


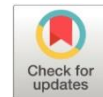


Evaluación de riesgos en la gestión de trasvase de combustibles. Una revisión sistemática de literatura

Risk assessment in fuel backpass management. A systematic literature review

- ¹ Fernando Alberto Sáenz Olaya  <https://orcid.org/0009-0006-9087-4220>
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
fernando.saenz.70@est.ucacue.edu.ec
- ² Diego Marcelo Cordero Guzman  <https://orcid.org/0000-0003-2138-2522>
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
dcordero@ucacue.edu.ec
- ³ Daniel Jacobo Andrade Pesantez  <https://orcid.org/0000-0003-0586-4038>
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
dandradep@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/03/2024

Revisado: 14/04/2024

Aceptado: 08/05/2024

Publicado: 05/06/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v6i2.3.491>

Cítese:

Sáenz Olaya, F. A., Cordero Guzman, D. M., & Andrade Pesantez, D. J. (2024). Evaluación de riesgos en la gestión de trasvase de combustibles. Una revisión sistemática de literatura. AlfaPublicaciones, 6(2.3), 30–51. <https://doi.org/10.33262/ap.v6i2.3.491>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Combustible,
evaluación,
inteligencia
artificial riesgo,
marítimo

Keywords:

Fuel,
assessment,
artificial
intelligence
risk, marine

Resumen

Introducción. El trasvase de combustible es una actividad cotidiana en la mayoría de los países. A pesar de que a nivel internacional las operaciones están estandarizadas por protocolos para la realización de la mismas, la ocurrencia de riesgos aún sigue siendo reportadas. **Objetivo.** El objetivo de la presente investigación es conocer los métodos cuantitativos más eficientes para la gestión de riesgos e identificar los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global; para lo cual es necesario conocer los protocolos empleados para la identificación de riesgos durante la gestión de trasvase combustible. **Metodología.** Se realizó una revisión sistemática mediante la metodología PRISMA. La búsqueda se realizó en revistas digitales a través de bases de datos como Scopus, Scielo, Latindex, Google scholar y Redalyc de artículos sobre la evaluación de riesgos en la gestión de trasvase de combustibles mediante la estrategia PICO. **Resultados.** De 85 artículos revisados con relación a la evaluación de riesgos en la gestión de combustibles se seleccionaron 24, los cuales abordan los riesgos que ocurren durante el trasvase de combustible, los protocolos para su identificación y los impactos económicos y ambientales generados. **Conclusión.** Los modelos matemáticos y el uso de la inteligencia artificial para la evaluación de riesgos en la gestión de trasvase de combustibles son herramientas que permiten la identificación y cuantificación de los riesgos de tal manera de cumplir los protocolos para minimizar el impacto económico, sanitario y ambiental por su ocurrencia.

Abstract

Introduction. Fuel backloading is a daily activity in most countries. Despite the fact that internationally operations are standardized by protocols for the realization of the same, the occurrence of risks still continues to be reported. **Objective.** The objective of knowing the most efficient quantitative methods for risk management, to identify the risks occurring most frequently during fuel management at global level, for which it is necessary to know the protocols employed for risk identification during management of fuel and assess the impact of risks occurring during fuel backpass management and the importance of compliance with international regulation to mitigate the same. **Methodology.** A systematic review

is conducted using the PRISMA methodology. Based on the search was conducted in digital journals through databases such as Scopus, Scielo, Latindex, Google scholar and Redalyc of articles on risk evaluation in fuel backwash management through the PICO strategy. **Results.** Out of 85 reviewed articles relating to risk assessment in fuel management 24 were selected, from which they address the risks occurring during fuel transfer, the protocols for their identification and the economic and environmental impacts **Conclusion.** Mathematical models and the use of artificial intelligence for risk assessment in fuel backwash management are tools that allow the identification and quantification of risks in such a way as to meet protocols to minimize the economic, health and environmental impact by its occurrence.

Introducción

Aunque dentro de la gestión de riesgo existen protocolos para la operación de trasvase de combustibles entre barcos, la falta de difusión de los procedimientos de la transferencia de custodia, es quizás uno de los aspectos que ha incidido en que sigan ocurriendo riesgos dentro de la operación, con el impacto económico y de seguridad que esto tiene (Arici et al., 2020). Esto se debe a la débil incorporación de normas en los procesos de inspección, lo cual requiere un proceso de vigilancia y control de las mismas, sin embargo a pesar de que se cumpla esto, la exposición al combustible durante esta operación es un factor altamente riesgoso (Aydin et al., 2022), por lo cual se debe monitorear la aparición de los mismos, para lo cual es necesario desarrollar la tecnología apropiada para ello, donde se destaca la falta de uso de la misma, lo cual se agrava con la poca planificación y la inexistencia de guías al momento de realizar los procesos, para aplicar los protocolos de gestión de combustible, previamente establecidos.

Estos protocolos toman como referencia los documentos normativos para cantidad: American Petroleum Institute (API) y Manual de Estándares de Medición de Petróleo (MPMS) y se basan en realizar mediciones de la carga antes y después de la descarga, para el cálculo de la misma usando equipos debidamente calibrados, cuyo objetivo es asegurar que todas las actividades referentes a las inspecciones de cargas y descargas de petróleo crudo y sus derivados, sean confiables en relación a los parámetros de calidad y cantidad establecidos y negociados por las partes involucradas en estas operaciones. Es decir, el operario marítimo, el vendedor de combustible y el cliente, pueden evitar pérdidas con el consecuente impacto económico o accidentes que afecten la seguridad de los trabajadores y al medio ambiente.

