



PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**MONITOREO DE LOS IMPACTOS OCASIONADOS
SOBRE LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
POR EL DERRAME DE PETRÓLEO EN EL
SECTOR LITORAL DE VENTANILLA**



CALLAO, ENERO 2022



Esquema de la Mesa de Partes Virtual.

<http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/tramitevirtual/>
www.gob.pe/imarpe

Siempre con el pueblo

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

INFORME TÉCNICO

MONITOREO DE LOS IMPACTOS OCASIONADOS SOBRE LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS POR EL DERRAME DE PETRÓLEO EN EL SECTOR DEL LITORAL DE VENTANILLA

1. ANTECEDENTES

El derrame de hidrocarburos ocurrido el día 15 de enero del 2022, en el terminal multiboyas de la refinería La Pampilla, se dispersó hacia el norte, abarcando la zona marino costera del distrito de Ventanilla, alcanzando incluso el litoral de Chancay.

Este derrame no solo afectó la calidad del agua y el sedimento marino, sino también a todas las comunidades de organismos que habitan en el ecosistema intermareal, submareal y litoral, desde organismos bentónicos hasta depredadores superiores.

En tal sentido, se requiere estimar el grado de afectación del derrame sobre las actividades socioeconómicas como la pesca y recreación (zonas de veraneo), y en especial sobre el ecosistema que abarca toda el área de influencia directa e indirecta, para a través del monitoreo verificar que las acciones de contingencia sobre el derrame permitan la recuperación de las zonas afectadas.

En respuesta ante la emergencia acontecida, y ante la necesidad por parte del Ministerio de la Producción, y otros sectores e instituciones, de información ambiental y de biodiversidad del área afectada relacionada con el derrame de hidrocarburos; un grupo multidisciplinario de trabajo (profesionales de la DGIA, DGIRP y DGIRDL) del IMARPE, viene llevando a cabo actividades de campo para evaluar la calidad del agua y de sedimentos marinos, así como la biodiversidad del litoral de la zona afectada.

Los resultados obtenidos en la primera actividad de monitoreo realizada, se detallan en el presente informe.

2. OBJETIVOS

- Evaluar la zona afectada por el derrame, en la zona de playa Caveró considerando parámetros de calidad ambiental, presencia de macroinvertebrados y depredadores superiores.
- Determinar la extensión del impacto a través de vuelos de vehículo no tripulado (Drone) y procesamiento de imágenes satelitales.
- Estimar las potenciales afectaciones a partir de datos actuales e históricos, de información de zonas de pesca, bancos naturales, praderas de macroalgas y presencia de depredadores superiores.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Ámbito de monitoreo

Se realizaron actividades de toma de muestras de agua y sedimentos en línea de costa y recorridos a pie, para el registro de macroinvertebrados y fauna afectada por la presencia de petróleo. La toma de muestras para el análisis de parámetros de calidad, vuelo de vehículo aéreo no tripulado y evaluación de biodiversidad, se ejecutó mayormente en playa Caveró ($11^{\circ} 50' 42.24''$ S; $77^{\circ} 10' 34.26''$ W) ubicada al norte de la zona de estudio (Figura 1 a).

Profesionales del Área de Depredadores Superiores realizaron un recorrido desde playa Caveró hasta playa Costa Azul ($11^{\circ} 52' 27.42''$ S; $77^{\circ} 9' 29.34''$ W) en la zona sur, zona que corresponde a la playa principal y más concurrida de Ventanilla, y cerca del humedal del mismo nombre, el cual es también usado por muchas especies de aves (Figura 1 b).

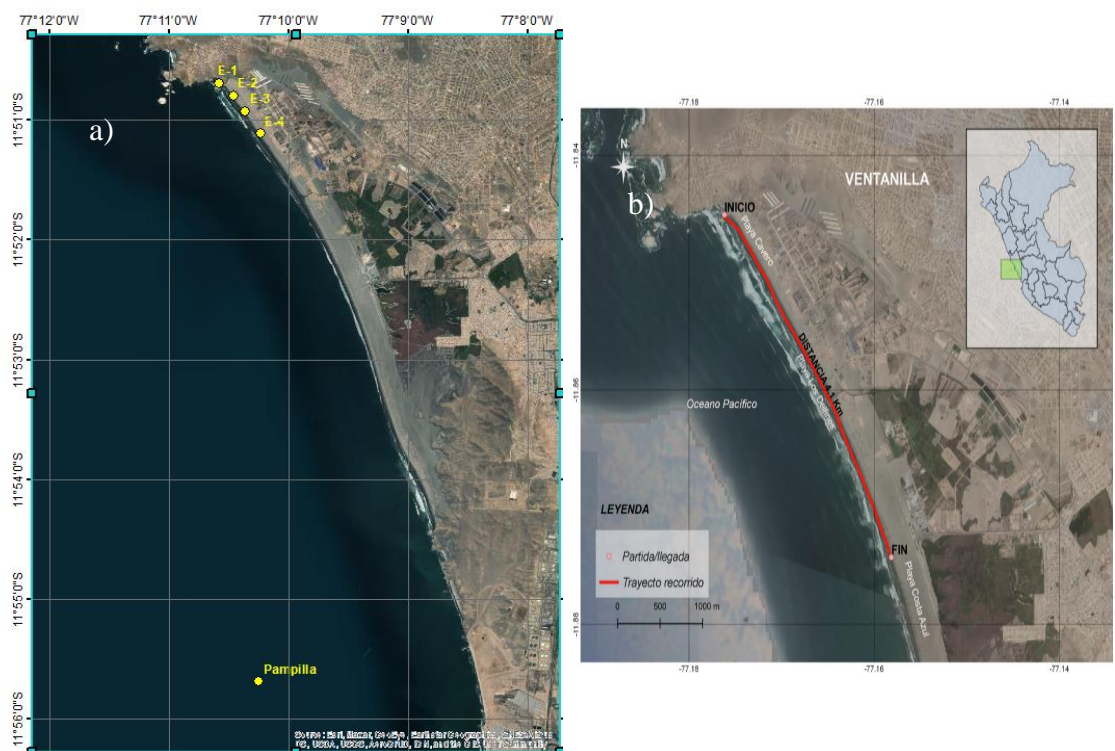


Figura 1. a) Mapa de la zona de estudio para la evaluación de los impactos por el derrame de petróleo. En puntos amarillos se ubican las estaciones de muestreo y la ubicación del Terminal Multi Boyas de la Pampilla b) Mapa de la zona de estudio para la evaluación de los impactos por el derrame de petróleo. La línea roja muestra el recorrido para la evaluación de la fauna afectada.

3.2 Muestreo de Calidad ambiental

a. Parámetros ambientales

Se realizó la evaluación in situ de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y pH haciendo uso de un equipo multiparámetro WTW.



