

Analysis to fuel management procedures in protected areas in the Galapagos Islands

Análisis a los procedimientos en el manejo de combustible en áreas protegidas en las Islas Galápagos

Autores:

Villacreses-Arteaga, Juan Carlos
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Egresado de la Maestría Prevención y Gestión de Riesgos
de la Facultad de Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo– Ecuador



jvillacreses7625@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-1387-6488>

Perero-Espinoza, Galo Arturo
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Docente Tutor
Portoviejo – Ecuador



galo.perero@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-6792-4142>

Citación/como citar este artículo: Villacreses-Arteaga, Juan Carlos y Perero-Espinoza, Galo Arturo. (2023). Análisis a los procedimientos en el manejo de combustible en áreas protegidas en las Islas Galápagos. MQRInvestigar, 7(3), 2735-2751.

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2735-2751>

Fechas de recepción: 10-JUL-2023 aceptación: 21-AGO-2023 publicación: 15-SEP-2023



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

El transporte vía marítima de combustible (gasolina y diésel) a las Islas Galápagos es constante y a su vez es un peligro latente porque las instalaciones portuarias se encuentran en estado de precariedad y no brindan la seguridad suficiente, la investigación aborda los aspectos relacionados con el manejo de derivados de combustible y las medidas de prevención, mitigación, gestión de riesgos y desastres provocados, bajo esta premisa, se expone el artículo, cuyo objetivo principal es analizar los procedimientos de manejo de derivados de petróleo en áreas protegidas de las islas Galápagos, específicamente en la Isla Baltra, la importancia radica en la fragilidad de los ecosistemas marino y terrestre del archipiélago, ya que, el archipiélago posee una gran diversidad biológica, alto grado de endemismo de especies y una variedad de ecosistemas y recursos genéticos únicos en el mundo por su mega diversidad, debido a la importancia ecológica que representa en el contexto mundial y por la necesidad del aprovechamiento de los recursos naturales en nuestra economía, se requiere la implementación de proyectos que promuevan la explotación sustentable de los mismos, para lo cual es necesario plantear alternativas de manejo amigables con el ambiente, la metodología utilizada se basó en un estudio documental, tanto de la historia de derrames, como de los procedimientos utilizados en el manejo de combustibles, se concluye, que los desastres ocurridos se dan, en su mayoría por falta de mecanismos efectivos de gestión de riesgos, antes, durante y después.

Palabras clave: combustible, ecosistemas vulnerables, Islas Galápagos, medidas de prevención, transporte marítimo.

Abstract

The transport by sea of fuel (gasoline and diesel) to the Galapagos Islands is constant and in turn is a latent danger because the port facilities are in a precarious state and do not provide sufficient security, this research addresses aspects related to the management of fuel derivatives and measures for prevention, mitigation, risk management and disasters, under this premise, this article is exposed, whose main objective is to analyze the management procedures of petroleum derivatives in protected areas of the Galapagos Islands, specifically on Baltra Island, the importance of this study lies in the fragility of the marine and terrestrial ecosystems of the archipelago, since the archipelago has a great biological diversity, a high degree of endemism of species and a variety of ecosystems and genetic resources unique in the world by diversity, due to the ecological importance, it represents in the global context and the need to take advantage of natural resources in our economy, the implementation of projects that promote their sustainable exploitation is required, for which it is necessary to propose environmentally friendly management alternatives, the methodology used was based on a documentary study, both history of spills, and of the procedures used in the handling of fuels, it is concluded that the disasters that occur, mostly due to lack of effective risk management mechanisms, before, during and after it.

Keywords: Fuel, Vulnerable ecosystems, Galapagos Islands, Prevention measures, Maritime transport.

Introducción

El estudio está orientado a analizar los procedimientos de manejo de derivados de combustible desde el Puerto Petrolero La libertad hacia los Puertos en áreas protegidas de las Islas Galápagos. La isla Santa Cruz, que está poblada por unas 15,700 personas y su proximidad a las otras islas pobladas probablemente favoreció su desarrollo productivo, comercio y transporte. San Cristóbal alberga a unos 7.200 habitantes y es la capital de la provincia insular, donde se concentran la mayoría de las dependencias gubernamentales. Isabela es la isla más grande del archipiélago y una de las más diversas.