El trasvase de combustible es una actividad cotidiana en la mayoría de los países, ya sea por su importación o para el traslado desde la refinería a los centros de utilización. Este trasvase ocurre generalmente por el traslado del combustible almacenado en los tanqueros petroleros a barcos más pequeños, para lo cual se requiere un protocolo exigente de tal manera que se cumplan con las normas de seguridad, que minimicen las pérdidas de combustible (Kamal et al., 2021), así como los riesgos de accidentes laborales para los trabajadores que están expuestos a esta operación (Dos Santos et al., 2020).

A pesar de que a nivel internacional las operaciones están estandarizadas por protocolos para la realización de la mismas, la ocurrencia de riesgos aún sigue siendo reportadas (Jing et al., 2023), las cuales pueden tener implicaciones económicas y de seguridad importantes, por lo tanto dentro de la gestión de combustible un aspecto de importancia es la identificación de los riesgos (Fan et al., 2020), para ello se han desarrollado herramientas basadas en modelos matemáticos (Virdi et al., 2021) e inteligencia artificial, como los algoritmos automatizados (Gürgen et al., 2023), cuyas aplicaciones son relevantes porque identificando los riesgos, se pueden tomar medidas para su ocurrencia y ajustar la gestión a los protocolos ya establecidos para el mejoramiento de las operaciones.

Para garantizar la seguridad durante el trasvase de combustible, el factor de riesgo debe mantenerse en un nivel aceptable. Por este motivo, la evaluación de riesgos desempeña un papel fundamental en el aumento de la seguridad en la industria marítima (Akyuz y Celik, 2015). En particular, debido a que las cargas transportadas en camiones cisterna son inflamables, explosivos y contaminantes al ambiente (Wang et al., 2022), las actividades de los camiones cisterna como la manipulación de carga, el atraque y desatraque, la limpieza y el mantenimiento de tanques, la liberación de gases y la transferencia de carga conllevan grandes riesgos. Aunque la evaluación de riesgos es de suma importancia para las operaciones de los petroleros, hasta la fecha se han realizado pocas investigaciones centradas en el tema

Dentro del campo de la industria marítima, existe una amplia gama de estudios sobre el tema de la evaluación de riesgos, como la colisión marítima (Chai et al., 2017), varada (Mazaheri et al., 2016), e incendio o explosión (Ahn et al., 2021), que puedan causar daños graves, lesiones y contaminación ambiental. A pesar de que se han estandarizados protocolos, inclusive en países con controles muy rigurosos como los de la Unión Europea aún siguen produciéndose accidentes importantes. En este sentido en los últimos años, la Agencia de Seguridad Marítima (EMSA) informó de más de 3.200 incidentes al año que provocó casi 8.000 heridos, 700 víctimas mortales, 65 incidentes de contaminación y 230 buques perdido (Vidmar y Perkovič 2023).

Considerando lo expuesto anteriormente es necesario encontrar nuevos métodos para identificar, monitorear, predecir y luego mitigar estos riesgos, lo que contribuiría a reducir

aún más la frecuencia de estos accidentes, destacando entre ellos los análisis cuantitativos, basados en modelos matemáticos y sistemas de inteligencia artificial para predecir la probabilidad de accidentes y sus consecuencias.

En cuanto al uso de las aplicaciones tecnológicas para la gestión de riesgo de combustible, se han utilizado, diferentes técnicas como aplicación del análisis de riesgo de conjuntos difusos al transporte marítimo, para analizar los riesgos de colisión de un barco durante la operación de trasvase de combustible (Kuzu, 2023). Otros autores como Yu et al., (2021), han reportado el uso de modelos de redes bayesiana basado en datos para la predicción de la ocurrencia de derrames de petróleo utilizando accidentes de buques tanque, cuya importancia está en la prevención de riesgos que amanecen la calidad de las aguas y de los ecosistemas marinos.

Asimismo, se han realizados análisis de riesgo cuantificado para derrames de petróleo durante la operación de carga de petróleo crudo en un buque cisterna bajo un enfoque mejorado de red bayesiana basado en el número, también con el propósito de mitigar el impacto económico y ambiental. Otra de las herramientas usadas son los algoritmos de XGBoost y Random Forest (He et al., 2021), que permiten la construcción de mapas de riesgos potenciales resultantes, que proporcionan a los responsables de la toma de decisiones e información útil para aplicar medidas de mitigación de riesgos en las regiones con mayores necesidades.

La relación entre los accidentes y sus factores causales es muy compleja, lo que hace que la predicción sea inherentemente desafiante. Muchos han argumentado que el aprendizaje automático, no requieren supuestos a priori sobre la relación subyacente entre variables dependientes y variables exploratorias (Jin et al., 2019), por lo tanto, estos métodos son muy adecuados para tratar con relaciones complejas, no lineales y múltiples de conjuntos de datos dimensionales, que a menudo son características inherentes a la seguridad marítima (Jing et al., 2023; Qiao et al., 2022).

El objetivo de conocer los métodos cuantitativos más eficiente para la gestión de riesgos, para identificar los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global, para lo cual es necesario conocer los protocolos empleados para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible y evaluar el impacto de los riesgos que ocurren durante la gestión de combustible y la importancia del cumplimiento de la normativa internacional para mitigar los mismos, de manera de reducir los incidentes que pongan en riesgo la seguridad de los trabajadores y que puedan impactar negativamente el ambiente, en particular los ecosistemas marinos. La evaluación de riesgos en la gestión de trasvase de combustibles mediante una revisión sistemática de literatura estará enfocada en determinar el papel de la gestión de combustibles sobre la ocurrencia de riesgos durante el proceso de trasvase de combustibles.

Metodología

Este estudio corresponde a la categoría de investigación secundaria, una revisión sistemática que utilizo un enfoque narrativo, y se guio por la declaración PRISMA que proporciona un marco para presentar de manera transparente los resultados de este estudio. Este proceso de investigación tiene tres fases que son: la identificación de artículos mediante la búsqueda en las bases datos establecidas, el análisis para la exclusión de los artículos no pertinentes y la selección de los artículos que serán descritos y analizados en la investigación.