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**

b. Parámetros microbiológicos (DBO)

Se colectaron muestras para el análisis de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), las que se trasladaron debidamente conservadas al laboratorio, en el cual se realizaron los análisis respectivos, de acuerdo al protocolo de medición de DBO en agua marina de la Norma Técnica Peruana.

c. Hidrocarburos de petróleo

Se colectaron muestras de agua para determinación de la concentración de hidrocarburos. El análisis en laboratorio se realizó de acuerdo a los protocolos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA/AWWA/WPCF.

3.3 Recursos hidrobiológicos

a. Biodiversidad intermareal

Se realizó un recorrido a lo largo de toda la línea de costa de la playa, en la cual se registró la extensión y amplitud del impacto en cada hábitat, la composición específica de la comunidad bentónica afectada, así como el efecto letal (mortandad) o subletal (cubierto de petróleo) en estos organismos.

Asimismo, considerando la presencia de dos tipos de hábitats en el área: playa arenosa y orilla rocosa, se realizó un muestreo cuantitativo en este último para obtener una estimación puntual de la diversidad y abundancia de las especies que han sido afectadas por el derrame en el área evaluada.

b. Depredadores superiores

- Avistamiento de fauna en la zona

Se realizó un recorrido por la franja costera indicada, con el respectivo avistamiento de las especies con la georreferenciación espacial WGS84; se identificaron las especies usando las claves de Howell & Zufelt, 2019 y Aves del Perú, 2010. Así mismo, se identificó el comportamiento de las aves avistadas; finalmente se realizó un registro fotográfico para realizar el conteo posterior en gabinete.

- Reconocimiento de hábitats afectados

Se registró la presencia de hidrocarburo con fotografías en todos los hábitats donde se encontraban las aves, en las playas de roqueríos y acantilados como en la zona norte de playa Cavero, determinándose la altura de la mancha de petróleo en las rocas, así como también su presencia en las playas aledañas donde se podrían alimentar las aves; en la zona arenosa se registró la presencia de hidrocarburo en la zona intermareal hasta la zona de alta marea o pleamar, así como el comportamiento de alimentación de las aves playeras y gaviotas en la zona intermareal, donde se ubica su alimento, tales como poliquetos o muy muy.

- Recorrido para la toma de datos de fauna varada

Se identificaron las especies de los ejemplares muertos empetrolados a lo largo de todo el recorrido; se georeferenciaron los hallazgos y se tomaron fotografías de alta resolución.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

c. Invertebrados Marinos

Se consideró para ello información histórica de las evaluaciones de los bancos naturales de invertebrados, ubicados en el entorno de la zona afectada; además de los estudios de monitoreo de macroalgas en Ancón.

d. Pesca Artesanal

La información considerada en el presente caso, proviene del Sistema de Captación de Información de Captura y Esfuerzo de la Pesca Artesanal del IMARPE, entre los años 2017 y 2021 hasta las 0.5 millas de distancia de la orilla.

4. RESULTADOS

4.1 Parámetros abióticos

Durante el presente monitoreo se colectaron datos in situ, cuyos resultados se presentan.

Temperatura

Los valores de temperatura superficial del mar fluctuaron entre 18.6 y 20.5 °C, lo cual se puede considerar como rango normal, tomando en cuenta que hay mucha relación con la temperatura del aire en la zona. Se apreció un aumento de la temperatura en dirección hacia el sur (Figura 2a).

Oxígeno Disuelto

Las concentraciones variaron entre 7.12 y 8.34 mg/L, observándose una buena oxigenación del agua de mar en la zona litoral, aunque el menor valor fue en la zona norte de la playa Caveró, probablemente por la mayor concentración de residuos o de materia orgánica, lo que ocasiona una disminución de la concentración de oxígeno (Figura 2b).

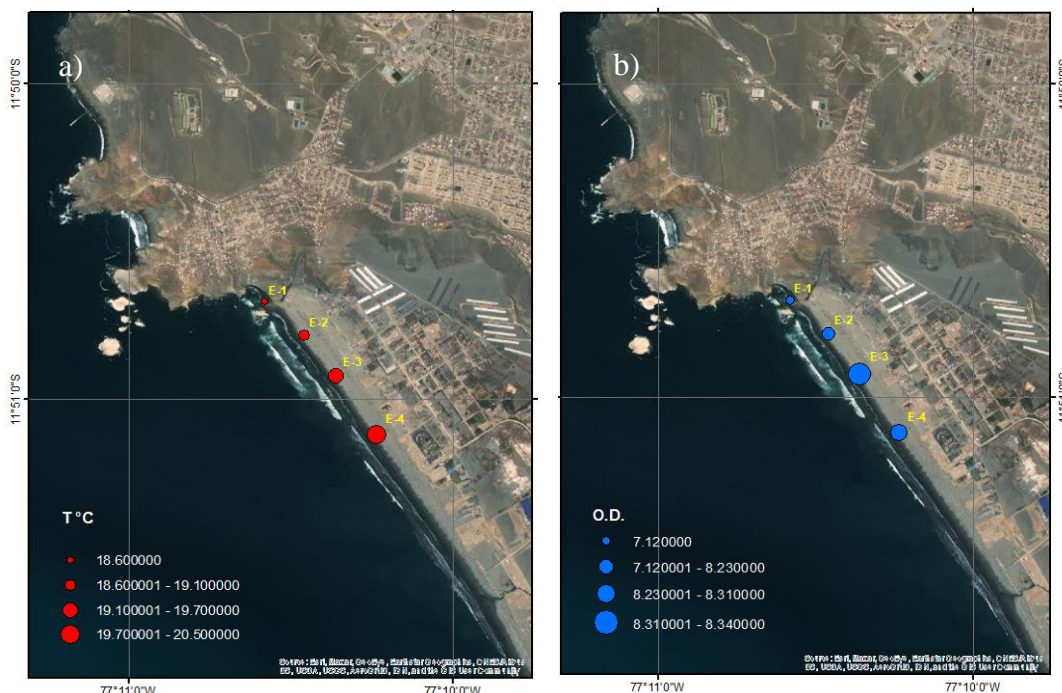


Figura 2. a) Temperatura medida en línea de playa Caveró b) Oxígeno disuelto medido en línea de playa Caveró