Su población de 2.340 habitantes es relativamente pequeña, pero en los últimos años la población local se ha involucrado en el desarrollo del ecoturismo. Floreana fue la primera isla habitada de las Galápagos, pero conserva solo una pequeña población que no excede los 120 habitantes. El turismo, es la actividad económica más importante de la isla. Durante el año 2021 se registró un total de 136.336 visitantes que ingresaron a las Galápagos, de los cuales el 40% correspondió a extranjeros, y el 60% a nacionales (Moreno Naula, 2020). Comparando los datos con el año anterior, se observa un crecimiento del 88% de visitantes. Aparte del turismo, el ganado y la pesca son los componentes clave de la economía de las islas.

Se analizó esta zona de particular interés debido a su delicada interacción entre factores sociales y ambientales. Esta región muestra una notable vulnerabilidad frente a la eventualidad de derrames de petróleo, donde diversas variables socioambientales se combinan para crear un escenario propicio para la propagación rápida de los compuestos químicos liberados. Es crucial entender las complejas interacciones que ocurren en este contexto, considerando tanto las condiciones ambientales como los factores climáticos, para poder implementar medidas efectivas de prevención y respuesta ante posibles contingencias. En este sentido, el presente estudio busca proporcionar una visión integral y fundamentada sobre los riesgos asociados a los derrames de petróleo en esta área, con el propósito de promover una gestión responsable y sustentable de los recursos naturales y sociales involucrados.

El transporte vía marítima de combustible (gasolina y diésel) a las Islas Galápagos es constante y a su vez es un peligro latente porque las instalaciones portuarias son precarias y no brindan seguridad, por lo que puede ocurrir otro accidente como del "Buque Jessica" ocurrido en el año 2001, En diciembre de 2019 se hundió en la isla San Cristóbal una barcaza que contenía unos 600 galones de diésel, provocando un derrame no cuantificado que no afectó a ninguna especie, según el gobierno; y en el más reciente El barco "Albatros" contenía un estimado de "2 mil galones de diésel al momento del suceso" en la isla Santa Cruz, sino tomamos precauciones parte de sus especies morirán y se perderá gran afluencia de turistas

que para bien es el sustento de una parte de la población en las Islas Galápagos, además no existe una administración portuaria en Galápagos, que controle este tipo de transporte.

La cantidad de combustible que reciben las Islas Galápagos anualmente ha variado a lo largo del tiempo debido a regulaciones y políticas gubernamentales, así como a las necesidades cambiantes de la población y las actividades económicas en las islas. Hasta 2019, se estimaba que las Islas Galápagos recibían alrededor de 200,000 barriles de combustible al mes, lo que equivale a aproximadamente 2.4 millones de barriles al año. Esta cantidad puede variar y dependerá de factores como el crecimiento de la población, el turismo y la industria pesquera.

Hasta septiembre de 2021, la cantidad de combustible permitida para ser transportada a las Islas Galápagos estaba limitada a un promedio de aproximadamente 100,000 barriles de petróleo crudo al mes, según un acuerdo establecido entre el gobierno ecuatoriano y la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG). Es importante destacar que el Gobierno de Ecuador ha estado trabajando para reducir la dependencia de combustibles fósiles en las Islas Galápagos y promover el uso de energías renovables y sostenibles para preservar la rica biodiversidad del archipiélago (Jiménez-Jiménez, Valdez-López, & Duque-Mariño, 2020).

Las facilidades, los equipos, las infraestructuras y la capacitación técnica son de vital importancia para disminuir los riesgos al momento de realizar la actividad de transporte y distribución de combustible. En las Islas Galápagos las operaciones de descarga son riesgosas en los puertos: Puerto Seymour (Baltra), Puerto Baquerizo Moreno (San Cristóbal) y Puerto Villamil (Isabela) se transporta y se distribuye los derivados de combustible (gasolina y diésel), la infraestructura de descarga es precaria, existen Barcazas como medio de transporte interno que no cumplen las normas de seguridad; y se distribuyen de manera peligrosa.

Ante esta problemática, se plantea el siguiente cuestionamiento ¿Cómo contribuir en el proceso de mejora de riesgo y desastre en la distribución de combustible desde el puerto la Libertad en el continente hacia las áreas protegidas en las islas Galápagos?

