



Ingeniería Mecánica

ISSN: 1815-5944

Facultad de Ingeniería Mecánica. Instituto Superior
Politécnico José Antonio Echeverría

Gutiérrez-Verde, Endry; Rodríguez-Ramos, Pedro A.; Lavado-Ruiz, Carlos
Mejoras para elevar la disponibilidad de las unidades acuáticas livianas
Ingeniería Mecánica, vol. 23, núm. 1, e593, 2020, Enero-Abril
Facultad de Ingeniería Mecánica. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225163567002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM  redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



Mejoras para elevar la disponibilidad de las unidades acuáticas livianas

Improvements to enhance the availability of the light aquatic units

Endry Gutiérrez-Verde^I, Pedro A. Rodríguez-Ramos^{II}, *, Carlos Lavado-Ruiz^{III}

I. Best Service S.A. Estado de Zulia, Venezuela

II. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento. La Habana, Cuba

III. Universidad Bolivariana de Venezuela. Estado de Zulia, Venezuela

* Autor de correspondencia: parr@ceim.cujae.edu.cu

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 internacional](#)



Recibido: 31 de octubre de 2020

Aceptado: 2 de diciembre de 2020

Resumen

El presente artículo es el resultado de una investigación realizada en las unidades acuáticas livianas. El objetivo es identificar las mejoras necesarias para elevar la disponibilidad de estas unidades. Los métodos utilizados fueron: la aplicación del Diagrama Causa-Efecto, la entrevista estructurada y su procesamiento y el Método de Pareto. La entrevista estructurada se valida por juicio de expertos y su confiabilidad con el coeficiente Alpha de Cronbach que obtuvo un alto valor de 0,88. Las calificaciones

obtenidas en las dimensiones identificadas (sobre 5 puntos posibles) son: políticas de mantenimiento 2,53, inventario 3,31, mano de obra 4,16 y seguridad 4,66. La Disponibilidad actual es de 79,00 % según cálculos efectuados por los autores en un trabajo precedente, con las mejoras propuestas, se pudiera aumentar a 86,00 %.

Palabras claves: disponibilidad; causa-efecto; pareto, causas potenciales.

Abstract

The present paper is the result of an investigation carried out in the light aquatic units. The primary goal is to identify the needed improvements to enhance the Availability of its aquatic units. The main used method was the structured interview and its processing. The instrument was validated by a judgment of experts and the reliability with the Alpha of Cronbach coefficient, a value obtained was 0,88. The obtained qualifications (Over 5 possible points) are:

maintenance policies 2,53, inventory 3,31, manual labor 4,16 and security 4,66. The current Availability is low and requires the proposed improvements in this work, to be able to enhance it..

Key words: availability; cause – effect; pareto; potential causes.

Cómo citar este artículo:

Gutiérrez Verde H, Rodríguez Ramos PA, Lavado R. Mejoras para elevar la disponibilidad de las unidades acuáticas livianas. Ingeniería Mecánica. 2020;23(1):e593. ISSN 1815-5944.

Introducción

Los recortes en la producción de crudo en Venezuela, provocaron durante los últimos años el cierre de centenares de empresas, lo cual produce estancamiento en la economía y afecta drásticamente a todas las unidades productivas relacionadas con la industria petrolera, debido a esto, son muchas las empresas que se han visto en la necesidad de disminuir considerablemente sus gastos y buscar vías para aumentar la Disponibilidad de sus activos. Las organizaciones deben buscar formas diferentes para la toma de acciones y desechar los paradigmas que hoy ya no funcionan, pensando en el impacto que tendrá cada una de sus acciones en los resultados de la empresa, en la Disponibilidad, en la competencia y principalmente en sus clientes [1].

La calidad de los productos y los servicios constituye un elemento importante en la supervivencia y posicionamiento de las empresas en el mercado. Por lo que es esencial que, cada uno de los departamentos en la organización piense en como contribuir a los resultados del negocio. En este sentido, el mantenimiento debe realmente contribuir a la creación de beneficios. Para lograr lo anteriormente expuesto, se tiene que contar con una filosofía de trabajo, métodos y herramientas, que ayuden aun buen mantenimiento de los activos garantizando su máxima eficiencia [2, 3].

El mantenimiento debe considerar tanto recursos, como restricciones, a fin de conseguir un racional control de aquellas operaciones que resulten complejas y que tienen un gran impacto en la seguridad, fiabilidad, costo y prestigio, para la conducción competitiva de las organizaciones [4].