Previo a la búsqueda de los artículos y al establecimiento de los criterios de inclusión se utilizó la metodología denominada PICO para construir la pregunta de investigación cuyo propósito es identificar cuáles son los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global y cuáles son los protocolos se emplean para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible. A continuación, se describen los elementos de la pregunta:

P (problema) = protocolos basados en modelos matemáticos y aplicaciones de inteligencia artificial para la identificación de riesgos que ocurren en la gestión de combustible.

I (intervenciones) = identificación de los riesgos de explosiones, incendios, derrame de combustible que ocurren con mayor frecuencia en la gestión de combustible.

C (comparación) = descripción de los daños que ocurren por la aparición de riesgos durante la gestión de combustible, expresado en el volumen de combustible perdido, impacto económico, número de personas afectadas y superficie de ecosistemas afectados en caso de considerar el impacto ambiental.

O (resultados) = observación de la aplicación de los protocolos de gestión de la mitigación de riesgos durante la gestión de combustibles. A partir de estas consideraciones de la estrategia PICO se formuló la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo los protocolos basados en modelos matemáticos e inteligencia artificial permiten identificar los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global, de tal manera de minimizar su ocurrencia y los daños económicos, al ambiente y las personas asociados a su ocurrencia?

Búsqueda de artículos

Las estrategias de búsqueda utilizadas en esta revisión sistemática se centraron en el uso de lenguaje controlado a través de los tesauros Maritime Navigation, Risk, safety, Accident, Machine Learning, deep Learning, Logistic Regression, Support Vector Random Forest, Artificial Neural Networks; incluyendo términos lingüísticos. Se

utilizaron operadores booleanos como "AND" y "OR" para obtener los resultados, teniendo en cuenta los criterios de la literatura científica en inglés y español

Se consideraron trabajos que incluyeron texto con referencia al título del trabajo reseñado, cuyas publicaciones no sólo cumplieron con las condiciones del estudio, sino que además se realizaron dentro del plazo establecido. Durante la búsqueda de información se tuvo en cuenta la terminología, limitando la búsqueda a los resultados esperados y artículos que permitan la identificación de los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global y que protocolos se emplean para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible. Esto fue analizado en revistas digitales dentro de bases de datos como Scopus, Scielo, Latindex, Google scholar y Redalyc. Los artículos relacionados con estos contenidos abarcaron desde enero de 2018 hasta marzo de 2024.

Criterios de inclusión

Se consideraron para su inclusión artículos que incluían texto con referencia al título del artículo revisado. Estas publicaciones no sólo debían cumplir con las condiciones del estudio, sino que además debían haber sido realizadas dentro del plazo establecido desde el 2018 al 2024. Durante la búsqueda de información se tuvo en cuenta la terminología: navegación marítima, riesgo, seguridad, accidentes, aprendizaje automático, aprendizaje profundo, regresión logística, bosque aleatorio de vectores de soporte, Redes neuronales artificiales, restringiendo la búsqueda a resultados esperados y resultados previos en artículos relacionados con identificación de los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global y que protocolos se emplean para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible.

Criterios de exclusión

No se tomaron en cuenta publicaciones que no responden a la pregunta PICO, año de publicación antes del 2018, duplicados, resúmenes, comunicaciones de congresos y aquellos que carecían de base científica y bases de datos de referencia derivadas de fuentes no reconocidas, aquellos artículos relacionados con la ocurrencia de riesgos en la industria petrolera o marítima pero no relacionadas al trasvase de combustible.

Proceso de selección de estudio

Para la selección de los artículos se consideraron aquellos que cumplieran con los criterios de inclusión que se consideran en las palabras claves de búsqueda y que estuvieron presentes en el título, subtítulo y/o resumen del trabajo, las cuales fueron: navegación marítima riesgo, seguridad, Accidentes, Machine Learning, deep Learning, Logistic Regression, Support Vector Random Forest, redes neuronales y que fueran correspondiente a los años 2018-2023.

La recopilación de la información se realizó de manera minuciosa para garantizar la fiabilidad de la extracción de datos, resolver conflictos potenciales a través de la discusión y el consenso de literatura científica. El hallazgo del estudio sobre identificación de los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global y que protocolos se emplean para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible ayudará a presentar los resultados de forma coherente y transparente en el informe de evaluación final de acuerdo con las directrices PRISMA. Este proceso de recopilación de datos basado en PRISMA garantiza la precisión y la transparencia en la recopilación y el informe de datos importantes de estudios incluidos en revisiones sistemáticas integradas.

Análisis de la información

La investigación se desarrolló en dos etapas: la primera relacionada al proceso de selección de artículos para la revisión sistemática, durante la cual se identificaron los artículos con información relevante para el desarrollo de esta investigación, y la etapa hermenéutica, que consiste en el análisis e interpretación de los hallazgos de los artículos seleccionados sobre identificación de los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global y que protocolos se emplean para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible.

Durante la fase hermenéutica se sintetizó la información y se generaron comentarios basados en fundamentos teóricos. Se detallaron las diversas fuentes que permitieron recopilar información bibliográfica. Se explicaron las similitudes y diferencias entre diversos autores con características similares en sus temas de investigación los que serán tabulados en una hoja Excel para el correspondiente análisis, tomando en cuenta que cada artículo además de cumplir con los criterios de inclusión también cumple con el nivel de evidencia requerido que la información analizada corresponde a la respuesta de la pregunta PICO establecida. Se utilizó el gestor de referencias bibliográficas y documentos de investigación Zotero, para almacenar la información de trazabilidad de los artículos seleccionados, incluyendo autor/es, año de publicación, revista científica y tipo de diseño.

Resultados

De los 85 artículos revisados con relación a la evaluación de riesgos en la gestión de combustibles se seleccionaron 24, de los cuales en los 6 primeros se abordan los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global (Tabla 1).