Con ello, se espera elaborar un análisis de gestión de riesgo, prevención, regularización de buques con los debidos procedimientos que garantice un mayor nivel de comercialización y toma de decisiones en torno a la disminución de la incidencia de posibles derrames o accidentes. Se busca también reducir el al máximo el número de derrames.

Material y métodos

Área de estudio

A partir del año 2009 La isla Baltra fue incorporada al Parque Nacional Galápagos (PNG) mediante Decreto Ejecutivo 1784 del 15 de junio de 2009, consolidando así la responsabilidad de buscar una restauración integral ecológica de la Isla. Ese mismo Decreto la dividió en tres zonas: La Zona 1 de Conservación y Restauración de Ecosistemas administrada por la Dirección del PNG que ocupa el 73,9% de la superficie de la isla, es decir 1.874,15 hectáreas. Mientras que a la Zona 2 de Reducción de Impactos se le destinó el 28,49% (722,85 hectáreas), dentro de esta zona se establecieron subzonas: Subzona 1 de Uso Especial que también será administrada por la DPNG; Subzona 2 de Ocupación y Administración de las Fuerzas Armadas; y finalmente la Zona 3: de Infraestructura Aeroportuaria, administradas por las Fuerzas Armadas y Dirección General de la Aviación Civil, respectivamente. De igual manera el Decreto manifiesta que las vías que conecten los muelles con el aeropuerto serán de libre circulación del tránsito terrestre (Proceso de Relaciones Públicas, 2009). Ver ilustración 1.

El depósito de combustibles limpios EP_Petroecuador, se encuentra ubicado en el Archipiélago de las Galápagos, en el noroeste de la Isla Baltra o Seymour Sur que tiene una extensión de 27 km² y una altitud máxima de 100m (González, 2018).



Ilustración 1 Zonas de administración de la Isla Baltra

Adquisición de datos

Para la identificación y registro de los derrames de hidrocarburos suscitados, se recurrió a la búsqueda de información en fuentes documentales de internet, la información contenida dentro de la matriz de derrames fue fecha de ocurrencia, ubicación geográfica, causa, consecuencias, área y tipo de vegetación afectada, infraestructura petrolera asociada, volumen de hidrocarburo derramado, volumen de suelo afectado, descripción detallada del suceso, medidas de remediación y acciones correctivas para evitar futuros eventos.

Resultados

Derrames de hidrocarburos y sus derivados

Las operaciones Hidrocarburíferas de manera general, han sido calificadas de alto riesgo, desde el inicio de la explotación petrolera por su poder contaminante; siendo una de esas manifestaciones las emisiones de gases y vapores presentes en el proceso de almacenamiento y despacho de los denominados productos limpios, resultantes de la refinación del crudo de petróleo, que contaminan el ambiente, deterioran la calidad del aire y afectan la salud de los trabajadores, involucrados en dicho proceso, debido al largo tiempo de exposición a que están obligados, con una jornada laboral diaria de 12 a 14 horas.

El petróleo es una sustancia aceitosa mineral de color que varía entre ámbar y negro en la que coexisten en fase sólida líquida y gas compuestos constituidos por átomos de carbono e hidrógeno que se lo denomina hidrocarburo, y pequeñas proporciones de heterocompuestos con presencia de nitrógeno, azufre, oxígeno y algunos metales (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Los derrames de petróleo, por otra parte, provocan una seria afectación en el suelo, poniendo en riesgo la flora, fauna y microorganismos presentes; reduce su fertilidad y crecimiento de plantas para la sobrevivencia de animales. Además, representa un peligro latente para las personas que se radican dentro de su área de influencia ya que impacta sobre su salud, sistemas de producción y estilo de vida (Cavazos, Pérez, & Mauricio, 2014).

Según el portal CETMAR (s.f.), el hidrocarburo vertido sobre la superficie de la mar se extenderá inmediatamente. A causa de sus propiedades físicas y químicas, así como las condiciones externas. Se extenderá de manera impredecible resultando un vertido no homogéneo consistente en manchas espesas y grumos entremezclados con finas capas oleosas.