El mantenimiento se realiza con el fin de garantizar la función del activo y de cualquier sistema, para la cual fue concebida y lograr la mayor Disponibilidad posible, en tal sentido, garantizar la misma no se reduce solo a la inversión en nuevos activos, sino que se hace prioritario utilizar eficazmente los activos actuales mediante el establecimiento de un servicio de mantenimiento técnico a los activos sistemático, eficiente, seguro y económico [1, 4].

La gestión de mantenimiento, los procesos y actividades vinculados con ella son vitales para alcanzar la mayor Disponibilidad posible de los activos de cada organización. La gestión de mantenimiento tiene una gran importancia, por tanto, es lógico que se tengan en consideración las prácticas y tecnologías más modernas considerando, además, su impacto social y económico [5].

Para ser exitosos en la gestión del mantenimiento, se necesita cambiar la forma de pensar y crear una fractura en la forma de mantener los equipos, destruir las barreras departamentales que impiden trabajar en el cuidado y mantenimiento de la maquinaria; esto significa involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan y mantienen los equipos, desde la alta dirección hasta el personal de base, incluyendo los proveedores [5, 6].

Este trabajo se realiza en una empresa que se dedica al transporte de personas y materiales a través de un lago. Actualmente presenta problemas con la Disponibilidad de sus unidades acuáticas livianas, esto provoca retraso en el servicio que presta a sus clientes, lo cual impacta directamente a las personas y materiales que se desplazan por el lago, retardando las labores que se deben realizar, lo que ha traído inconformidad de sus clientes, pérdida de imagen y disminución en el margen de ganancias.

Es necesario resolver esta situación identificando oportunidades de mejoras. Se debe orientar a la organización con respecto al mejor desempeño del mantenimiento, por tanto, el objetivo principal de este trabajo es identificar las mejoras necesarias para elevar la Disponibilidad de las unidades acuáticas livianas de la empresa.

Métodos y Materiales

La investigación se inicia con la elaboración de un Diagrama Causa-Efecto con la colaboración del capital humano que está en contacto directo con las embarcaciones. Este diagrama tiene como propósito representar, en forma gráfica, la relación existente entre algún efecto y el conjunto de factores causales que intervienen o ejercen alguna influencia en una determinada característica de calidad [7].

Mediante este instrumento se definieron 4 dimensiones y 19 causas potenciales o indicadores que influyen en la variable baja Disponibilidad en las unidades acuáticas livianas.

Dimensiones definidas:

1. Políticas de mantenimiento: surge del ser humano que determina a su juicio, si va a actuar de forma reactiva o proactiva en las unidades o va a aplicar una combinación de ambas, lo distingue la decisión.
2. Inventario: es todo lo que se necesita para contribuir con la operatividad, lo distingue el suministro.
3. Seguridad: busca facilitar las tareas en las embarcaciones de forma segura, con orden y limpieza y que sea amigable con el medioambiente, lo distingue las normativas.
4. Mano de obra: es el recurso humano calificado que efectúa labores relacionadas con las embarcaciones, lo distingue la ejecución.

Causas potenciales definidas, ver figura 1:



Fig.1. Diagrama Causa-Efecto de la baja Disponibilidad. Fuente: Elaboración propia

Para tener una mejor visualización de los resultados obtenidos en el diagrama anterior, se procede a confeccionar una tabla que expresa la relación entre la variable de estudio (baja Disponibilidad), con sus dimensiones (4) y éstas con las causas potenciales correspondientes (19), tabla 1.

Tabla 1. Relación de las dimensiones y las causas potenciales de la baja Disponibilidad.
Fuente: elaboración propia