Tabla 1

Riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global.

Titulo	Autores y ano	Revista	Riesgos
Analyzing human error contributions to maritime environmental risk in oil/chemical tanker ship	Ayidin et al., 2021	Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal,	Ambiental
Study of maritime accidents with hazardous substances involved: comparison of HNS and oil behaviours in marine environment.	Galieriková, et al., 2021	Transportation research proceding	Químico
Assessing the risk of potential oil spills in the Arctic due to shipping. I	Afenyo et al., 2020	Maritime transport and regional sustainability	Ambiental
Oil spill environmental risk assessment and mapping in coastal China using automatic identification system (AIS) data	Zhu et al., 2022	Sustainability	Ambiental
Probability analysis and prevention of offshore oil and gas accidents: Fire as a cause and a consequence.	Brkić y Praks 2021	Fire	Incendio
Evaluation of the risk of pollution caused by ship operations through bow-tie-based fuzzy Bayesian network	Bayazit y Kaptan 2023	Journal of Cleaner Production	Económico

Ayidin et al., (2021) destaca que los accidentes de tanqueros ocurren por errores humanos, porque es importante identificar los mismos para minimizar los riesgos de contaminación por fugas químicas y mejorar la seguridad operativa en los procesos de carga y descarga de productos petroleros.

De acuerdo a Galieriková, et al (2021), el incremento de los riesgos de accidentes es debido al continuo aumento del número de sustancias peligrosas transportadas, lo que ha llevado a que las autoridades competentes se centraran en la preparación y respuesta ante un posible riesgo de liberación de dichas sustancias, cuyo riesgo se ha minimizado debido a los altos estándares de seguridad.

Dado que los riesgos aun ocurren es importante su identificación, la cual se dificulta según Afenyo et al., (2020) por la limitación, variabilidad e incertidumbre de los datos, por lo que este autor plantea el uso de modelos matemáticos como el enfoque bayesiano para la simulación del escenario y que sean capaces de abordar los problemas de evaluación del riesgo de derrames de petróleo. En este mismo orden de ideas Zhu et al., (2022) destacan que los sistemas automatizados son útiles para ayudar a los tomadores de decisiones a mapear el área de influencia de los derrames de petróleo y adoptar estrategias importantes

y contramedidas efectivas de gestión y conservación para accidentes de barcos en las zonas costeras.

El uso de estos modelos para la identificación de riesgos ha sido efectivo como lo demuestran Brkić y Praks (2021), cuyos resultados de la prueba estadística basada en intervalos de confianza permiten describir las principales causas de los accidentes de petróleo y gas en alta mar, siendo el fuego una de las principales causas de accidentes entre las 24 analizadas, cuya ocurrencia puede llevar a juicio de Bayazit y Kaptan (2023) procuran mejorar el alcance de la operación de respuesta, considerando que el nivel de contaminación marina mediante el enfoque Bow-tie, el cual es una manera esquemática de describir y evaluar la ruta de un riesgo, desde las causas iniciadoras hasta las consecuencias finales. Resulta una combinación de dos técnicas diferentes: un árbol de fallas analizando las causas de un evento (representado por el nudo de una corbata de lazo) y un árbol de eventos analizando las consecuencias y como resultado, los procedimientos que provocan emisiones de gases en embudo son los más riesgosos, por lo que los profesionales de la gestión ambiental y de seguridad en el transporte marítimo deberán tomar decisiones prácticas y estratégicas.

Los siguientes 6 artículos destacan Protocolos empleados basado en modelos matemáticos para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible (Tabla 2), cuyos principales hallazgos se describen a continuación:

Tabla 2

Protocolos empleados basado en modelos matemáticos para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible.

Titulo	Autores y Años	Revista	Protocolos
Marine oil spill control based on discrete mathematical model	Liu 2020	<i>Journal of Coastal Research</i>	Modelización matemática
A bi-objective mathematical model to determine risk-based inspection programs.	Javid 2021	<i>Process Safety and Environmental Protection</i>	Modelización matemática
A quantified risk analysis for oil spill during crude oil loading operation on tanker ship under improved Z-number based Bayesian Network approach	Sezet et al., 2023	<i>Marine Pollution Bulletin</i>	Estadístico
Integrated optimization of marine oil spill response and liquid oily waste management using mathematical programming and evolutionary metaheuristic techniques	Mohammadiun et al. 2024	<i>Journal of Hazardous Materials</i>	Modelización matemática

Tabla 2

Protocolos empleados basado en modelos matemáticos para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible (continuación)

Titulo	Autores y Años	Revista	Protocolos
Marine insurance claims analysis using the Weibull and log-normal models: Compensation for oil spill pollution due to tanker accidents	Ching y Yip 2022	<i>Maritime Research</i>	Transport Modelo Logarítmico
Modelling of discharges from Baltic Sea shipping.	Jalkanen et al 2021	<i>Ocean science,</i>	Modelización matemática

El primer protocolo considerado fue el analizado por Liu (2020) basado en un módulo de visualización dinámica en tiempo real basado en el algoritmo de partición triangular para realizar el control de derrames de petróleo, que muestran que el sistema podría monitorear eficazmente el derrame de petróleo en la superficie del mar, simular el proceso de movimiento del derrame de petróleo marino en condiciones ambientales complejas y tener una buena respuesta escalonada, para el control del mismo.

Por su parte Javid (2021) evaluó dos modelos uno multi objetivo y otro bi-objetivo, determinando de que, de estos dos algoritmos, el bi-objetivo fue más eficiente y se implementó para construir 7 índices (impacto operativo, eficiencia, fallas, flexibilidad operativa, costo de mantenimiento, impactos ambientales y de seguridad) en dos categorías: número y tipo de inspección que permite la identificación de riesgos de derrames petroleros de manera oportuna, minimizando el daño económico y ambiental.

