	A.1	Sistema de información
	A.2	Organización y planificación
	A.3	Gestión del presupuesto
B_ Servicios de terceros	B.1	Selección y evaluación de proveedores
	B.2	Administración de las relaciones
	B.3	Selección de las actividades a tercerizar
C_ Personal de mantenimiento	C.1	Estructura y plantilla de personal
	C.2	Calificación, plan de formación y evaluación
	C.3	Motivación y participación
D_ Gestión de piezas de repuesto	D.1	Gestión de Compras
	D.2	Gestión de Inventarios
E_ Evaluación y control	E.1	Organización de la evaluación
	E.2	Empleo de indicadores
	E.3	Auditoría y toma de decisiones
F_ Infraestructura	F.1	Instalaciones
	F.2	Medios técnicos
	F.3	Herramientas
G_ Seguridad	G.1	Formación periódica en seguridad
	G.2	Control del plan de seguridad
	G.3	Control de evaluación de riesgos
H_ Medio ambiente	H.1	Control del Plan Medioambiental
	H.2	Formación periódica medioambiental
I_ Aseguramiento de la calidad	I.1	Normas del proceso tecnológico
	I.2	Normas de inspección del proceso
	I.3	Código de prácticas de higiene

Elaboración: Los autores.

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

Al comparar el comportamiento de los indicadores de mantenimiento seleccionados en las dos empresas se obtuvieron los resultados siguientes:

- Indicador: Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF)

Se observa un rendimiento superior en la empresa objeto de estudio, ya que los equipos presentan una media de roturas cada 654.33 horas. En comparación, en la refinería líder, este indicador es de aproximadamente 108 horas.

- Indicador: Tiempo Medio para Reparación (MTTR)

El tiempo medio para reparación muestra un mejor desempeño en la refinería objeto de estudio, alcanzando un valor de 20.56 horas. En comparación, en la refinería líder, este indicador se sitúa alrededor de las 532 horas.

- Indicador: Disponibilidad

A pesar de los valores mencionados anteriormente, la empresa líder muestra un mejor comportamiento en el indicador de Disponibilidad, alcanzando un 98.63 %, en comparación con el 97.51 % de la refinería objeto de estudio.

- Indicador: Índice de Mantenimiento Programado

El índice de mantenimiento programado muestra un rendimiento ligeramente mejor en la refinería líder, alcanzando un valor del 85.3 %, en comparación con el 83.46 % de la refinería objeto de estudio.

- Indicador: Índice de Mantenimiento Correctivo

El índice de mantenimiento correctivo muestra un mejor desempeño en la refinería líder. No obstante, en ambos casos se logra cumplir con las metas establecidas por la empresa nacional, manteniendo valores inferiores al 20 %.

- Indicador: Costo de mantenimiento en relación a la producción

Aunque el indicador de costo de mantenimiento en relación a la producción muestra un mejor desempeño en la refinería objeto de estudio, es importante señalar que el cálculo de este indicador no se realizó en la mayoría de los meses del año (10 meses).

- Indicador: Ocupación de la Fuerza de Trabajo

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

La ocupación de la fuerza de trabajo muestra un mejor desempeño en la refinería líder, gracias a un mayor cumplimiento de las tareas de mantenimiento preventivo en comparación con lo planificado.

- Indicador: Costo Total de Mantenimiento

El costo total de mantenimiento es superior en la refinería líder por un mayor cumplimiento de los mantenimientos planificados y la tecnología, al ser más moderna y actualizada, exige una erogación considerable de dinero para su mantenimiento.

- Indicador: Nivel de Gestión del Mantenimiento

El nivel de gestión del mantenimiento en la refinería objeto de estudio presenta un desempeño inferior a la refinería líder, producto a las bajas evaluaciones obtenidas en las áreas: medio ambiente, servicio de terceros, gestión de piezas de repuesto y administración de mantenimiento. En términos generales, se observa un comportamiento desfavorable en la mayoría de los indicadores de la empresa. Sin embargo, logra un desempeño favorable en indicadores como el tiempo medio entre fallos, el tiempo medio para reparación y el costo de mantenimiento en relación a la producción.

De igual manera, se realizó el análisis del comportamiento de las áreas y funciones de la Gestión de mantenimiento evaluados. A continuación, se presentan los resultados.

