
**DETALLE DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA
VERIFICACIÓN DE LA LIMPIEZA DEL DERRAME DE
PETRÓLEO CRUDO - OCURRIDO EN EL TERMINAL
MULTIBOYAS N.º 2 DE REFINERÍA LA PAMPILLA, EL 15
Y 24 DE ENERO 2022 - EN LA ZONA SUBMAREAL DE
ISLA GRANDE**

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2022



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección De Evaluación
Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Profesionales que aportaron a este documento:



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»
«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. OBJETIVOS	4
3.1. Objetivo general	4
4. ÁREA DE ESTUDIO	4
5. MODELO CONCEPTUAL	5
6. METODOLOGÍA.....	6
6.1.1. Guías utilizadas para la evaluación.....	6
6.1.2. Ubicación de puntos de muestreo.....	7
6.1.3. Parámetros y métodos de análisis	10
6.1.4. Equipos utilizados.....	12
6.1.5. Criterios de evaluación	12
7. RESULTADOS	16
7.1. Zona submareal	16
7.1.1. Agua Superficial.....	16
7.1.2. Sedimento.....	18
7.1.3. Hidrobiología.....	21
8. DISCUSIÓN	22
8.1. Zona submareal	23
9. CONCLUSIONES.....	28
10. RECOMENDACIONES.....	29
11. BIBLIOGRAFÍA	29



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1. Guías empleadas para el muestreo de componentes ambientales evaluados....	6
Tabla 6.2. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial de mar y sedimentos en la zona submareal de isla Grande	9
Tabla 6.3. Ubicación de los puntos de muestreo de megabentos en la zona submareal de Isla Grande	10
Tabla 6.4. Ubicación de los puntos de muestreo de megabentos en la zona submareal del punto control (punto blanco).....	10
Tabla 6.5. Parámetros evaluados en agua superficial, sedimento y megabentos.....	10
Tabla 6.6. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento en el ambiente submareal, según los ECA vigente y niveles de fondo.....	13
Tabla 7.1. Parámetros de campo en agua superficial de mar en la zona submareal de isla Grande.....	16
Tabla 7.2. Concentraciones de hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAP´s) en sedimento submareal en isla Grande	18
Tabla 7.3. Concentraciones de metales en sedimento de la zona submareal de isla Grande.	21
Tabla 8.1. Características del petróleo crudo derramado – Refinería La Pampilla	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Mapa de ubicación del área evaluada en Isla Grande.	5
Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación en el área submareal de Isla Grande afectada por el derrame de petróleo crudo.....	6
Figura 6.1. Puntos de muestreo de agua de mar y sedimento ubicados en la zona submareal de isla Grande	8
Figura 6.2. Punto de muestreo de hidrobiología en la zona submareal de isla Grande	9
Figura 7.1. Concentraciones de TPH C ₆ – C ₄₀ en sedimento submareal de isla Grande..	18
Figura 7.2. Concentraciones de níquel en sedimento submareal en isla Grande.....	20
Figura 7.3. Concentraciones de vanadio en sedimento submareal en isla Grande.....	20
Figura 7.4. Resultados de granulometría en sedimento submareal en isla Grande.	21
Figura 8.1. Modelo conceptual de la afectación por el derrame de petróleo crudo el medio acuático – isla Grande.....	23
Figura 8.2. a) Presencia y ausencia de TPH en los puntos evaluados en la EAC y EAS; b) Comparación de los resultados de TPH (C ₆ -C ₄₀) obtenidos en la EAC y EAS.	25
Figura 8.3. Abundancia de la comunidad de megabentos en Isla Grande comparado con el punto blanco (playa Chica).....	27



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

1. INTRODUCCIÓN

El 15 de enero de 2022, a las 22:26:36 horas, el representante de La Pampilla S.A.A. (en adelante, **Relapasaa**), José Reyes Ruiz (jreyesr@repsol.com), registró la emergencia ambiental con código EA22-00045 en el Sistema de Gestión de Emergencias Ambientales - SGEA del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), referida al derrame de petróleo crudo ocurrido durante las operaciones de descarga del Buque Tanque *Mare Doricum*¹, en las instalaciones del Terminal Multiboyas N.º 2, de la Refinería La Pampilla, operada por Relapasaa, en el distrito Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, departamento Lima, ocurrido el 15 de enero de 2022 a las 17:25:00 horas.

El Ministerio del Ambiente mediante Resolución Ministerial N.º 021-2022-MINAM del 23 de enero de 2022 publicó la Declaratoria de emergencia ambiental² en el área geográfica afectada por el derrame de petróleo crudo ocurrido en el mar de Ventanilla, la cual comprendió la zona marina costera detallada en el Anexo 1 de la misma resolución, dictando dicha medida por el plazo de 90 días hábiles.

Asimismo, la Dirección General de Calidad Ambiental del MINAM mediante la señalada resolución², determinó «que el derrame de petróleo crudo constituía un evento súbito y de impacto significativo sobre el ecosistema marino costero de alta diversidad biológica (fauna silvestre y recursos hidrobiológicos), y un alto riesgo para la salud pública»; por lo que, en su Anexo 2 dicta la ejecución del Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para la atención de la emergencia ambiental en el área geográfica afectada por el derrame de crudo, en cuyo Eje 1: Calidad Ambiental se incluye al OEFA y a otras instituciones como la Dirección General de Capitanías y Guardacostas – Dicapi, Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin y la Presidencia del Consejo de Ministros – PCM como responsables de la fiscalización y supervisión.

Según la Resolución de Consejo Directivo N.º 00004-2021-OEFA/CD, publicado el 17 de marzo de 2021 en el Diario Oficial El Peruano, se aprobó el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental-PLANEFA 2021, la función evaluadora del OEFA permite proponer, planificar y ejecutar actividades de vigilancia, monitoreo y evaluación ambiental.

En consecuencia, a través de la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas (DSEM), mediante el Memorando N.º 00299-2022-OEFA/DSEM de fecha 25 de febrero de 2022 y el Memorando N.º 480-2022-OEFA/DSEM, 24 de marzo de 2022, encargó a la Dirección Evaluación Ambiental la verificación de la limpieza de las playas y Áreas Naturales Protegidas y ecosistemas frágiles., afectadas por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, ocurrido los días 15 y 24 de enero del 2022.

1 Buque de bandera italiana

2 Resolución Ministerial N.º 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», con fecha 21 de enero de 2022.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

La verificación de la limpieza de playas (como Acciones de Primera Respuesta)³, fue atendida mediante una evaluación ambiental de causalidad (EAC)⁴ que fue realizada en el marco de la función evaluadora, con la finalidad de verificar el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 66⁵ del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos - RPAAH, aprobado por Decreto Supremo N° 039-2014-EM y en la modificación del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos aprobada mediante Decreto Supremo N.º 005-2021-EM, en el art 66-B.3⁶, indica que los resultados de los muestreos realizados en durante actividades de «Supervisión y resultado de las Acciones de Primera Respuesta por siniestros y/o emergencias ambientales», son comparables con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o en caso corresponda, niveles de fondo; con la finalidad de establecer plazos apropiados para que el/la Titular de la Actividad de Hidrocarburos presente el Plan de Rehabilitación, previa aprobación de la Autoridad Ambiental Competente.

Esta evaluación fue realizada del 30 de marzo al 01 de abril del 2022, donde el presente documento forma parte del informe de evaluación ambiental de causalidad en la zona submareal de Isla Grande (en adelante, informe de EAC en Isla Grande), tuvo como objetivo verificar el cumplimiento de la limpieza de la zona submareal de Isla Grande, realizada por REPSOL debido a la afectación por el derrame de petróleo ocurrido frente a la refinería La Pampilla. La evaluación de la calidad ambiental a nivel submareal del agua superficial, sedimento⁷ marino consideró la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA) vigente, los niveles de fondo (NF) y niveles de referencia (NR) establecidos para

- 3 El Decreto Supremo N° 039-2014-EM Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, en el Artículo N.º 66, dicta como Acciones de Primera Respuesta las siguientes acciones: «Control de fuente, Aseguramiento del área y contención, Recuperación superficial y disposición final del contaminante, Limpieza del área afectada por el contaminante, Disposición final de los residuos generados en las acciones anteriores, Acciones de rescate de fauna silvestre, Otras acciones que señale el Plan de Contingencia, a fin de minimizar la implicancia ambiental del siniestro o emergencia ambiental.»
- 4 De acuerdo al Artículo 24 del Reglamento de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental–OEFA, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 13-2020-OEFA/CD, el cual establece que: «La Evaluación Ambiental de Causalidad (EAC) se realiza mediante acciones técnicas, con la finalidad de establecer la relación causa-efecto entre la alteración de la calidad ambiental y las actividades sujetas a fiscalización ambiental. Se desarrolla a partir de la identificación de un indicio o evidencia de impacto ambiental negativo.»
- 5 Decreto Supremo N° 039-2014-EM Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos
«Artículo 66º.- Siniestros y emergencias En el caso de siniestros o emergencias con consecuencias negativas al ambiente, ocasionadas por la realización de Actividades de Hidrocarburos, el Titular deberá tomar medidas inmediatas para controlar y minimizar sus impactos, de acuerdo a su Plan de Contingencia. Las áreas que por cualquier motivo resulten contaminadas o afectadas por siniestros o emergencias en las Actividades de Hidrocarburos, deberán ser descontaminadas o de ser el caso rehabilitadas en el menor plazo posible, teniendo en cuenta la magnitud de la contaminación, el daño ambiental y el riesgo de mantener esa situación.»
- 6 Art. 66-B.3 «En caso de que los resultados de los muestreos realizados en la supervisión respectiva superen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o en caso corresponda, niveles de fondo; o en caso de persistir alteraciones en el ecosistema, de acuerdo a los monitoreos de flora y/o fauna de corresponder, la Autoridad Competente en Materia de Fiscalización Ambiental determina el plazo para que el/la Titular de la Actividad de Hidrocarburos presente el Plan de Rehabilitación, plazo que no debe exceder de dieciocho (18) meses. El Plan de Rehabilitación es ejecutado, previa aprobación de la Autoridad Ambiental Competente».
- 7 Según el «Glosario de Términos de Sitios Impactados» publicado por MINAM el 30 de abril de 2016 en <http://sial.minam.gob.pe/rioja/documentos/glosario-terminos-sitios-contaminados>, el sedimento se define como: «Materiales de depósito o acumulados por arrastre mecánico de las aguas superficiales o el viento depositados en los fondos marinos, fluviales, lacustres y depresiones continentales».



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

sedimento en relación a los hidrocarburos de petróleo y otros elementos (asociados a la caracterización del petróleo derramado) en zonas «blanco», con condiciones similares a la playa evaluada, las cuales no fueron afectadas por el derrame precisado. Para el caso de la comunidad del megabentos, los resultados se compararon con un punto blanco que presenta condiciones ambientales comparables con isla Grande.

2. ANTECEDENTES

El 15 de enero de 2022, a las 22:26:36 horas, el representante de Relapasaa, José Reyes Ruiz (jreyesr@repsol.com), registró la emergencia ambiental con código EA22-00045 en el Sistema de Gestión de Emergencias Ambientales - SGEA del OEFA, referida al derrame de hidrocarburos de petróleo ocurrido durante las operaciones de descarga del Buque Tanque *Mare Doricum*⁸, en las instalaciones del Terminal Multiboyas N.º 2, de la Refinería La Pampilla, ubicado en el distrito de Ventanilla, provincia y departamento Constitucional del Callao, ocurrida el 15 de enero de 2022 a las 17:25:00 horas.