La figura o forma final estará condicionada por el viento, las olas y las corrientes. Se va extendiendo en una superficie cada vez mayor hasta llegar a formar una capa muy extensa, con espesores de sólo décimas de micrómetro. De esta forma se ha comprobado que 1 m³ de petróleo puede llegar a formar, en hora y media, una mancha de 100 m de diámetro y 0,1 mm de espesor (Paulville, 2023)

Procesos de envejecimiento

Un derrame de hidrocarburos en el mar se verá afectado por un número de procesos de envejecimiento. Al incrementarse el área del vertido aumenta también la tasa de evaporación, pero la velocidad y extensión de la evaporación varían considerablemente dependiendo de la composición del hidrocarburo (Sosteniblepedia, 2019). Los de poca densidad, como la gasolina o el fuel-oil ligero, se evaporan con gran rapidez (entre una y dos terceras partes en unas pocas horas), mientras que los hidrocarburos pesados se disipan más lentamente. La evaporación se ve también afectada por la velocidad del viento y la temperatura; cuanto más altas sean ambas, más rápida será la evaporación, el petróleo evaporado es descompuesto por fotooxidación en la atmósfera (CETMAR, s.f.).

La contaminación marina por petróleo puede originarse a través de:

- Desde operaciones de carga y descarga de hidrocarburos de petróleo
- Operaciones de alije de combustible entre buques
- Accidentes de buques tanques
- Accidentes de otros buques
- Operaciones de descarga de lavado de tanques, achiques de sentinas.
- Daños de los oleoductos submarinos y terrestres.
- Emanaciones naturales. (Viteri & Saltos, 2019)

1.1. Efectos de la contaminación por hidrocarburos de petróleo en el ecosistema marino insular.

- Produce un efecto negativo a la vista humana
- Perjudica el intercambio de gases del sistema de agua/aire, es decir dificulta la oxigenación de las aguas.
- Impide el proceso de la fotosíntesis.
- Los efectos biológicos del petróleo en la vida marina, se debe a la propia naturaleza física del crudo
- Arrasa con las especies fijas como moluscos crustáceos y marisco costero.
- La contaminación por hidrocarburos puede producir graves daños al sistema de manglares de un estuario.

- Sofocación a animales y planta que entra en el contacto con una superficie contaminada.
- Efectos adversos de los componentes del petróleo sobre la biota marina van desde efectos letales, directos o alteraciones del comportamiento, metabolismo y reproducción, lo que repercute negativamente sobre la supervivencia del fitoplancton y de la flora bentónica y puede conducir a la desaparición.
- Riesgo a la salud humana por posible intoxicación y efectos cancerígenos por la ingestión de alimentos marinos contaminados.
- Obstaculiza la actividad marítima por contaminación de playas (Viteri & Saltos, 2019).

Riesgo de derrames en la región insular

Los siguientes son los riesgos existentes de derrame observados para las Islas Galápagos. Están categorizados siguiendo un orden general de magnitud aproximado que evalúa la probabilidad de ocurrencia y la consecuencia de los eventos. Los riesgos específicos de derrame están evaluados en los reportes individuales de Puerto.

- Abastecimiento de diésel y gasolina a través del buque tanque Isla Puna a los puertos de las Islas Galápagos cada 15 - 20 días.

El buque representa, por volumen, el medio de transporte más grande de productos petrolíferos a granel a los puertos de las Islas de Baltra. La construcción del buque cisterna a motor es de doble casco con propulsión de hélice simple. Las transferencias a granel se conducen a través de aligeramiento y transferencia por camiones cisterna a pie de muelle en la Terminal de Petrocomercial en Baltra. Una operación adicional de aligeramiento es realizada para la transferencia de gasolina entre la Terminal de Baltra y el almacenamiento de petróleo a granel en la Isla Santa Cruz. Esto incluye el almacenamiento de diésel a granel, gasolina y combustible de aviación en las estaciones de generación eléctrica, estaciones de combustible de vehículos, carga de combustible de aeronaves y parques de reserva de combustible de embarcaciones de la Isla.