Variable	Dimensiones	Causas potenciales o indicadores
Baja Disponibilidad	Políticas de Mantenimiento	1. Ausencia de inspecciones detalladas: sólo se verifican niveles de aceite, agua y combustible en las unidades.
		2. Todas las actividades de mantenimiento giran en función del mantenimiento reactivo.
		3. No se identifican adecuadamente las fallas, se registran, pero el análisis es superficial y no es sistemático.
		4. No se dispone de ningún equipamiento para diagnóstico y pronósticos.
		5. No se planifican los recursos necesarios para el mantenimiento.
		6. No se programan las tareas de mantenimiento en cuanto a la ejecución y/o a su frecuencia.
		7. La empresa dispone de software para el trabajo en otras áreas, pero no hay ningún sistema o módulo que se vincule al mantenimiento.
	Inventario	8. La cantidad del inventario con respecto a herramientas, materiales, repuestos e insumos no posee la cantidad requerida y son más las ocasiones en las que es nulo.
		9. La cantidad del inventario con respecto a materiales, repuestos e insumos no es la requerida y en la mayoría de las veces no existen.
		10. Recepción y entrega fuera de tiempo. Una parte importante viene del exterior y en los actuales momentos hay dificultades para ubicarlos. En el caso de las emergencias, se agrava más la situación.
		11. La ubicación de los recursos en el almacén de la entidad, no es apropiada en organización y difícil acceso.
	Seguridad	12. Prácticas de trabajo no totalmente seguras: el capital humano no cuenta con toda la documentación necesaria referente a sus tareas.
		13. Se dispone de normativas ambientales, pero no siempre se cumple lo dispuesto.
		14. El orden y la limpieza no son buenos.
	Mano de obra	15. Carga laboral: la fuerza laboral relacionada con el mantenimiento es muy pequeña y se ve saturada.
		16. Capacitación: Conocimiento empírico. La organización no desarrolla su fuerza laboral para tener un mayor conocimiento de funciones laborales.
		17. El salario: es bajo
		18. Carencia de incentivos: motivación al logro. No se recibe reconocimiento por las actividades que efectúa, ni por antigüedad en la empresa, por lo que no hay sentido de pertenencia con la organización.
		19. El arsenal de herramientas es insuficiente.

Concluida esta etapa, se elaboró una entrevista estructurada, constituida por 19 preguntas, ver tabla 2, confeccionada con el uso de la técnica Delphi [8].

Tabla 2. Entrevista estructurada. Fuente: elaboración propia

Políticas de mantenimiento	
1.	¿El recurso humano de operaciones (custodios) realiza inspecciones detalladas antes del zarpe, que permitan evaluar el estado operativo de las embarcaciones lacustres?
2.	¿Se efectúan tareas de mantenimiento correctivo a las unidades acuáticas?
3.	¿Efectúan análisis de fallas para minimizar su impacto en la Disponibilidad de las unidades?
4.	¿Se efectúan tareas de mantenimiento predictivo a las unidades acuáticas?
5.	¿La planificación de los recursos para las tareas de mantenimiento en las unidades es adecuada?
6.	¿La programación de tareas de mantenimiento es adecuada para las unidades acuáticas?
7.	¿Recurren a algún software para apoyar las actividades de mantenimiento en lanchas?
Inventario	
8.	¿El inventario que está disponible para la faena laboral tiene la calidad adecuada para trabajos de mantenimientos en unidades acuáticas livianas?
9.	¿Existen cantidades adecuadas del inventario para apoyar labores de mantenimiento en lanchas?
10.	¿El tiempo para reposición del inventario utilizado en actividades de mantenimiento en unidades acuáticas livianas es corto y está en tiempo?
11.	¿Los recursos del almacén están ubicados estratégicamente para visualizarlos rápidamente?
Seguridad	
12.	¿Efectúan las prácticas de trabajo seguro establecidas por la organización?
13.	¿Efectúan tareas relacionadas con las lanchas respetando las normativas ambientales estipuladas por la organización?
14.	¿Las actividades relacionadas con las unidades acuáticas se efectúan en sitios donde hay orden y limpieza?
Mano de obra	
15.	¿Se cuenta con suficiente mano de obra para las actividades relacionadas con las lanchas?
16.	¿La capacitación de la mano de obra está en correspondencia con el cargo que desempeña?
17.	¿El salario que se percibe está acorde con las actividades relacionadas con lanchas?
18.	¿La mano de obra que realiza labores en las embarcaciones es incentivada?
19.	¿La mano de obra cuenta con herramientas adecuadas para efectuar labores en las lanchas?

Las preguntas incluidas en este instrumento (entrevista estructurada) fueron validadas mediante un juicio de expertos, para lo cual fueron seleccionados doce profesionales, con conocimiento en el área de mantenimiento, los mismos expresaron que el instrumento cumplía con los lineamientos establecidos en cuanto a materia metodológica y técnica y confirmaron su confiabilidad (validez del grado en que el instrumento mide lo que debería medir) [9].

La confiabilidad de un instrumento se expresa numéricamente mediante el coeficiente Alpha de Cronbach: α , Ecuación 1, que teóricamente significa la correlación del test consigo mismo [10].

