

El derrame de petróleo en el Terminal 2 de la Refinería la Pampilla y sus efectos en la biodiversidad de las costas del litoral marino, Perú

The oil spill at Terminal 2 of the La Pampilla Refinery and its effects on the biodiversity of the coasts of the marine littoral, Peru

Víctor Pulido Capurro

Escuela Profesional de Medicina Humana, Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, PERÚ
victor.pulido@upsjb.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-9238-5387>

César Arana Bustamante

Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, PERÚ
caranab@unmsm.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-7566-5205>

Edith Olivera Carhuaz

Escuela Profesional de Medicina Humana, Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, PERÚ
edith.olivera@upsjb.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-7400-8625>

Juan Carlos Riveros

OCEANA – Perú, Lima, PERÚ
jcriveros@oceana.org // <https://orcid.org/0000-0003-4051-181X>

Resumen

El derrame de petróleo ocurrió el 15 de enero del 2022, en el terminal multiboyas 2 de la Refinería la Pampilla, Ventanilla, Lima, Perú, en circunstancias en que la embarcación Mare Doricum, desarrollaba actividades de carga y descarga del crudo. El presente trabajo de investigación parte del análisis documental, su orientación empírica, exploratoria, explicativa, vinculada a fenómenos reales y predictiva. El periodo de evaluación comprende entre el 15 de enero y el 30 de marzo. El área afectada comprende 1 800 490 m² de suelo y 7 139 571 m² de mar, en las playas de uso público desde Ventanilla hasta Chancay; la Zona Reservada Ancón y parte de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras. La biodiversidad conformada por las algas, invertebrados marinos, peces, aves y mamíferos se han visto afectados, en diferentes niveles de intensidad, por el derrame petrolero. Se estima que el número de especies afectadas oscilaría entre 300 y 500 especies. El objetivo del presente artículo es analizar el impacto del derrame de petróleo sobre la diversidad biológica presente en las playas de costas desde Ventanilla a Chancay.

Palabras clave: derrame de petróleo, biodiversidad, algas, invertebrados marinos, ecosistemas marino costeros

Abstract

On January 15, 2022, an oil spill occurred at the multi-buoy terminal 2 of La Pampilla refinery, Ventanilla (Lima - Peru), during the Mare Doricum tanker crude oil unloading operation. This research is based on documentary analysis, its empirical, exploratory, explanatory orientation, linked to real and predictive phenomena. The evaluation period runs from January 15 to March 30, 2022. The affected area includes 1 840 490m² of land and 7 139 571m² of marine habitats along public use beaches. The crude oil impact extends from Ventanilla to Chancay, including the Ancon Reserved Zone and a portion of the Guano Islands, Islets, and Mainland Point System National Reserve. Biodiversity made up of algae, marine and fish invertebrates, birds, and mammals have been affected at different intensity levels. The number of affected species would range between 300 and 500 species. This paper aims to analyze the impact of the oil spill on the biological diversity of coastal habitats from Ventanilla to Chancay.

Keywords: oil spill, pollution, contingency plan, coastal marine ecosystems, environmental disaster

Citación: Pulido, V.; C. Arana; E. Olivera & J. Riveros. 2022. El derrame de petróleo en el Terminal 2 de la Refinería la Pampilla y sus efectos en la biodiversidad de las costas del litoral marino, Perú. *Arnaldoa* 29(1): 71-88 doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29104>

Introducción

La contaminación por los derrames de petróleo en las playas causa un daño significativo, a estos hábitats singulares que brindan espacios para la alimentación y anidación de una gran variedad de animales, incluidas especies amenazadas y en peligro de extinción que desempeñan un rol fundamental en la protección de la línea costera y las economías de las poblaciones locales. Incluso los derrames

de petróleo en el océano, por pequeños que sean, producen grandes manchas que las corrientes marinas transportan a las playas de arena que bordean un tercio de la costa mundial (Huetel, 2022).

El verano del año 2022 será recordado en términos ambientales como la tarde de la marea negra en Ventanilla. El 15 de enero del 2022, en el mar de Ventanilla, en Lima, Perú, se produjo el derrame de petróleo en circunstancias en que la embarcación Mare

Doricum, de bandera italiana, desarrollaba sus actividades de carga y descarga del crudo, en el terminal multiboyas 2 de la Refinería la Pampilla (Ministerio del Ambiente, 2022a).

Desde 1996, el Grupo REPSOL del Perú tiene a su cargo la administración de la Refinería la Pampilla y las operaciones de embarque y desembarque de petróleo y derivados. En consecuencia, la responsabilidad del derrame petrolero recae directamente en la Empresa REPSOL porque no tuvo la iniciativa de activar la alerta temprana ante la fuga de petróleo ni de corregir inmediatamente dicho error; lo que significa que actuó con negligencia. Más allá de estas circunstancias, REPSOL indica que la ruptura de los ductos de descarga se debió al oleaje anómalo que se produjo por la erupción de un volcán submarino en Tonga (SPDA, 2022a).

Precisamente ese 15 de enero, a 10 300 kilómetros de distancia de las costas del Pacífico del Perú, se produjo en Oceanía. la erupción, que duró 11 horas, del volcán submarino Hunga Tonga-Hunga Ha'apai; que envió una nube de cenizas a la atmósfera superior, provocó tsunamis que destruyó casas en las islas cercanas de Tonga que fueron observados en todo el mundo; la última vez que ocurrió un evento de este tipo fue la erupción del Krakatoa en 1883, hace 139 años (Lynett *et al.*, 2022). En América del Sur, se observaron amplitudes generalizadas de oleaje anómalo de aproximadamente un metro. Algunas localidades costeras como Puerto Ayora (Ecuador), Callao (Perú), Arica, Coquimbo (Chile) experimentaron perturbaciones persistentes en el mar durante más de 24 horas. En el Callao, Perú, la primera cresta del tsunami, probablemente generada por el pulso de la presión del aire, llegó alrededor de las 14:30 UTC; las olas principales y

peligrosas llegaron cinco horas después (Lynett *et al.*, 2022; INDECI. 2022).