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

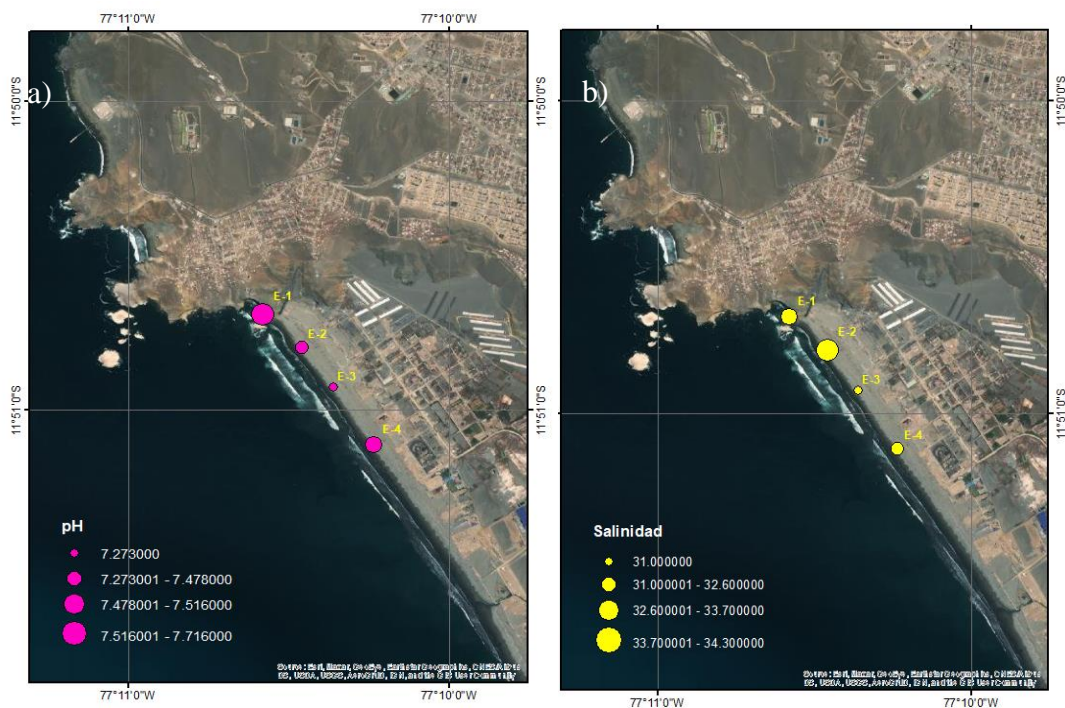


Figura 3 a) pH medido en línea de playa Cavero b) Salinidad medida en línea de playa Cavero

pH

Los valores de pH se registraron en un rango entre 7.2 y 7.7, mostrándose valores neutros en el área evaluada. Siendo los valores normales de pH del agua de mar ligeramente alcalinos, lo observado en el presente monitoreo no evidencia algún efecto sobre el parámetro (Figura 3a).

Salinidad

La salinidad del mar en el sector litoral de la zona de estudio se presentó en el rango entre 31 y 34.3 %, lo cual podría considerarse normal para las zonas litorales y la fuerte variación de la concentración de sales que se observa comúnmente en ella, debido a la fuerte evaporación, oleaje y aporte de aguas continentales (Figura 3b).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

4.2 Parámetros microbiológicos (DBO)

Los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno fluctuaron entre 35.9 y 54.7, observándose muy por encima del ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

El mayor valor se observó en el extremo norte, lo cual coincide con el menor valor de oxígeno registrado en el presente monitoreo (Figura 4).

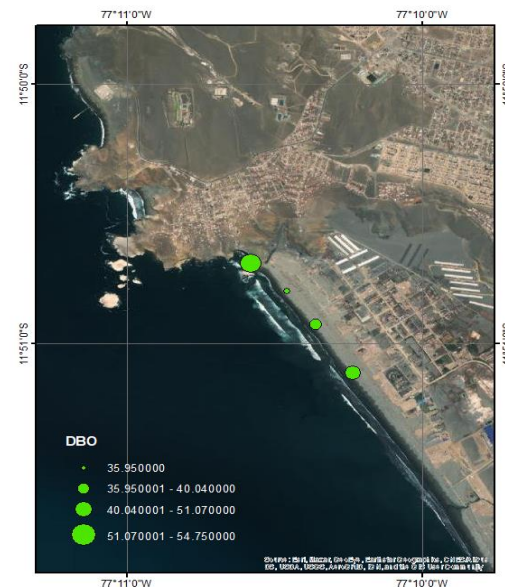


Figura 4 BDO medido en estaciones de línea de playa Cavero

4.3 Hidrocarburos de petróleo

Los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) se observaron en el rango de 789.7 a 15 279.5 mg/L; valores que se encuentran muy por encima del ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales (0.01 mg/L).

Se apreció una mayor concentración de TPH hacia el norte de la playa Cavero, probablemente por el acarreo ocasionado por las corrientes marinas, cuya componente de dirección es mayormente hacia el norte.

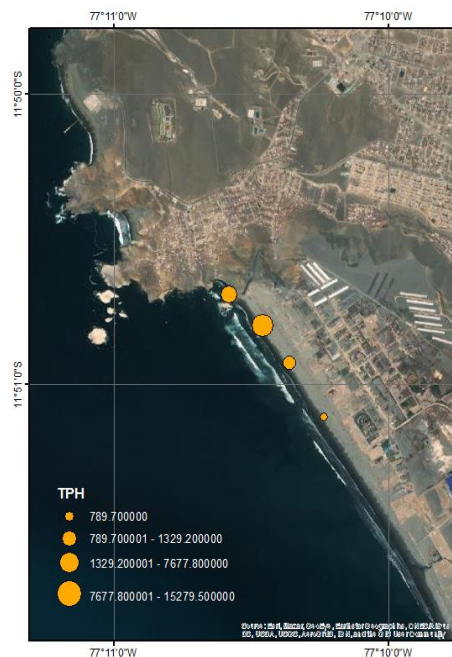


Figura 5 Hidrocarburos Totales medidos en estaciones de línea de playa Cavero

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

4.4 Identificación de zonas con vehículo aéreo no tripulado Drone



Figura 6. a) Por línea de playa se observó que desde la línea de alta marea (amarillo), hasta la línea de baja marea (celeste) habían 20m dejando una huella o marca del crudo en las arenas de la playa, su causa principal se debe a la poca pendiente de la playa; y b) vistas en dirección sur de la playa Cavero.

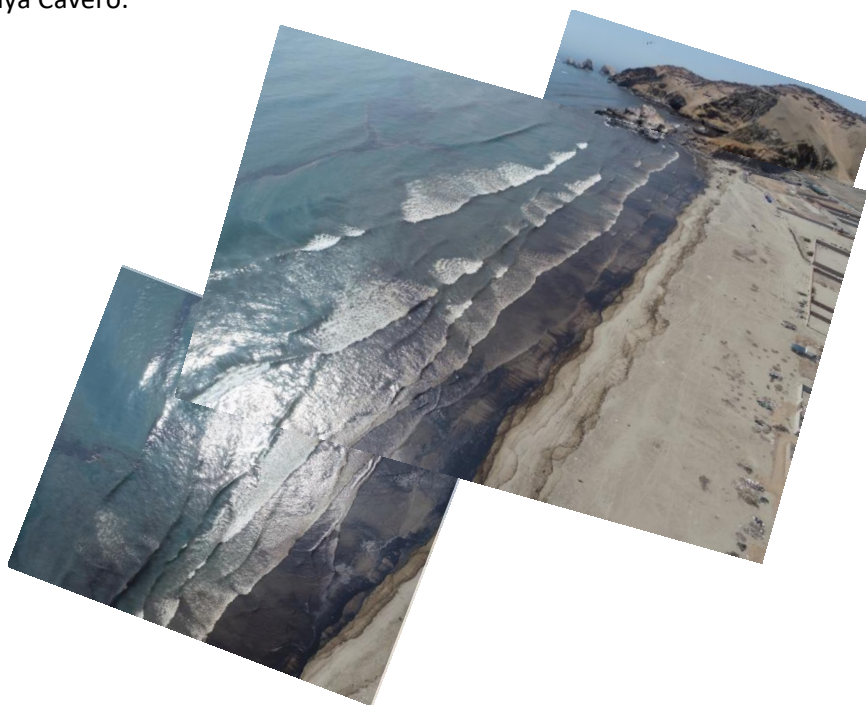


Figura 7. La presencia del crudo de petróleo en baja marea es irregular, ya que presenta lugares con mayores concentraciones. Se registraron manchas de petróleo crudo en el mar.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