- Área: Administración del mantenimiento

En esta área, la refinería objeto de estudio demuestra un rendimiento inferior comparado con la refinería líder, principalmente debido al desempeño deficiente en las funciones de gestión del presupuesto y del sistema de información. Sin embargo, es importante destacar que, en la función de organización y planificación, la refinería objeto de estudio ha superado a la refinería líder, alcanzando resultados satisfactorios.

- Área: Servicios de terceros

En relación con los servicios de terceros, la refinería objeto de estudio obtiene resultados significativamente inferiores a la refinería líder. Esto se debe a que las tres funciones

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

principales (selección y evaluación de proveedores, administración de los proveedores, y selección de actividades a tercerizar) presentan desempeños extremadamente bajos.

- Área: Personal de mantenimiento

La refinería objeto de estudio destaca en las funciones de estructura y plantilla del personal, así como en la motivación y participación. Sin embargo, es bajo el desempeño en la función más importante del área (calificación, plan de formación y evaluación).

- Área: Gestión de piezas de repuesto

En la gestión de piezas de repuesto, la refinería objeto de estudio muestra un rendimiento superior, destacándose en la gestión de inventarios. Sin embargo, es necesario mejorar la gestión de compras, donde su desempeño es inferior al de la refinería líder.

- Área: Evaluación y control

La refinería líder en esta área supera significativamente a la refinería objeto de estudio, debido al desempeño deficiente que presenta esta última en las funciones de empleo de indicadores, auditoría y toma de decisiones.

- Área: Infraestructura

Debido a su mejor desempeño en las funciones de medios técnicos y herramientas, la refinería líder supera a la refinería objeto de estudio, por su tecnología actualizada. Ambas refinerías presentan un rendimiento similar en la función de instalaciones.

- Área: Seguridad

En cuanto al área de seguridad, la refinería líder destaca al lograr un 100 % en el cumplimiento de todas sus funciones. No obstante, la refinería objeto de estudio también muestra un desempeño excelente en todas las funciones, alcanzando un cumplimiento integral del 98.07 %.

- Área: Medio ambiente

En esta área, la refinería objeto de estudio muestra un desempeño deficiente en comparación con la refinería líder. Solo logra un 77.78 % en el control del plan

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

medioambiental y un 11.11 % en la formación periódica medioambiental, mientras que la refinería líder alcanza un 94.44 % y un 100 %, respectivamente.

- Área: Aseguramiento de la calidad

Es importante reconocer que la refinería líder cumple perfectamente con las exigencias de esta área. Por otro lado, los principales señalamientos en la refinería objeto de estudio están dirigidos a la función del código de prácticas de higiene, donde el 50 % de los elementos evaluados presentan una calificación nula.

En términos generales, la refinería objeto de estudio muestra un desempeño inferior en comparación con la refinería líder. Esto se debe a su desempeño deficiente en áreas como medio ambiente, servicios de terceros, gestión de piezas de repuesto y administración del mantenimiento (Figura 1).

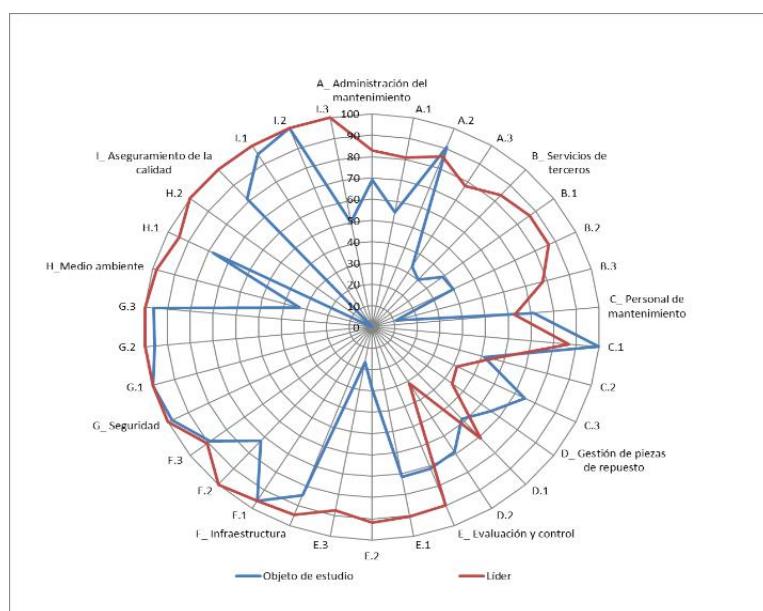


Figura 1. Radar de control comparativo de empresas según áreas y funciones evaluadas.
Elaboración: Los autores.