Siete días después del derrame de petróleo en la costa peruana, el 22 de enero, el Ministerio del Ambiente declara la emergencia ambiental, a través de la Resolución Ministerial 021-2022-MINAM, la cual señala que el derrame ha tenido un impacto significativo sobre el ecosistema marino costero, la diversidad biológica y un alto riesgo para la salud pública, por lo que declara la emergencia ambiental, para realizar los trabajos de recuperación y remediación para mitigar la contaminación ambiental y proteger la salud de la población; así como aprobar y ejecutar el Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para remediar el área afectada (Ministerio del Ambiente, 2022b).

La mancha de petróleo, 60 días después, sigue en esparcimiento debido a la tardía acción de la empresa REPSOL, responsable de esta catástrofe ambiental y las entidades gubernamentales (Ministerio del Ambiente 2022c). El petróleo derramado en el mar, forma una fina capa aceitosa que flota sobre la superficie, donde las corrientes marinas, las olas y los vientos, la transportan a una velocidad diaria de cientos de metros y también se producen lentos procesos de difusión que pueden ser de una amplitud de centímetros a metros y que modifican diariamente la concentración de contaminantes (Ramírez, 2021; Keramea *et al.*, 2021). La severidad de los impactos depende de la cantidad y el tipo de derrame, la variación de las condiciones ambientales, el estado de la fragilidad de los hábitats, el nivel de sensibilidad de los organismos, entre otros (Guerrero-Usedá, 2021).

El derrame de petróleo afecta a los organismos marinos por la baja producción de fitoplancton debido a la débil penetración de la luz solar en la columna de

agua, el cambio de pH, la reducción de la concentración de oxígeno, la disminución en la disponibilidad de alimentos entre otros factores (Yim *et al.*, 2020). Así mismo el petróleo provoca la muerte de los individuos por asfixia, envenenamiento, exposición a los componentes tóxicos del petróleo, solubles en agua, limita la capacidad natatoria de la fauna acuática, disminuye la depredación, limita las posibilidades de disposición de las fuentes alimenticias, altos niveles de mortandad de los organismos jóvenes o recién nacidos, disminución de los niveles de apareamiento e inhibición de la reproducción, reducción de la resistencia a las infecciones, incorporación de elementos carcinógenos en la cadena alimentaria y súbita aparición de efectos subletales en la abundancia y diversidad de especies (Yuewen & Adzigbli, 2018).

El derrame de petróleo, 60 días después ha dejado una huella de impactos ambientales, sociales y económicos en el litoral costero, flora y la fauna silvestre y la población residente, especialmente pescadores artesanales que habitan en las costas de Ventanilla, Ancón, Chancayllo y Chancay (SPDA, 2022b; SPDA, 2022c). Los pescadores artesanales que residen en el litoral marino tienen, en muchos casos, como única fuente de ingresos, los recursos económicos obtenidos por la pesca artesanal y el turismo, actividades que han sido paralizadas por mandato de la declaración de emergencia de las playas afectadas (Quispe, 2022).

El derrame de crudo, ha provocado una serie de consecuencias sobre aquellos organismos que obtienen sus alimentos en las zonas de playa, que han sido contaminadas como lobos marinos, nutria marina, pelícanos, patillos, piqueros, gaviotas, chorlos, playeros, peces y diversas especies de algas (Rodríguez, 2022; Pulido *et al.*, 2022^a).

El objetivo del presente artículo es analizar el impacto del derrame de petróleo sobre la diversidad biológica presente en las playas de las costas desde Ventanilla a Chancay.

Materiales y Métodos

La elaboración del presente trabajo de investigación parte del análisis documental que tiene como característica su orientación empírica, exploratoria, explicativa, vinculada a fenómenos reales y predictiva (Hernández & Mendoza, 2018). El periodo de evaluación comprende entre el 15 de enero y el 15 de marzo. Para ello se procedió a la revisión de la información contenida en documentos de organismos públicos nacionales e internacionales, organizaciones no gubernamentales, normas legales, artículos científicos de bases indexadas en Scopus, WOS y Scielo, en español e inglés. Es necesario señalar que se utilizaron fuentes primarias y que la búsqueda de la información se segmentó en dos aspectos principalmente: los inventarios de especies de flora y fauna y el impacto del derrame sobre los organismos vivos. Se consideró el uso de los buscadores booleanos para garantizar la precisión de la obtención de la información. Además, otro elemento que se ha incluido es la segmentación de la antigüedad de los textos analizados para el presente artículo. Así mismo se realizaron visitas a las playas afectadas en el litoral y a los Islotes Pescadores con apoyo de SERNANP.

Ubicación del área

La refinería la Pampilla está ubicada en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, Lima, Perú. Las zonas afectadas por el derrame comprenden las playas de costas de las playas Costa Azul, Cavero y Bahía Blanca en Ventanilla

(11°52'26.71''S, 77°9'29.13''O); Santa Rosa en el distrito de Santa Rosa; Las Conchitas y Pocitos en Ancón; Aucallama, Chacra y Mar, Playa las Viñas - La Calichera y puerto de Chancay en Chancay (11°33'S; 77°17'W - 11°32'S; 77°18'W).

Parámetros abióticos: La temperatura superficial del mar osciló entre 16.9 y 25.2 °C; las concentraciones de oxígeno disuelto variaron entre 5.6 y 10.95 mg/L; los valores de pH, registraron un rango entre 7.27 y 8.40, la salinidad del mar presentó el rango entre 28.6 y 34.7 UPS, los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno fluctuaron entre 38.5 y 118.09 mg/L (IMARPE, 2022).