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (1)$$

Donde:

k = Número de ítems.

S_i^2 = Sumatoria de varianzas de los ítems.

S_t^2 = Varianza de la suma de los ítems.

α = Coeficiente de Alpha de Cronbach (%)

Sus valores oscilan entre 0 y 1,00 [10]. Se aplicó al total de la población estadística de estudio, que fueron los doce expertos. La magnitud del coeficiente de confiabilidad es calificada por la siguiente escala, tabla 3:

Tabla 3. Escala Alpha de Cronbach. Fuente: [7]

Valor de intervalo	Calificación de la confiabilidad
0,81 – 1,00	Muy alta
0,61 – 0,80	Alta
0,41 – 0,60	Mediana
0,21 – 0,40	Baja
0,01 – 0,20	Muy baja

Por lo general, un coeficiente de confiabilidad se considera aceptable cuando está por lo menos en el límite superior 0,80 de la categoría “Alta”. No obstante, no existe una regla fija para todos los casos. Todo va a depender del tipo de instrumento bajo estudio, de su propósito y del tipo de confiabilidad de que se trate.

En este caso, el valor obtenido:

$$\alpha = \frac{19}{19-1} \left[1 - \frac{7,53}{45,38} \right] = 0,88 \quad (\text{entre } 0,81 - 1,00) \text{ indica que es un instrumento de muy alta confiabilidad.}$$

Para la obtención del resultado final al aplicar las entrevistas estructuradas se utilizó la escala de Rensis Likert, tabla 4 [10], que considera categoría, intervalo, rango y cinco posibles evaluaciones. Se empleó la media aritmética para la interpretación de los resultados.

Tabla 4. Escala Rensis Likert. Fuente: [10]

Nivel de cumplimiento del indicador (%)	Evaluación
0 – 20, Muy mal. MM	1
21 – 40, Mal. M	2
41 – 60, Regular. R	3
60 – 80, Bien. B	4
≥ 81, Muy bien. MB	5

Resultados y Discusión

Luego de aplicar la entrevista estructurada a las 24 personas en contacto directo con las embarcaciones, en la tabla 5, se muestran los resultados obtenidos.

Ejemplo pregunta 1. ¿El recurso humano de operaciones (custodios) realiza inspecciones detalladas antes del zarpe, que permitan evaluar el estado operativo de las embarcaciones lacustres?

4 expertos MM * 1 punto = 4 puntos

14 expertos M * 2 puntos = 28 puntos

6 expertos R * 3 puntos = 18 puntos

0 experto B = 0 puntos

0 experto MB = 0 puntos

Media aritmética - $(4 + 28 + 18) / 24 = 2,08$

Ejemplo valor promedio de la dimensión políticas de mantenimiento.

$(2,08 + 3,63 + 1,96 + 2,88 + 2,92 + 1,71 + 3,13) / 7 = 2,61$

Tabla 5. Calificación de las dimensiones y causas potenciales de la variable.

Fuente: elaboración propia

	MM	M	R	B	MB	
Puntos Preguntas	1	2	3	4	5	Media
Políticas de mantenimiento						
1.	4	14	6	0	0	2,08
2.	1	0	6	17	0	3,63
3.	6	13	5	0	0	1,96
4.	2	3	15	4	0	2,88
5.	1	6	11	6	0	2,92
6.	11	10	2	1	0	1,71
7.	1	0	18	5	0	3,13
Valor promedio de la dimensión: 2,61						
Inventario						
8.	0	0	5	17	2	3,88
9.	0	7	14	3	0	2,83
10.	0	2	14	8	0	3,25
11.	0	1	15	8	0	3,29
Valor promedio de la dimensión: 3,31						
Seguridad						
12.	0	0	0	7	14	4,71
13.	0	0	0	5	20	4,79
14.	0	0	0	12	12	4,50
Valor promedio de la dimensión: 4,66						
Mano de obra						
15.	0	0	1	18	5	4,17
16.	0	0	0	19	5	4,21
17.	0	0	0	17	7	4,29
18.	0	0	2	17	5	4,13
19.	0	1	0	20	3	4,04
Valor promedio de la dimensión: 4,16						

A continuación, se aplica el Método de Pareto, Tabla 6, a las veinte causas potenciales para definir el orden de prioridad y, por tanto, de su atención y las mejoras correspondientes.