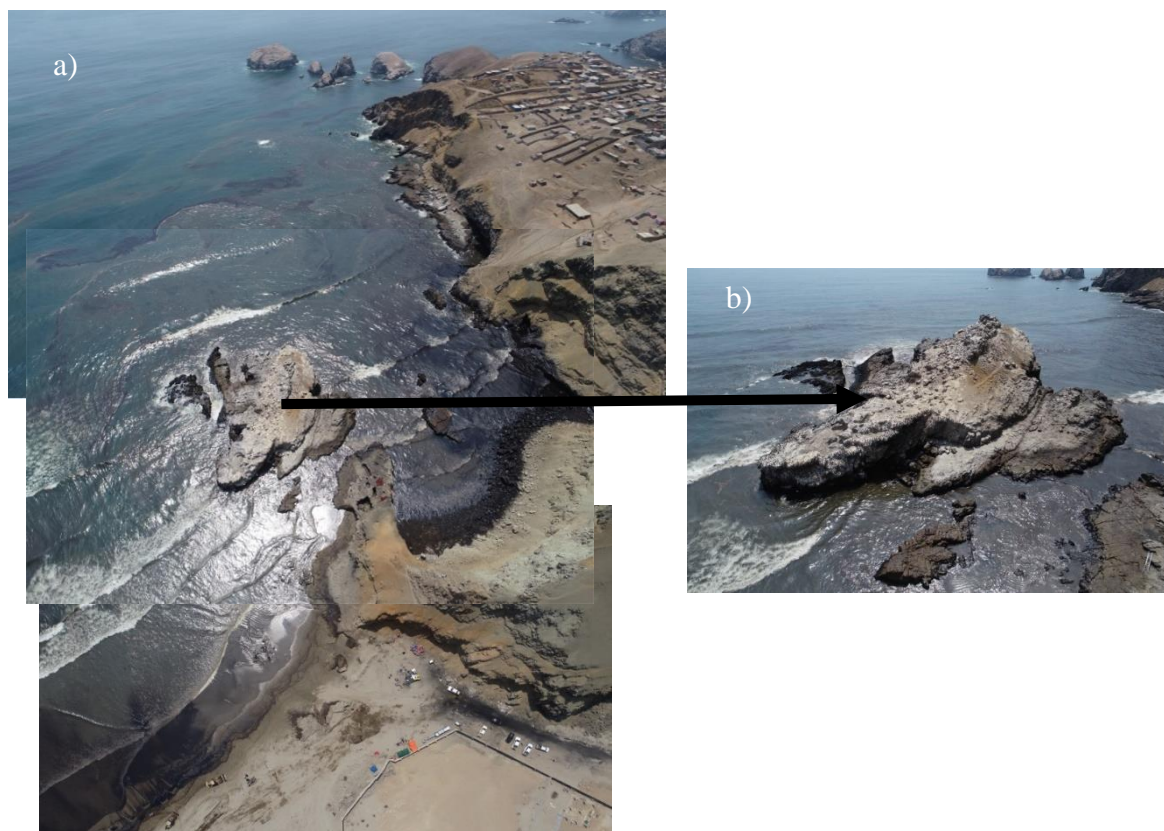


Figura 8. a) Las manchas de petróleo en agua son evidentes, en esta evaluación se notó que dejaron marcas perceptibles tanto en la zona arenosa como hacia la zona rocosa. Se observa una gran concentración de crudo hacia la ensenada de la playa siendo esta una zona de retención para el crudo transportado por las corrientes. b) En el farallón se observó la presencia de aves.

4.5 Biodiversidad intermareal

El hábitat de playa arenosa abarcó la mayor parte del área evaluada (>90%). En toda su extensión, se observó cubrimiento de petróleo en más del 50% de su amplitud, incluyendo tanto niveles superiores e inferiores de la playa. De acuerdo al patrón de zonación de Salvat (1964), que segmenta la playa arenosa en 4 franjas horizontales, se observó petróleo en 3 de las zonas: retención (zona de sedimento húmedo), resurgencia (zona que es constantemente bañada por el agua) y saturación (zona cubierta la mayor parte del tiempo por el agua).

En la playa arenosa, el impacto de los hidrocarburos fue evidente en los crustáceos “muy muy” *Emerita analoga* y el “cangrejo carretero” *Ocypode gaudichaudii*. Especímenes de *E. analoga*, especie componente predominante de las zonas intermedias e inferiores de las playas arenosas, fueron encontrados muertos y cubiertos de petróleo (Figura. 9); mientras que individuos de *O. gaudichaudii* aún vivos pero cubiertos totalmente del hidrocarburo fueron observados en las zonas superiores de la playa (secado).



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**

La orilla rocosa estuvo restringida al norte del área evaluada y se vio afectada por cubrimiento de petróleo en toda su extensión (línea de costa) y amplitud vertical (zonas supralitoral, mediolitoral e infralitoral). De acuerdo a las características del sustrato dominante e intensidad del recubrimiento del petróleo, este hábitat se dividió en dos subáreas.

La primera estuvo conformada por grandes bloques rocosos de escasa pendiente (<45°), en donde el petróleo acarreado por el oleaje formó una espesa capa que cubrió el sustrato, imposibilitando distinguir los organismos epibentónicos residentes. La segunda subárea presentó menor acumulación de petróleo, estuvo constituida por plataformas y grandes bloques rocosos de pendiente variable (>45°), en donde todos los organismos sésiles o de poco movimiento típicos de este hábitat se encontraron con hidrocarburos adheridos.