El 24 de enero de 2022, se produjo un segundo derrame de petróleo crudo, mientras se realizaban trabajos previos al retiro del PLEM (*Pipeline End Manifolds*, el extremo del ducto), que es un equipo de colección y distribución submarina desde la refinería a los buques.

En atención a la emergencia, las acciones inmediatas realizadas por la Dirección de Evaluación Ambiental fueron: 1) Realizar una Evaluación Ambiental Focal⁹ realizada entre el 19 enero al 05 de febrero del 2022, cuyo objetivo fue determinar la extensión del área afectada y los impactos generados en la zona marino costera (agua superficial, sedimento y biota) por el derrame de hidrocarburos de petróleo en el mar ocurrido el 15 y 24 de enero de 2022, frente a la Refinería La Pampilla, distrito Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, dicha evaluación identificó el litoral afectado por el derrame de petróleo crudo desde la playa Ventanilla hasta la playa Cascajo ubicada en el distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima. 2) Primera Evaluación Ambiental de Seguimiento¹⁰ realizada entre el 17 al 27 de febrero de 2022, a través del monitoreo de parámetros que permitió identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de agua y sedimento; así como el registro de aves muertas y vivas impregnadas con petróleo, del 14 de febrero al 1 de marzo de 2022, y 3) Segunda Evaluación Ambiental de Seguimiento¹¹, realizadas entre 17 al 27 de febrero de 2022, para identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de arena de las playas de los distritos Ancón, Santa Rosa (provincia Lima) y Ventanilla (Provincia

⁸ Buque de bandera italiana.

⁹ INFORME N.º00026-2022-OEFA/DEAM-STEC. Evaluación ambiental Focal por el derrame de petróleo crudo en el mar frente a la refinería La Pampilla ocurrido el 15 de enero de 2022.

¹⁰ REAS-035-2022-STEC. Evaluación ambiental de seguimiento del derrame de petróleo crudo ocurrido en el Terminal Multiboyas N.º 2 de la Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, a través del monitoreo periódico de parámetros que permita identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de agua y sedimento, así como el registro de aves muertas y vivas impregnadas con petróleo, del 14 de febrero al 1 de marzo de 2022.

¹¹ REAS-036-2022-STEC. Evaluación ambiental de seguimiento del derrame de petróleo crudo ocurrido en el Terminal Multiboyas N.º 2 de la Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, a través de parámetros que permitan identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de arena de playa, del 17 al 27 de febrero de 2022.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Constitucional del Callao), departamento de Lima, como consecuencia del derrame de petróleo crudo.

La Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas (DSEM), mediante el Memorando N° 00299-2022-OEFA/DSEM de fecha 25 de febrero de 2022 y el Memorandum N°480-2022-OEFA/DSEM, 24 de marzo de 2022 y Memorando N° 00658-2022-OEFA/DSEM, de fecha 26 de abril de 2022, encargó a la Dirección Evaluación Ambiental la verificación de la limpieza de las playas y Áreas Naturales Protegidas y ecosistemas frágiles., afectadas por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N° 2 de Refinería La Pampilla, ocurrido los días 15 y 24 de enero del 2022.

Por otro lado, Relapasaa, mediante Escrito Repsol S/N del 01 de febrero de 2022, Carta RLP-GSCMA-057-2022 del 04 de febrero de 2022, , RLP-GSCMA- 155-2022, de fecha 15 de febrero de 2022, carta RLP-GSCMA- 213-2022 de fecha 23 de febrero de 2022 carta RLP-GSCMA- 280-2022 del 09 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-365-2022 del 18 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-400-2022 del 24 de marzo de 2022 y carta RLP-GSCMA-423-2022, de fecha 25 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-400-2022 del 24 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-490-2022 del 08 de abril de 2022, carta RLP-GSCMA-515-2022, de fecha 13 de abril de 2022; comunicó el avance de las acciones de primera respuesta y la culminación de la limpieza de playas, entre las cuales se encuentra isla Grande.

En atención a lo solicitado; la Subdirección Técnica Científica realizó la presente evaluación ambiental para verificar el cumplimiento de la limpieza de la zona marino y el estado de la comunidad de megabentos en Isla Grande.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Realizar la evaluación ambiental (agua superficial de mar, sedimentos y el estado de la comunidad de megabentos) a nivel submareal en Isla Grande a fin de verificar la limpieza realizada por el administrado Refinería La Pampilla S.A.A., debido a la afectación por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N.º 2 de la Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022.

4. ÁREA DE ESTUDIO

La Isla Grande se ubica en zona submareal frente al distrito de Ventanilla, provincia Constitucional del Callao, que fue afectada por el derrame de hidrocarburos de petróleo ocurrido el 15 y 24 de enero de 2022.

Isla Grande pertenece a la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras, según la «Clasificación del cuerpo de agua marino-costero» aprobado mediante Resolución Jefatural N.º 030-2016-ANA el 25 de enero de 2016.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

La evaluación ambiental se realizó en la zona submareal que corresponden a la isla Grande. Según las cartas emitidas por Repsol 12se define la ubicación de isla Grande. (Figura 4.1).

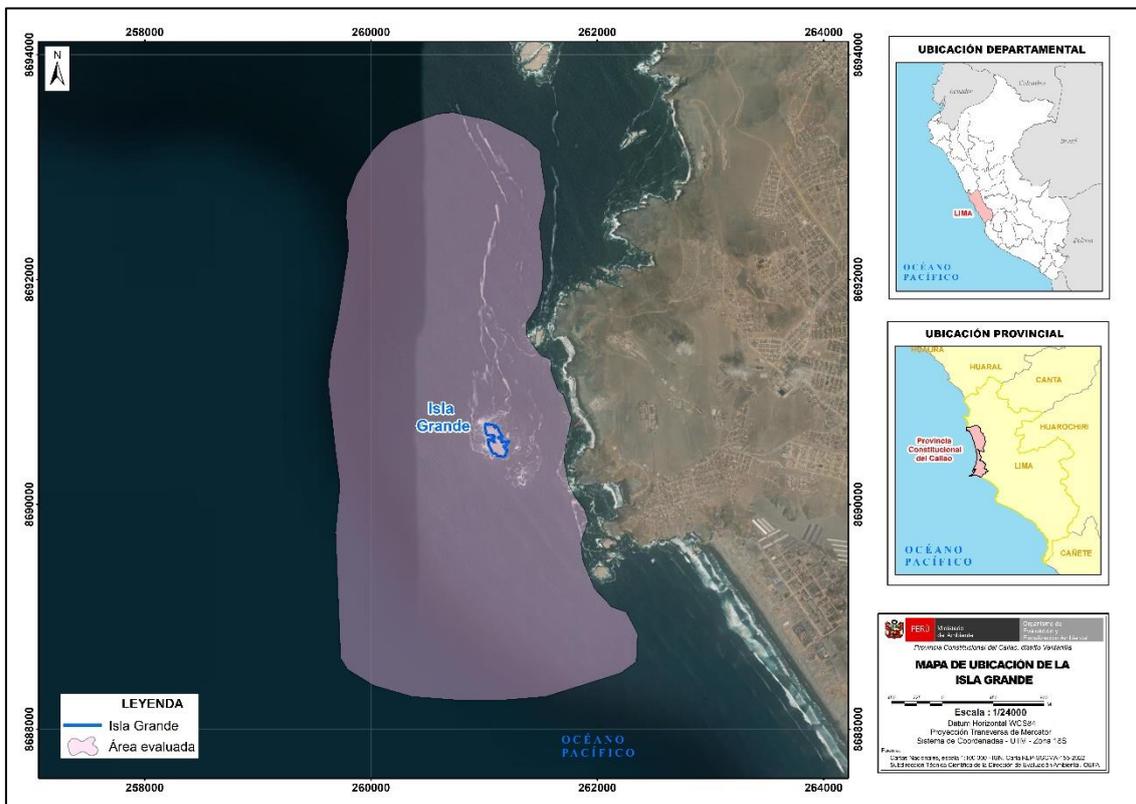


Figura 4.1. Mapa de ubicación del área evaluada en Isla Grande.

5. MODELO CONCEPTUAL

La Figura 5.1 presenta el modelo conceptual de la evaluación ambiental realizada en la isla Grande, afectada por el derrame de petróleo crudo.

Los componentes físicos evaluados fueron agua superficial de mar y sedimentos; mediante muestreos en embarcaciones; así también, la evaluación hidrobiológica se realizó con el apoyo de embarcaciones para la inmersión de buzos en la zona submareal.

12 Carta RLP-GSCMA-365-2022, del 15 de marzo de 2022, que informa el término de las acciones de primera respuesta, que incluye a Isla Grande y la identifica con las coordenadas 8690566 y 261187. Asimismo, las cartas RLP-GSCMA-490-2022 del 06 de abril de 2022, y RLP-GSCMA-515-2022, del 13 de abril de 2022 ratifican el término de acciones de respuesta.

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

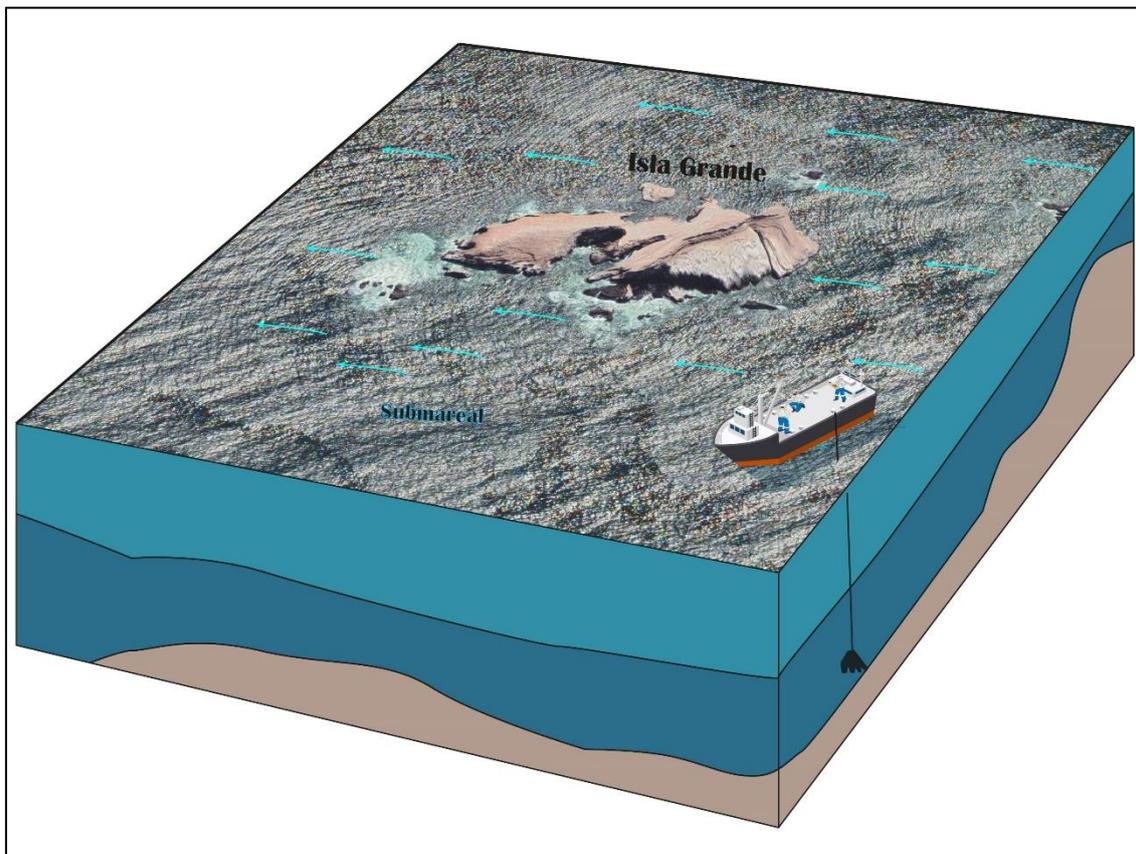


Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación en el área submareal de Isla Grande afectada por el derrame de petróleo crudo

6. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología aplicada para verificar la limpieza de los contaminantes asociados al derrame de petróleo en los componentes agua superficial de mar, sedimentos e hidrobiología, en la zona submareal de isla Grande.