Aunque Sezer et al., (2023) muestran que la probabilidad de ocurrencia de riesgo de derrame de petróleo en buques cisterna de crudo es de $2.90E-02$, por lo cual es muy poco probable que durante la operación de carga, es necesario desarrollar protocolos de identificación de los riesgos, con los que se espera que la tripulación de los buques, los inspectores de seguridad, los propietarios de buques y los gerentes de terminales en la toma de decisiones de gestión de riesgos, mejorando la seguridad operativa, tomando acciones de control y minimizando los derrames de petróleo.

En este sentido, Mohammadiun et al (2024) señalan que la implementación de la optimización multiobjetivo evolutiva conduce a una reducción considerable en el tiempo de respuesta en alrededor del 13,6 %; del costo en 1,4 % y del volumen de petróleo derramado en 9,2 %, por lo que el sistema multiagente desarrollado puede facilitar la toma de decisiones en tareas complejas de respuesta a derrames de petróleo marino para maximizar la eficiencia de la respuesta.

Mientras que Ching y Yip (2022) señalan que al comparar los modelos de Weibull y el modelo log-normal, los cuales permiten mediante el método de simulación Markov Chain Monte Carlo (MCMC), obtener las propiedades estadísticas de los derrames de petróleo en series temporales, encontraron que el log normal era el que mejor se ajustaba según las estadísticas R-cuadrado y los errores cuadráticos medios.

Jalkanen et al (2021) considera además de determinar los factores asociados a las probabilidades de petrolero, recopilar y utilizar datos disponibles sobre agua de sentina, aceite de bocina, agua de depurador, agua de lastre, pinturas anti incrustantes, desechos de alimentos, aguas negras y aguas grises para evaluar la entrada de diversos factores estresantes de los barcos al medio marino y que pueden aumentar los riesgos de accidentes.

Los próximos 6 artículos describen los protocolos empleados basado en inteligencia artificial para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible (Tabla 3), cuyos principales hallazgos se presentan a continuación:

Tabla 3

Protocolos empleados basado en inteligencia artificial para la identificación de riesgos durante la gestión de combustible

Título	Autores y Año	Revista	Protocolos
Intelligent computational techniques in marine oil spill management: A critical review	Mohammadiun, et al., 2021	Journal of Hazardous Materials	Inteligencia artificial
An optimized metamodel for predicting damage and oil outflow in tanker collision accidents.	Das et al. 2022,	<i>Journal of Engineering for the Maritime Environment,</i>	Metamodelo
Oil spill detection based on machine learning and deep learning: a review.	Huby et al., 2022	<i>5th International Conference on Engineering Technology and its Applications</i>	Machine learning
Optimization of daily operations in the marine industry using ant colony optimization (ACO)-An artificial intelligence (AI) approach	Sardar et al., 2023	<i>TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation</i>	Inteligencia artificial
Application of bayesian network in the maritime industry: omprehensive literature review	Animah 2024	<i>Ocean Engineering</i>	Redes neuronales
Ocean oil spill detection from SAR images based on multi-channel deep learning semantic segmentation	Hasimoto et a 20231.,	Marine Pollution Bulletin	Deep learning

A pesar de las potencialidades de la inteligencia artificial para la identificación de derrames petroleros Mohammadiun, et al., (2021), reportan que los hallazgos reportados en la literatura para: detección, caracterización y monitoreo de derrames; y gestión de derrames y optimización de la respuesta, muestran que se han identificado posibles lagunas en la aplicación de técnicas computacionales y se ha sugerido un marco holístico basado en un modelo computacional que sea más eficiente.

Sin embargo Das (2022) en su investigación muestra que los resultados evidencian la sólida capacidad del mismo para proporcionar estimaciones precisas y computacionalmente eficientes de la extensión de los daños y el volumen de salida de petróleo, dado que este modelo se puede utilizar en contextos de análisis de riesgos marítimos, particularmente en la preparación estratégica y la gestión de respuesta a la contaminación y que puede vincularse a la respuesta operativa DSS para estimaciones rápidas y razonablemente precisas del tamaño de los derrames.

Por su parte Huby et al., (2022) explican especialmente el uso de métodos de machine Learning (ML) y Deep Learning (DL) para abordar el problema a través de la presentación y el análisis usando estas herramientas para la detección de derrames de petróleo, destacando el uso potencial de estos métodos de inteligencia artificial, en este mismo orden de ideas Sardar et al., (2023) propusieron un algoritmo basado en la optimización de colonias de hormigas (ACO) para diseñar y validar un conjunto verificado de instrucciones para realizar cada tarea operativa diaria de manera estandarizada. Este enfoque basado en IA puede optimizar el camino para tareas complejas, proporcionar instrucciones claras y secuenciales, mejorar la eficiencia y reducir la probabilidad de error humano al minimizar las preferencias personales y las suposiciones falsas.

Mientras que Animah et al., (2024) evaluaron el uso de redes bayesiana (BN), cuyos hallazgos revelaron una tendencia creciente en la aplicación de BN en la industria marítima en diversas áreas de evaluación de riesgos, análisis de errores humanos, estimación de confiabilidad e investigación de accidentes, por su parte Hasimoto et al., (2023) muestran una mayor precisión de clasificación a nivel de píxeles cuando se utilizan 2 o 3 canales en M-DNN usando un método de Deep Learning, alcanzando una precisión del 98,56 %, lo que demuestra la efectividad del método basado en DNN para la clasificación de derrames de petróleo a diferentes escala.