Parámetros microbióticos; las bacterias heterótrofas, indicadores microbiológicos asociados a la calidad del agua son responsables de la recirculación de nutrientes a través de los ciclos biogeoquímicos y en el monitoreo realizado estas se encontraron de 15 a 6.27 10⁸ UFC (IMARPE, 2022).

Parámetros de Contaminación Química: Hidrocarburos de petróleo (TPH): se registraron en el rango de 789.7 a 15 279.5 mg/L; la mayoría de los valores estuvieron por encima de lo establecido en el ECA Categoría 2: destinado a actividades de extracción y cultivo (0.01 mg/L). Para aceites y gases los valores oscilaron en el rango de 796.7 a 15 287.4 mg/L; s los valores estuvieron por encima de lo establecido en el ECA Categoría 2: extracción y cultivo (0.3 mg/L) (IMARPE, 2022).

Resultados y discusión

El área afectada y la cantidad de derrame de petróleo

Comprende 1 800 490 m² de suelo y 7 139 571 m² de mar, de áreas de uso público en las playas Costa Azul, Cavero y Bahía Blanca, los Delfines, Hondable

en Ventanilla; Santa Rosa en el distrito de Santa Rosa; los Corales, las Conchitas, Mata Cuatro y Pocitos en Ancón; Aucallama, San Gaspar, Chacra y Mar, Peña Nueva, Playa las Viñas - La Calichera y puerto de Chancay en Chancay, así como dos áreas naturales protegidas. La Zona Reservada Ancón ubicada en los distritos de Ancón y Puente Piedra con una extensión de 10 452.45 ha con un 79% de área terrestre y 21% de superficie marina con 2 193.01 ha que comprende la bahía de Ancón, de las cuales 1 758.1 ha, es decir el 80.16% del área protegida marina fue contaminada. La Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras se compone de 22 islas y 11 puntas guaneras a lo largo de toda la costa con una superficie de 140 833 hectáreas de islas, la costa y el océano, de las cuales 512 hectáreas fueron contaminadas (SERNANP, 2019; Ministerio del Ambiente, 2022c).

Biodiversidad

Aunque no se tiene cifras exactas del número de especies la biodiversidad es altamente representativa (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de especies de flora y fauna en la zona del derrame y alrededores

	Costa central	Zona del derrame y alrededores	Zona del derrame
Algas	225	87	40
Invertebrados marinos	175	175	151
Peces	40	40	37
Aves	211	211	78
Mamíferos	3	3	3
	654	516	309

Fuente: Arakaki *et al.* 2018; Carbajal *et al.* 2018; Carbajal *et al.* 2019; Paredes *et al.* 1999; Paredes & Tarazona 1980; Hoyos *et al.*, 1985; Pulido *et al.* 2020; Álvarez & Iannacone, 2008; Carazas *et al.*, 2015.

Algas

En la costa peruana, se registran 225 especies de macroalgas (Acleto, 1988). El Catálogo Ilustrado de Macroalgas de la Costa Central del Perú, reporta 87 especies, incluyendo 67 Rhodophyta, 10 Chlorophyta y 10 Phaeophyceae (Arakaki *et al.* 2018; Carbajal *et al.* 2018). Otro estudio efectuado en el Callao reporta 40 especies de macroalgas de las cuales las Rodophyta tienen 24 especies, Chlorophyta 8 especies y Ochrophyta con ocho especies (Carbajal *et al.* 2019). El número de especies de algas para la zona del derrame podría ser de hasta 87 especies. Las algas son productores primarios en las cadenas tróficas que sustentan la vida en los ecosistemas acuáticos. Las macroalgas sirven de sustrato y refugio larval de muchas especies de la fauna bentónica y pelágica, como *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”, *Pyropia* sp, y *Porphyra* sp. “cochayuyo”, *Ulva enteromorpha*, *Gelidium* sp., *Gymnogongrus durvillei*, *Asterfilopsis furcellata*, *Grateloupia doryphore* (Arakaki *et al.* 2018; Arakaki *et al.* 2021).

Fauna

Invertebrados marinos

En el litoral marino rocoso de Lima se han registrado 175 especies de invertebrados marinos, 126 géneros, pertenecientes a 76 familias, 39 órdenes y 11 Phyla; la mayoría fueron moluscos con 79 especies, crustáceos 44 especies y poliquetos 30. En el litoral marino rocoso de Ancón se han registrado 151 especies de invertebrados (Paredes *et al.* 1999); de las cuales 54 son de interés comercial (Argüelles *et al.*, 2010). En la orilla rocosa se ha registrado 87 especies, excluyendo los briozoos encostrantes y los nemátodos (Paredes & Tarazona 1980).

En la orilla arenosa es donde se ha producido el mayor efecto del derrame de petróleo en toda la extensión de la línea de costa, entre el nivel medio e inferior de la playa hasta la zona de rompiente; es frecuente encontrar a *Emerita analoga* muy muy, *Excirrolana brasiliensis*, *Occipode gaudichaudi* el cangrejo carretero, el poliqueto *Hemipodia* sp. y un nemertino no identificado (Argüelles *et al.*, 2010; IMARPE, 2022).