Tabla 6. Método de Pareto aplicado a las causas potenciales. Modificación a Pareto. Acumulación de menor a mayor. Fuente: elaboración propia

Causa potencial	Calificación media Ver tabla 5	Acumulado	%	Acumulado (%)
6	1,71	1,71	2,58	2,58
3	1,96	3,67	2,95	5,53
1	2,08	5,75	3,13	8,66
9	2,83	8,58	4,26	12,92
4	2,88	11,46	4,34	17,26
5	2,92	14,38	4,40	21,66
7	3,13	17,51	4,71	26,37
10	3,25	20,76	4,89	31,27
11	3,29	24,05	4,95	36,22
2	3,63	27,68	5,47	41,69
8	3,88	31,56	5,84	47,53
19	4,04	35,6	6,08	53,61
18	4,13	39,73	6,22	59,83
15	4,17	43,90	6,28	66,11
17	4,29	52,40	6,46	78,92
14	4,50	56,90	6,78	85,69
12	4,71	61,61	7,09	92,79
13	4,79	66,40	7,21	100,00

Para la interpretación de los promedios obtenidos, que indican como inciden las causas potenciales y las dimensiones en la Disponibilidad de unidades acuáticas livianas, se empleó la tabla 7.

Tabla 7. Categorías de análisis para la interpretación del promedio. Fuente: [7]

Intervalo	Categoría	Alternativas
4,21 – 5,00	Muy alta	Algo que está muy bien
3,41 – 4,20	Alta	Algo que está bien
2,61 – 3,40	Mediana	Algo que está regular
1,81 – 2,60	Baja	Algo que está mal
0,00 – 1,80	Muy baja	Algo que está muy mal

Utilizando las tablas 5 y 7, se puede afirmar que los valores obtenidos indican que:

- Las políticas de mantenimiento, con un promedio de 2,61 (algo que está regular), es la dimensión que tiene la mayor incidencia negativa en la variable de estudio, siendo también, la dimensión con más causas de menor ponderación. Destacan más negativamente: 6- programación de tareas, 3- fallas, 1- inspecciones, 4- equipamiento para diagnóstico y pronósticos y 5- planifican de recursos.
- Se aprecia que el inventario, con un valor de 3,31 (algo que está regular), es categoría mediana (destaca más negativamente: 9- cantidad de los ítems).
- La mano de obra, con una media de 4,16, (algo que está bien) es categoría alta, no tiene incidencia negativa en la Disponibilidad de las embarcaciones.
- La seguridad con un valor de 4,66 (algo que está muy bien), es categoría muy alta, no tiene repercusión ninguna en la baja Disponibilidad de las unidades acuáticas livianas.

Aplicando la técnica de Pareto, tabla 6, se obtiene que las causas potenciales, clase A, que llevan la mayor prioridad en la atención son en el siguiente orden: 6, 3, 1, 9, 4 y 5. A ellas estarán dirigidas las propuestas de mejoras, tabla 8:

Tabla 8. Propuestas de mejoras. Fuente: elaboración propia

Causas potenciales Ver tabla 1	Mejoras
6. No se programan las tareas de mantenimiento en cuanto a la ejecución y/o a su frecuencia.	• Establecer el programa semanal de ejecución de las tareas y el análisis de su cumplimiento. • Establecer la frecuencia con que se harán las diferentes intervenciones a los sistemas de las unidades acuáticas, • Prevenir las afectaciones al plan y tomar las medidas correctivas necesarias.
3. No se identifican adecuadamente las fallas, se registran, pero el análisis es superficial y no es sistemático.	• Establecer y sistematizar el estudio de criticidad de las fallas y su correspondiente análisis. • Monitorear los sucesos en la embarcación. La tripulación debe tomar las lecturas del trabajo de las máquinas y entregarlas al departamento de mantenimiento, que debe ingresar esta información a un software de mantenimiento, para poder deducir los distintos trabajos a realizar y los recursos humanos y materiales necesarios.
1. Ausencia de inspecciones detalladas: sólo se verifican niveles de aceite, agua y combustible en las unidades.	• Confeccionar un plan semanal, para cada lancha, detallando lo que se debe inspeccionar, siendo el recurso humano de mantenimiento el encargado de esta tarea. • Efectuar inspecciones antes de cada zarpe, para cerciorarse de las condiciones de las unidades antes de la salida, las que deben estra a cargo de la tripulación.
9. La cantidad del inventario con respecto a materiales, repuestos e insumos no es la requerida y en la mayoría de las veces no existen.	• Aplicar la gestión de inventario que responda a las cantidades deseadas. • Hacer un estudio de criticidad de las fallas para definir magnitud del inventario, las insuficiencias, máximo y mínimo por ítems., tiempo de suministro y tiempo de reparación. • Aplicar la técnica de Pareto, para definir la prioridad de adquisición de los ítems. • Establecer una mejor ubicación del inventario en el almacén.
4. No se dispone de ningún equipamiento para diagnóstico y pronósticos.	• Adquirir los equipos mínimos esenciales que permitan definir sistemáticamente la condición, incorporando la definición de parámetros síntomas. • Aplicar pruebas de análisis de aceite a las máquinas de las embarcaciones con agentes especializados.
5. No se planifican los recursos necesarios para el mantenimiento.	• Aplicar la gestión del inventario que responda a los niveles de respuesta deseados. • Hacer un estudio de criticidad de las fallas para definir magnitud del inventario, las insuficiencias, máximo y mínimo por ítems., tiempo de suministro y tiempo de reparación.