Los últimos 6 artículos describen el impacto de los riesgos que ocurren durante la gestión de combustible y la importancia del cumplimiento de la normativa internacional para mitigar los mismos (Tabla 4), cuyos principales hallazgos se presentan a continuación

Tabla 4

Impacto de los riesgos que ocurren durante la gestión de combustible y la importancia del cumplimiento de la normativa internacional para mitigar los mismos

Titulo	Autores y Año	Revista	Impacto
An analysis of severity of oil spill caused by vessel accidents.	Cakir et al., 2021	<i>Transportation</i>	Ambiental
Consequence analyses of collision-damaged ships—damage stability, structural adequacy and oil spills	Kuznecovs et al., 2023	<i>Ships and Offshore Structures</i>	Económico
Oil spill damage: a collision scenario and financial liability estimations for the Northern Sea Route area	Bambulyak et al., 2020	<i>Ship technology research</i>	Económico
Estimating offshore exposure to oil spill impacts based on a statistical forecast model	Wang et al., 2020	<i>Marine pollution bulletin,</i>	Laboral
The impact of shipping accidents on marine environment in Albanian seas.	Sinanaj 2020	<i>Journal of Shipping and Ocean Engineering</i>	Ambiental
The impact of shipping 4.0 on controlling shipping accidents: A systematic literature review.	Sepehri et al. 2022,	<i>Ocean engineering</i>	Laboral

En primer lugar Cakir et al., (2021) evaluaron el uso de Árbol de decisión (DT) y redes bayesianas (BN) basadas en datos llamadas Tree Augmented Naive Bayes (TAN), encontrando que como resultado, que los factores que más contribuyeron a la gravedad del derrame de petróleo fueron el “tipo de accidente” y el “tipo de embarcación”, lo cual será una guía que ayudará a las autoridades y a los responsables de la formulación de políticas a predecir la gravedad de los derrames de petróleo y contribuirá al desarrollo de estrategias y contramedidas importantes para los accidentes de embarcaciones que provocan derrames de petróleo.

Por su parte Kuznecovs et al., (2023) al realizar un análisis de la resistencia e integridad estructural del buque averiado, simulaciones de deriva de derrames de petróleo y, una evaluación de las posibles consecuencias, suponen que la colisión se produjo en una ruta marítima con una alta densidad de tráfico marítimo, por lo que Bambulyak et al., (2020) afirman que la aplicación de un modelo de simulación para escenarios seleccionados de colisión de petroleros con una evaluación de los posibles tamaños de derrames de petróleo como resultado del tiempo de descarga, la profundidad de penetración, la energía y la fuerza aplicada, son necesarios para generar escenarios probables de derrames de petróleo causados por la colisión de petroleros, y las responsabilidades financieras por daños ambientales causados por el mismo.

En este orden de ideas Wang et al., (2020) proponen el uso de modelos estadísticos para generar un mapa de riesgo de derrames de petróleo, lo cual es una herramienta poderosa para identificar áreas de alto riesgo y desarrollar planes de contingencia, considerando que el alcance del impacto y el grado de daño varían entre las diferentes fuentes debido a las condiciones topográficas, hidrológicas y meteorológicas locales especiales, donde generalmente hay una alta intensidad de contaminación de fuente puntual y una amplia gama de fuentes lineales.

Este tipo de investigación ha sido desarrollada por Sinanaj (2020) para cuantificar los efectos de los accidentes marítimos en el medio marino en los mares de Albania, mediante el manejo de la literatura relacionada con los accidentes marítimos y el medio marino. A pesar de las consecuencias económicas y ambientales reportadas previamente Sepehri et al., (2022) señalan que los enfoques del transporte marítimo 4.0 abordan los riesgos críticos de accidentes y las brechas que aún existen, donde el uso de datos en la nube, Internet de las cosas y análisis de big data, desempeñan papeles cruciales en los desarrollos actuales de la industria 4.0, que ayudara a la identificación de riesgos y mitigación de las consecuencias económicas y ambientales producto de accidentes durante el transporte, carga y descarga de petróleo en ambientes marinos.

Los hallazgos reportados en las Tablas 1, 2,3, y 4 apuntan a 3 vertientes, en primer lugar que a pesar de que existen norman internacionales para regular las actividades de trasvase de combustible, algunas investigaciones reportan la ocurrencia de incidentes durante el proceso como incendios, explosiones fugas de combustibles, las cuales están asociados a perdidas económicas, daños ambientales y riesgos para la seguridad laboral, incluso en países con altos estándares de seguridad en operaciones marítimas como en la Unión europea y el sudeste asiático (Bambulyak, y Ehlers, 2020)

En segundo lugar la prevalencia de la ocurrencia de estos riesgos, no solo apuntan a consecuencias económicas, sino que el daño ambiental también es extremadamente grave (Bayazit y Kaptan,2023) el cual puede estar asociado a procesos de contaminación de aguas, cuyas implicaciones a su vez se relacionan con riesgos de salud pública para los habitantes de zonas costeras, lo que obliga a una mayor severidad en el cumplimiento de las normas durante el trasvase, asimismo existe el riesgo de accidentes laborales, por que los trabajadores están expuesto a acciones de alto riesgo (Galieriková et al., 2021)

Finalmente, un aspecto positivo que surge durante la investigación es que los protocolos que complementa las normas jurídicas y técnicas ya establecidas para el trasvase de combustible y que están basadas en modelos matemáticos y en el uso de aplicaciones de inteligencia artificial (Huang et al., 2023) han contribuido de manera positiva para la identificación temprana de los riesgos durante el trasvase de combustible, lo que permite tomar acciones que eviten la ocurrencia de los mismos y las afectaciones antes

mencionadas sobre trabajadores ecosistemas y la población aledaña a zonas marinas donde se efectúa el proceso de trasvase.