Luego de una rápida caracterización cualitativa y cuantitativa de la comunidad bentónica en esta subárea, se observó lo siguiente:

- En la zona supralitoral, estrato superior y más distante del oleaje, se registró muy escasa abundancia de organismos típicos e indicadores de esta zona tales como el gastrópodo littorínido *Echinolitorina peruviana*, que alcanzó un promedio de 3.3 ± 2.0 (EE) ind/0.0625 m². Asimismo, no se registró la presencia del típico “cangrejo de las rocas” *Grapsus grapsus* que habita en este estrato del intermareal. Cabe resaltar que la ausencia de especies en esta zona del intermareal podría ser también el resultado del elevado tránsito del personal dedicado a la limpieza del derrame del petróleo.
- En las zonas mediolitoral e infralitoral, la comunidad bentónica epibentónica estuvo caracterizada por la elevada cobertura del “chorito” *Semimytilus algosus*, especie que conjuntamente con *Perumitylus purpuratus*, cumple un rol ecológico de suma relevancia en estos ambientes como ingeniero ecosistémico. Otras especies registradas fueron el cirrípedo *Jehlius cirratus*, lapas *Lottia orbigny* y *Scurria variabilis* y las macroalgas *Ulva enteromorpha*, *Gelidium* sp., *Gymnogongrus durvillei*, *Asterfilopsis furcellata*, *Grateloupia doryphora*. Cabe resaltar que durante la evaluación de Playa Caveró, no se registraron invertebrados de mayor tamaño típicos del estrato inferior del intermareal, tales como anémonas, pepinos, erizos y estrellas de mar.
- En la evaluación cuantitativa se registró un reducido número de especies entre invertebrados (6 especies) y macroalgas (3 especies), siendo el taxón más abundante el bivalvo *Semimytilus algosus* que explicó el 94% de la abundancia total; mientras que entre las macroalgas destacaron por su mayor porcentaje de cobertura la Chlorophyta *Ulva enteromorpha* y la Rhodophyta *Gelidium* sp. A nivel de estratos, la mayor abundancia promedio fue registrada en la zona infralitoral, mientras que el mayor número o riqueza de especies promedio fue encontrado en la zona mediolitoral (Figura 1). Ambas zonas habrían recibido el mayor impacto del derrame del petróleo, dada su mayor exposición al oleaje.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

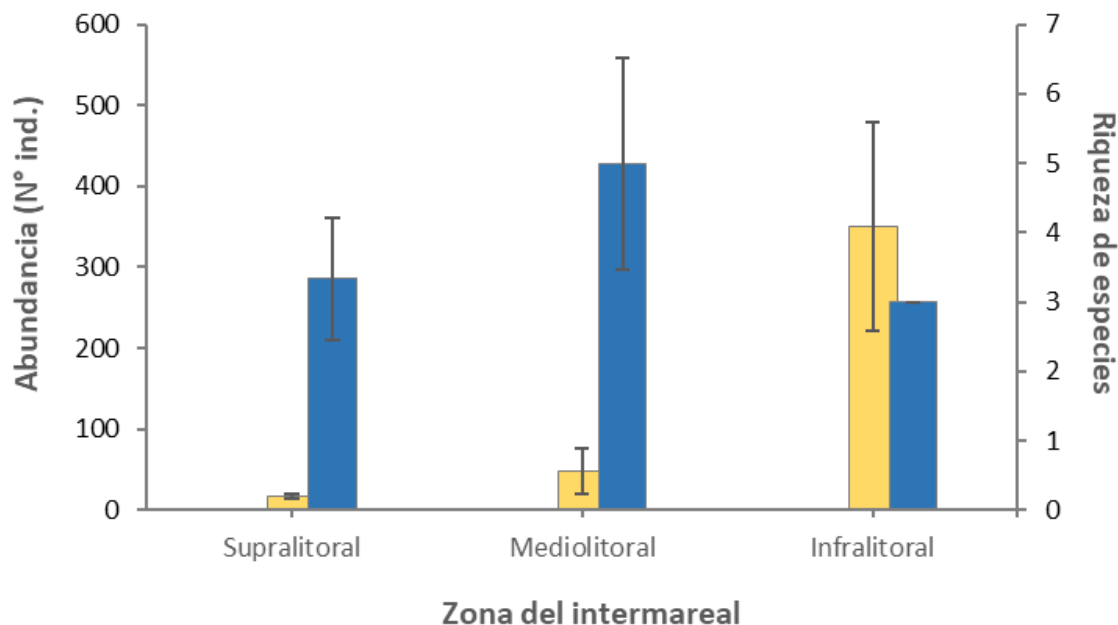


Figura 9. Abundancia promedio (Número de individuos.0.0625 m⁻² ± EE) (barras amarillas) y Riqueza de especies promedio ± EE (barras azules) según zonas del intermareal rocoso en Playa Cavero, Ventanilla, enero del 2022.

4.6 Depredadores superiores

- Descripción del hábitat y perjuicio

El área en la que ha ocurrido el accidente presenta una zona continental y una zona marina. La primera pertenece al borde del desierto costero que colinda con el mar en la cual se pudieron distinguir dos tipos de hábitat: la playa arenosa y playa rocosa (acantilados e islotes cercanos). En la zona marina colindante perteneciente al hábitat marino costero del ecosistema de la corriente de Humboldt, no se ha realizado la evaluación del perjuicio del evento sobre los depredadores superiores hasta el momento.

- Fauna avistada

En la zona continental se observó principalmente aves. El hábitat rocoso fue encontrado en playa Cavero y sus islotes colindantes, se observó fauna que principalmente habita acantilados e islotes encontrando en ellos sitio de aposentamiento y reproducción; además es importante ya que buscan alimento (forrajean) en torno a estos lugares, por lo que la calidad (salud) de las áreas colindantes a estos sitios son zonas importantes para su presencia.

Las especies encontradas fueron las siguientes: 1 ostrero negro *Haematopus ater*, 7 gaviotas peruanas *Larus belcheri*, 500 piquero peruano *Sula variegata*, 930 zarcillos *Larosterna inca*, 300 guanay *Phalacrocorax bougainvillii* y 12 chuitas *P. gaimardi*. No se avistaron mamíferos o reptiles desde la costa.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”



Figura 10. Número de ejemplares avistados en la zona rocosa e islotes aledaños al norte de playa Caveró, enero del 2022

El hábitat de playa arenosa estuvo presente en la playa Los Delfines y playa Costa Azul, a diferencia del rocoso esta la porción de arena representa el sitio de aposentamiento y reproducción de aves, presentando especies que obtienen su alimento de dos formas principalmente: capturándolo del o en el mismo sustrato que compone la playa como en el caso de playeros (scolopacidae) y ostreros (haematopodidae), o de especies que salen al mar a capturar su alimento (garzas y gaviotas).



Figura 11. Número de ejemplares avistados en la zona de playa de arena de Playa Caveró, Los delfines y Costa Azul, enero del 2022

Las ejemplares encontrados fueron los siguientes: 3500 gaviotas de Franklin *Leucophaeus pipixcan*; 42 ostrero americano *Haematopus palliatus*; 2 ostreros negros *H. ater*; 18 gaviota peruana *Larus belcheri*; 4 garza blanca grande *Ardea alba* y 9 vuelvepiedras rojizo *Arenaria interpres*. No se avistaron mamíferos o reptiles desde la costa.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Fauna varada

Durante el recorrido realizado desde playa Cavero hasta playa Costa Azul se registraron un total de 12 individuos varados muertos y 2 varados vivos; todos pertenecían a la clase Aves. Los individuos muertos que se registraron fueron 5 Chuitas *Phalacrocorax gaimardi*, 6 Zarcillos *Larosterna inca* y 1 cormorán no identificado *Phalacrocorax sp.* todos estos individuos se encontraban cubiertos de petróleo, presentando todos el color característico de este hidrocarburo. No se observó mamíferos o reptiles varados. Los individuos vivos que se observaron fueron una chuita y un cormorán no identificado, visiblemente cubiertos de petróleo.