La orilla rocosa ha sido afectada por el recubrimiento de petróleo en toda su extensión de línea de costa y en su gradiente amplitud vertical que comprende las zonas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. En la zona supralitoral, se registró algunos organismos como el gasterópodo littorínido *Echinolitorina peruviana*, y la ausencia del cangrejo de las rocas *Grapsus grapsus*, típico de este hábitat. En las zonas mediolitoral e infralitoral, la comunidad epibentónica se registró al chorito” *Semimytilus algosus*, *Perumitylus purpuratus*, el cirrípodo *Jehlius cirratus*, lapas *Lottia orbigny* y *Scurria variabilis*; sin embargo, se registraron especies ejemplares muertos en el estrato inferior intermareal como la medusa *Chrysaora plocamia*, *Thaisella chocolata* caracol negro, *Argopecten purpuratus* concha de abanico, *Ensis macha navaja*, *Fisurella* sp. lapa, *Aulacomya ater* choro, *Tetrapygyus niger* erizo negro, *Platyxanthus orbigny* cangrejo violáceo, *Romaleon setosum* cangrejo peludo y *Cycloxanthops sexdecimdentatus* cangrejo, *Cancer porteri* cangrejo jaiva, y otras especies de pepinos de mar, erizos de mar y estrellas de mar (Paredes & Tarazona 1980; Argüelles *et al.*, 2010; IMARPE, 2022).

Peces

La ictiofauna de la Bahía de Ancón, está conformada por 40 especies, 34 géneros y 28 familias; y se han registrada hasta tres metros de profundidad 37 especies: 13 residentes, 10 estacionales, 10 ocasionales y 4 que aparecen solo durante el fenómeno El Niño (Hoyos *et al.*, 1985). Una gran variedad de especies habita en las aguas marinas someras y en sus áreas muy cercanas a la orilla marina con escasa profundidad existe una considerable abundancia de juveniles probablemente debido a la mayor oferta de alimento. Entre las especies que se han visto, afectadas se tiene a: *Paralichthys adspersus*, *Cheilodactylus variegatus*,

Paralabrax humeralis, *Anisotremus scapularis*, *Labrisomus philippi*, *Genypterus maculatus* (IMARPE, 2022)

Aves

En el Perú, 500 especies de aves habitan en ambientes acuáticos marinos y continentales o están asociadas a ellos, lo cual representa cerca del 27% de la riqueza total de las 1884 especies de aves en nuestro país (Plenge, 2022). Tomando como referencia uno de los inventarios más cercanos a la zona de derrame como es el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa se han registrado 211 especies de aves, de las cuales 97 son residentes, 82 migratorias y 32 visitantes ocasionales (Pulido *et al.* 2020). Álvarez & Iannacone (2008) para los humedales y playa de Ventanilla reportan 78 especies: 52 residentes, 18 migratorias neárticas, tres migratorias altoandinas, dos migratorias antárticas y tres ocasionales. Carazas *et al.*, (2015) registraron 121 especies, 38 familias y 18 órdenes, de las cuales 43 son nuevos registros; por su estacionalidad 55 especies son residentes, 31 migratorias neárticas, 22 migratorias de corta distancia, siete migratorias altoandinas, cinco divagantes o raras, y una migratoria del sur. Para Punta Salinas e islas Huampanú y Mazorca y el mar adyacente se han registrado 82 especies que corresponden a 33 familias y 13 órdenes (SERNANP, 2019).

No se sabe todavía el impacto en las especies que se reproducen en la zona afectada. Entre las especies residentes se registraron a: *Spheniscus humboldti* pingüino de Humboldt, *Sula variegata* piquero peruano, *Leucocarbo bougainvillii* guanay, *Phalacrocorax gaimardi* chuita, *Nannopterum brasilianus* cuervo de mar, *Pelecanus thagus* pelicano peruano, *Haematopus palliatus* ostrero americano, *Larus belcheri* gaviota

peruana, *Larus dominicanus* gaviota dominicana, *Chroicocephalus cirrocephalus* gaviota capucho gris, *Larosterna inca* zarcillo, *Rynchops niger* rayador, *Cinclodes taczanowskii* marisqueero y *Pygochelidon cyanoleuca* santa rosita (SERNANP, 2019; Pulido *et al.* 2022b).

Encuanto a las aves migratorias el impacto debe ser mucho mayor debido a que esta es la época de migración (Setiembre-marzo) y alrededor de 60 especies provenientes de la Región Neártica y Austral, están sufriendo por la contaminación de los hábitats en el litoral marino. Entre las que mayor impacto vienen recibiendo se tiene a: 18 migratorias boreales: *Arenaria interpres* vuelvepedras, *Numenius phaeopus* zarapito trinador, *Actitis macularius* playero colector, *Calidris alba* playero arenero, *Phalaropus lobatus* faláropo de pico fino, *Tringa incana* playero vagabundo, *Creagrurus furcatus* gaviota tijereta, *Xema sabini* gaviota de Sabine, *Leucophaeus pipixcan* gaviota de Franklin, *Leucophaeus atricilla* gaviota reidora, *Thalasseus elegans* gaviotín elegante, *Sterna hirundo* gaviotín común, *Sterna paradisaea* gaviotín ártico, *Rynchops niger* rayador negro, *Tyrannus tyrannus* tirano norteño, *Hirundo rustica* golondrina tijereta, *Petrochelidon pyrrhonota* golondrina risquera y *Setophaga fusca* reinita de garganta naranja; y seis australes: *Oceanodroma hornbyi* golondrina de mar acollarada, *Oceanites gracilis* golondrina de mar chica, *Oceanites oceanicus* golondrina de mar de Wilson, *Stercorarius chilensis* salteador chileno, *Leucophaeus modestus* gaviota gris y *Muscisaxicola maclovianus* dormilona de cara oscura. Una especie divagante: *Sula leucogaster* piquero pardo; una endémica *Cinclodes taczanowskii* marisqueero. Y otras especies que visitan con poca regularidad el área como: *Macronectes halli* petrel gigante norteño, *Sula sula* piquero de patas

rojas, *Nycticorax nycticorax* huaco común, *Metriopelia aymara* tortolita de puntos dorados. Las especies más afectadas por el derrame fueron: *Spheniscus humboldti* pingüino de Humboldt, *Leucocarbo bougainvillii* guanay, *Phalacrocorax gaimardi* chuita, *Nannopterum brasilianus* cuervo de mar, *Larosterna inca* zarcillo, *Sula neuboxi* camanay, *Sula variegata* piquero peruano (Álvarez & Iannacone, 2008; Carazas *et al.*, 2015; SERNANP, 2019; Pulido *et al.* 2020).