6.1.1. Guías utilizadas para la evaluación

Las guías (incluyéndose los protocolos, manuales y procedimientos) para el muestreo de agua superficial de mar, arena de playa, sedimento e hidrobiología se detallan en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Guías empleadas para el muestreo de componentes ambientales evaluados

Componentes ambientales	Guía/Protocolo/Manual/Procedimiento	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Agua superficial de mar	Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	6	Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Perú



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Componentes ambientales	Guía/Protocolo/Manual/Procedimiento	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Sedimentos Submareal e intermareal (arena de playa)	Guía para el muestreo de suelos	Plan de muestreo sección 1.3.1. Muestreo de identificación (MI) Anexo 2: Patrones de muestreo para definir la localización de puntos de muestreo en suelos contaminados	Resolución Ministerial N.º 085-2014-MINAM	Ministerio del Ambiente (MINAM)	Perú
	Manual técnico Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimento para análisis químicos y toxicológicos de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: technical manual, 2001)	Capítulos 4	-	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Estados Unidos
	Procedimiento de Operación Estándar – <i>Standard Operating Procedure (SOP)</i> . #EH-02, Muestreo de Sedimento, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, adaptado del ERT/EAC SOP # 2016	Capítulo 11	-	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Estados Unidos
	NOAA. Shoreline Assessment Manual 4ta Edition	5. Shoreline Assessment Process and Activities	-	Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. (NOAA)	Estados Unidos
Megabentos	Methods for the Study of marine benthos	Section 4-4.1: Diving systems: Hookah systems y Section 4-4.3: Data collection and recording	Guía internacional	Hellenic Centre for Marine Research	Reino Unido 2005

6.1.2. Ubicación de puntos de muestreo

En las proximidades de isla Grande se evaluó 5 puntos de muestreo de agua superficial y sedimento, de los cuales 2 puntos se ubicaron aproximadamente a 500 m y a 1 km de

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

distancia de la isla mencionada y 3 puntos de muestreo se ubicaron al 1.5 km al sur. La Figura 6.1 muestra la ubicación de los puntos evaluados.

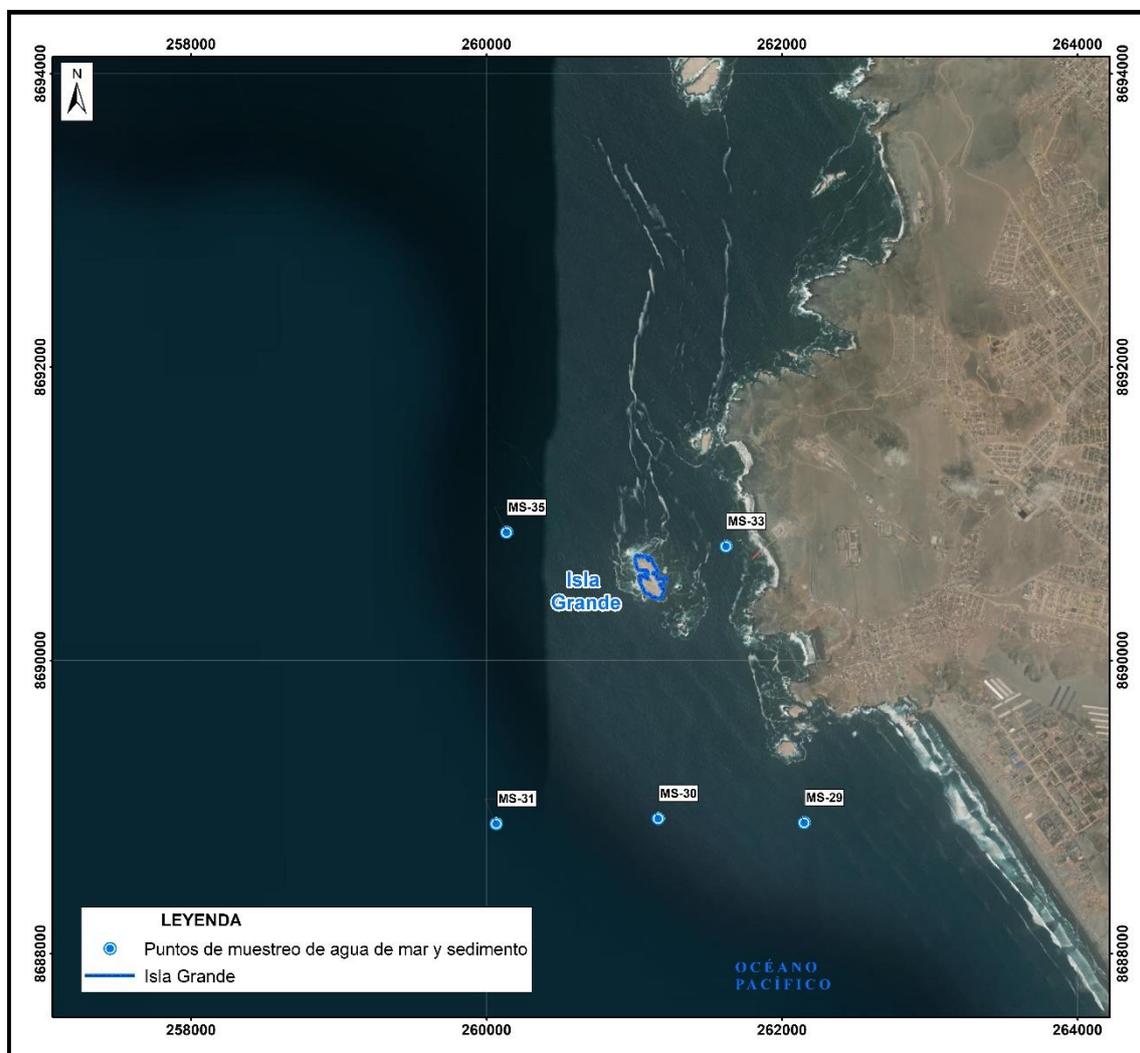


Figura 6.1. Puntos de muestreo de agua de mar y sedimento ubicados en la zona submareal de isla Grande

Respecto al componente hidrobiológico, se evaluó 1 punto ubicado a 50 m de la isla (Figura 6.2), asimismo se evaluó 1 punto blanco ubicado frente a playa Chica, la ubicación del punto blanco se muestra en el reporte de campo de playas blanco (Anexo 3).

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

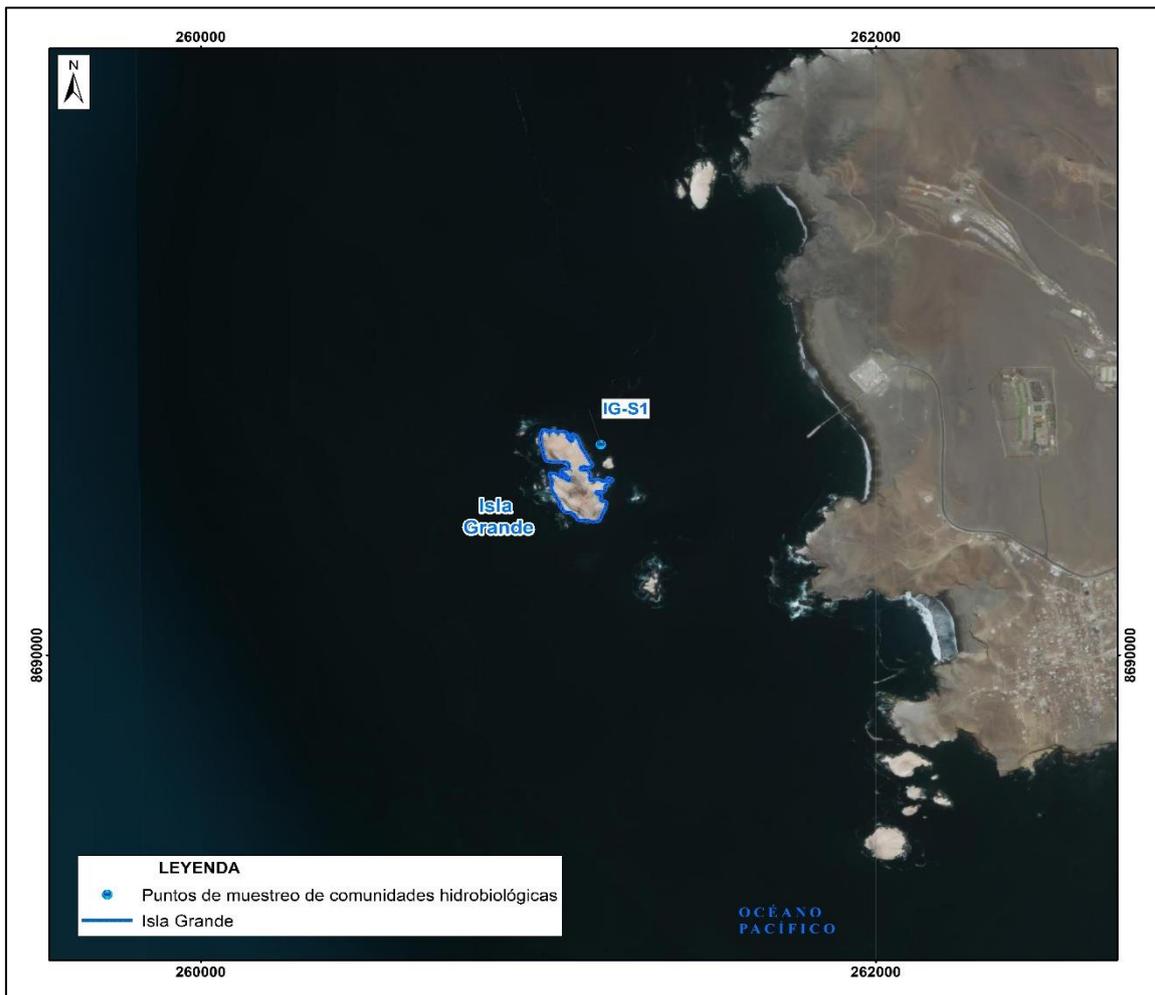


Figura 6.2. Punto de muestreo de hidrobiología en la zona submareal de isla Grande

En la Tabla 6.2 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo del agua superficial de mar y sedimentos en la zona submareal de isla Grande.

Tabla 6.2. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial de mar y sedimentos en la zona submareal de isla Grande

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad (m)*	Agua Superficial	Sedimentos	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L					
		Este (m)	Norte (m)				
1	MS-29	262150	8688893	16,6	X	X	Punto submareal, ubicado aproximadamente a 1,5 km al oeste de la playa Cavero
2	MS-30	261162	8688921	26,7	X	X	Punto submareal, ubicado aproximadamente a 2,5 km al oeste de la playa Cavero; a 1 km del punto MS-29



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad (m)*	Agua Superficial	Sedimentos	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L					
		Este (m)	Norte (m)				
3	MS-31	260066	8688886	36,8	X	X	Punto submareal, ubicado aproximadamente 3,5 km al oeste de la playa Caveró; a 1 km del punto MS-30
4	MS-33	261621	8690777	10,5	X	X	Punto submareal, ubicado aproximadamente a 0,3 km al oeste de la playa Bahía Blanca
5	MS-35	260135	8690872	34,7	X	X	Punto submareal, ubicado aproximadamente a 2 km al oeste de la playa Bahía Blanca

* Los datos de profundidad aplican para el muestreo de sedimento submareal

En las Tablas 6.3 y 6.4 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo del componente hidrobiológico en la zona submareal de Isla Grande y del punto blanco (playa Chica).