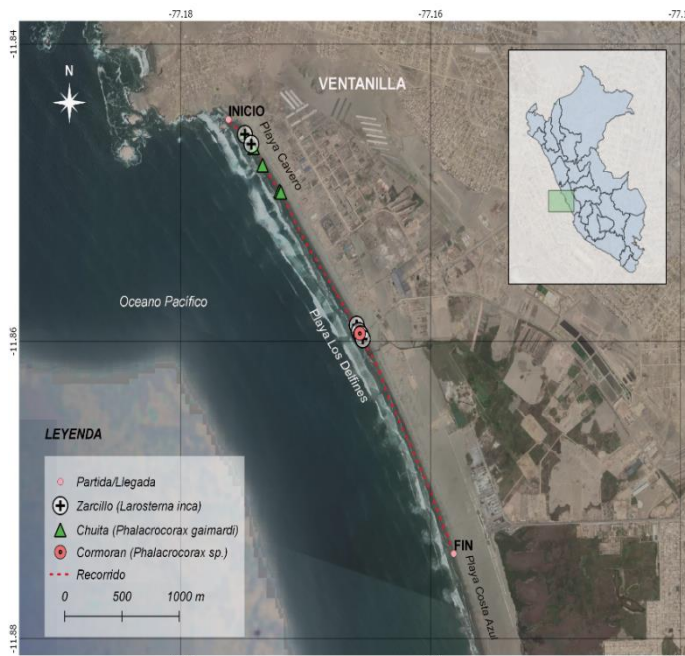


Figura 12. Ubicación de fauna varada

Registros anteriores de depredadores superiores

Tabla 1. registros de depredadores superiores antes de enero del 2021

SECTOR	SUB SECTOR			DEPREDADORES SUPERIORES	
	Sustrato predominante de la orilla	Longitud (km)	Uso principal	Especie mayoritaria	Abund. refer. promedio registrada
Playa Costa Azul – Playa Cavero	Arenoso	-	Baln. (habit., esparc.)	<i>Larus belcheri</i> <i>Larus dominicanus</i> <i>Leucophaeus pipixcan</i> <i>Chroicocephalus cirrocephalus</i> <i>Thalasseus elegants</i> <i>Calidris pusilla</i> <i>Calidris alba</i> <i>Calidris minutilla</i> <i>Haematopus palliatus</i>	50 20 4000 100 1000 200 300 100 50
	Rocoso	4.6	Baln. (habit., esparc.)	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> <i>Larosterna inca</i> <i>Larus belcheri</i> <i>Phalacrocorax bougainvillii</i> <i>Phalacrocorax gaimardi</i> <i>Cinclodes taczanowskii</i> <i>Lontra felina</i>	20 500 50 900 20 2 1 a 4

4.7 Invertebrados

La zona de playa Cavero constituye hábitat de macro invertebrados; por lo cual, se apreció hacia la zona rocosa de playa Cavero la presencia de cangrejo peludo, lapa, caracol negro y cangrejo violáceo, coherente con los datos históricos y de evaluación de bancos naturales.

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**

Tabla 2. Registro de Invertebrados en bancos naturales

SECTOR	SUB SECTOR			INVERTEBRADOS (1 y 2)	
	Sustrato predominante de la orilla	Longitud (km)	Uso principal	Especie predominante	Abundancia (mín - máx) ind/t
Playa Costa Azul – Playa Caveró	Arenoso	-	Baln. (habit., esparc.)	-	-
	Rocoso	4.6	Baln. (habit., esparc.)	<i>Romaleon setosus</i> <i>Fisurella sp</i> <i>Platyanthus orbigny</i> <i>Thaisella chocolata</i>	0.2 - 0.2 1.9 - 4.9 0.5 - 0.5 1.4 - 14.4

4.8 Pesca Artesanal

El área evaluada comprende hasta a la 0,5 mn, habiéndose establecido el promedio anual de capturas dentro de dicha área durante el periodo 2017 - 2021; los datos muestran que la mayoría de peces capturados son de zonas rocosas, aun cuando la principal especie es el lenguado con 344.6kg seguido de la pintadilla y la cabrilla.

Es importante mencionar que el IMARPE no dispone de información de desembarques que puedan realizarse en playa o de actividad de pesca no embarcada del área en mención.

Tabla 3. Pesca artesanal a 0.5 mn de playa Caveró

SECTOR		SUSTRATO PREDOMINANTE DE LA ORILLA	LONGITUD (km)	PECES “de orilla”	
Nombre	Uso principal			Principales especies	Extracción promedio anual (kg)
Playa Costa Azul – Playa Caveró	Balneabilidad (habitabil., esparcim.)	Arenoso		Lenguado Pintadilla Cabrilla Chita	344,6 302,2 173,2 97,8
		Rocoso		Tramboyo	25,2

5. APRECIACIONES SOBRE IMPACTOS

5.1 Parámetros abióticos

Los valores de los parámetros ambientales analizados (temperatura del mar, oxígeno disuelto, pH y salinidad) parecen no estar afectados por la masiva presencia de hidrocarburos en el agua, observada en el presente monitoreo. En cuanto al oxígeno, la alta dinámica de la zona litoral ocasionada por el oleaje, permite un adecuado intercambio de gases entre el agua de mar y el aire; sin embargo, es de suponer que esta condición sería diferente a mayores profundidades.



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**

5.2 Parámetros microbiológicos

Los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno observados se encontraron bastante por encima del ECA respectivo, evidenciando una alta presencia de materia orgánica en el agua. Si esta materia orgánica es un indicativo de la alta presencia de hidrocarburos, o si se debe a otras fuentes, como por ejemplo restos orgánicos de especímenes animales o vegetales en estado de descomposición, no se puede determinar fehacientemente. Sin embargo, lo que sí es evidente es el fuerte impacto en la calidad del agua en la zona litoral.

5.3 Hidrocarburos de petróleo

Se observaron altísimas concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo en el mar, las cuales sobrepasan ampliamente el respectivo ECA. Los daños causados por esta masiva presencia de TPH, no solo en la calidad acuática del litoral sino también sobre la biota marina, es bastante evidente y será discutido más a fondo en las secciones correspondientes a biodiversidad intermareal.

5.4 Biodiversidad intermareal

En playa Cavero, el crudo de petróleo en la zona arenosa se encontró en la línea de alta marea, zona de rompiente y zona marina, generando la muerte de las poblaciones de individuos que se desarrollan en esta área; esto se evidencia por la presencia de individuos muertos de muy muy y macroalgas varadas cubiertas de crudo.