Conclusiones

- Se identificaron los riesgos que ocurren con mayor frecuencia durante la gestión de combustibles a nivel global, los cuales están relacionados a riesgos de colisiones, incendios, derrames, explosiones, los cuales siguen ocurriendo con una alta prevalencia a pesar de contar con normas internacionales estandarizadas para la gestión de combustibles, durante el proceso de carga y descarga.
- Los protocolos empleados para la identificación de riesgos durante la gestión de trasvase de combustible basados en modelos matemáticos muestran una alta eficiencia para la identificación oportuna de riesgos, durante el trasvase de combustible, lo que ayuda a tomar las medidas preventivas para evitar su ocurrencia y minimizar los daños económicos y ambientales
- La gestión de trasvase combustible basados en inteligencia artificial (IA) como: machine learning, deep learning y mejoran la eficiencia de los procedimientos para la identificación oportuna y cuantificación de los riesgos que pueden ocurrir potencialmente durante el trasvase de combustible, lo que ayuda a llevar a cabo las acciones de prevención para evitar que ocurran los mismos, así como su severidad.
- La evaluación del impacto de los riesgos que ocurren durante la gestión de combustible y la importancia del cumplimiento de la normativa internacional es clave para mitigar los mismos y su impacto negativo, el cual se ha asociado con afectaciones de índole económico, de seguridad laboral y ambiental, cuyos futuros estudios deben estar orientados además de la identificación de los riesgos a la cuantificación de los mismos, lo cual debe ser aplicado no solo para el trasvase de combustible, sino de otros líquidos y gases potencialmente peligrosos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias bibliográficas

Afenyo, M., Khan, F., & Ng, A. K. (2020). Assessing the risk of potential oil spills in the Arctic due to shipping. In *Maritime transport and regional sustainability* (pp. 179-193). Elsevier. available in: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819134-7.00011-3>

- Ahn, Y. J., Yu, Y. U., & Kim, J. K. (2021). Accident cause factor of fires and explosions in tankers using fault tree analysis. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(8), 844. available in: <https://doi.org/10.3390/jmse9080844>
- Animah, I. (2024). Application of bayesian network in the maritime industry: Comprehensive literature review. *Ocean Engineering*, 302, 117610. available in: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117610>
- Arici, S. S., Akyuz, E., & Arslan, O. (2020). Application of fuzzy bow-tie risk analysis to maritime transportation: The case of ship collision during the STS operation. *Ocean Engineering*, 217, 107960. available in: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107960>
- Aydin, M., Uğurlu, Ö., & Boran, M. (2022). Assessment of human error contribution to maritime pilot transfer operation under HFACS-PV and SLIM approach. *Ocean Engineering*, 266, 112830. available in: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112830>
- Akyuz, E., & Celik, E. (2015). A fuzzy DEMATEL method to evaluate critical operational hazards during gas freeing process in crude oil tankers. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 38, 243-253. available in: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.10.006>
- Bambulyak, A., & Ehlers, S. (2020). Oil spill damage: a collision scenario and financial liability estimations for the Northern Sea Route area. *Ship technology research*, 67(3), 148-164. available in: <https://doi.org/10.1080/09377255.2020.1786932>
- Bayazit, O., & Kaptan, M. (2023). Evaluation of the risk of pollution caused by ship operations through bow-tie-based fuzzy Bayesian network. *Journal of Cleaner Production*, 382, 135386. available in: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135386>
- Brkić, D., & Praks, P. (2021). Probability analysis and prevention of offshore oil and gas accidents: Fire as a cause and a consequence. *Fire*, 4(4), 71. available in: <https://doi.org/10.3390/fire4040071>
- Bayazit, O., & Kaptan, M. (2023). Evaluation of the risk of pollution caused by ship operations through bow-tie-based fuzzy Bayesian network. *Journal of Cleaner Production*, 382, 135386. available in: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135386>
- Cakir, E., Sevgili, C., & Fiskin, R. (2021). An analysis of severity of oil spill caused by vessel accidents. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 90, 102662. available in: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102662>

- Chai, T., Weng, J., & De-qi, X. (2017). Development of a quantitative risk assessment model for ship collisions in fairways. *Safety science*, 91, 71-83. available in: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.07.018>
- Ching, R. H. F., & Yip, T. L. (2022). Marine insurance claims analysis using the Weibull and log-normal models: Compensation for oil spill pollution due to tanker accidents. *Maritime Transport Research*, 3, 100056 available in: <https://doi.org/10.1016/j.martra.2022.100056>
- Das, T., Goerlandt, F., & Tabri, K. (2022). An optimized metamodel for predicting damage and oil outflow in tanker collision accidents. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, 236(2), 412-426. available in: <https://doi.org/10.1177/14750902211039659>
- Dos Santos, I. J. L., França, J. E., Santos, L. F. M., & Haddad, A. N. (2020). Allocation of performance shaping factors in the risk assessment of an offshore installation. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 64, 104085. available in: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104085>
- Fan, C., Wróbel, K., Montewka, J., Gil, M., Wan, C., & Zhang, D. (2020). A framework to identify factors influencing navigational risk for Maritime Autonomous Surface Ships. *Ocean Engineering*, 202, 107188. available in: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107188>
- Galieriková, A., Dávid, A., Materna, M., & Mako, P. (2021). Study of maritime accidents with hazardous substances involved: comparison of HNS and oil behaviours in marine environment. *Transportation research procedia*, 55, 1050-1064. available in: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.182>
- Gürgen, S., Yazır, D., & Konur, O. (2023). Fuzzy fault tree analysis for loss of ship steering ability. *Ocean Engineering*, 279, 114419. available in: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.114419>
- Hasimoto-Beltran, R., Canul-Ku, M., Méndez, G. M. D., Ocampo-Torres, F. J., & Esquivel-Trava, B. (2023). Ocean oil spill detection from SAR images based on multi-channel deep learning semantic segmentation. *Marine Pollution Bulletin*, 188, 114651. available in <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114651>
- He, J., Hao, Y., & Wang, X. (2021). An interpretable aid decision-making model for flag state control ship detention based on SMOTE and XGBoost. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(2), 156. available in: <https://doi.org/10.3390/jmse9020156>