Tabla 6.3. Ubicación de los puntos de muestreo de megabentos en la zona submareal de Isla Grande

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	IG-S1	261185	8690669	9	Punto submareal frente a Isla Grande, a aproximadamente 50 m del borde de la isla. Fondo Mixto

Tabla 6.4. Ubicación de los puntos de muestreo de megabentos en la zona submareal del punto control (punto blanco)

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	BSP-S1	215824	8765490	9	Punto submareal ubicado frente a Playa Chica, distrito de Huacho, a aproximadamente 160 m de la línea de costa. Fondo Mixto

6.1.3. Parámetros y métodos de análisis

En la Tabla 6.5 se presentan los parámetros y métodos de ensayo considerados para la evaluación del estado de calidad del agua superficial de mar, sedimentos y megabentos en isla Grande.

Tabla 6.5. Parámetros evaluados en agua superficial, sedimento y megabentos

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
Agua salina	Agua superficial de mar – Zona Submareal	Hidrocarburos totales de petróleo (C6-C40)	5	EPA Method 8015C Rev.03 2007	ALAB E.I.R.L
		Hidrocarburos totales de petróleo (fracción aromática)	5	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018	
		Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): 1-Metilnaftaleno, 2-Metilnaftaleno,	5	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018	



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
		Acenafreno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(a)fluoranteno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno, Pireno			
		Aceites y grasas	5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	
		Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Fosforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Uranio, Vanadio y Zinc)	5	EPA Method 200.8, Revision 5.4 / EPA Method 200.8, Revision 5.4. VALITED (Applied out of reach), 2020	
		BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, m+p Xileno, Xileno, Xilenos)	5	EPA Method 5021A Rev. 2, 2014/EPA Method 8015C Rev. 3, 2007	
Sedimentos	Sedimentos – Zona Submareal	Hidrocarburos totales de petróleo (Fracciones F1, F2 y F3)	5	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	AGQ PERU S.A.C
		Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, HAPs (suma), Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno, Pireno	5	EPA Method 8270E. Rev.6 (2018)	
		Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Fósforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Vanadio y Zinc)	4	EPA METHOD 3050 B Rev2 / EPA METHOD 6020 B. Rev.2	
		Análisis granulométrico	4	ASTM D422-63 (Reapproved 2007)	ALS LS PERU



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
Hidrobiología	Hidrobiología – Zona Submareal	Megabentos	1	Methods for the Study of marine benthos - 2013	<i>In situ</i>

Fuente: Anexo 4: Informes de ensayo

Agua Salina

Informes de ensayo: IE-22-5096, IE-22-5097, IE-22-5310, IE-22-5332, IE-22-5102, IE-22-5313, IE-22-5318, IE-22-7441 emitidos por ALAB E.I.R.L.

Sedimentos

Informes de ensayo: SAA-22/00310, SAA-22/00311, SAA-22/00314, SAA-22/00320, SAA-22/00321, SAA-22/00324 emitidos por AGQ Perú S.A.C.

Informes de ensayo: 23504/2022, 23507/2022, 23508/2022 emitido por ALS LS Perú S.A.C.

HidrobiologíaDatos colectados *in situ*

6.1.4. Equipos utilizados

Los equipos utilizados para la medición de parámetros de campo, los certificados de calibración, fichas de verificación y ajuste se detallan en los Reportes de campo N.º RC-021-2022-STECC y RC-022-2022-STECC.

6.1.4.1. Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio de agua superficial de mar y sedimento submareal se detallan en el Anexo 5: Resultados de laboratorio sistematizados; estos fueron digitalizados y sistematizados en una base de datos, consignando la información recogida por cada punto de muestreo. Se utilizaron figuras de barras con los valores de los parámetros evaluados, a fin de comparar e identificar concentraciones que incumplan valores de los Estándares de calidad Ambiental (ECA) para Agua 2017, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, y los niveles de fondo y referencia¹³ determinados previamente para sedimento submareal.

Respecto a los datos de megabentos, se elaboraron figuras de abundancias de individuos, considerando las réplicas correspondientes para cada punto y su comparación con el blanco.

6.1.5. Criterios de evaluación

Para la zona submareal hasta los 500 m perpendicular de la orilla del ambiente intermareal (establecido según la «Clasificación del cuerpo de agua marino – costero», RJ N.º 030-2016-ANA) se comparó con la Categoría 2 «Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras», subcategoría C2 «Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras» (en adelante Cat. 2 C2) y subcategoría C3 «Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras» (en adelante Cat. 2 C3). Referencialmente, se comparó con la Categoría Cat. 4 E3 «Conservación del ambiente acuático; Ecosistemas costeros y marinos» y con la Categoría 1 B1 «Poblacional y Recreacional; Contacto Primario» para comparar los resultados de parámetros de

¹³ Informe N.º 00076-2022-OEFA/DEAM-STECC «Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia de Metales e Hidrocarburos de Petróleo en Sedimento Marino de las Bahías de Lima y Huacho» (Anexo N.º 6 del informe de la EAC en Isla Grande).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

interés!Error! Marcador no definido. que fueron analizados y que la categoría Cat.2 C2 y Cat2 C3 no incluía (ver Tabla 6.6).

Los resultados del análisis de sedimento submareal se compararon con los valores de nivel de fondo de hidrocarburos de petróleo y metales totales, determinados para sedimento en puntos ubicados a nivel submareal en zonas denominadas «blanco»: playa Chorrillos (distrito Huacho, provincia Huaura) y las playas Agua Dulce (distritos Chorrillos) y Las Sombrillas (distrito Barranco), provincia Lima, detallados en el Informe N.º 00076-2022-OEFA/DEAM-STEAC.

En la Tabla 6.6 se detallan los valores de comparación para los componentes agua superficial de mar y sedimento.

Tabla 6.6. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento en el ambiente submareal, según los ECA vigente y niveles de fondo

Componente	Parámetro	Unidad	ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Nivel de Fondo	ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Nivel de fondo	
			C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras		C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras		
Zona Submareal							
Agua Superficial de Mar	Aceites y grasas		mg/L	1	-	2	-
	TPH		mg/L	0,5**	-	0,5**	-
	TPH (Fracción aromática)		mg/L	0,007	-	0,01	-
	BTEX		mg/L	0,05**	-	0,05**	-
	PAH	Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001**	-	0,0001**	-
		Antraceno	mg/L	0,0004**	-	0,0004**	-
		Fluoranteno	mg/L	0,001**	-	0,001**	-
	Metales Totales	Níquel	mg/L	0,1	-	0,074	-
Vanadio		mg/L	0,1*	-	0,1*	-	
Sedimento	TPH (C ₆ -C ₄₀)		mg/kg PS	-	<0,30	-	73,62
	Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs)	Acenafteno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
		Acenaftileno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
		Antraceno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
		Benzo (a) antraceno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
		Benzo (a) pireno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
		Benzo (b) fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
		Benzo (e) pireno	mg/kg PS	-	< 0,030	-	< 0,030
		Benzo (g,h,i) perileno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Componente	Parámetro	Unidad	ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Nivel de Fondo	ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Nivel de fondo
			C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras		C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	
			Zona Submareal			
	Benzo (k) fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
	Criseno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
	Dibenzo (a,h) antraceno	mg/kg PS	-	< 0,0040	-	< 0,0040
	Fenantreno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
	Fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
	Fluoreno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
	Indeno (1,2,3-cd) pireno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
	Naftaleno	mg/kg PS	-	< 0,003	-	< 0,003
	Pireno	mg/kg PS	-	< 0,005	-	< 0,005
	Aluminio	mg/kg PS	-	7543	-	9581
	Antimonio	mg/kg PS	-	0,06	-	0,105
	Arsénico	mg/kg PS	-	7,09	-	11,42
	Bario	mg/kg PS	-	15,8	-	40,74
	Berilio	mg/kg PS	-	0,21	-	0,28
	Boro	mg/kg PS	-	6,2	-	10,16
	Cadmio	mg/kg PS	-	0,11	-	2,2
	Calcio	mg/kg PS	-	14236	-	12468
	Cobalto	mg/kg PS	-	3,71	-	4,87
	Cobre	mg/kg PS	-	7,91	-	15,15
	Cromo	mg/kg PS	-	8,64	-	15,04
	Estaño	mg/kg PS	-	1,03	-	1,765
	Estroncio	mg/kg PS	-	54,77	-	83,06
	Fósforo	mg/kg PS	-	1159	-	1879
	Hierro	mg/kg PS	-	12403	-	13958



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Componente	Parámetro	Unidad	ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Nivel de Fondo	ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Nivel de fondo
			C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras		C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	
Zona Submareal						
	Litio	mg/kg PS	-	9,14	-	17,62
	Magnesio	mg/kg PS	-	4451	-	5165
	Manganeso	mg/kg PS	-	185,5	-	177,5
	Mercurio	mg/kg PS	-	-	-	0,0793
	Molibdeno	mg/kg PS	-	0,28	-	0,7
	Níquel	mg/kg PS	-	3,64	-	5,707
	Plomo	mg/kg PS	-	7,56	-	16,64
	Potasio	mg/kg PS	-	1007	-	1431
	Selenio	mg/kg PS	-	1,79	-	2,59
	Sodio	mg/kg PS	-	2081	-	4545
	Talio	mg/kg PS	-	0,04	-	0,49
	Titanio	mg/kg PS	-	507,7	-	691,6
	Vanadio	mg/kg PS	-	33,01	-	42,48
	Zinc	mg/kg PS	-	35,23	-	52,09

- No aplica

* Se incluyeron referencialmente los valores del ECA Categoría 1: Poblacional y recreacional Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para la recreación B1: Contacto primario

** Se incluyeron referencialmente los valores del ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático E3: Ecosistemas costeros y marinos

Para la evaluación de comunidades hidrobiológicas, los resultados obtenidos en isla Grande fueron comparados con lo obtenido en el punto de muestreo de la zona blanco ubicados al norte, playa Chica (distrito Huacho, provincia Huaura). Se consideró como control a playa Chica por tratarse de un fondo marino mixto (arena y roca), similar al tipo de fondo de isla Grande, haciendolo así adecuado para su comparación. Asimismo, tanto el blanco como isla Grande se encuentran dentro de un área con condiciones ambientales macroecológicas similares, tales como la temperatura superficial del mar, la latitud, distribución de especies, productividad primaria, entre otros, los cuales previamente fueron utilizados por estudios que definen a toda la región Lima como parte de una sola unidad biogeográfica (Spalding et al., 2007, Ibanez-Erquiaga et al., 2018, Moreno et al., 2021). De acuerdo a ello, el punto blanco e isla Grande se ubican dentro de la ecorregión Humboltiana (Spalding et al., 2007).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de calidad de agua superficial de mar y de sedimento, en la zona submareal, realizada entre el 30 de marzo y el 03 abril de 2022 en Isla Grande. También se presentan los resultados de la evaluación de la comunidad de megabentos.