Se observó petróleo en 3 de las zonas de la playa arenosa: retención, resurgencia y saturación; el impacto de los hidrocarburos fue evidente en los crustáceos “muy muy” *Emerita analoga* y el “cangrejo carretero” *Ocypode gaudichaudii*. Especímenes de *E. análoga*, especie componente predominante de las zonas intermedias e inferiores de las playas arenosas, fueron encontrados muertos y cubiertos de petróleo; mientras que individuos de *O. gaudichaudii* aún vivos se encontraron en la zona de secado.

En la zona rocosa de la playa se encontraron poblaciones sésiles en las zonas supralitoral, mediolitoral e infralitoral cubiertas de crudo de petróleo; además no se evidenció fauna propia de las formaciones rocosas, esto debido a la presencia del hidrocarburo, así como por el tránsito de las personas que venían realizando labores de contención.

5.5 Depredadores Superiores

- En playa rocosa y zona marina aleadaña

Se observó daño sobre el sitio de aposentamiento y la oferta de alimento que provee el borde rocoso para algunas especies de aves como ostreros y otras aves. Este borde ha sido bañado por la alta y baja marea dejando una cobertura de petróleo sobre la fauna del intermareal rocoso, que representa fuente de alimento para el ostrero negro; además esta parte es usada como sitio de aposento de piqueros y cormoranes, quedando con petróleo impregnado en sus patas, dañando la piel de estos animales.



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**

En el hábitat marino, que es fuente de alimento de aves piscívoras como piqueros, cormoranes, gaviotas, entre otros; el derrame de petróleo ha cubierto parte importante de la zona marina colindante a sitios de aposentamiento y reproducción de aves, comprometiendo los recursos propios de la zona de los que dichas especies se alimentan.

Existe un perjuicio directo en la salud de las aves, debido a la contaminación provocada en el ecosistema marino. Las aves ligadas a los ambientes acuáticos, desarrollan la mayor parte de su vida en el mar, medio en el que principalmente emprenden viajes en búsqueda de su alimento, buceando, lanzándose en picada u obteniéndolo de la superficie.

El contacto directo del ave con el petróleo durante sus actividades compromete la calidad de la permeabilidad de las plumas, lo cual les restringe permanecer en este medio o perdiendo la habilidad de la termorregulación; lo que también inhibe su capacidad de vuelo. Además, a largo plazo la ingestión e inhalación de este hidrocarburo traerá la muerte por envenenamiento.

La permanencia y sobrevivencia de estas especies se encuentra comprometida por el accidente ocurrido en esta zona.

- En zona de playa arenosa

Daño de las áreas de reproducción de las especies costeras. Las especies ligadas al borde costero usan este espacio para construir sus nidos, que si han estado activos se han podido ver perjudicados de manera directa por el petróleo presente.

Adicionalmente, puede haber un perjuicio indirecto, debido a que las aves utilizan material cercano a sus sitios de aposento para construir sus nidos, llevando de esta manera material contaminado que podría poner en riesgo el éxito reproductivo.

Daño de la calidad de oferta trófica haciendo de su consumo una amenaza. La exposición de la orilla de playa a este hidrocarburo contamina las especies que viven en el sustrato y su columna (bivalvos, poliquetos, crustáceos, moluscos), las cuales sirven de alimento a aves como ostreros, gaviotas y playeros entre las que se encuentran especies residentes y migratorias que vienen del hemisferio norte, que también terminan acumulando este producto pudiendo tener efectos letales en ellas. De esta misma manera se perjudicarán las especies que capturan sus alimentos en el mar.

Las aves de este hábitat que capturan su alimento en el mar se ven directamente expuestas al contacto del contaminante, el cual daña las plumas, entra en contacto directo con sus ojos, provoca la ingesta involuntaria del contaminante, envenenando a los ejemplares y llegando a tener efectos letales sobre ellos.

La permanencia y sobrevivencia de estas especies se encuentra comprometida por el accidente ocurrido en esta zona.

**PERÚ**Ministerio
de la Producción**IMARPE**
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**

Tabla 4. Estado de conservación de las especies encontradas durante la evaluación

Nombre común	Nombre científico	Permanencia	UICN	DS 004-2014
Ostrero negro	<i>Haematopus ater</i>	Residente	Preocupación menor	–
Gaviota peruana	<i>Larus belcheri</i>	Residente	Preocupación menor	–
Piquero peruano	<i>Sula variegata</i>	Residente	Preocupación menor	En peligro
Zarcillo	<i>Larosterna inca</i>	Residente	Casi amenazado	–
Chuita	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Residente	Casi amenazado	En peligro
Guanay	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Residente	Casi amenazado	Casi amenazado
Ostrero americano	<i>Haematopus palliatus</i>	Residente	Preocupación menor	–
Garza blanca grande	<i>Ardea alba</i>	Residente	Preocupación menor	–
Gaviota de Franklin	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Migratorio boreal	Preocupación menor	–
Vuelvepiedras rojizo	<i>Arenaria interpres</i>	Migratorio boreal	Preocupación menor	–

5.6 Invertebrados

Debido a el derrame no se evidenció pescadores realizando faenas en la zona rocosa de la playa Cavero, por lo cual el impacto sobre su actividad ha sido total; así mismo, no se ha podido registrar la presencia de estos invertebrados comerciales en la prospección realizada en la playa.

5.7 Pesca artesanal

De acuerdo a lo apreciado en la salida de campo, es evidente que las faenas de pesca de los recursos de peña antes mencionados no se pudieron realizar, ya que la presencia de crudo se registró en la zona norte de playa Cavero, que es la única zona con las características para la captura de las especies mencionadas en 4.7.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

5.8 Modelado del derrame

Considera el análisis realizado por el Laboratorio de Modelado Oceanográfico, Ecosistémico y del Cambio Climático (LMOECC), integrante del equipo de trabajo científico multidisciplinario que designó IMARPE para determinar el impacto del derrame sobre la flora y fauna marina, así como sobre la calidad del ecosistema.

El principal objetivo de dicho análisis fue evaluar la trayectoria y destinos del petróleo crudo vertido al mar, en el mencionado evento de derrame; habiéndose obtenido resultados preliminares con diferentes enfoques de modelado.

Para simular las posibles trayectorias del petróleo crudo en el mar, se usaron diferentes enfoques de modelado:

- (i) Simulación climatológica con partículas virtuales del modelo CROCO (Coastal and Regional Ocean COmmunity model; Hilt et al. 2020),
- (ii) Simulación operativa con partículas virtuales del módulo OceanDrift y corrientes del modelo CROCO,
- (iii) Simulación operativa con partículas virtuales del módulo OpenOil del modelo OpenDrift, que toma en cuenta algunas características del petróleo y corrientes del modelo CROCO.

Los resultados observados muestran una dispersión con una trayectoria de las partículas hacia el norte en las primeras dos semanas, luego al oeste y algunas incluso retornando al sur. La distribución hacia el norte y hacia la costa ha sido evidenciada también por las imágenes satelitales.