Mamíferos

Los mamíferos más representativos son *Otarya byronia* lobo chusco, *Arctocephalus australis* lobo fino y *Lontra felina*, nutria de mar (SERNANP, 2019; Hooker & Pizarro 2022).

Efectos de la contaminación sobre la biodiversidad

Después de 60 días, oficialmente continúan inamovibles las cifras dadas por el Ministerio del Ambiente, de los 11 900 barriles de petróleo que se derramaron en el mar, situación que, ambientalmente, ha sido considerada como de gran magnitud debido a que supera las 700 toneladas establecidas por International Tanker Owner Pollution Federation Limited (ITOPF 2021). El derrame de petróleo debido a la densidad, generó una mancha en la superficie del mar, la cual fue arrastrada por acción de factores geográficos y meteorológicos por las playas del litoral desde Ventanilla hasta Chancay, transmitiendo los efectos nocivos a otros ecosistemas cercanos. Esta contaminación ha impactado en gran medida la población de los organismos marinos, especialmente invertebrados que forman parte de las comunidades bióticas, bloqueando su alimentación y sus procesos reproductivos (Leturia y Nugoli, 2017; Sánchez-Arévalo y Rodríguez, 2018). También ha generado una serie de efectos altamente peligrosos

para los ecosistemas costeros como es el caso de los humedales (Aponte *et al.* 2022), las playas arenosas y rocosas y las Áreas Naturales Protegidas marinas.

Las consecuencias del derrame petrolero para la biodiversidad de esta zona del litoral marino, tienen efectos directos en las especies, las cuales probablemente sus poblaciones lleguen a sus límites mínimos de densidad (Villamizar, 2021). En ese sentido se ha registrado lo siguiente:

a. La desaparición total de las especies. La mayoría de especies de invertebrados marinos que habitan en la zona supralitoral, mesolitoral e infralitoral, usualmente son sésiles, están fijadas al substrato, carecen de movimiento propio o los presentan muy restringidos; tal es el caso de las esponjas, Porifera; los bivalvos Pelecypodos, las estrellas y los pepinos de mar, equinodermos; los poliquetos, anélidos. En este caso, el petróleo un crudo viscoso, pesado, tóxico, de difícil disolución, asfixia a los organismos marinos de baja movilidad y permanece un tiempo prolongado en el agua de mar sometido a un lento proceso de disolución (Sánchez, 2021). Del mismo modo, han sido afectadas las algas que habitan en la zona supralitoral y mesolitoral, organismos autótrofos de los ecosistemas marino costeros, que intervienen en la captación de CO₂, purifican el agua de mar, protegen los ambientes costeros y constituyen estructuradores de hábitats bentónicos, generando espacios habitables, refugio y lugares de reproducción para numerosas especies marinas. Por ello los colectores de algas se han visto perjudicados por la afectación de las macroalgas de interés comercial por su empleo en la alimentación y en la agricultura como: *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”, *Gracilariopsis lemaneiforme* “pelillo”, *Porfira sp.*, *Piropia sp.* “cochayuyo”

(Carbajal *et al.* 2019). Además, el deterioro de la zona arenosa como hábitat de aposentamiento de aves, residentes y migratorias, a causa de la contaminación por petróleo (Pulido *et al.*, 2022^a).

b. La desaparición parcial de las especies. Comprende algunos grupos de invertebrados con mayor capacidad de movimiento como es el caso de algas marinas flotantes como *Ulva enteromorpha*; algunas especies de crustáceos como, *Platyxanthus orbigny* cangrejo violáceo, *Romaleon setosum* cangrejo peludo y *Cycloxanthops sexdecimdentatus* cangrejo, *Cancer porteri* cangrejo jaiva; y aves como *Spheniscus humboldti* pingüino, *Phalacrocorax bouganvilli* guanay, *Nannopterum brasilianus* cushuri, *Phalacrocorax gaimardi* chuita, *Haematopus palliatus* ostrero americano, *Larosterna inca* zarcillo, *Sula variegata* piquero, *Calidris alba* playero blanco. En las aves el petróleo se adhiere al plumaje e impide el funcionamiento de sus alas, afecta la salud y el éxito reproductivo de los especímenes que residen en dicho lugar como hábitat cotidiano o lo utilizan en su ruta migratoria en las costas del Pacífico oriental en el hemisferio occidental (Giner, 2021). La contaminación de la zona intermareal afectaría el hábitat donde reside las comunidades de invertebrados de las cuales se alimentan, especialmente las aves limícolas migratorias; lo que limitaría la disponibilidad y calidad de alimento para estas especies (Pulido *et al.*, 2022^b).

c. El desplazamiento de las especies hacia lugares sin contaminación. Se han registrado numerosos ejemplares que por su mayor capacidad de desplazamiento han logrado huir de los efectos de la contaminación petroleras como *Lontra felina*, nutria de mar, *Otarya byronia* lobo de mar (Hooker & Pizarro 2022). Lo mismo debe estar sucediendo con los peces. En

los peces marinos se ha determinado que se produce daño histopatológico en el hígado y las branquias, el crecimiento y la productividad. En la contaminación de los ecosistemas costeros-marinos cuando hay actividades de pesca, para garantizar la seguridad ecológica marina y la salud pública, se requiere efectuar el monitoreo y la evaluación del riesgo para prevenir el consumo de pescado (Quispe-Villanueva, 2022; Soares *et al.*, 2022; Argota & Iannacone, 2022).