7.1. Zona submareal

7.1.1. Agua Superficial

Parámetros de campo

Los valores *in situ* de potencial de hidrógeno (pH) y oxígeno disuelto se encontraron dentro de lo establecido en los ECA para Agua (2017) en todos los puntos de muestreo de agua superficial (Tabla 7.1). Los valores de pH se ubicaron entre 7,53 unidades de pH y 7,78 unidades de pH, valores ubicados en el rango para la Cat. 2 C2 y Cat. 2 C3 (6,8 unid. de pH a 8,5 unid. de pH). Para oxígeno disuelto las concentraciones fueron mayores al valor mínimo indicado en la categoría Cat.2 C3 ($\geq 2,5$ mg/L) de la referida norma.

Tabla 7.1. Parámetros de campo en agua superficial de mar en la zona submareal de isla Grande

Código	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Temperatura (°C)	pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad eléctrica (mS/cm)
MS-29	1/04/2022	14:00	18	7,78	6,53	61,4
MS-30	1/04/2022	14:50	17,8	7,74	6,53	66,8
MS-31	31/03/2022	08:40	17,3	7,53	-	52,2
MS-33	30/03/2022	11:30	17,2	7,66	5,44	68,4
MS-35	30/03/2022	10:55	18,5	7,71	4,1	65,8
Estándares de Calidad Ambiental para Agua		Cat.2 C2	--	6,8 a 8,5	≥ 3	-
Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM		Cat.2 C3	--	6,8 a 8,5	$\geq 2,5$	-

-: No se registró valor para dicho parámetro.

--: No tiene valor ECA para dicho parámetro.

Fuente: Anexo 3: RC 021-2022-STEC.

Parámetros fisicoquímicos

Aceites y grasas

La determinación analítica de aceites y grasas en las muestras colectadas en los puntos ubicados en la zona submareal de isla Grande reportó valores menores al límite de cuantificación (L.C.M. $< 0,50$ mg/L) en todos los puntos de muestreo, por lo que, estos cumplen los ECA Cat.2 C2 (1 mg/L) y Cat.2 C3 (2 mg/L).

Hidrocarburos totales del petróleo - TPH (C₆-C₄₀)

La determinación de hidrocarburos totales de petróleo, que incluyó la sumatoria de fracciones F₁, F₂ y F₃, reportó valores menores al límite de cuantificación del método de análisis del



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

laboratorio L.C.M. < 0,0100 mg/L en todos los puntos de muestreo, los mismos que cumplieron referencialmente con el ECA Cat.4 E3 (0,5 mg/L).

BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos)

La determinación del conjunto BTEX (benceno, etilbenceno, m+p xileno, o xileno, xilenos y tolueno) de las muestras de agua de mar colectadas en la zona submareal de isla Grande presentaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio (L.C.M. < 0,0050 mg/L) en todos los puntos de muestreo, cumpliendo referencialmente con el ECA Cat.4 E3 para benceno (0,05 mg/L), única categoría que contempla el parámetro del BTEX para su comparación en la precitada norma.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's)

La determinación de 18 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos¹⁴ (Anexo 5) reportó valores menores a los límites de cuantificación del método de análisis del laboratorio (L.C.M. < 0,00010 mg/L) para cada uno de los parámetros en todos los puntos de muestreo. En todos los puntos de muestreo se cumple referencialmente con los estándares de comparación para la Cat.4 E3, de los HAP's antraceno (0,0004 mg/L), benzo(a)pireno (0,0001 mg/L) y fluoranteno (0,001 mg/L).

Hidrocarburos totales de petróleo (fracción aromática)

La determinación de la fracción aromática total de los hidrocarburos totales del petróleo en todos los puntos de muestreo presentó valores menores al límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio (L.C.M. < 0,00180 mg/L), cumpliendo con el ECA Cat.2 C2 (0,007 mg/L) y Cat.2 C3 (0,01 mg/L).

Metales totales

Se determinaron 32 metales totales en todos los puntos de muestreo, de los cuales se incluyeron al níquel y vanadio para su comparación con los ECA Agua Cat.2 C2, Cat.2 C3 y referencialmente Cat. 1 B1, respectivamente; debido a considerarse parámetros de interés en esta evaluación al presentar concentraciones considerables en su caracterización¹⁵.

Las concentraciones de níquel y vanadio se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio, (Ni: L.C.M. < 0,0004 mg/L y V: L.C.M. < 0,0003 mg/L), cumpliendo con los ECA Agua Cat.2 C2 (Ni: 0,1 mg/L), Cat.2 C3 (Ni: 0,074 mg/L) y referencialmente con la Cat.1 B1 (V: 0,1 mg/L). Las concentraciones de todos los metales totales en las muestras colectadas de agua de mar en la zona submareal de isla Grande se encuentran en el Anexo 5.

14 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): 1-Metilnaftaleno, 2-Metilnaftaleno, Acenafreno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(a)fluoranteno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno(1,2,3,-cd)pireno, Naftaleno, Pireno.

15 Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por REPSOL, Anexo F, Tabla I, los metales presentes en su composición son: cadmio (1 ppb), calcio (0,8 ppm) cobre (0,7 ppm), fósforo (<5), hierro (1,2 ppm), níquel (6,9), plomo (1 ppm), silicio (<10 ppm), sodio (3,5 ppm) y vanadio (9,6 ppm).

7.1.2. Sedimento

Parámetros fisicoquímicos

Hidrocarburos totales de petróleo – TPH (C₆ – C₄₀)

El análisis químico en las muestras de sedimento determinó presencia de hidrocarburos en 2 de los 5 puntos evaluados (Figura 7.1) encontrándose TPH (C₆ – C₄₀) en mayor concentración en los puntos MS-30 y MS-35 (6 mg/kg) ubicados aproximadamente a 1,5 km y 1 km aproximadamente de isla Grande; sin embargo, estas concentraciones no superaron los niveles de fondo (NF_{TPH (C6-C40)}: 73,62 mg/kg), ni los niveles de referencia (NR_{TPH (C6-C40)}: 172,6 mg/kg).

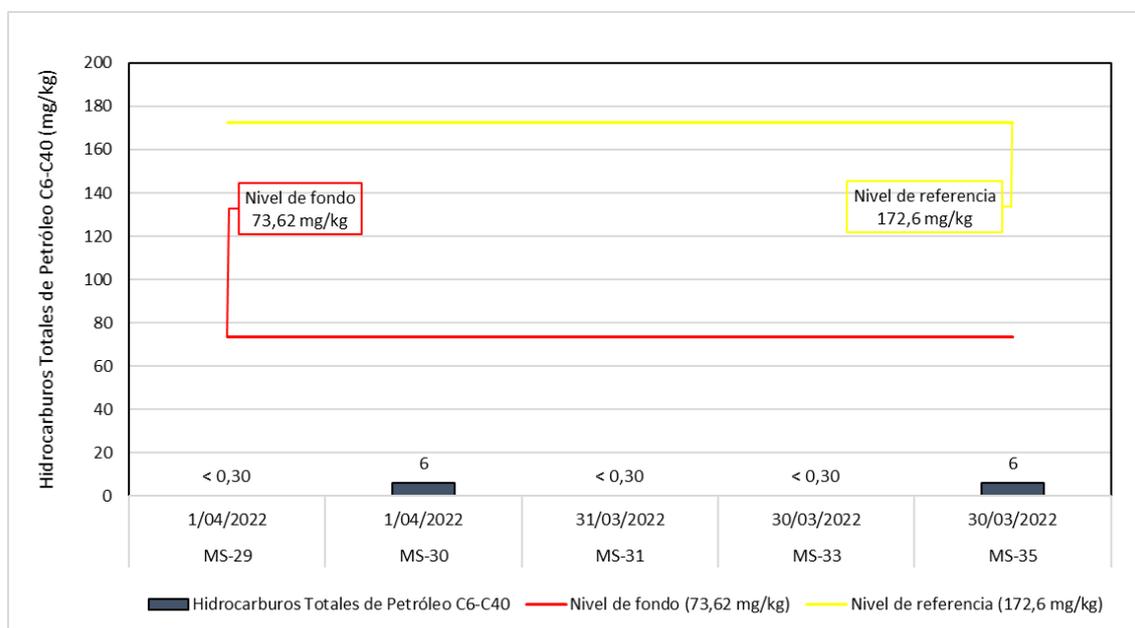


Figura 7.1. Concentraciones de TPH C₆ – C₄₀ en sedimento submareal de isla Grande.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's)

La determinación analítica de 17 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (Anexo 5), presentó valores menores a los límites de cuantificación del método de análisis del laboratorio para cada uno de los parámetros en todos los puntos de muestreo, excepto en el punto MS-31 que presentó una concentración de fluoranteno (0,016 mg/kg respectivamente) mayor al nivel de fondo (NF_{fluoranteno}: < 0,005 mg/kg), de acuerdo a como se señala en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Concentraciones de hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAP's) en sedimento submareal en isla Grande

Código		MS-29	MS-30	MS-31	MS-33	MS-35	Nivel de fondo	Nivel de referencia
Parámetro	Unidad							
Acenafteno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Acenaftileno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Código		MS-29	MS-30	MS-31	MS-33	MS-35	Nivel de fondo	Nivel de referencia
Parámetro	Unidad							
Antraceno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo (a) antraceno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo (a) pireno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo (b) fluoranteno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo (e) pireno	mg/kg PS	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Benzo (g,h,i) perileno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo (k) fluoranteno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Criseno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Dibenzo (a,h) antraceno	mg/kg PS	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040
Fenantreno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fluoranteno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	0,016	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fluoreno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Indeno (1,2,3-cd) pireno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Naftaleno	mg/kg PS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Pireno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Supera el nivel de fondo y nivel de referencia submareal

Metales totales

Se determinaron 30 metales totales en todos los puntos de muestreo, de los cuales se incluyeron al níquel y vanadio para su comparación con los niveles de fondo y niveles de referencia, debido a considerarse parámetros de interés en esta evaluación y debido a presentar concentraciones altas en la caracterización¹⁶ del crudo.

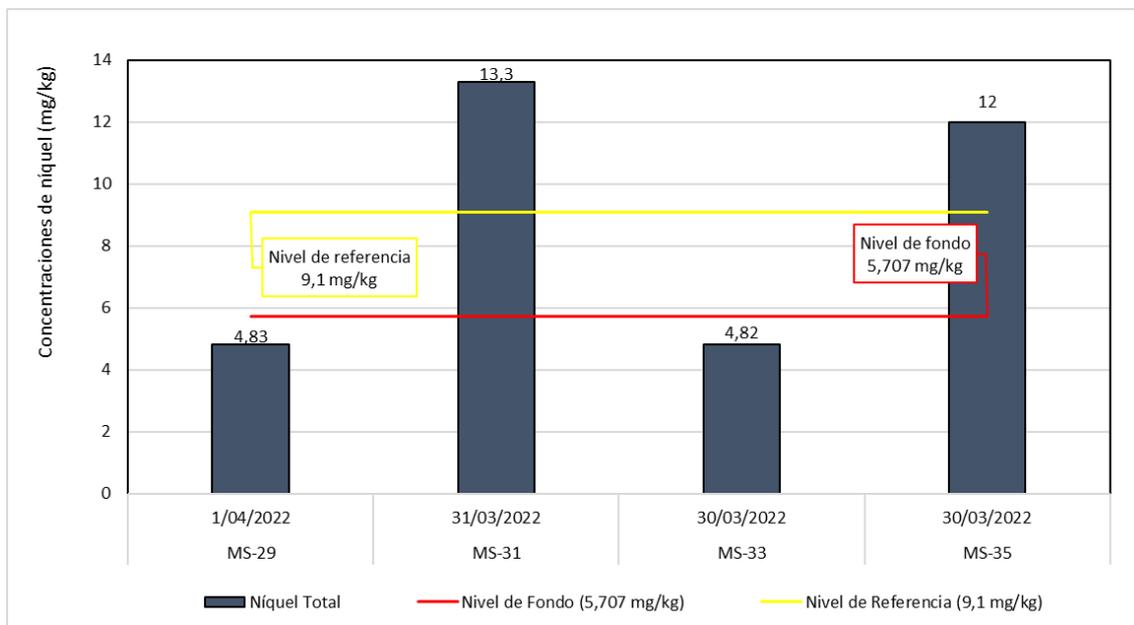
Las concentraciones de níquel en los puntos MS-31 y MS-35 superaron el nivel de fondo (NF_{Ni}: 5,707 mg/kg) y nivel de referencia (NR_{Ni}: 9,1 mg/kg), tal como se observa en la Figura 7.2.