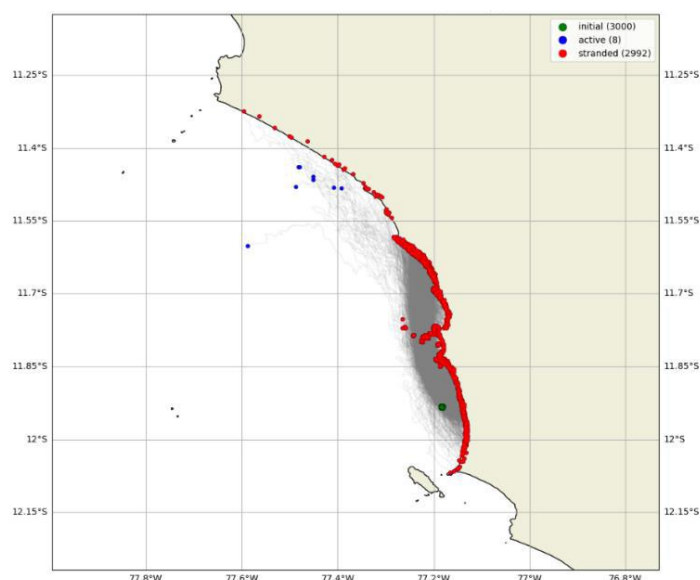


Figura 13. Mapa de trayectorias de partículas de petróleo entre el 15 y 31 de enero del 2022. El punto verde indica la posición inicial de liberación de 3000 partículas. Los puntos azules muestran la posición de las partículas activas al 31 de enero. Los puntos rojos muestran las partículas varadas en la costa.



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**

6. CONCLUSIONES

Respecto a los parámetros abióticos del agua de mar en playa, según los registros obtenidos in situ, se aprecia que:

- La temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad del agua se encontraron de acuerdo a los rangos normales para la estación, pese a la gran concentración de hidrocarburos registrados, esto explicado por la zona en la que se realizó la evaluación.

Respecto a los valores de DBO obtenidos se encontraron muy por encima del ECA Categoría 02, evidenciando una alta presencia de materia orgánica en el agua, así como un alto impacto sobre la calidad ambiental de la zona evaluada.

Los valores obtenidos en los análisis de hidrocarburos de petróleo indican que las concentraciones son muy elevadas, muy por encima del ECA Categoría 02, que son muy dañinas para el ecosistema marino pudiendo causar intoxicación y muerte en los organismos que se desarrollan en esta zona; constituyendo un riesgo altamente significativo para la biota marina (macro invertebrados, macroalgas, peces y depredadores superiores).

Acerca de la afectación a la biodiversidad bentónica intermareal, en base a las observaciones in situ, se estima que:

- La presencia del crudo en el sustrato arenoso ha afectado mayoritariamente la fauna de invertebrados que ocupan dicho hábitat, registrándose solo un individuo vivo, pero cubierto de hidrocarburos; todas las especies propias de esta zona han sido afectadas.
- Las especies con hábitat en el sustrato rocoso presentan evidentes signos de alteración que afectan al total de los organismos existentes en esta zona, ya que se evidenció la presencia de petróleo hasta la zona supra litoral, encontrándose los organismos sésiles cubiertos de crudo.

En relación con los depredadores superiores que habitan las playas del sector litoral monitoreado, las evidencias encontradas en los individuos de aves marinas observadas permiten inferir que:

- Casi la totalidad de las aves sufrió impacto directo significativo, por afectación física del cuerpo (impregnación del crudo), daño de los nidos, daño del material con el que construyen los nidos, riesgo en la reproducción, intoxicación y muerte de muchos individuos.
- Se generará una trascendente alteración de su oferta alimenticia ya que esta disminuirá o en algunos casos se encontrará cubierta de petróleo, causando la intoxicación y posible muerte de estas especies.

Respecto a la presencia de invertebrados y peces para consumo humano:

- Debido al derrame la oferta de productos hidrobiológicos para explotación se verá alterada ya que las especies con alta movilidad se desplazarán o morirán y los invertebrados propios de zonas rocosas vienen siendo impactados por el derrame.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

ANEXOS



Fig. 1. Vista aérea de la punta rocosa de playa Caverro y olas transportando crudo



Fig. 2. Zona norte de Playa Caverro en la que se realiza los trabajos de contingencia



**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**



Fig. 3. Zona norte de Playa Caveró en la que existe una zona donde se retiene crudo (playa de difícil acceso)

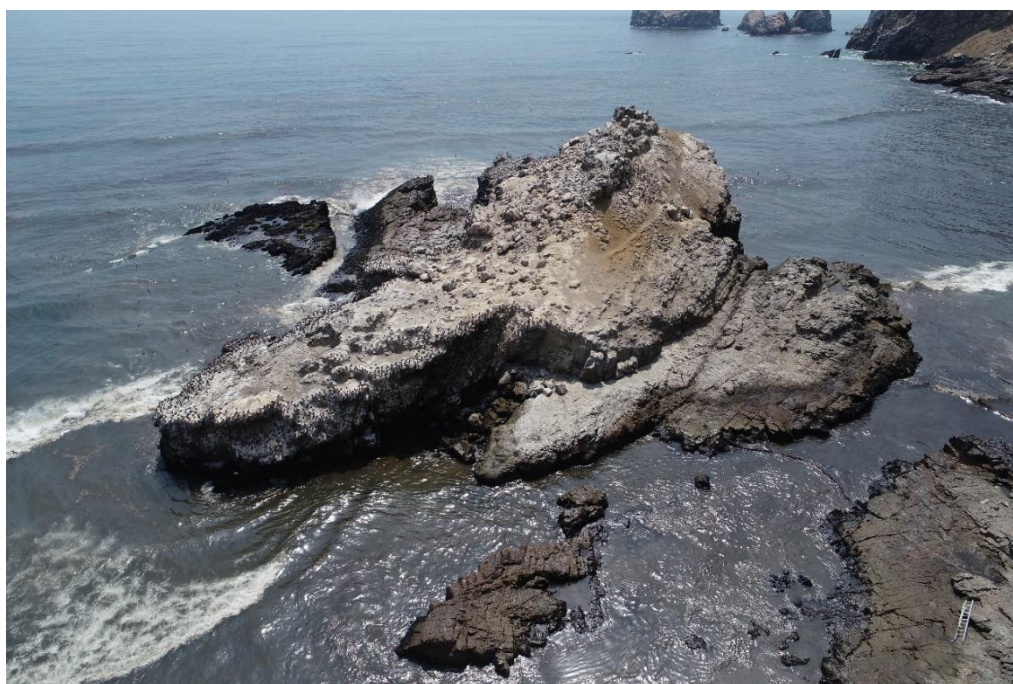


Fig. 4. Islote en la zona norte de playa Caveró con presencia de aves y zona rocosa a la que se transportó el crudo



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”



Fig. 5. Vista de la zona sur de la playa Cavero, se observa el derrame y la línea de alta marea hasta donde este llega, zona no estaba intervenida aun por la contingencia



Fig. 6. Profesionales de IMARPE alistando material y equipos para monitoreo y toma de muestras



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**



Fig. 7. Aves varadas debido al derrame de hidrocarburos