El derrame petrolero ha puesto en evidencia la necesidad de la implementación de centros de rescate a cargo del Estado. Muchas especies provenientes del tráfico ilegal de animales silvestres, animales en abandono y por otras circunstancias, una vez que están en manos de la autoridad, no siempre encuentran un lugar apropiado temporal o definitivamente para quedarse en condiciones saludables. En ese sentido y para salvar la situación actual, SERFOR ha trasladado a las especies afectadas al Parque de las Leyendas, se ha acondicionado un centro de rescate y se les está brindando los servicios veterinarios de salud requeridos.

Conclusiones

Los diferentes grupos de organismos como algas, invertebrados marinos, peces, aves y mamíferos se han visto afectados, en diferentes niveles de intensidad, por el derrame petrolero.

Aunque no se tienen datos precisos se estima que el número de especies de algas, invertebrados marinos, peces, aves y mamíferos, afectadas oscilaría entre 300 y 500 especies.

Los invertebrados marinos son los taxa que han sufrido el mayor impacto por efec-

to del derrame petrolero debido a la desaparición de sus hábitats por contaminación tanto en las playas arenosas como en las rocosas.

Las investigaciones sobre las comunidades de invertebrados marinos son las que menos atención han recibido ya que la información disponible, siendo reducida, tiene una antigüedad mayor de 12 años.

Las aves es el grupo mejor conocido y donde se tienen mejores referencias sobre el daño que han recibido por el impacto petrolero: *Spheniscus humboldti* pingüino, *Leucocarbo bouganvilli* guanay, *Nannopterum brasilianus* cushuri, *Phalacrocorax gaimardi* chuita, *Haematopus palliatus* ostrero americano, *Larosterna inca* zarcillo, *Sula variegata* piquero, *Calidris alba* playero blanco.

Recomendaciones

Se requieren un mayor número de investigaciones bioecológicas, especialmente en los grupos de algas, invertebrados marinos y peces.

Es preciso que la información sobre listados e inventarios de especies sea sistematizada y puesta a disposición pública de manera oportuna en los portales de información de las entidades competentes como es el caso del SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental) del Ministerio del Ambiente.

Continuar permanentemente con los monitoreos para conocer en detalle el efecto a mediano y largo plazo que por efecto del derrame han sufrido las diferentes especies.

Se requiere la implementación de un Centro de Rescate en el Parque de las Leyendas, con un alto nivel de presupuesto, para que se pueda atender a los ejemplares de fauna silvestre que requieren de un re-

fugio temporal que incluya tratamiento médico, alimentación y readaptación al medio silvestre.

Agradecimientos

A la Escuela Profesional de Medicina Humana de la Universidad Privada San Juan Bautista, Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y, a Oceana, por el apoyo prestado.

Contribución de los autores

V.P. Diseño de la investigación, redacción del texto, metodología de evaluación de flora y fauna. C.A. Redacción del texto, metodología de evaluación de flora y fauna. E.O. Redacción del texto, corrección de estilo. J.R. Redacción del texto, ejecución del trabajo de campo y registro fotográfico.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Literatura citada

- Acleto, C.** 1988. Aspectos fitogeográficos y taxonómicos de las algas marinas del Perú. *Gayana, Botánica* (Chile). 45: 143-146.
- Álvarez, C. & J. Iannacone.** 2008. Nuevos registros de aves en los humedales de Ventanilla, Callao, Perú. *Biologist*. 6(1): 68-71.
- Aponte, H.; J. Torrejón Magallanes, J. & A. Pérez.** 2022. Marea negra en el Perú: reflexiones sobre un derrame de petróleo en el Pacífico sudamericano». *South Sustainability*, 3(1), e44. DOI: <https://doi.org/10.21142/SS-0301-2022-e044>
- Arakaki, N.; P. Gil-Kodaka; P. Carbajal; A. Gamarra & M. E. Ramírez.** 2018. I- Rhodophyta. En *Macroalgas de la Costa Central del Perú* (126 p). Lima, Perú: UNALM. <https://bit.ly/3JJMNWv>
- Arakaki, N.; P. Carbajal; D. Marquez Corigliano; S. Suárez; P. Gil-Kodaka; K. Perez-Araneda & F. Tellier.** 2021. Genética de macroalgas en el Perú: diagnóstico, guía metodológica y casos de estudio. *Inf Inst Mar Perú*, Vol. 48 / No. 4 / Octubre

- Diciembre 2021, 594-609 p. file:///C:/Users/HP/Downloads/Arakakietal2021GeneticadeMacroalgas-enelPeru.pdf