- Huang, X., Wen, Y., Zhang, F., Han, H., Huang, Y., & Sui, Z. (2023). A review on risk assessment methods for maritime transport. *Ocean Engineering*, 279, 114577. available in <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.114577>
- Huby, A. A., Sagban, R., & Alubady, R. (2022, May). Oil spill detection based on machine learning and deep learning: a review. In *2022 5th International Conference on Engineering Technology and its Applications (IICETA)* (pp. 85-90). IEEE. available in: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9888651>
- Jalkanen, J. P., Johansson, L., Wilewska-Bien, M., Granhag, L., Ytreberg, E., Eriksson, K. M., ... & Moldanova, J. (2021). Modelling of discharges from Baltic Sea shipping. *Ocean science*, 17(3), 699-728. available in: <https://doi.org/10.5194/os-17-699-2021>
- Javid, Y. J. P. S (2021). A bi-objective mathematical model to determine risk-based inspection programs. *Process Safety and Environmental Protection*, 146, 893-904 available in: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.12.022>
- Jing, S. H. I., Yujun, T. I. A. N., & Lili, R. E. N. (2023). Frequency and causes of oil spill accidents from ships and storage tanks in Quanzhou, China. *Journal of Resources and Ecology*, 14(2), 391-398. available in: <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2023.02.017>
- Kamal, B., & Kutay, Ş. (2021). Assessment of causal mechanism of ship bunkering oil pollution. *Ocean & Coastal Management*, 215, 105939. available in: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105939>
- Kuznecovs, A., Ringsberg, J. W., Mallaya Ullal, A., Janardhana Bangera, P., & Johnson, E. (2023). Consequence analyses of collision-damaged ships—damage stability, structural adequacy and oil spills. *Ships and Offshore Structures*, 18(4), 567-581. available in <https://doi.org/10.1080/17445302.2022.2071014>
- Kuzu, A. C. (2023). Application of fuzzy DEMATEL approach in maritime transportation: A risk analysis of anchor loss. *Ocean Engineering*, 273, 113786. available in: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.113786>
- Liu, Y. (2020). Marine oil spill control based on discrete mathematical model. *Journal of Coastal Research*, 103(SI), 387-391. available in :<https://doi.org/10.2112/SI103-079.1>
- Mazaheri, A., Montewka, J., & Kujala, P. (2016). Towards an evidence-based probabilistic risk model for ship-grounding accidents. *Safety Science*, 86, 195-210. available in <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.03.002>

- Mohammadiun, S., Hu, G., Gharahbagh, A. A., Li, J., Hewage, K., & Sadiq, R. (2021). Intelligent computational techniques in marine oil spill management: A critical review. *Journal of Hazardous Materials*, 419, 126425. available in <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126425>
- Mohammadiun, S., Gharahbagh, A. A., Bakhtavar, E., Hu, G., Li, J., Hewage, K., & Sadiq, R. (2024). Integrated optimization of marine oil spill response and liquid oily waste management using mathematical programming and evolutionary metaheuristic techniques. *Journal of Hazardous Materials*, 463, 132838. available in <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132838>
- Qiao, W., Guo, H., Huang, E., Deng, W., Lian, C., & Chen, H. (2022). Human-Related Hazardous Events Assessment for Suffocation on Ships by Integrating Bayesian Network and Complex Network. *Applied Sciences*, 12(14), 6905. available in <http://dx.doi.org/10.3390/app12146905>
- Sardar, A., Anantharaman, M., Garaniya, V., & Khan, F. (2023). Optimization of daily operations in the marine industry using ant colony optimization (ACO)-An artificial intelligence (AI) approach. *TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 17(2), 289-295 available in <http://dx.doi.org/10.12716/1001.17.02.04>
- Sepehri, A., Vandchali, H. R., Siddiqui, A. W., & Montewka, J. (2022). The impact of shipping 4.0 on controlling shipping accidents: A systematic literature review. *Ocean engineering*, 243, 110162 available in <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.110162>
- Sezer, S. I., Elidolu, G., Akyuz, E., & Arslan, O. (2023). A quantified risk analysis for oil spill during crude oil loading operation on tanker ship under improved Z-number based Bayesian Network approach. *Marine Pollution Bulletin*, 197, 115796. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115796>
- Sinanaj, S. (2020). The impact of shipping accidents on marine environment in Albanian seas. *Journal of Shipping and Ocean Engineering*, 10(1), 9-23. available in <https://doi.org/10.17265/2159-5879%2F2020.01.005>
- Vidmar, P., & Perkovič, M. (2023). Update on risk criteria for crude oil tanker fleet. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(4), 695. available in <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4330172>
- Virdi, S. S., Lee, L. Y., Li, C., & Dev, A. K. (2021). Simulation of VOC emission during loading operations in a crude oil tanker. *International Journal of Maritime Engineering*, 163(A1), 1-16. available in <https://doi.org/10.5750/ijme.v163iA1.1>

- Wang, D., Guo, W., Kong, S., & Xu, T. (2020). Estimating offshore exposure to oil spill impacts based on a statistical forecast model. *Marine pollution bulletin*, 156, 111213. available in <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111213>
- Wang, J., Zhou, Y., Zhuang, L., Shi, L., & Zhang, S. (2022). Study on the critical factors and hot spots of crude oil tanker accidents. *Ocean & Coastal Management*, 217, 106010. available in DOI: [10.1016/j.ocecoaman.2021.106010](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.106010)
- Yu, Q., Teixeira, Â. P., Liu, K., Rong, H., & Soares, C. G. (2021). An integrated dynamic ship risk model based on Bayesian Networks and Evidential Reasoning. *Reliability Engineering & System Safety*, 216, 107993. available in <https://doi.org/10.1016/j.res.2021.107993>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.