Derrames potenciales de combustible de numerosas embarcaciones de pasajeros que navegan las aguas remotas de las Islas tanto de ir de un sitio a otro como por la transferencia de combustible de los tanques de almacenamiento de combustible a "tanques del día" de las embarcaciones. Esto incluye asimismo el reabastecimiento de combustible de las grandes embarcaciones en el Terminal de Baltra (Viteri & Saltos, 2019).

1.2. Medidas preventivas en la región insular

Se entiende por prevención toda clase de medida que sirva para minimizar daños a los ecosistemas marinos y costeros insular, además esta prevención se la realiza a través de la

aplicación de regulaciones y normas encaminadas a proteger y preservar el medio ambiente, siendo la Autoridad Marítima el Organismo Rector y competente de emitir dichas disposiciones como son leyes, resoluciones, directivas, circulares, etc., para que sean aplicadas dentro del marco de su jurisdicción y competencia.

Desarrollo e implementación de procedimientos formalizados y regulaciones que incluyen:

- Restricciones de Clima y durante el día para el tránsito de tanqueros y su ingreso a puertos.
- Restricciones de clima, durante el día y de marea para operaciones de aligeramiento de combustible.
- La utilización de un mínimo de dos embarcaciones (100% de redundancia) en el manejo de barcasas de aligeramiento.

2. Derrames ocurridos hasta la actualidad

Entre 2015 y 2021 se registraron cerca de 900 derrames de petróleo en Ecuador. Algunos ni llegaron a ser noticia. Las roturas de tuberías abundan en la historia del privado Oleoducto de Crudos Pesados (OCP), que comenzó a operar en 2003, y del estatal Sistema de Oleoductos Transecuatorianos (SOTE), inaugurado en 1972. Ambos atraviesan una zona sísmica, con frecuentes deslizamientos de tierra (Rojas, 2022).

DERRAMES DE PETRÓLEO-ECUADOR				
Fecha de ocurrencia	Ubicación geográfica	Área afectada	ROTURA	CAUSA
28-01-2022	Sector del río Piedra Fina, en la zona de San Luis	Área protegida Parque Nacional Cayambe-Coca	Oleoducto OCP	Proceso de erosión regresiva natural.
07-04-2020	sector de San Rafael, en el límite entre las provincias de Napo y Sucumbíos	Amazonía ecuatoriana	Ruptura de tuberías de OCP y SOTE	Erosión en el cauce del Río Coca
02-07-2014	Vía Lago Agrio-Tarapoa	Río Parahuaico	Tubería Sucumbíos-Lago Agrio, operada por Petroamazonas.	Lluvias y deslizamientos de tierra
31-05-2013	Volcán Reventador, provincia de Sucumbíos	Río Coca y río Napo	OCP	Alud y movimientos tectónicos

08-04-2013	Estero Wincheles	Zona agrícola y ganadera de la costa esmeraldeña	Rotura en las tuberías de OCP	Deslizamiento de tierra
25-02-2009	Poblaciones el Chaco y Reventador	Varios ríos de las provincias de Sucumbíos y Napo	oleoducto OCP	Fuga en el oleoducto OCP

Fuente: (Rojas, 2022)

DERRAMES DE PETRÓLEO-GALÁPAGOS				
Fecha de ocurrencia	Ubicación geográfica	Área afectada	CANTIDAD	CAUSA
22-12-2019	Isla San Cristóbal	Ecosistema marino de las Galápagos	600 galones de combustible	Hundimiento de la gabarra Orca
23-04-2022	Isla Santa Cruz	Zona costera de la isla Santa Cruz	Vertido de diésel	Naufragio de la embarcación Albatros
02-07-2014	Vía Lago Agrio-Tarapoa	Río Parahuaico	2000 galones de diésel.	Lluvias y deslizamientos de tierra
23-01-2001	Islas Lobos y Santa Fe	Ecosistema marino de las Galápagos	900.000 litros de fuel oil y diésel.	Rotura en la sala de máquinas del buque Jessica

Fuente: (BBC Mundo, 2023)

Tras la revisión de la bibliografía y los procesos efectuados, se deja en consideración la implementación de lineamientos para mejorar los métodos de manejo de combustibles, incluyendo la implementación de protocolos de reporte para todos los derrames independientemente de su tamaño, la exigencia de requerimientos para embarcaciones de pasajeros para llevar a bordo equipo apropiado para el manejo de derrames en la cubierta, con el objetivo de prevenir derrames potenciales del ingreso de agua. También se propone el requerimiento para camiones cisterna de transporte de petróleo a granel de llevar un juego de respuesta inicial de derrame (Bauzá Sosa, 2018).