16 Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por REPSOL, Anexo F, Tabla I, los metales presentes en su composición son: cadmio (1 ppb), calcio (0,8 ppm) cobre (0,7 ppm), fósforo (<5), hierro (1,2 ppm), níquel (6,9), plomo (1 ppm), silicio (<10 ppm), sodio (3,5 ppm) y vanadio (9,6 ppm).

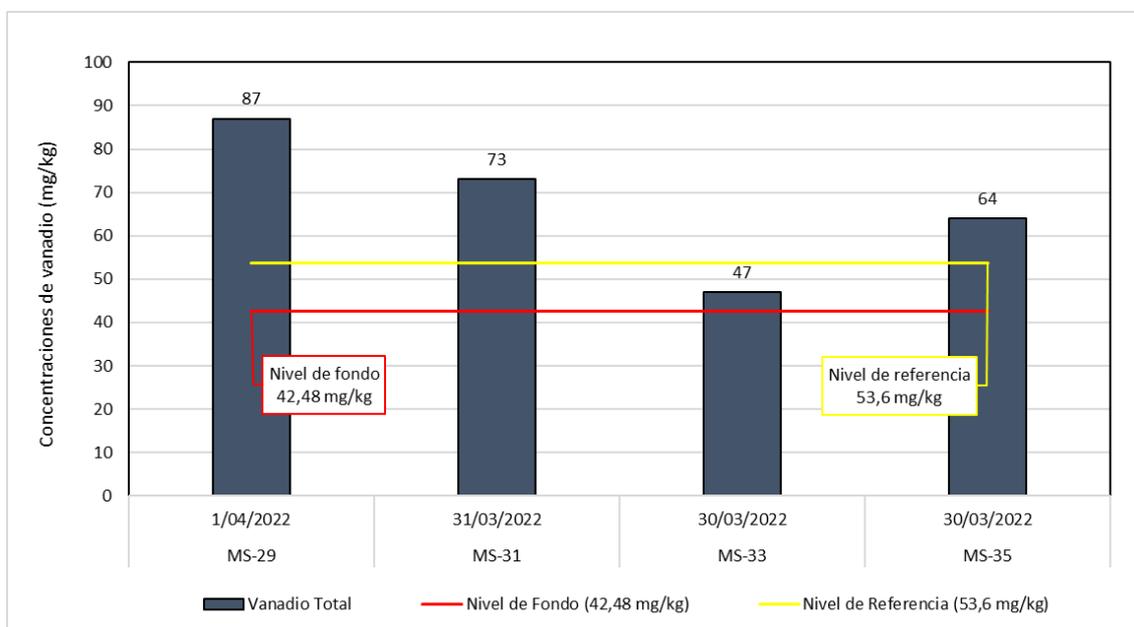
«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

**Figura 7.2.** Concentraciones de níquel en sedimento submareal en isla Grande.

Por otro lado, las concentraciones de vanadio en el punto MS-33 superó solo el nivel de fondo (NFV: 42,48 mg/kg); mientras que, los puntos MS-29, MS-31 y MS-35 superaron el nivel de fondo (NFV: 42,48 mg/kg) y nivel de referencia (NRV: 53,6 mg/kg), tal como se observa en la Figura 7.3.

**Figura 7.3.** Concentraciones de vanadio en sedimento submareal en isla Grande.

En la Tabla 7.3 se muestran los resultados de los metales de los puntos evaluados en la zona submareal cercana a isla Grande.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Tabla 7.3. Concentraciones de metales en sedimento de la zona submareal de isla Grande.

Código		MS-29	MS-31	MS-33	MS-35	Nivel de fondo submareal	Nivel de referencia submareal
Fecha de muestreo		1/04/2022	31/03/2022	30/03/2022	30/03/2022		
Hora de muestreo		14:00	08:40	11:30	10:55		
Metales Totales							
Cadmio Total	mg/kg PS	0,30483	7,3768	0,89129	6,4358	2,2	5,089
Calcio Total	mg/kg PS	6 440	13 891	7 821	12 698	12468	15320
Cobre Total	mg/kg PS	15	51	16	41	15,15	25,59
Fósforo Total	mg/kg PS	798	1 145	846	1 193	1879	2537
Hierro Total	mg/kg PS	21 329	22 987	14 252	20 328	13958	16956
Níquel Total	mg/kg PS	4,83	13,3	4,82	12	5,707	9,1
Plomo Total	mg/kg PS	10,3	52,3	12	36,5	16,64	23,43
Sodio Total	mg/kg PS	3 062	10 109	4 556	11 811	4545	6770
Vanadio Total	mg/kg PS	87	73	47	64	42,48	53,6

Supera nivel de fondo o referencia.

Granulometría

De los resultados obtenidos se observa que el sedimento en los puntos de muestreo evaluados (MS-29, MS-31, MS-33 y MS-35) presentaron una composición predominante de arena (> 47,2%), siendo arena fina en mayor proporción, tal como se observa en la Figura 7.4.

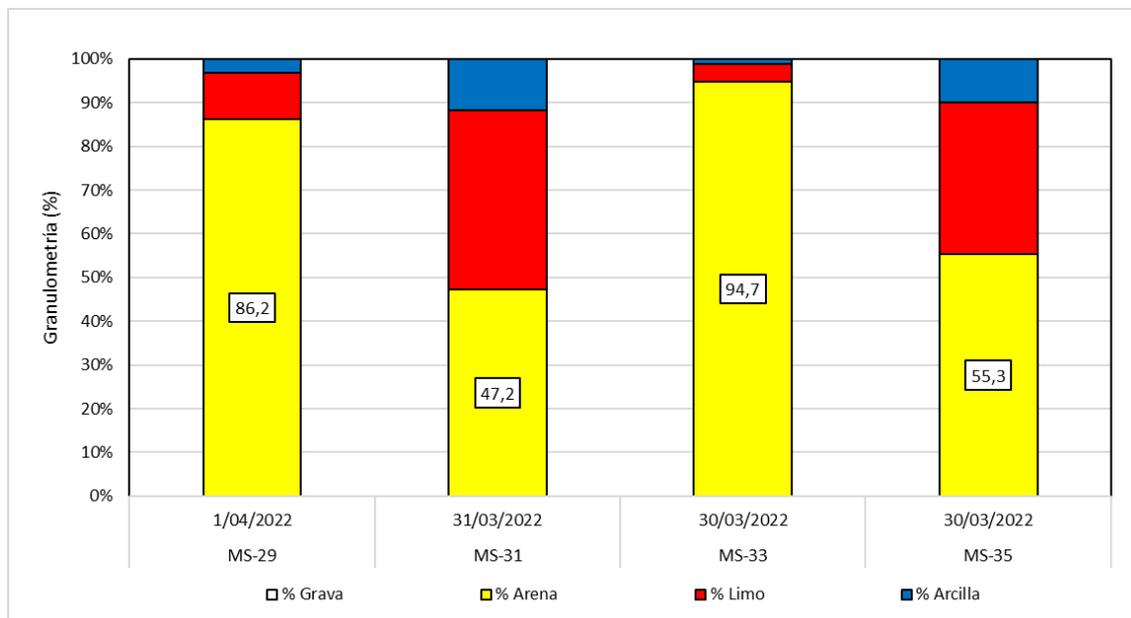


Figura 7.4. Resultados de granulometría en sedimento submareal en isla Grande.

7.1.3. Hidrobiología

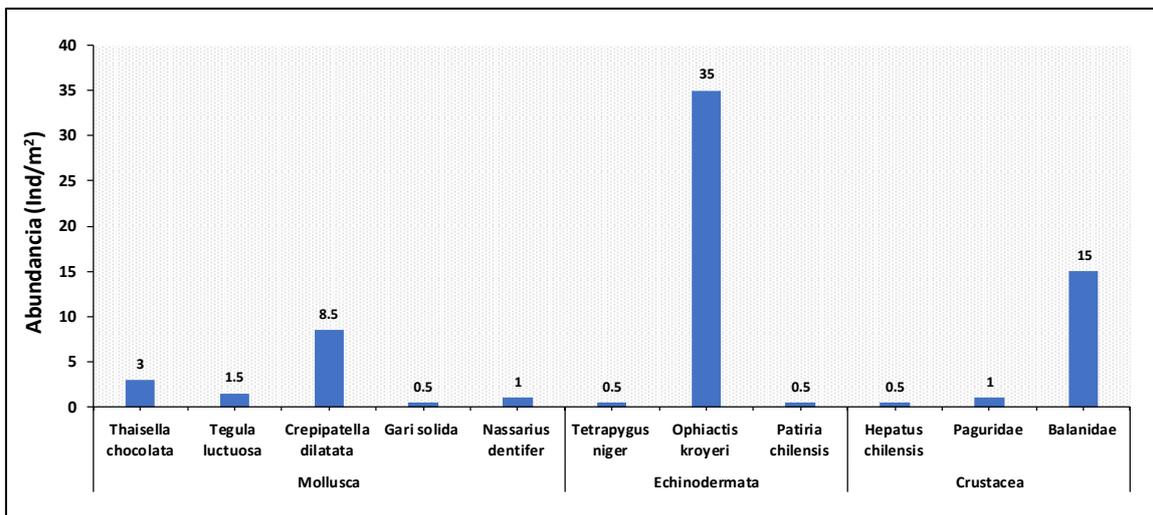
En el caso de la evaluación hidrobiológica submareal que corresponde a la comunidad de megabentos, se evaluó un solo punto (IG-S1), se pudo verificar que el fondo presenta un tipo

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

de fondo mixto compuesto por un 70 % de roca y 30 % arena a lo largo del transecto. Asimismo, se registró un total de 11 especies, donde la especie predominante fue la estrella frágil *Ophiactis kroyeri* con una abundancia de 35 ind./m², seguía del crustáceo Balanidae con 15 ind./m² y el molusco *Crepidatella dilatata* con 8,5 ind./m² (Figura 7.5).



8. DISCUSIÓN

Para realizar la evaluación ambiental de causalidad para la verificación de la limpieza en el agua de mar y sedimento submareal en isla Grande, afectada por el derrame de petróleo crudo derramado en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, se evaluó el área afectada por el derrame de petróleo, considerando el ambiente submareal. Los componentes físicos evaluados fueron agua de mar superficial y sedimento marino; mediante muestreos en embarcaciones; así también, la evaluación hidrobiológica se realizó con el apoyo de una embarcación y mediante la inmersión de buzos que realizaron actividades de censo visual a través de un transecto.

Los principales aspectos considerados para el desarrollo de la discusión fueron los siguientes:

El ambiente submareal según su extensión, considerando las posibles vías de transporte de petróleo crudo tomando en cuenta el transporte físico del contaminante en el agua y en su distribución espacial considerando la dirección del flujo marítimo.