- Argota, G. & J. A. Iannacone Oliver.** 2022. Potencial de riesgo ecotoxicológico por hidrocarburos en el ecosistema costero-marino de Ventanilla, Callao-Perú: parte - I. *The Biologist (Lima)*, 20(1), 151-156. <https://doi.org/10.24039/rtb20222011321>
- Argüelles, J.; A. Taipe; E. Espinoza; S. Aguilar; W. García; J. Tenorio; J. Zavala; A. Gamarra & C. Santos.** 2010. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Chancay a Cerro Azul, <http://www2.produce.gov.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/Inf-BBNN-Lima2-Chancay-Cerro%20Azul.pdf>
- Carazas, N.; L. Camargo; F. Gil & R. Zárate.** 2015. Avifauna del Área de Conservación Regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú: Actualización, Científica 12 (1): 9-25. <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/cientifica/article/view/162/183>
- Carbajal, P.; N. Arakaki; P. Gil Kodaka; A. Gamarra & M. E. Ramírez.** 2018. II- Chlorophyta & Phaeophyceae. En *Macroalgas de la Costa Central del Perú* (126 p). Lima, Perú: UNALM.
- Carbajal, P.; A. Gamarra; N. Arakaki; P. Gil Kodaka & M. E. Ramírez.** 2019. Guía para el reconocimiento en campo de las macroalgas del Callao. Callao, Perú. Instituto del Mar del Perú, 58 pp. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3406>
- Giner, S.** 2021. El impacto de los derrames petroleros sobre las aves playeras y sus sitios de parada en Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*. 81(1): 40-44.
- Guerrero, M.** 2021. Equilibrio ambiental, extracción petrolera y riesgo de desastres en el oleoducto trasandino colombiano. *IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria*, 6(3): 86-101. <https://doi.org/10.25214/27114406.1113>
- Hooker, Y. & J. Pizarro.** 2022. Evaluación rápida del estado de las poblaciones de nutria marina *Lontra felina* en el sector de mayor afectación por el derrame de petróleo de La Pampilla. Lima: SPDA.
- Hoyos, L.; J. Tarazona; B. Shiga & V. Chiong.** 1985. Algunos cambios en la ictiofauna y sus relaciones tróficas durante el fenómeno El Niño en la Bahía de Ancón. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*,

- Volumen Extraordinario, En: Conferencias del Simposio El Fenómeno “El Niño” y su impacto en la fauna marina, dentro del Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología, 163-171 p.
- Huettel, M.** 2022. Oil pollution of beaches. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 36, 100803, <https://doi.org/10.1016/j.coche.2022.100803>
- IMARPE.** 2022. Monitoreo de los impactos ocasionados sobre los recursos hidrobiológicos por el derrame de petróleo en el sector litoral de ventanilla. Informe técnico, <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2912447/Evaluaci%C3%B3n%20impacto%20derrame%20petr%C3%B3leo%20Ventanilla%20%28inf.%20t%C3%A9cn.%20monit.%20inicial%20IMARPE%29%20-%20feb.%202022.pdf>
- INDECI.** 2022. Inician acciones de respuesta luego de oleajes en el litoral [Press release, 344 <https://www.gob.pe/institucion/indeci/noticias/576687-inician-acciones-de-respuesta-luego-de-345-oleajes-en-el-litoral>].” Nota de prensa N 027-2022 COEN INDECI. Enero 16, 2022.
- IATOPF.** 2021. Oil Tanker Spill Statistics 2021. <https://bit.ly/34SbroY>.
- Keramea, P.; K. Spanoudaki; G. Zodiatis; G. Gikas & G. Sylaios.** 2021. Oil Spill Modeling: A Critical Review on Current Trends, Perspectives and Challenges. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 181. <https://doi.org/10.3390/jmse9020181>
- Leturia, M. & S. Nugoli.** 2017. La contaminación por hidrocarburos. El caso “Magdalena”. *Revista Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.* UNLP. 1(46), 320-332.
- Lynett, P.; M. McCann; Z. Zhou; W. Renteria; J. Borrero; et al.** 2022. The Tsunamis Generated by the Hunga Tonga Hunga Ha’apai Volcano on January 15, 2022. *Research Square*, 10.21203/rs.3.rs-1377508/v1
- Ministerio del Ambiente.** 2022a. Ministro del Ambiente recaba información sobre verdaderas causas del derrame de petróleo en nuestro litoral. Consultado el 24 de enero del 2022. <https://bit.ly/3i7hJ2f>.
- Ministerio del Ambiente.** 2022b. Resolución Ministerial N° 021 -2022-MINAM. Declaran en emergencia ambiental área geográfica que comprende la zona marina costera y aprueban Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para la atención de la emergencia ambiental. Diario oficial El Peruano. <https://bit.ly/3JGsl3b>.
- Ministerio del Ambiente.** 2022c. Reporte de Ocurrencias N° 07 – Derrame de Petróleo en los Islotes de Pescadores de la RN Sistemas de Islas, Islotes Y Puntas Guaneras y de la Zona Reservada Ancón. MINAM. <https://bit.ly/3sSDUmH>.
- Paredes, C. & J. Tarazona.** 1980. Las comunidades de mitilidos del mediolitoral rocoso del Departamento de Lima. *Rev. Per. Biol.* 2(1): 59-71. <https://doi.org/10.15381/rpb.v2i1.8362>.
- Paredes, C.; F. Franz Cardoso & J. Tarazona.** 1999. Invertebrados del intermareal rocoso del departamento de Lima, Perú: una lista comentada de especies. *Revista Peruana de Biología*, 6 (2) :143-151. <https://bit.ly/3h06gpr>.
- Pienge, M. A.** 2022. Lista de las aves del Perú. Unión de Ornitólogos del Perú: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>
- Pulido, V.; L. Salinas; J. del Pino & C. Arana.** 2020. Preferencia de hábitats y estacionalidad de las especies de aves de los Pantanos de Villa en Lima, Perú. *Revista peruana de biología* 27(3): 349 - 360. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v27i3.18681>
- Pulido, V.; F. Escobar; C. Arana & E. Olivera.** 2022a. Efectos del derrame de petróleo en la Refinería la Pampilla en las costas del litoral marino, Lima (Perú) *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1): 5–8. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.411>.
- Pulido, V.; J. Cruz Martínez; C. Arana & E. Olivera.** 2022b. Daño ambiental en el litoral marino peruano causado por el derrame de petróleo (enero 2022) en la refinería La Pampilla. *Manglar* 19(1): 67-75, DOI: <http://doi.org/10.17268/manglar.2022.009>
- Quispe, M.** 2022. Más tránsito de hidrocarburos en nuestro mar: ponen en peligro nuestros alimentos de origen marino *Rev. Investigaciones ULCB. Ene - jul.9(1):* 125 - 131 DOI: <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2022v9n1.011>
- Ramírez, A.** 2021. Análisis de los derrames de hidrocarburos procedente de buques y su gestión en el Perú. *Rev. Inst. Investig. Fac. minas metal. cienc. geogr.* vol 24 n° 48, 2021: 143 – 152. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.21770151>
- Rodríguez, E.** 2022. Derrame de petróleo sin precedentes toma desprevenidos a investigadores en Perú. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-00333-x>
- Sánchez, J.** 2021. Afectación de los ecosistemas marino-costeros por los derrames de

hidrocarburos. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*. 81(1): 35-39.