Además, se insta a que todos los directores de embarcaciones de pasajeros y naturalistas asistan a un curso básico sobre derrames, procedimientos de reporte, actividades de prevención, estimación de volúmenes de derrame, y operaciones y tácticas básicas de respuesta en caso de derrames, pudiendo incluir capacitación permanente y de seguimiento en temas más avanzados. Otra medida planteada es la obligación para todas las instalaciones

que manejan productos petrolíferos de mantener reservas de equipo de respuesta en caso de derrames de nivel 1.

Asimismo, se sugiere establecer cuatro centros de respuesta de nivel 2 en el Terminal de Petrocomercial en Baltra (Isla Baltra), y contratar los servicios de un proveedor de respuesta en caso de derrames de nivel 3. Se decreta la necesidad de equipamiento adicional para todos los tanqueros proveedores de petróleo a granel, incluyendo la construcción de doble casco y doble propulsión, y se propone la colocación de un carrete de barreras contenedoras en la cubierta de embarcaciones como el Buque Isla Puna, lo que permitirá contener anticipadamente operaciones de transferencia y estará disponible en caso de cualquier derrame. Es fundamental mantener una base de datos de todas las embarcaciones operando en las Islas Galápagos, incluyendo información sobre sus características y capacidades, para su uso en caso de emergencias, siendo esto mejor gestionado por la Armada del Ecuador.

Se plantea la necesidad de una selección y priorización de áreas sensitivas, y el desarrollo de mapeo de segmentos de la costa, en colaboración con el Centro Charles Darwin y su información biológica recolectada, lo que resultará de gran valor durante operaciones de respuesta en caso de derrames. Para mejorar las operaciones de respuesta, se sugiere desarrollar ejemplos de trayectorias de derrames de petróleo y la implementación de sensores adicionales de viento y corriente en fases. Es importante implementar un programa de simulacro y práctica para familiarizar a las partes relacionadas, practicar la preparación del centro de comando y los planes de contingencia bajo condiciones fuera de crisis.

Para las operaciones de transferencia de combustible, se propone utilizar dos embarcaciones para mover la barcaza de traspaso cuando esté llena y ubicar equipo de respuesta en la Isla Santa Cruz. A largo plazo, se recomienda lograr la transferencia de diésel y gasolina desde el Terminal de Baltra a Santa Cruz por tubería. También se sugiere utilizar "Bolsas de Desfogue" con capacidad de al menos 10 galones al abastecer de combustible a las embarcaciones de pasajeros más grandes, lo que brindará contención en caso de sobreabastecimiento del tanque de combustible durante la operación de reabastecimiento. En conjunto, estas medidas pretenden fortalecer la protección del ecosistema frágil de las Islas Galápagos y mejorar la preparación y respuesta ante posibles derrames de petróleo.

La discusión sobre las medidas propuestas para mejorar la gestión de combustibles y prevenir derrames de petróleo en las Islas Galápagos abarca una intersección crucial entre la conservación del medio ambiente, la gestión de riesgos y la aplicación de enfoques científicos en la toma de decisiones. Estas propuestas son un ejemplo elocuente de cómo la ciencia puede informar y respaldar la formulación de políticas y acciones concretas para preservar ecosistemas únicos y vulnerables.

DISCUSIÓN

La introducción de protocolos de reporte para todos los derrames, independientemente de su tamaño, es un paso fundamental hacia la recopilación de datos más precisos sobre incidentes de contaminación. Esto permitiría a los científicos y a los responsables de la gestión ambiental comprender mejor la frecuencia, la magnitud y la distribución geográfica de los derrames, lo que a su vez podría proporcionar información crucial para identificar áreas y situaciones de mayor riesgo. Además, esta recopilación de datos puede servir como línea de base para evaluar el impacto de los derrames en el ecosistema a lo largo del tiempo (Avilés Quispe & Castro Manuel, 2022).