La Figura 8.1 presenta el modelo conceptual de la distribución del crudo de petróleo en el medio marino para la evaluación en isla Grande.

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

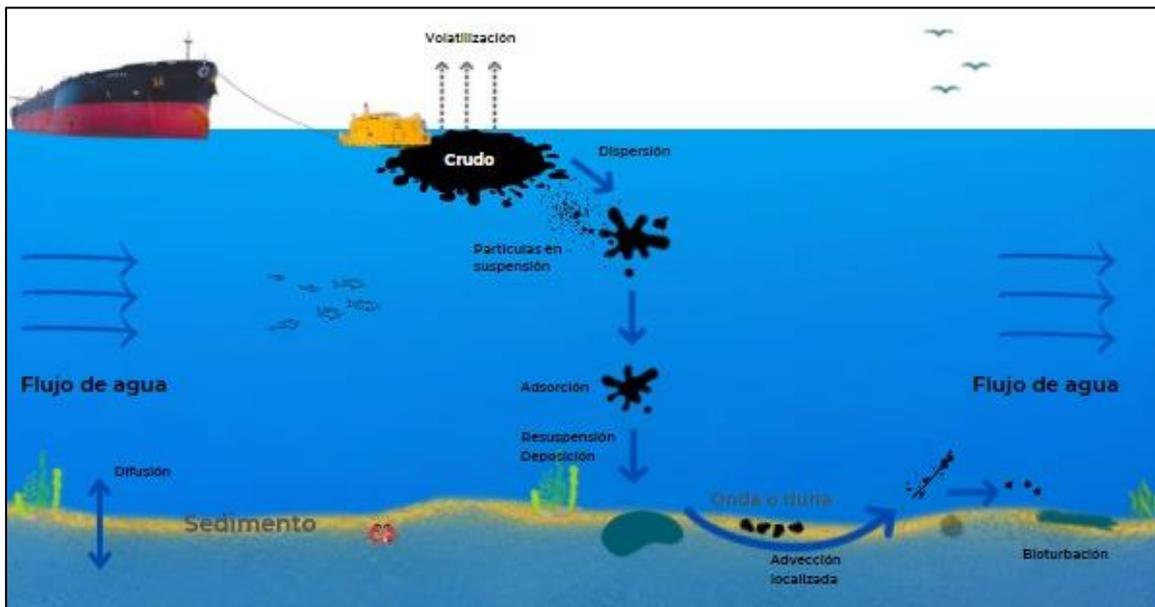


Figura 8.1. Modelo conceptual de la afectación por el derrame de petróleo crudo el medio acuático – isla Grande

Fuente: Adaptado de Karamea et.al. (2021) y Reible, D. (2014).

La zona submareal se encuentra dentro del dominio nerítico o litoral, la que se extiende desde la orilla de la costa hasta el borde de la plataforma continental, a una profundidad de entre 100 m a 200 m de profundidad dependiendo de la localización. Esta zona se encuentra además dentro de la denominada zona eufótica, la que va desde la superficie del agua hasta donde penetra la luz (entre 80 y 200 m, dependiendo de la turbidez del agua).

8.1. Zona submareal

Los resultados de la evaluación de la calidad del agua superficial de mar en ambiente submareal se realizó en 5 puntos ubicados en las cercanías de la zona submareal de isla Grande, los cuales fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, para la «Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, subcategoría C2 «Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras» y subcategoría C3 «Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras», y referencialmente con la «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos» y la «Categoría 1: Poblacional y Recreacional, B1: Contacto Primario», estas últimas se emplean de manera complementaria, ya que presentan valores para la comparación de Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), BTEX (Benceno) y metales totales (vanadio), según corresponden.

La medición de parámetros de campo en agua superficial registró pH ligeramente alcalino (de 7,53 a 7,78 unidades de pH), oxígeno disuelto (> 4,10 mg/L), conductividad eléctrica (62,92 mS/cm en promedio) y temperatura (17,76 °C en promedio). Las unidades de pH y oxígeno disuelto cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Cat. 2 C2 y Cat. 2 C3 en todos los puntos de muestreo, tal como se indica en el ítem 7. Resultados.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Los resultados analíticos de calidad de agua superficial submareal para los parámetros Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH), Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracción aromática), Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), Aceites y Grasas, BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos) reportaron concentraciones menores al límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio en los 4 puntos de muestreo, cumpliendo con los ECA Agua Cat.2 C2, Cat.2 C3 y referencialmente con los ECA Agua Cat.4 E3; los que se indican en detalle en el ítem 7. Resultados y el Anexo 3. Reportes de Campo. Estos resultados fueron similares a los reportados en la evaluación ambiental de seguimiento¹⁷ realizada del 14 de febrero al 1 de marzo, donde se reportaron concentraciones menores al límite de cuantificación analítica para TPH, TPH (fracción aromática) HAPs y Aceites y Grasas.

Los resultados de metales totales cumplieron con los ECA Agua Cat.2 C2, Cat.2 C3 y referencialmente el ECA Agua Cat.1 B1 y Cat.4 E3, el níquel y vanadio se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio. Sin embargo, el boro superó el ECA Cat.2 C2 (5 mg/L) en 2 puntos muestreados (MS-31 y MS-35). La presencia de boro en concentraciones superiores al ECA Agua en mención no tendría una relación con la actividad evaluada debido a que el TPH (C₆-C₄₀) fue reportando en concentraciones por debajo del límite de cuantificación analítica (< 0,0100 mg/L) en todos los puntos de muestreo; y con respecto a la caracterización del crudo, este no presenta dicho boro en su composición.

Los resultados de la evaluación de calidad de sedimento señalan que según el análisis granulométrico el sedimento submareal (MS-29, MS-31, MS-33 y MS-35) presentó composición predominante de arena (> 47,2%) siendo arena fina en mayor proporción, determinando una textura arenosa. Por otro lado, los puntos MS-30 y MS-35 registraron TPH (C₆-C₄₀) en concentraciones de 6 mg/kg respectivamente, pero que no superaron los NF_{TPH}: 73,62 mg/kg y NR_{TPH}: 172,6 mg/kg establecidos, siendo estas las concentraciones más altas; mientras que en los puntos MS-29, MS-31 y MS-33, se reportaron concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) con un valor mínimo de < 0,30 mg/kg.

Asimismo, al realizar la comparación de los resultados obtenidos, se observa que las concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) reportados presentaron una disminución con respecto a lo obtenido en la evaluación ambiental de seguimiento¹⁸ tal como se observa en la Figura 8.2.

17 REAS-035-2022-STEC. Evaluación ambiental de seguimiento del derrame de petróleo crudo ocurrido en el Terminal Multiboyas N.º 2 de la Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, a través del monitoreo periódico de parámetros que permita identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de agua y sedimento, así como el registro de aves muertas y vivas impregnadas con petróleo, del 14 de febrero al 1 de marzo de 2022.

18 REAS-035-2022-STEC. Evaluación ambiental de seguimiento del derrame de petróleo crudo ocurrido en el Terminal Multiboyas N.º 2 de la Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, a través del monitoreo periódico de parámetros que permita identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de agua y sedimento, así como el registro de aves muertas y vivas impregnadas con petróleo, del 14 de febrero al 1 de marzo de 2022.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»
«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

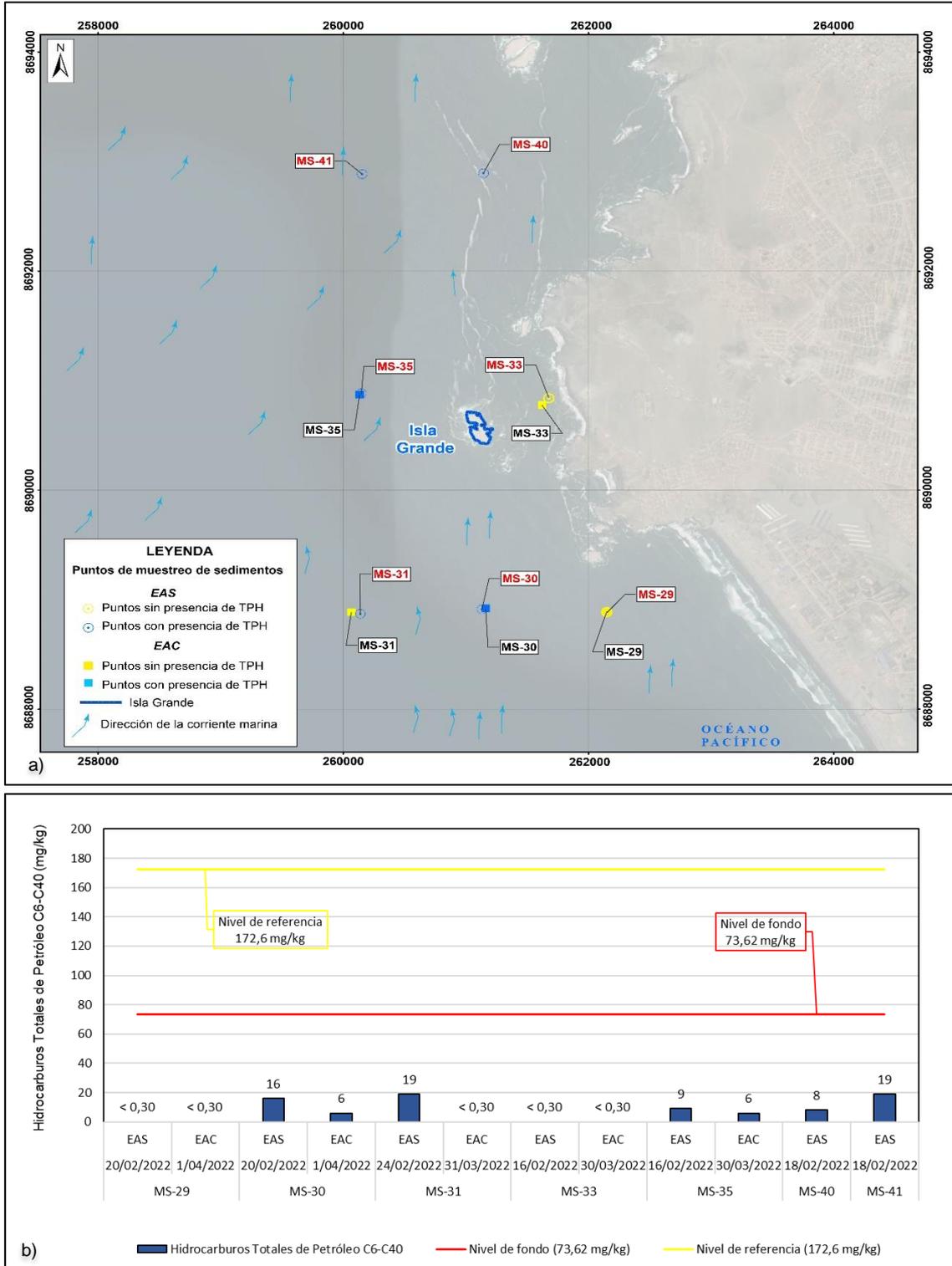


Figura 8.2. a) Presencia y ausencia de TPH en los puntos evaluados en la EAC y EAS; b) Comparación de los resultados de TPH (C₆-C₄₀) obtenidos en la EAC y EAS.

Nota:

EAC: Evaluación ambiental de causalidad.