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

CONCLUSIONES

La evaluación de la gestión de mantenimiento es clave para mejorar continuamente esta función, garantizar la continuidad de la producción con calidad y aumentar la satisfacción del cliente. Asimismo, el benchmarking, basado en la profesionalidad, el trabajo en equipo y la investigación, es una herramienta esencial para alcanzar la excelencia y competitividad en esta función mediante la adopción de las mejores prácticas y la evaluación comparativa.

La implementación del procedimiento seleccionado para el desarrollo del proceso de benchmarking de la gestión de mantenimiento reveló que las principales fortalezas de la empresa objeto de estudio son el desempeño en los indicadores de tiempo medio entre fallos y tiempo medio para reparación, así como el comportamiento positivo en las áreas de seguridad, infraestructura y aseguramiento de la calidad.

Las principales deficiencias en la gestión de mantenimiento de la refinería objeto de estudio están vinculadas al desempeño de los indicadores de ocupación de la fuerza de trabajo, costo total de mantenimiento y el índice de mantenimiento correctivo. Además, presentan problemas en las áreas de servicio de terceros, medio ambiente, gestión de piezas de repuesto y administración del mantenimiento.

FINANCIAMIENTO

No monetario

AGRADECIMIENTO

A todos los actores involucrados en el desarrollo de la investigación.

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Al-Rushood, M., Rahbar, F., y Dweiri, F. T. (2020). Benchmarking Key Performance Indicators and Metrics on Inventory Turnaround Practices in Middle East Petroleum Projects. *Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Detroit, Michigan, USA. <https://doi.org/10.46254/NA05.20200341>
- Arinze, C. A., Izionworu, V. O., Isong, D., Daudu, C. D., y Adefemi, A. (2024). Predictive maintenance in oil and gas facilities, leveraging ai for asset integrity management Chuka. *International Journal of Frontiers in Engineering and Technology Research*, 6(1), 16-26. <https://doi.org/10.53294/ijfetr.2024.6.1.0026>
- Arroyo Vaca, C. S., y Obando Quito, R. F. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 4(10), 59-69. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Borroto Pentón, Y., Alfonso Llanes, A., De la Paz Martínez, E. M, y Espinosa Martínez, J. U. (2015). Mantenimiento. Curso del Diplomado Dirección y Gestión empresarial. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba.
- Erdil, A., y Erbıyık, H. (2019). The Importance of Benchmarking for the Management of the Firm: Evaluating the Relation between Total Quality Management and Benchmarking. *Procedia Computer Science*, 158, 705-714. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.106>
- Malhotra, G., Dandotiya, G., Shaiwalini, S., Khan, A., y Homechaudhuri, S. (2024). Benchmarking for organisational competitiveness: a resource-based view perspective. *Benchmarking: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2023-0668>
- Mallioris, P., Aivazidou, E., y Bechtis, D. (2024). Predictive maintenance in Industry 4.0: A systematic multi-sector mapping. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 50, 80-103. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2024.02.003>
- Marrero Hernández, R. A., Martínez Pérez, E., Vilalta Alonso, J. A., García Fenton, V., y Basile Wilson. M. (2022). La planificación del mantenimiento, su importancia en la gestión de los activos. *Revista Ingeniería Industrial*, 43(4), 1-17. <https://n9.cl/y831y5>

Alejandro Antonio Pérez-González; Aramis Alfonso-Llanes

Ministerio de Industrias (MINDUS). (2021). *Resolución 66. Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial*. Gaceta Oficial No. 86, Cuba. <https://n9.cl/cur4gh>

Ministerio de Industrias (MINDUS). (2021). *Resolución 67. Procedimiento para la Categorización del Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial*. Gaceta Oficial No. 86, Cuba. <https://n9.cl/cur4gh>

Ore Quiroz, H., Aldana Juarez, W., Salazar Sandoval, C., y Pantoja Tirad, L. (2021). Benchmarking como herramienta gerencial en las empresas: Revisión bibliográfica. *Llamkasun*, 2(2), 54-65. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i2.41>

Spendolini, M. J. (1994). *The Benchmarking Book*. Edit. Amacom.

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)