- Sánchez, D. C. & C. M. Rodríguez.** 2018. Estudio de caso derrames de petróleo y la necesidad de su atención desde una salud. *Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. 10(1): 5-10.
- SERNANP (Ed).** 2019. Línea Base Biológica Terrestre y Marina de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras - Punta Salinas, Isla Huampanú e Isla Mazorca (Lima). PROFONANPE, SERNANP. <http://www.sernanp.gob.pe/sistema-de-islas-islotes-y-puntas-guaneras>
- Soares, M. O.; C. E. P. Teixeira; L. E. A. Bezerra; E. F. Rabelo; I. B. Castro & R.M. Cavalcante.** 2022. The most extensive oil spill registered in tropical oceans (Brazil): the balance sheet of a disaster. *Environmental Science and Pollution Research*, doi: 10.1007/s11356-022-18710-4.
- SPDA.** 2022a. SPDA Actualidad Ambiental, <https://www.actualidadambiental.pe/balance-minam-derrame-petroleo/>
- SPDA.** 2022b. SPDA Actualidad Ambiental, <https://www.actualidadambiental.pe/tras-mas-de-2-meses-fiscalia-aun-no-determina-el-origen-del-derrame-de-petroleo/>
- SPDA.** 2022c. SPDA Actualidad Ambiental, <https://www.actualidadambiental.pe/derrame-de-petroleo-solo-4-aves-rescatadas-pudieron-ser-liberadas-y-130-siguen-en-cuidados/>
- Villamizar, E.** 2021. Impactos de los derrames de petróleo sobre los arrecifes coralinos y sus bienes y servicios ecosistémicos. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales* Vol. LXXXI, n.º 1, pp. 45-52. <https://boletines.acfiman.org/wp-content/uploads/2021/06/bacfiman81.1.45.pdf>
- Yim, U. H.; S. Hong; C. Lee; M. Kim; J. H. Jung; S. Y. Ha & O. H. Yu.** 2020. Rapid recovery of coastal environment and ecosystem to the Hebei Spirit oil spill's impact. *Environment International*, 136: 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105438>
- Yuewen, D. & L. Adzibli.** 2018. Assessing the impact of oil spills on marine organisms. *Journal of Oceanography and Marine Research*, 6: 179. DOI: 10.4172/2572-3103.1000179



Fig.1. Pingüino *Spheniscus humboldti* embadurnado con petróleo en islote Pescadores



Fig. 2. Piquero *Sula variegata* y zarcillo *Larosterna inca*



Fig. 3. Bandadas de juveniles de *Leucocarbo bougainvillii* nadando en aguas contaminadas por el petróleo

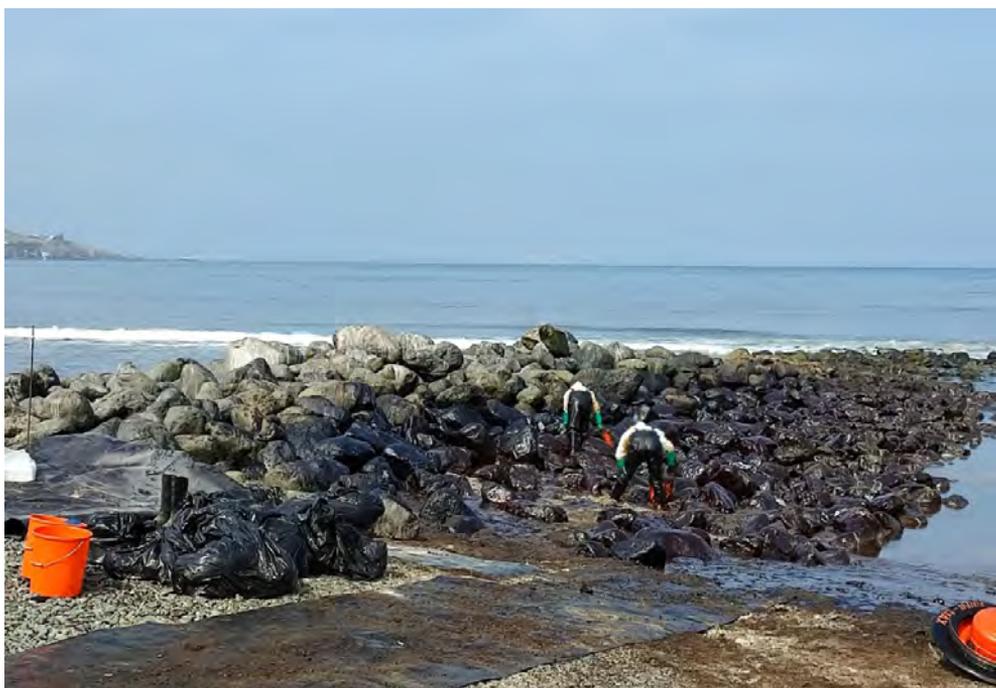


Fig. 4. Playas rocosas contaminadas con el derrame del petróleo. Playa Las Pocitas, Ancón.



Fig. 5. Trabajadores en faenas de limpieza en playas rocosas contaminadas con el derrame del petróleo. Playa Las Pocitas, Ancón.