La capacitación obligatoria para los directores de embarcaciones y naturalistas no solo tiene beneficios prácticos en términos de respuesta a derrames, sino que también aborda un desafío común en la conservación: la conciencia pública (Oblitas & Renzo, 2019). Al capacitar a aquellos que interactúan directamente con el entorno, se puede cultivar un sentido de responsabilidad y comprensión del valor de la biodiversidad de las Islas Galápagos. Esta comprensión puede llevar a una mayor cooperación en la implementación de prácticas de prevención y al aumento de la vigilancia ambiental, lo que sería crucial para evitar derrames y detectarlos en etapas tempranas.

La creación de centros de respuesta y la colaboración con un proveedor especializado para derrames de nivel 3 evidencian la importancia de la preparación. Estos centros, respaldados por tecnologías y personal capacitado, pueden ser esenciales para una respuesta rápida y eficiente (Atalaya Tacilla, Sampertegui Salazar, & Bernal Mondragón, 2018). Los científicos, en este contexto, pueden desempeñar un papel crucial al asesorar sobre las técnicas de limpieza que minimizan el daño a la biodiversidad y al medio ambiente en general.

La mejora de la infraestructura de transporte de combustibles a través de la implementación de equipos de doble casco y propulsión muestra una respuesta proactiva basada en la tecnología para mitigar el riesgo de derrames. Aquí, la ciencia de la ingeniería y la investigación de materiales pueden influir directamente en la seguridad de la manipulación de petróleo (Cevallos Moreno, 2022). La propuesta de usar "Bolsas de Desfogue" en operaciones de reabastecimiento también destaca cómo la innovación tecnológica puede estar alineada con la conservación ambiental.

En términos de colaboración con instituciones científicas, como el Centro Charles Darwin, la propuesta de mapear áreas sensibles resalta cómo la ciencia puede influir en la identificación precisa de las áreas más vulnerables a los derrames. La colaboración entre científicos y responsables de la toma de decisiones es crucial para asegurar que los datos biológicos y ecológicos se traduzcan en acciones tangibles y medidas de protección efectivas.

Las medidas propuestas presentan un enfoque holístico para la gestión de riesgos ambientales en las Islas Galápagos, integrando principios científicos con estrategias de prevención y respuesta. Estas propuestas no solo demuestran cómo la ciencia puede informar las políticas y prácticas ambientales, sino que también ilustran la importancia de la colaboración entre científicos, gestores y comunidades locales para lograr la preservación sostenible de ecosistemas valiosos (Tamayo Castaño & Moya Aponte, 2017).

Conclusión

A través de la revisión de la bibliografía y procesos efectuados, se ha propuesto un conjunto integral de estrategias que abarcan desde la implementación de protocolos de reporte y equipos de manejo de derrames hasta la capacitación obligatoria para personal relacionado y la adopción de tecnologías avanzadas.

Las propuestas incluyen:

1. **Mejora en los Métodos de Manejo de Combustibles:** existe la necesidad de establecer lineamientos para la gestión de combustibles, con enfoque en la prevención de derrames. Estas medidas se centran en aspectos como la implementación de protocolos de reporte, la exigencia de equipamiento adecuado en embarcaciones, y la obligación de camiones cisterna de llevar kits de respuesta inicial.
2. **Capacitación y Concientización:** Se recomienda la capacitación obligatoria para directores de embarcaciones y naturalistas, a fin de equiparlos con los conocimientos necesarios para responder efectivamente a derrames. Esto abarca desde la prevención y estimación de volúmenes de derrame hasta tácticas de respuesta.
3. **Infraestructura y Equipamiento de Respuesta:** Se sugiere la creación de centros de respuesta de diferentes niveles, junto con la contratación de servicios de proveedores de respuesta en caso de derrames severos. Además, se proponen mejoras en la infraestructura de los tanqueros y la colocación de barreras contenedoras en las embarcaciones.
4. **Recopilación y Uso de Información:** Se destaca la importancia de mantener una base de datos actualizada de todas las embarcaciones operando en las Islas Galápagos. También se propone la colaboración con instituciones científicas para desarrollar mapeos y trayectorias de derrames, utilizando datos biológicos recolectados.
5. **Preparación y Simulacros:** Para garantizar una respuesta efectiva, se insta a la implementación de programas de simulacros y prácticas que involucren a todas las partes relacionadas. Esto ayudará a familiarizarse con los planes de contingencia y operar el centro de comando en situaciones de crisis.