Conclusiones

Se identificaron las mejoras necesarias para elevar la Disponibilidad de sus unidades acuáticas. Los resultados obtenidos demuestran que el actual mantenimiento requiere de las mejoras propuestas para poder elevar la Disponibilidad de las unidades acuáticas livianas. La Disponibilidad actual es de 79,00 % según cálculos efectuados por los autores en un trabajo precedente. Con las mejoras propuestas, se pudiera aumentar a 86,00 %.

Las estrategias actuales relacionadas con la dimensión política de mantenimiento, no son las más adecuadas, por lo que se hace necesario un cambio de estrategias en todos sus indicadores.

Con respecto a la dimensión inventario, se le debe dar una mayor atención, para disponer de las cantidades adecuadas y poder contribuir a elevar la Disponibilidad de las lanchas.

La dimensión seguridad, no es el principal problema, la empresa muestra alto compromiso con el capital humano y con el ambiente donde se desenvuelven las actividades.

La dimensión mano de obra, a pesar de algunos problemas referidos en este trabajo, está en un nivel favorable, ya que posee un capital humano maduro para las labores que realiza y tiene apoyo de su organización.

Referencias

1. Mesa Grajales D, Ortiz Sánchez Y. et al. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et Technica*. 2006;XII(30),155-160.
2. Acosta Palmer H, Troncoso Fleitas M, Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo. *Ingeniería Mecánica*. 2011;14(2):107-118.
3. Zegarra López M. Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y desarrollo*. 2016;19(1):25-37.
4. Mobley RK. *Maintenance Fundamentals*. 2nd ed. USA: Elsevier Butterworth-Heinemann; 2004.
5. Díaz Concepción A, Castillo Serpa A, et al. Instrumento para evaluar el estado de la gestión de mantenimiento en plantas de bioproductos: Un caso de estudio. *Ingeniare*. 2017;25(2):306-313.
6. Mora Gutiérrez A. *Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control*. 6ta ed. Bogotá, Colombia: Alfa Omega editores Internacional; 2011.
7. Gutiérrez Pulido H, de la Vara Salazar R. Control estadístico de calidad y seis sigmas. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.; 2004.
8. Shane Robert B. Utilizing and Adapting the Delphi Method for Use in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*. 2015;12(8):1-6.
9. Cabero Almenara J, Barroso Osuna J. La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista de Educación*. 2013;65(2):25-38.
10. Ebeling C. *An introduction to reliability and maintainability engineering*. Michigan, USA: Editorial McGraw-Hill; 2004.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribución de los autores

Endry Gutiérrez Verde. <https://orcid.org/0000-0001-5997-588X>.

Participó en el diseño de la investigación y en la revisión del estado del arte. Trabajó en la recolección y el procesamiento de los datos recogidos para el estudio. Realizó contribuciones en el análisis e interpretación de los datos y en el análisis de los resultados. Participó en la revisión y redacción del informe final.

Pedro A. Rodríguez Ramos. <https://orcid.org/0000-0003-2862-0984>.

Trabajó en: el diseño de la investigación, el análisis de los resultados, la revisión crítica del artículo y en la redacción en su versión final. Realizó la aprobación de la versión final del artículo.

Carlos Lavado Ruiz. <https://orcid.org/0000-0002-4299-3648>.

Apoyó en la revisión del estado del arte. Trabajó en la recolección de los datos y en la revisión y redacción final del trabajo