EAS: Evaluación ambiental de seguimiento.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

En 1 de los 5 puntos muestreados ubicado en la zona submareal cercana a isla Grande (MS-31) se registró el HAP fluoranteno en concentración de 0,016 mg/kg que superaron los (NF y NR: <0,005 mg/kg) para este parámetro, tal como se detalló en la Tabla 7.2 del ítem Resultados. El fluoranteno¹⁹, en su condición de hidrocarburo policíclico aromático de origen petrogénico (combustibles fósiles) (Savinov et. al., 2000; Prada R. & Zambrano M., 2006; Ramalhosa et. al. 2012) provendría del derrame de petróleo crudo al margen de no haberse reportado concentraciones cuantificables para TPH en el mismo punto de muestreo (MS-31); sin embargo, dicho punto se ubica a 1,8 km de la isla grande, pudiendo ser un foco de contaminación, toda vez que no se reflejaron en los puntos más cercanos a la Isla Grande.

Por otro lado, se analizaron 30 metales en todos los puntos muestreados; sin embargo, se enfatizó la comparación del cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, plomo, sodio, níquel y vanadio con los NF y NR debido a considerarse parámetros de interés en esta evaluación en función de la caracterización del crudo²⁰ por parte del administrado, tal como se muestra en la Tabla 8.1. Particularmente, se tomó en consideración al níquel y vanadio debido a encontrarse en cantidades considerables en la composición del crudo señalado.

Tabla 8.1. Características del petróleo crudo derramado – Refinería La Pampilla

Parámetros	Unidad	Concentración / valor
Densidad API	° API	28,57
Cadmio Total	ppb	1
Calcio Total	ppm	0,8
Cobre Total	ppm	0,7
Fósforo Total	ppm	5
Hierro Total	ppm	1,2
Níquel Total	ppm	6,9
Plomo Total	ppm	1
Sodio Total	ppm	3,5
Vanadio Total	ppm	9,6

Fuente: REPSOL S.A.A.

De los resultados obtenidos se compararon las concentraciones del níquel y vanadio con los Niveles de Fondo y Niveles de Referencia obtenidos, observándose que el níquel superó los $NF_{Ni} = 5,707$ mg/kg y $NR_{Ni} = 9,1$ mg/kg en los puntos de muestreo MS-31 y MS-35; mientras que el vanadio superó solo las concentraciones de $NF_V = 42,48$ mg/kg en el punto MS-33, mientras que los puntos MS-29, MS-31 y MS-35 superaron los $NF_V = 42,48$ mg/kg y $NR_V = 53,6$ mg/kg, tal como se muestra en el ítem Resultados.

De los resultados de la caracterización del crudo y su comparación con los NF para los metales listados en la Tabla 8.1, se determina que los metales cadmio, calcio, cobre, hierro,

19 Según la Agencia de Protección Ambiental (US EPA) está clasificado como un contaminante prioritario debido a su potencial genotóxico y cancerígeno para la biota de acuerdo con los estudios realizados por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC).

20 Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por REPSOL, Anexo F, Tabla I, los metales presentes en su composición son: cadmio (1 ppb), calcio (0,8 ppm) cobre (0,7 ppm), fósforo (<5), hierro (1,2 ppm), níquel (6,9), plomo (1 ppm), silicio (<10 ppm), sodio (3,5 ppm) y vanadio (9,6 ppm).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

níquel, plomo, sodio y vanadio que superan los NF no estarían relacionados por el derrame de hidrocarburos. Por otro lado, en relación con el Níquel, cuya concentración en la caracterización del crudo corresponde a 6,9 mg/kg y el NF_{Ni} = 5,707 mg/kg, no se podría relacionar directamente la excedencia a los Niveles de fondo de dicho metal a la concentración del hidrocarburo. Finalmente, no se ha identificado un patrón o relación de la presencia de níquel y vanadio con respecto a aquellos puntos con presencia de TPH, lo cual, encontraría una posible respuesta en las condiciones del sustrato marino y su origen geológico en la zona evaluada.

Respecto a la comunidad de megabentos, no existieron diferencias con los registrados en los puntos blancos, habiéndose registrado 11 especies en isla Grande y 9 en el punto blanco (playa Chica); a pesar de no compartir las mismas especies, los grupos dominantes fueron los mismos, con predominancia de equinodermos y moluscos, en ambos casos (Figura 8.3). Por otro lado, las especies dominantes como Ophiuridae y *Ophiactis kroyeri*, son organismos que viven en agregaciones de muchos individuos, lo que hace normal ese tipo de registros. Asimismo, los resultados obtenidos en Isla Grande, sea semejan con lo registrado previamente por Arguelles et al., (2010) para la zona.

Finalmente, durante las actividades de buceo, visualmente no se evidenciaron indicios de perturbación o presencia de hidrocarburos sobre el fondo marino.

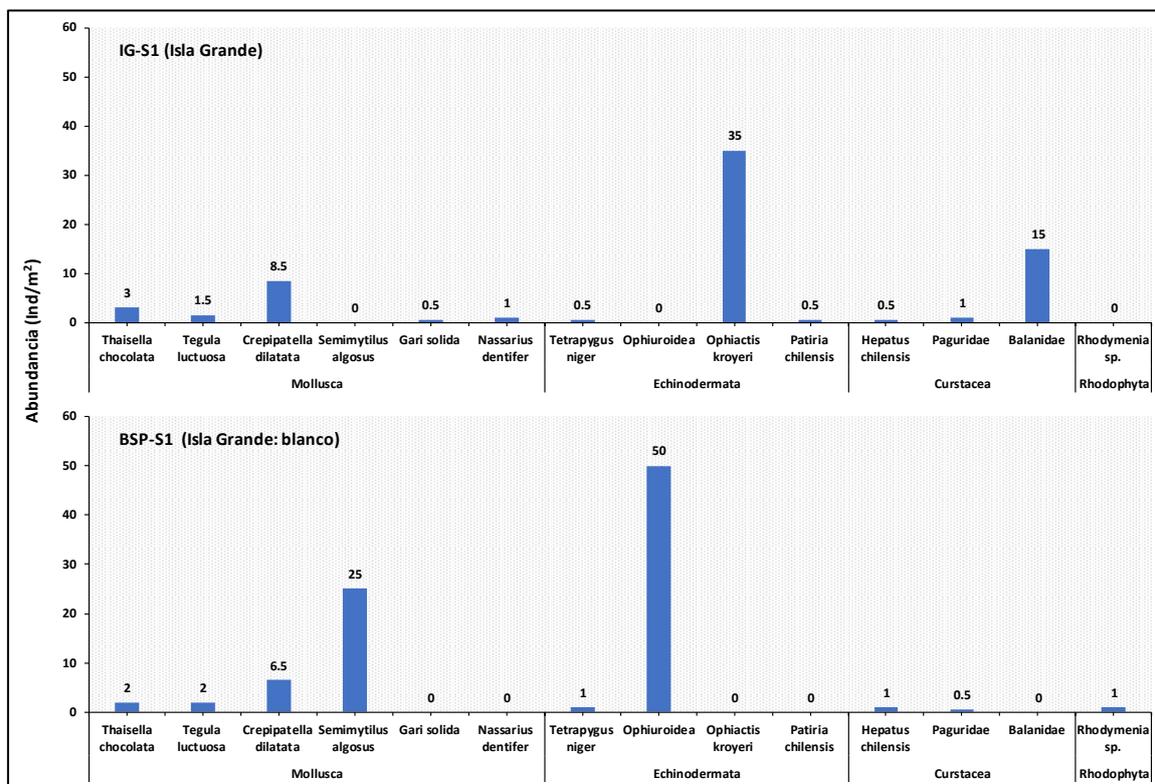


Figura 8.3. Abundancia de la comunidad de megabentos en Isla Grande comparado con el punto blanco (playa Chica)



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

9. CONCLUSIONES

De la evaluación ambiental para la verificación de la limpieza en isla Grande, afectada por el petróleo crudo derramado en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, con base de los indicadores planteados por el OEFA y de acuerdo a lo señalado en el Artículo 66-B.3 del D.S. 005-2021-EM «*En caso que los resultados de los muestreos realizados en la supervisión respectiva superen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o en caso corresponda, niveles de fondo; o en caso de persistir alteraciones en el ecosistema de acuerdo a los monitoreos de flora y/o fauna de corresponder...*», no se evidenció superación de ECA para agua, ni de nivel de fondo en sedimento y tampoco afectación a la comunidad de megabentos durante la evaluación realizada.

- La evaluación de la calidad del agua de mar en los puntos ubicados en la zona submareal de isla Grande determinó que en los 5 puntos de muestreo se cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, para la «Categoría 2 subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras y subcategoría C3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras». Referencialmente se comparó con la «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos» y «Categoría 1, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación - Contacto primario» para Hidrocarburos Totales del Petróleo, Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracción aromática), Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), Aceites y Grasas, BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos) y Metales totales (vanadio).
- La evaluación de la calidad del sedimento marino en la zona submareal determinó que todos los puntos evaluados presentaron predominancia de arena (> 47,2%). Los Hidrocarburos Totales del Petróleo estuvieron por debajo de los valores de Niveles de Fondo (73,62 mg/kg) y Niveles de Referencia (172,6 mg/kg). Por otro lado, de los resultados de Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs) presentó Fluoranteno en concentración de 0,016 mg/kg que superó los Niveles de Fondo (< 0,005 mg/kg) y Niveles de Referencia (< 0,005 mg/kg), que su origen, que provendría del derrame de hidrocarburos; sin embargo, dicho punto se ubica a 1,8 km de la isla grande, pudiendo ser un foco de contaminación, toda vez que no se reflejaron en los puntos más cercanos a la Isla Grande..
- Los metales totales en sedimento superaron el NF y NR establecidos para 24 de los 30 metales registrados, y en 8 de los 9 metales (cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, plomo, sodio, níquel y vanadio), determinándose que no se encontró relación alguna con el derrame de hidrocarburos, por lo que su origen estaría relacionado a otras fuentes como la geología de la zona.
- No existe evidencia de alteraciones o cambios negativos en la comunidad de megabentos en el ambiente submareal de isla Grande.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

10. RECOMENDACIONES

Remitir a la Dirección de Supervisión en Energía y Minas

11. BIBLIOGRAFÍA

- Argüelles J., Taipe A., Espinoza E., Aguilar S., García W., Tenorio J., Zavala J., Gamarra A., Santos C. (2010). Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Punta Litera - Playa Grande (Barranca y Huara de la Región Lima). Instituto Del Mar Del Perú, Centro Regional de Investigación Pesquera, Huacho – Lima, Unidad de Investigaciones de Invertebrados Marinos, Sede Central.
- Barnes, R.S.K. & Hughes, R. (1999). An Introduction to Marine Ecology, Third Edition.
- Carefoot, T. 1977. Pacific seashores: a guide to intertidal ecology. University of Washington Press. Seattle. 208 pp.
- Ibanez-Erquiaga B, Pacheco AS, Rivadeneira MM, Tejada CL. (2018). Biogeographical zonation of rocky intertidal communities along the coast of Peru (3.5–13.5 S Southeast Pacific). PLOS ONE 13: e0208244 DOI 10.1371/journal.pone.0208244.
- Karleskint, G., R. Turner y J. Small. 2009. Introduction to Marine Biology, 3a edición, editorial Brooks/Cole, Belmont Canada, 581 pp.
- Keramea, P.; Spanoudaki, K.; Zodiatis, G.; Gikas, G.; Sylaios, G. 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>
- Menge, B. A. y G. M. Branch. 2001. Rocky intertidal communities. Capítulo 9 In: Bertness, M. D., S. D. Gaines, M. E. Hay (eds) Marine community ecology. Sunderland; Sinauer Associates, pág 221-251.
- