

Artículo Científico

Efecto por la contaminación de hidrocarburos en la salud ocupacional de los trabajadores de la camaronera Sabanetacorp S.A

The Impact of Oil Pollution on the Occupational Health of Workers at the Sabanetacorp S.A. Shrimp Farm



Rodríguez-Cedeño, Frank Saúl ¹



<https://orcid.org/0009-0004-7949-074X>



rodriguez-cedeno8281@unesum.edu.ec



Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador,
Jipijapa.



Mieles-Giler, Jorge Washington ²



<https://orcid.org/0009-0003-4739-8968>



jorge.mieles@unesum.edu.ec



Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador,
Jipijapa.

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n3/230>

Resumen: La salud ocupacional en entornos industriales constituye un desafío prioritario para la gestión de riesgos. El estudio evaluó los efectos de la exposición a hidrocarburos en la salud de los trabajadores operativos del área de mantenimiento y bombeo de la camaronera Sabanetacorp S.A. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal y de campo. Se trabajó con la totalidad de la población, constituida por 39 operarios, a quienes se aplicó un cuestionario estructurado (Alfa de Cronbach 0.84) diseñado para el autorreporte de sintomatología clínica; asimismo, se realizó una evaluación técnica objetiva utilizando la Matriz GTC 45. Los resultados obtenidos mediante el procesamiento de dicho instrumento evidencian que la exposición crónica a diésel y gasolina incide en la salud del 65% del personal evaluado, manifestándose principalmente en afecciones dermatológicas y respiratorias. Asimismo, se identificaron niveles críticos de ruido industrial y riesgos ergonómicos derivados de posturas forzadas. Se concluye que el contacto con hidrocarburos impacta negativamente en el bienestar del trabajador, lo que exige la implementación de protocolos técnicos de seguridad y una mejora continua en la gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Palabras clave: Salud ocupacional, hidrocarburos, industria camaronera, riesgos laborales, prevención.



Check for
updates

Received: 20/May/2026

Accepted: 15/Jun/2026

Published: 14/Jul/2026

Cita: Rodríguez-Cedeño, F. S., & Mieles-Giler, J. W. (2026). Efecto por la contaminación de hidrocarburos en la salud ocupacional de los trabajadores de la camaronera Sabanetacorp S.A. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 4(3), 99-

116. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n3/230>

Revista Científica Ciencia y Método (RCyM)

<https://revistacym.com>

revistacym@editorialgrupo-aea.com

info@editorialgrupo-aea.com

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

Occupational health in industrial settings is a priority challenge for risk management. This study evaluated the effects of hydrocarbon exposure on the health of operational workers in the maintenance and pumping area of the Sabanetacorp S.A. shrimp farm. The methodology employed was quantitative, descriptive, and non-experimental, with a cross-sectional field design. The entire population of 39 operators was included in the study. A structured questionnaire (Cronbach's alpha 0.84) designed for self-reporting of clinical symptoms was administered, and an objective technical evaluation was conducted using the GTC 45 Matrix. The results obtained from processing this instrument show that chronic exposure to diesel and gasoline affects the health of 65% of the evaluated personnel, manifesting primarily as dermatological and respiratory conditions. Critical levels of industrial noise and ergonomic risks resulting from awkward postures were also identified. It is concluded that contact with hydrocarbons negatively impacts the well-being of the worker, which requires the implementation of technical safety protocols and continuous improvement in occupational safety and health management.

Keywords: Occupational health, hydrocarbons, shrimp farming industry, workplace hazards, prevention.

1. Introducción

La industria camaronera ecuatoriana alcanzó un posicionamiento estratégico en el comercio internacional, consolidándose como uno de los principales motores de la economía nacional. Este crecimiento sostenido implicó la expansión de infraestructura productiva, el uso permanente de sistemas de bombeo, aireación y generación eléctrica, así como la operación continua de maquinaria que funciona con combustibles derivados de hidrocarburos. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022) y Flores et al. (2023), el dinamismo del sector acuícola incrementó la demanda energética en zonas costeras, donde la utilización de diésel, gasolina y lubricantes formó parte habitual de los procesos técnicos y operativos.

Esta expansión no ha estado exenta de desafíos estructurales, especialmente en periodos de volatilidad financiera. Según Álvarez y Franco (2023), el índice de financiamiento de las exportaciones camaroneras ha debido adaptarse a crisis externas, lo que a menudo prioriza la inversión en capital operativo sobre la modernización de sistemas de seguridad. No obstante, el sector ha demostrado una resiliencia notable; Jurado et al. (2025) señalan que la incorporación de tecnologías emergentes en los procesos productivos ecuatorianos ha contribuido a mejorar la eficiencia operativa, fortalecer la competitividad y facilitar la adaptación de las industrias a las exigencias de los mercados internacionales. Este dinamismo ha

consolidado la competitividad del producto en la Unión Europea, impulsado por una mejora en los estándares de calidad y por las crecientes exigencias de los mercados agroalimentarios internacionales, factores que incrementan la carga operativa y la dependencia de hidrocarburos para mantener ciclos de cultivo intensivos (López-López et al., 2023; Reig, 2023).

Desde la perspectiva de la toxicología ocupacional, la problemática se centra en la naturaleza lipofílica de los hidrocarburos (benceno, xileno y HAPs), los cuales atraviesan las membranas celulares y se acumulan en tejidos grasos, desencadenando procesos de genotoxicidad y estrés oxidativo (Dell'Anno et al., 2020; Pogo, 2023). La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024) advierte que la exposición prolongada a contaminantes atmosféricos se asocia con efectos adversos para la salud, especialmente enfermedades respiratorias y otros trastornos crónicos, mientras que la Organización Internacional del Trabajo (2021) señala que la presencia de agentes químicos es un factor determinante en la aparición de enfermedades profesionales. Rojas (2015) señala que las operaciones continuas en estaciones de bombeo incrementan la exposición a riesgos laborales asociados a la manipulación de combustibles y equipos industriales.

En este contexto, tenemos una literatura insuficiente sobre el impacto de la exposición a hidrocarburos en los empleados de Sabanetacorp S.A. ¿Cómo afectan la incidencia de enfermedades entre el personal operativo? Hay un lado preventivo en el estudio que pretende cambiar el paradigma reactivo de la seguridad industrial. El objetivo principal es estudiar los efectos de la exposición y cómo identificar los riesgos asociados y las directrices técnicas para salvaguardar al personal y mejorar la gestión de la seguridad y salud ocupacional (Yepez-Soriano & Quilumba-Tumbaco, 2026).

El desarrollo de la industria camaronera en Ecuador fue uno de los procesos más representativos del desarrollo de la acuicultura en América Latina. Se originó en El Oro en la década de 1950 (The Inca Trail, 2021). En la década de 1980, casi 75,000 hectáreas estaban cubiertas, pero el brote del virus de la Mancha Blanca en 1999 causó una crisis que redujo la producción. El resurgimiento y la consolidación de la industria se reflejan en el crecimiento de las exportaciones y ahora es uno de los principales generadores de divisas del país (FAO, 2022; Reuters, 2026).

La salud ocupacional se trata de mantener el bienestar físico, mental y social. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024) afirma que debe considerarse desde una perspectiva holística, incluyendo los efectos psicológicos y los agentes químicos. El uso constante de hidrocarburos en motores de combustión interna en la acuicultura crea riesgos importantes que deben ser monitoreados tempranamente. Zhao (2019) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2021) sugieren que la identificación temprana de peligros químicos reduce la incidencia de enfermedades ocupacionales y hace que los lugares de trabajo sean más seguros.

Asimismo, la gestión de la seguridad industrial busca mitigar accidentes derivados de la interacción hombre-maquinaria. Plúas (2020) sostiene que la ausencia de controles

técnicos en el almacenamiento de combustibles eleva la vulnerabilidad ante eventos catastróficos. Bajo esta premisa, la prevención de riesgos debe entenderse como una integración de las ciencias biomédicas y técnicas para la identificación de agentes tóxicos. Para mitigar estos impactos, es imperativo aplicar una estructura técnica de prevención. La siguiente tabla detalla las medidas recomendadas:

Tabla 1
Jerarquía de Controles para la Prevención de Riesgos por Hidrocarburos

Nivel de Control	Medida Aplicada al Riesgo	Resultado Esperado
Eliminación	Sustitución de motores de combustión por energía solar o eléctrica.	Eliminación total del riesgo químico y de ruido.
Ingeniería	Automatización del llenado de tanques y ventilación en bodegas.	Reducción del contacto directo con el combustible.
Administrativo	Rotación de turnos y capacitación certificada en sustancias peligrosas.	Disminución del tiempo de exposición y mejor respuesta.
Protección Personal	Respiradores con filtros para vapores orgánicos y guantes de nitrilo.	Barrera final de defensa ante fallos anteriores.

Nota: (Autores, 2026).

En cuanto a los riesgos físicos, el ruido industrial de la tecnología de bombeo y aireación es el más evidente. León-García et al. (2022) explican que la exposición prolongada a altos decibelios conduce a la pérdida auditiva neurosensorial y a cambios asociados con el estrés crónico. Por otro lado, los aspectos biológicos del entorno representan amenazas de microorganismos en los sedimentos. Castillo-Márquez et al. (2023) añaden que la manipulación manual de cargas pesadas y las posturas forzadas llevan a trastornos musculoesqueléticos que afectan la productividad a largo plazo.

En Ecuador, el cumplimiento de la resolución CD 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) es una estrategia crítica para la vigilancia epidemiológica. La Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA, 2025) señala que los derrames de petróleo representan una amenaza para la salud humana y el ambiente, debido a la exposición a sustancias contaminantes derivadas de los hidrocarburos, lo que evidencia la necesidad de fortalecer las medidas de prevención y control en actividades relacionadas con estos compuestos. Además, fenómenos climáticos como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) aumentan la dependencia de maquinaria, lo que incrementa la exposición a gases de combustión y ruidos intensos (Nájera et al., 2020).

La resiliencia empresarial frente a estos desafíos depende de planes de contingencia robustos. Gutiérrez et al. (2021) enfatizan que la adaptación climática debe incluir la protección de la salud respiratoria. En este sentido, la concordancia entre el marco normativo nacional e internacional es clave para garantizar la seguridad frente a la volatilización de sustancias químicas en climas cálidos (Machado y Bonilla, 2024).

La tecnificación, como la alimentación automática, mejora la calidad del suelo, pero requiere mantenimiento constante que expone al personal a riesgos mecánicos (Méndez y Parra, 2024). Esta realidad refuerza la conexión entre la salud del ecosistema y la integridad del trabajador. Martín et al. (2022) mencionan que los

factores ambientales modifican el sistema inmune de los especímenes, lo que deriva en el uso de más insumos químicos.

Finalmente, el beneficio económico debe equilibrarse con el impacto socioeconómico local, asegurando que la actividad no degrade la salud de la fuerza laboral (Rodríguez et al., 2016). El Organización Panamericana de la Salud, & Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2022) señala que las condiciones de trabajo y los riesgos ocupacionales continúan representando un desafío para la salud de los trabajadores, por lo que resulta fundamental fortalecer la vigilancia, la prevención y el reconocimiento oportuno de las enfermedades relacionadas con el trabajo. El desafío para el horizonte del 2026 radica en una gestión de bienestar integral que trascienda el cumplimiento legal (Dahua-Gualinga et al., 2025).

2. Materiales y métodos

El estudio se fundamentó en un enfoque cuantitativo y de tipo descriptivo. Este nivel de investigación permitió detallar las características sociodemográficas y las condiciones de salud del personal frente a los riesgos químicos. Por su parte, el diseño de la investigación fue no experimental, de corte transversal y de campo, lo que facilitó la observación de los fenómenos en su entorno natural, en las instalaciones de una empresa del sector camaronero, sin la manipulación deliberada de las variables evaluadas.

La empresa está ubicada en el área de Río Hondo, en la Isla Puná, en la provincia de Guayas, con un área total de 550.33 hectáreas de acuicultura. Su infraestructura incluye estanques de producción, instalaciones de suministro y distribución de agua, laboratorios de control, almacenes de almacenamiento para suministros y combustibles, talleres de mantenimiento técnico y estaciones de bombeo estratégicas, siendo estas últimas el entorno específico donde se examinaron los riesgos.

La población del estudio estaba compuesta por todo el personal operativo que tiene contacto directo con hidrocarburos en su trabajo diario de bombeo y mantenimiento. Dado que el grupo de interés es pequeño y manejable, se emplea un muestreo censal no probabilístico, y se incluyen 39 trabajadores que conforman estas áreas. Esta metodología minimiza el riesgo de errores de muestreo y asegura que la información registrada sea representativa del alcance completo del sector crítico de la organización.

Para recopilar datos, se creó una encuesta estructurada con preguntas de opción múltiple. El instrumento se organizó en tres partes principales: Primero, se recopiló la información sociodemográfica de los operadores (edad, género, antigüedad laboral, educación, etc.); la segunda parte se centró en la exposición ocupacional (contacto diario con hidrocarburos y uso de equipo de protección). Y la tercera parte fue un auto-reporte de síntomas clínicos.

Esta última sección permitió detectar posibles alteraciones dermatológicas y respiratorias en el personal. La validez de contenido del instrumento se realizó mediante el juicio de tres expertos con formación de cuarto nivel en Seguridad y Salud Ocupacional, quienes evaluaron la suficiencia, claridad, coherencia y relevancia de las preguntas. Se efectuó una prueba piloto con un grupo similar de 5 trabajadores ajenos a la muestra final; el análisis de confiabilidad arrojó un coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.84, lo que indica una consistencia interna alta.

Los datos obtenidos se procesaron mediante estadística descriptiva, empleando frecuencias absolutas y porcentajes. La organización de la información se realizó con el apoyo de herramientas informáticas como Microsoft Excel, facilitando la creación de tablas comparativas que permiten visualizar la prevalencia de síntomas y la frecuencia de exposición a combustibles de manera sistemática. Para la identificación y evaluación de riesgos, el levantamiento de la información se ejecutó a través de la observación directa in situ.

Este diagnóstico visual preliminar incluyó el reconocimiento físico de los puestos de trabajo en las estaciones de bombeo. A partir de esto, se empleó la Guía Técnica Colombiana GTC 45 (2012), metodología reconocida para la identificación de peligros y valoración de riesgos en seguridad y salud en el trabajo. La aplicación de esta matriz consistió en tres fases: primero, la identificación de peligros químicos y físicos; segundo, la valoración del nivel de deficiencia y exposición; y tercero, la cuantificación del Nivel de Riesgo (NR).

El Nivel de Riesgo final resultó del producto matemático entre la probabilidad y la consecuencia. Este procedimiento permitió priorizar las situaciones críticas y proponer medidas preventivas técnicas, las cuales se formularon con base en los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos en la matriz. Finalmente, todas las propuestas de mejora se fundamentaron estrictamente en los criterios normativos de la jerarquía de controles: eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y equipos de protección personal.

3. Resultados

3.1. Evaluación Técnica de Riesgos (Matriz GTC 45)

La aplicación de la matriz GTC 45 permitió identificar y priorizar los peligros críticos presentes en las diversas áreas operativas de Sabanetacorp S.A. A diferencia de la encuesta de auto-reporte, esta valoración constituye una medida técnica, objetiva y estandarizada de la peligrosidad del entorno laboral, fundamentada en variables cuantificables de exposición y severidad. El uso de esta metodología ayuda a la organización a establecer una línea base científica para justificar la asignación de recursos y la adopción de medidas de control de ingeniería o administrativas en los puntos más vulnerables. A través de este diagnóstico, se logra separar la percepción

subjetiva del riesgo de la realidad fáctica y medible de los contaminantes e higiénicos ambientales presentes en las jornadas diarias.

Tabla 2

Valoración de Riesgos Químicos y Físicos en Sabanetacorp S.A. (GTC 45)

Proceso / Área	Peligro Identificado	Nivel de Probabilidad (NP)	Nivel de Consecuencia (NC)	Nivel de Riesgo (NR)	Interpretación
Bombeo	Vapores de Hidrocarburos	24	60	1440	I (No Aceptable)
Generación	Ruido Industrial (>85dB)	18	25	450	II (Aceptable con control)
Mantenimiento	Contacto dérmico (Diésel)	8	60	480	II (Aceptable con control)
Operaciones	Posturas Forzadas	6	25	150	III (Mejorable)

Nota: (Autores, 2026).

El hallazgo más crítico se localiza en el área de bombeo, donde la exposición a vapores de hidrocarburos alcanzó un Nivel de Riesgo I (No Aceptable), lo que valida la necesidad de una intervención técnica e inmediata en el sitio. Este resultado refleja que las concentraciones ambientales de compuestos orgánicos volátiles superan los umbrales recomendados, poniendo en peligro inminente la salud de los operadores que realizan tareas de transferencia de combustible. La prioridad de control en esta zona debe enfocarse en sistemas de ventilación localizada o en el aislamiento completo del foco emisor, complementado con un estricto monitoreo biológico y el suministro de protección respiratoria especializada de manera obligatoria.

3.2. Resultados de la encuesta de salud

En esta sección describimos los síntomas experimentados por los 39 trabajadores y comparamos los riesgos técnicos identificados en la matriz con las condiciones de salud percibidas por los trabajadores. Debido a la naturaleza de opción múltiple del cuestionario, ya que cada trabajador podía seleccionar más de una condición de salud de la población (N=39), la suma de las frecuencias absolutas excede el número de individuos evaluados, lo cual es un indicio de un perfil epidemiológico con múltiples manifestaciones clínicas en el mismo trabajador.

Los hallazgos indican una correlación entre los riesgos físicos, químicos y ergonómicos en el campo y los síntomas clínicos observados por los propios trabajadores. En primer lugar, el 64.1% de las personas tienen problemas musculoesqueléticos debido a posturas forzadas. En cuanto a la exposición química, el 56.4% tiene problemas dermatológicos y el 46.2% problemas respiratorios, mientras que el 38.5% experimenta tinnitus o sordera leve debido al ruido industrial.

Finalmente, se notó una gran brecha en la gestión preventiva de la empresa, ya que el 35,9% de los trabajadores admiten no usar consistentemente el equipo de

protección personal durante sus turnos. Esta falta de cumplimiento con las normas de seguridad institucional aumenta exponencialmente la vulnerabilidad del personal operativo y eleva el riesgo de enfermedades ocupacionales y accidentes laborales agudos durante el manejo directo de combustibles y lubricantes en las estaciones de bombeo.

Tabla 3

Frecuencia y prevalencia de síntomas de salud reportados por el personal operativo

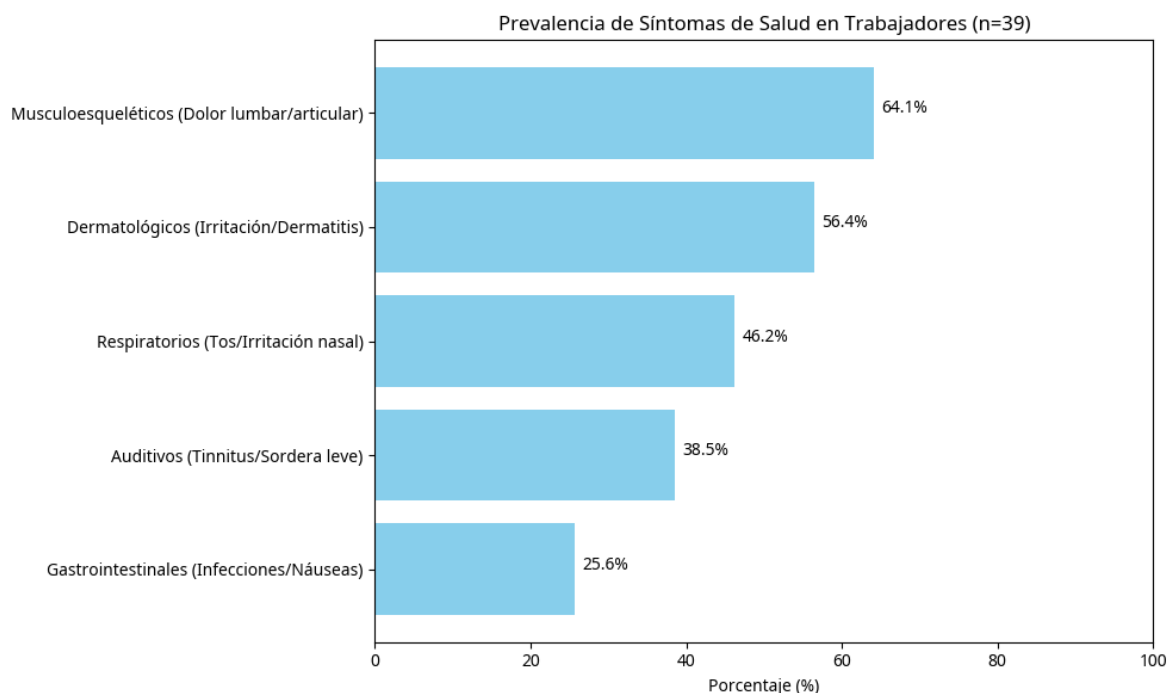
Categoría de Riesgo / Síntoma	Frecuencia	Porcentaje
Musculoesqueléticos (Dolor lumbar)	25	64,1%
Dermatológicos (Irritación/Dermatitis)	22	56,4%
Respiratorios (Tos/Irritación nasal)	18	46,2%
Auditivos (Tinnitus/Sordera leve)	15	38,5%
Gastrointestinales (Infecciones)	10	25,6%

Nota: Datos obtenidos a partir del cuestionario estructurado aplicado a los operarios de mantenimiento y bombeo (N = 39) *Nota:* (Autores, 2026).

Existe una correlación directa entre las condiciones críticas en el campo y los síntomas observados por el personal operativo. Como el instrumento se basa en múltiples respuestas, cada trabajador puede reportar más de una enfermedad a la vez (N=39). Los riesgos químicos y físicos representan el 56.4% de las condiciones dermatológicas, el 46.2% de los problemas respiratorios y el 38.5% de los problemas auditivos. Por otro lado, el 64.1% de los trastornos musculoesqueléticos son causados por el estrés ergonómico debido a posturas forzadas y carga física en las estaciones de bombeo, lo que crea una situación de riesgo compleja.

Figura 1

Prevalencia de síntomas de salud reportados por el personal operativo



Nota: Datos porcentuales obtenidos a partir del cuestionario de opción múltiple aplicado a los operarios del área de mantenimiento y bombeo (N = 39) (Autores, 2026).

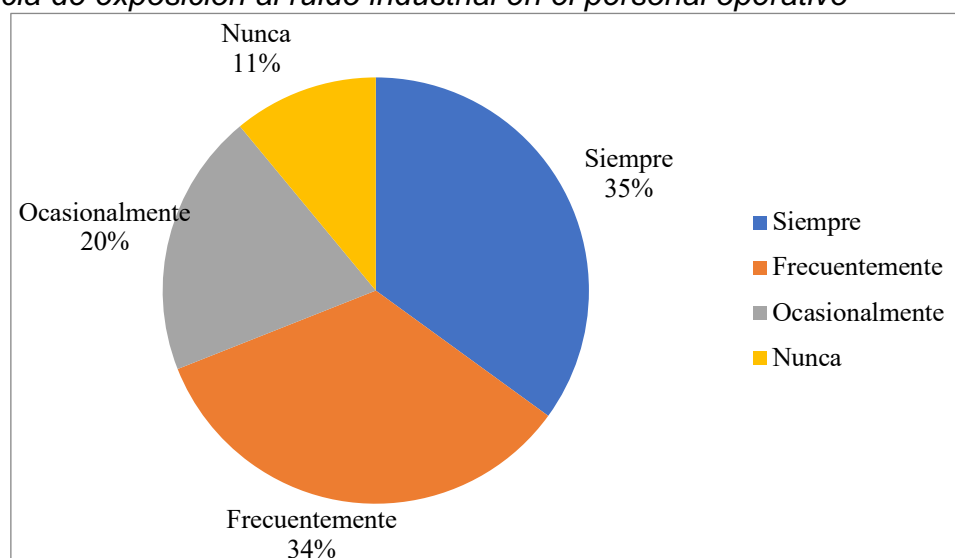
La Figura 1 muestra la prevalencia de síntomas reportados por los trabajadores, lo que indica que la exposición a hidrocarburos y los trastornos dermatológicos y respiratorios están relacionados. Este resultado se obtuvo a través de un cuestionario de opción múltiple, que en la sección de auto-reporte clínico permitió registrar las manifestaciones físicas de 39 operadores.

Posteriormente, se utilizaron estadísticas descriptivas para calcular el porcentaje real de impacto en la población (N=39). Las condiciones dermatológicas (56.4%) y respiratorias (46.2%) son los efectos biológicos más comunes. El análisis también muestra que los problemas musculoesqueléticos (64.1%) están asociados con posturas forzadas en el área de bombeo.

Por otro lado, la exposición a altos niveles de ruido en el lugar de trabajo es un importante factor de riesgo físico en las estaciones de bombeo y áreas de generación de energía. Este contaminante ambiental se debe a la operación continua de motores de combustión interna que requieren un monitoreo técnico y médico continuo debido al desarrollo a largo plazo de fatiga auditiva y pérdida progresiva de la audición. Para ver cómo se comporta esta variable de riesgo en la población, presentamos el siguiente gráfico, detallando cuánto tiempo están expuestos los trabajadores a este agente.

Figura 2

Frecuencia de exposición al ruido industrial en el personal operativo



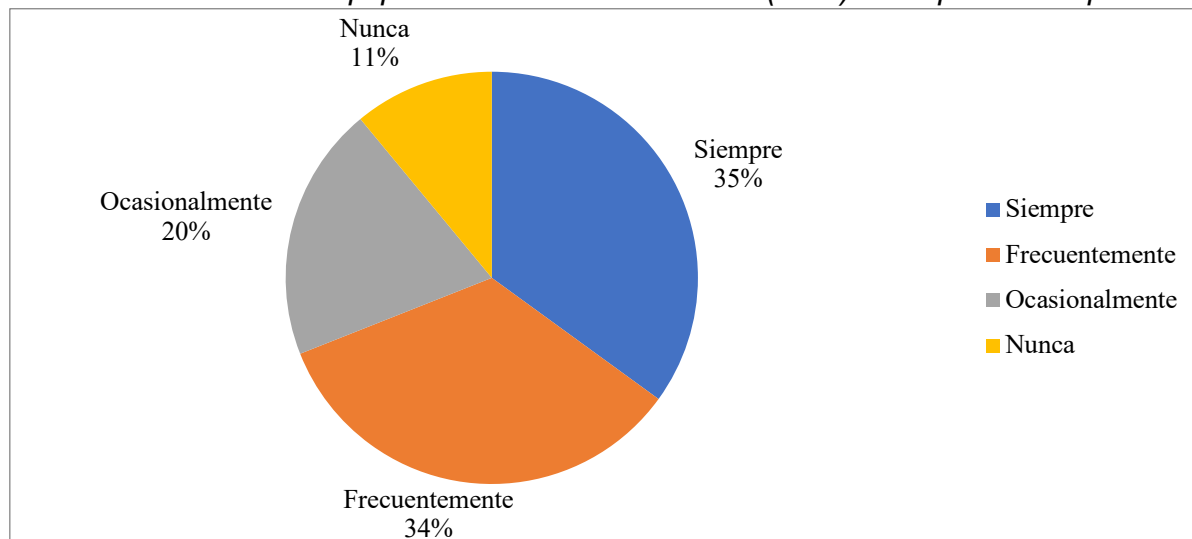
Nota: Distribución porcentual de los niveles de exposición percibidos por los operarios de mantenimiento y bombeo (N = 39) recopilada mediante el cuestionario estructurado (Autores, 2026).

El gráfico revela que una proporción considerable de los trabajadores (aproximadamente el 69% sumando las categorías "Siempre" y "Frecuentemente") está expuesta de manera constante o habitual a niveles altos de ruido. Esta exposición prolongada, especialmente cuando supera los 85 dB medidos técnicamente, es un factor contribuyente a la hipoacusia neurosensorial y al estrés laboral, afectando la capacidad funcional del personal operativo.

El uso adecuado del Equipo de Protección Personal (EPP) es fundamental para mitigar los riesgos laborales identificados en la Matriz GTC 45. Los resultados de la encuesta sobre la frecuencia de uso del EPP se presentan a continuación:

Figura 3

Frecuencia de uso de Equipo de Protección Personal (EPP) en el personal operativo



Nota: (Autores, 2026).

Se observa que solo el 35% de los trabajadores afirma utilizar el EPP siempre, mientras que un 34% lo hace frecuentemente y un 20% ocasionalmente. Un preocupante 11% de los trabajadores reconoce no utilizar el EPP de manera consistente. Esta brecha en el uso de protección es un indicador crítico de la necesidad de fortalecer los programas de capacitación y supervisión, ya que la ausencia de respiradores y guantes de nitrilo eleva drásticamente el riesgo de intoxicación por contacto o inhalación de químicos.

3.3. Gestión preventiva y diagramas de procesos

Como respuesta a los riesgos laborales identificados en el diagnóstico de campo, se proponen protocolos estructurados mediante diagramas de flujo para estandarizar la seguridad operativa. Estos instrumentos visuales permiten delimitar las responsabilidades del personal y establecer barreras técnicas efectivas frente a los contaminantes ambientales. A continuación, se detallan las directrices diseñadas para la optimización de los procesos internos de la empresa, enfocadas en mitigar la exposición a sustancias químicas peligrosas y prevenir la ocurrencia de contingencias ambientales en las áreas operativas.

3.3.1. Protocolo para la Recepción de Combustible

Objetivo: Establecer los procedimientos seguros para la recepción, descarga y almacenamiento de combustible en la empresa camaronera, minimizando riesgos de derrames e incendios.

Responsabilidades: El jefe de operaciones supervisará el cumplimiento técnico de las directrices, mientras que el personal de seguridad industrial auditará la disponibilidad y estado de los equipos de respuesta.

Procedimiento de seguridad y señalización:

- Identificación de riesgos (NFPA 704): Toda área de almacenamiento y el vehículo cisterna deberán exhibir el diamante de seguridad normativo. Para el diésel y la gasolina, el personal debe identificar: Azul (Salud): grado 1 o 2; Rojo (Inflamabilidad): grado 2 o 3; Amarillo (Inestabilidad): grado 0.
- Verificación previa: El personal utilizará el EPP completo (guantes de nitrilo, gafas de seguridad y respirador para vapores orgánicos). Se verificará que el kit antiderrame esté a menos de 5 metros del punto de descarga.
- Conexión a tierra: Es obligatorio conectar el camión cisterna a una toma de tierra física para disipar la electricidad estática antes de proceder a abrir las válvulas de descarga.
- Disponibilidad de contingencia: Se asegurará la apertura oportuna y la cercanía inmediata de los elementos absorbentes del kit de emergencias.

Figura 4

Diagrama de flujo para el procedimiento seguro de recepción de combustibles



Nota: Elaboración basada en las directrices de seguridad industrial para el manejo de mercancías peligrosas (Autores, 2026).

El diagrama de flujo en la Figura 4 muestra las acciones preventivas que deben realizarse por el personal durante el proceso de suministro de energía. Al estandarizar el flujo de trabajo, se libera al operador de la necesidad de asegurarse de que el kit de derrames y la conexión a tierra se realicen antes de la transferencia de hidrocarburos. Este orden minimiza la posibilidad de errores humanos y de incendios o descargas directas accidentales de hidrocarburos en el entorno acuícola.

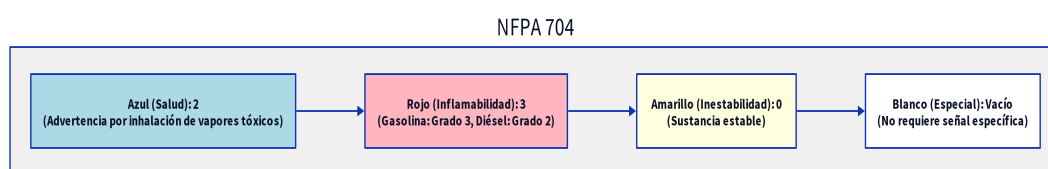
3.3.2. Señalización Técnica según Norma NFPA 704

Para fortalecer la prevención y permitir una comunicación visual efectiva de riesgos, se aplicará un etiquetado obligatorio a los tanques de almacenamiento de combustible de la empresa bajo los siguientes parámetros técnicos:

- Rojo (Inflamabilidad): Grado 3 para gasolina (se enciende a temperatura ambiente) y Grado 2 para diésel (necesita calentamiento moderado).
- Azul (Salud): Grado 2 (advertencia por inhalación de vapores tóxicos que causan dolores de cabeza, mareos prolongados y pérdida de capacidad de reacción).
- Amarillo (Inestabilidad): Grado 0 (sustancia estable bajo condiciones normales de presión y temperatura).
- Blanco (Especial): Espacio libre (no requiere una señal de riesgo específica como oxidante o reactivo al agua).

Figura 5

Rotulación técnica de seguridad basada en el estándar internacional NFPA 704



Nota: Adaptación técnica de la norma NFPA 704 para el almacenamiento de combustibles líquidos (Autores, 2026).

El código internacional mostrado en la Figura 5 es un sistema de advertencia constante para los operadores y los equipos de respuesta externa. El diamante de seguridad deja claro que el peligro predominante en el almacenamiento técnico es la inflamabilidad y la toxicidad por inhalación, que han sido evaluadas con índices significativos en la matriz de riesgos. La correcta visualización de este código asegura que el personal tome las precauciones necesarias de aislamiento térmico y protección respiratoria en las estaciones.

3.3.3. Protocolo para la Actuación ante Posibles Derrames

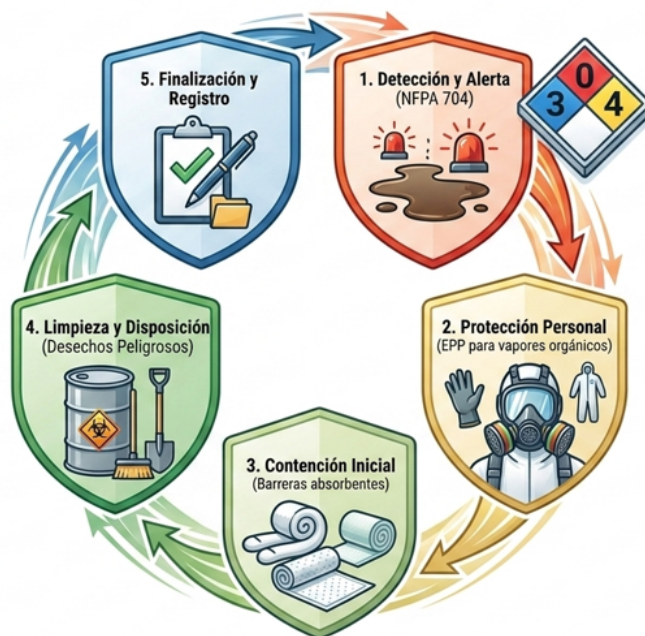
Objetivo: Establecer los pasos sucesivos para la contención rápida y gestión técnico-ambiental de derrames de hidrocarburos, minimizando el impacto en la salud de los trabajadores y previniendo la contaminación del ecosistema acuícola circundante.

Protocolo de respuesta:

1. Detección y alerta: Seleccione el producto de la etiqueta NFPA 704 para identificar el peligro y el nivel de protección requerido antes de acercarse al foco del incidente.
2. Protección personal: No se intenta realizar ningún tipo de intervención sin el EPP adecuado para vapores orgánicos. En la teoría de absorción sistémica de Dell'Anno et al. (2020), se debe evitar estrictamente el contacto dérmico con hidrocarburos aromáticos policíclicos.
3. Contención inicial: Utilice barreras absorbentes como salchichas y tapones técnicos para bloquear y proteger los canales de drenaje que conducen directamente a las piscinas de cultivo.
4. Limpieza y disposición final: Los residuos y materiales absorbentes saturados se etiquetarán como Residuos Peligrosos y se almacenarán temporalmente en almacenes ventilados para su entrega a los gestores ambientales.

Figura 6

Diagrama de operaciones para la respuesta y control de derrames de hidrocarburos



Nota: Plan de contingencia estructurado según normativas ambientales vigentes para el sector acuícola (Autores, 2026).

El esquema en la Figura 6 del proceso de mitigación para incidentes químicos en estaciones de bombeo se ilustra en contexto. El proceso está diseñado para proteger

primero a los trabajadores y no realizar maniobras de contención física. Como resultado, al asesorar a los trabajadores sobre barreras absorbentes y cómo almacenar de manera segura los desechos peligrosos, no se permite que el combustible entre en los fluidos de agua de producción y se protege la salud humana y el negocio de la cría de camarones.

4. Discusión

La convergencia de la evaluación técnica utilizando la matriz GTC 45 y los resultados de la encuesta de salud revela la alarmante correlación entre el riesgo teórico y los resultados reales reportados por la población trabajadora de la organización y los efectos reales. Esta es una correlación esencial e indica la necesidad de tomar medidas en las áreas operativas que son sectores críticos que deben abordarse rápidamente. Los resultados técnicos también indican un Nivel de Riesgo I (No Aceptable) en el área de bombeo debido a la inhalación de vapores de hidrocarburos con un riesgo de 1440.

Este resultado técnico se refleja en los informes de salud del 46.2% de los trabajadores que reportan problemas respiratorios y el 56.4% reportan condiciones dermatológicas comparables a la dermatitis causada por el contacto con diésel. Estos datos indican que la exposición es efectiva y que las barreras de control no son suficientes. Esto está respaldado por la literatura científica que muestra que la exposición a los vapores de combustibles fósiles tiene un impacto en la función pulmonar y la sensibilización de la piel debido a los hidrocarburos aromáticos.

Un factor crítico que hace a los trabajadores vulnerables es el manejo del Equipo de Protección Personal. Mientras que la matriz de riesgos asume un escenario de control teórico, la realidad es un problema de seguridad muy serio: el 35.9% de los trabajadores no aplica el EPP de manera consistente. Su falta de cumplimiento aumenta significativamente el riesgo de intoxicación por inhalación o absorción, convirtiendo incluso riesgos simples en peligros reales que deben ser abordados y la cultura de seguridad institucional debe ser reestructurada.

Por otro lado, el ruido industrial y las posturas forzadas fueron clasificados como Nivel de Riesgo II y III respectivamente, pero su impacto percibido en la salud es desproporcionadamente alto. El 69,0% del personal está frecuentemente expuesto a altos niveles de ruido y el 38,5% ya tiene tinnitus o sordera leve. Al mismo tiempo, el 64,1% tiene dolencias musculoesqueléticas, la sintomatología más común de todas, lo que indica que la acumulación de microtraumas está generando una morbilidad ocupacional crónica significativa (Astudillo-Martínez et al., 2023).

Finalmente, los protocolos y diagramas de flujo propuestos junto con la señalización técnica NFPA 704 son una solución sistemática a las fallas operativas identificadas. Estos protocolos abordan la variabilidad en el comportamiento del uso de EPP al estandarizar el equipo y las medidas de seguridad como la puesta a tierra. Al definir

responsabilidades, se minimiza la disposición del trabajador y se implementa un mecanismo de control que puede traducir los datos teóricos en acciones concretas y sostenibles.

5. Conclusiones

La evaluación técnica utilizando la matriz GTC 45 reveló que el riesgo más importante (Nivel I - No Aceptable) en la empresa de camarones es la exposición a vapores de hidrocarburos en el área de bombeo, con un Nivel de Riesgo de 1440, lo que requiere sistemas de ventilación y controles de ingeniería.

Los hallazgos de la encuesta para 39 operadores muestran una clara correlación de los riesgos físicos, químicos y ergonómicos observados en el campo, con las condiciones de salud percibidas significativamente más altas en términos de condiciones musculoesqueléticas (64.1%), dermatológicas (56.4%) y respiratorias (46.2%).

Existe una brecha significativa en la implementación de medidas de protección individual, dado que un 35.9% de los trabajadores no utiliza el Equipo de Protección Personal de manera consistente, factor conductual que anula la efectividad de los controles teóricos y eleva la tasa de morbilidad detectada en el estudio epidemiológico.

La propuesta de gestión técnica y operativa estructurada mediante protocolos estandarizados para la recepción de combustible y actuación ante derrames, complementada con la señalización bajo la norma NFPA 704, constituye la respuesta metodológica idónea para mitigar la exposición de los operarios y asegurar un entorno de trabajo seguro.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez Azogue, A. A., & Franco Cedeño, E. M. (2023). Índice de financiamiento de las exportaciones del camarón ecuatoriano en tiempo de crisis. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 5(9), 276–299. <https://doi.org/10.38186/difcie.59.16>
- Astudillo-Martínez, W. J., Andrade-Bravo, A. G., García-Valdez, J.-D., & Almenaba-Guerrero, Y. F. (2023). *Un análisis científico del ruido ambiental y laboral en sectores urbanos*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.50>

- Castillo-Márquez, R. del C., Treviño-Carreón, J., López-Santillán, J. A., Osorio-Hernández, E., Poot-Poot, W. A., & Estrada-Drouaillet, B. (2023). Importancia de las bacterias nativas de ambientes acuáticos afectados por derrames de petróleo. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (88). <https://doi.org/10.33064/iycuaa2023883999>
- Dahua-Gualinga, R. D., Conforme-García, M. M., Dávila-Ulloa, M., & Mazo-Rodríguez, M. I. (2025). Evaluación del potencial biorremediador de microorganismos aislados en suelos impactados por hidrocarburos. *Revista Científica Ciencia y Método*, 3(4), 24–40. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n4/93>
- Dell'Anno, F., Brunet, C., van Zyl, L. J., Trindade, M., Golyshin, P. N., Dell'Anno, A., Ianora, A., & Sansone, C. (2020). Degradation of hydrocarbons and heavy metal reduction by marine bacteria in highly contaminated sediments. *Microorganisms*, 8(9), Artículo 1402. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091402>
- Flores, R., Rondinone, G., De Salvo, C. P., & Muñoz, G. (2023). Políticas agropecuarias, acuícolas y pesqueras en Ecuador: Análisis y cuantificación de los apoyos en 2017–2021 y su vinculación con las emisiones de gases de efecto invernadero. <https://doi.org/10.18235/0005174>
- Gutiérrez Miranda, M., Fernández Saborío, M. C., & Valverde Barquero, M. J. (2021). Adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo en comunidades del río Tempisque, Costa Rica. *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración*, (10), 75–95. <https://doi.org/10.32719/25506641.2021.10.4>
- Jurado Moreira, L. E., Cedeño Campuzano, M. G., Minaya Hernández, J. M., & Vivas Vivas, F. E. (2025). Tecnología emergente en la manufactura ecuatoriana. *RIEMAT: Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.33936/riemat.v10i1.7217>
- León-García, M. E., Zambrano-Chavarría, M. A., y Viteri-Intriago, C. A. (2022). Gestión de la seguridad y salud ocupacional en el sector productivo: Un análisis integral. *Revista San Gregorio*, 1(51), 139-155. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i51>
- López-López, J. P., Córdova-Pacheco, A., Morales-Carrasco, L., & Barona-Oñate, R. (2023). El consumo mundial de camarón: Una perspectiva de la producción ecuatoriana y la demanda europea. *Revista Económica*, 11(1), 74–82. <https://doi.org/10.54753/rve.v11i1.1621>
- Machado, C., & Bonilla-Bedoya, S. (2024). Adaptación al cambio climático en Ecuador: Análisis del marco normativo y su concordancia con la normativa internacional. *CienciAmérica*, 13(1), 119–135. <https://doi.org/10.33210/ca.v13i1.465>
- Martín Ríos, L. D., Corrales Barrios, Y., González Salotén, M., Carrillo Farnés, O., Cabrera Alarcón, H., & Arenal Cruz, A. (2022). Principales factores que modifican el sistema inmune en camarones peneidos: Estrategias para un cultivo sostenible. *Revista de Producción Animal*, 34(1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4037>
- Méndez Macías, E., & Parra Riofrio, G. (2024). Impacto de la alimentación automática sobre la calidad del suelo en cultivo de *Litopenaeus vannamei*. *Boletín de*

- Investigaciones Marinas y Costeras*, 53(2), 133–142.
<https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2024.53.2.1315>
- Nájera González, A., Carrillo González, F. M., Nájera González, O., & Chávez Dagostino, R. M. (2020). Caracterización climática y variabilidad de temperatura superficial de la llanura costera de Nayarit y su teleconexión con ENSO y PDO. *Acta Universitaria*, 30, Artículo e2651. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2651>
- Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas. (2025, 21 de marzo). *Ecuador: Emergencia por derrame de petróleo—Flash Update No. 1 (al 20 de marzo 2025)*. ReliefWeb. <https://reliefweb.int/report/ecuador/ecuador-emergencia-por-derrame-de-petroleo-flash-update-no-1-al-20-de-marzo-2025>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Visión general del sector acuícola nacional: Ecuador*. Roma: National Aquaculture Sector Overview. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es
- Organización Internacional del Trabajo. (2002). *Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (ILO-OSH 2001)*. Oficina Internacional del Trabajo. <https://www.ilo.org/es/publications/directrices-relativas-los-sistemas-de-gestion-de-la-seguridad-y-la-salud-en>
- Organización Mundial de la Salud. (24 de octubre de 2024). *Contaminación del aire ambiente (exterior) y salud*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Organización Panamericana de la Salud, & Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2022). *Panorama nacional de salud de los trabajadores: Encuesta de condiciones de trabajo y salud 2021–2022*. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/Panorama-Nacional-de-Salud-de-los-Trabajadores-Encuesta-de-Condiciones-de-Trabajo-y-Salud-2021-2022.pdf>
- Plúas Erazo, M. E. (2020). La seguridad y salud ocupacional en el cultivo de camarón en laboratorio de maduración. *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, 4(1), 1–8. <https://www.journalbusinesses.com/index.php/revista/article/view/27>
- Pogo Guamán, R. M. (2023). Bioseguridad en ambientes hospitalarios: Biosecurity in hospital environments. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 6130–6141. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.1039>
- Reig, E. (2023). La agroalimentación europea en un contexto global. *Papeles de Economía Española*, (177), 66–86. https://www.funcas.es/wp-content/uploads/2023/11/PEE_177_Reig.pdf
- Reuters. (2026, 16 de febrero). *Camarón ecuatoriano repunta en ventas en 2025 superando al petróleo, espera sostener crecimiento en 2026: Gremio*. GBM Media. <https://gbm.com/media/noticia/camaron-ecuadoriano-repunta-en-ventas-en-2025-superando-al-petroleo-espera-sostener-crecimiento-en-2026-gremio/>

- Rodríguez Crespo, G. de la C., Chiriboga Calderón, F. G., & Lojan Feijoo, A. C. (2016). Las camaronas ecuatorianas: Una polémica medioambiental. *Universidad y Sociedad*, 8(3), 151–156. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/427>
- Rojas Placencia, D. M. (2015). *Evaluación de riesgos laborales en el proceso de operación de la estación de bombeo Santo Domingo del poliducto Esmeraldas–Santo Domingo–Quito–Macul EP Petroecuador* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3465>
- The Inca Trail. (2021). *Historia del camarón en Ecuador: Innovación y desarrollo*. Inca Trail Foods. <https://incatrailfoods.com/news/historia-del-camaron-en-ecuador-innovacion-ydesarrollo/>
- Yepez-Soriano, J. C., & Quilumba-Tumbaco, M. P. (2026). Factores de riesgo psicosocial y su incidencia en la productividad laboral en los trabajadores de la industria camaronesa en el cantón Yaguachi. *Revista Científica Ciencia y Método*, 4(2), 1–16. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n2/17>
- Zhao, Y., Li, J., Zhang, M., Lu, Y., Xie, H., Tian, Y., & Qiu, W. (2019). Machine learning models for the hearing impairment prediction in workers exposed to complex industrial noise: A pilot study. *Ear and Hearing*, 40(3), 690–699. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000649>