6. **Eficiencia en las Operaciones de Transferencia de Combustible:** se propone medidas específicas para la transferencia de combustible, como el uso de embarcaciones adicionales y la ubicación estratégica de equipos de respuesta. También se plantea una transición a largo plazo hacia la transferencia por tubería.

En conjunto, estas medidas buscan reforzar la protección del ecosistema frágil de las Islas Galápagos y mejorar la preparación y respuesta ante posibles derrames de petróleo. El texto enfatiza la importancia de un enfoque integral y colaborativo para salvaguardar este entorno único y valioso.

Referencias bibliográficas

- Atalaya Tacilla, M. E., Sampertegui Salazar, Y., & Bernal Mondragón, G. E. (2018). *Conocimiento, Actitud y Práctica Del Personal de Enfermería en Medidas de Bioseguridad en Sala de Operaciones del Hospital Docente Belén-Lambayeque-2016*.
- Avilés Quispe, L. M., & Castro Manuel, H. G. (2022). *Análisis de la eficacia en las funciones de fiscalización ambiental del OEFA para prevenir derrames de petróleo: caso REPSOL 2022*.
- Bauzá Sosa, X. (2018). *Estudio y aplicación del plan de gestión de la eficiencia energética del buque (SEEMP) en un buque tipo (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya)*.
- BBC Mundo. (24 de Enero de 2023). *Se agrava desastre en las Galápagos*. Obtenido de <https://www.bbc.co.uk/spanish/news/news010124galapagos.shtml>
- Cavazos, J., Pérez, B., & Mauricio, A. (2014). Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de Acatzingo, Puebla, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo, XI(4)*, 539-550.
- CETMAR. (s.f.). *Comportamiento*. Obtenido de Cetmar Web site: <https://cetmar.org/documentacion/comportamiento.htm>
- Cevallos Moreno, F. R. (2022). *Sistema de Gestión de Grupos de Interés*.
- González, R. (2018). *Estudio de impacto ambiental Expost y propuesta de plan de manejo ambiental para la Base Aérea BAGAL en la Isla Baltra-Galápagos*. Universidad de las Fuerzas Armadas. Tesis de pregrado.
- Jiménez-Jiménez, W. J., Valdez-López, L. L., & Duque-Mariño, M. M. (2020). *Fuentes alternativas para la producción de biocombustibles*. Polo del Conocimiento, 5(10), 200-214.
- Moreno Naula, S. H. (2020). *Diseño de un producto turístico comunitario sostenible para la Isla Floreana, provincia de Galápagos (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2020)*.
- Oblitas, R., & Renzo, R. (2019). *Propuesta de criterios para un acuerdo Perú-Ecuador, de plan de contingencias conjunto de respuesta ante derrames de hidrocarburos en el mar*.

Paulville. (25 de Junio de 2023). *Evolución y comportamiento de las manchas de petróleo.*

Obtenido de <http://derramesanvicente.blogspot.com/2007/06/evolucin-y-comportamiento-de-las.html>

Rojas, E. (31 de Enero de 2022). *Derrames de petróleo en Ecuador: un mal crónico.*

Obtenido de Made for minds web site: <https://www.dw.com/es/derrames-de-petr%C3%B3leo-en-ecuador-un-mal-cr%C3%B3nico/g-60615653>

Servicio Geológico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). *Características del petróleo.*

Obtenido de Gobierno de México:

https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Caracteristicas-del-petroleo.html

Sosteniblepedia. (17 de Diciembre de 2019). *Vertidos de hidrocarburos.* Obtenido de

https://www.sosteniblepedia.org/index.php/Vertidos_de_hidrocarburos

Tamayo Castaño, C., & Moya Aponte, A. M. (2017). *Diseño de una metodología para realizar la transición del sistema de gestión de calidad con la NTC ISO 9001: 2015 y propuesta de integración con el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional NTC OH.*

Viteri, J., & Saltos, H. (2019). *Prevención y control de la contaminación del medio ambiente marino.* Universidad Técnica Particular de Loja.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior, tesis, proyecto, etc.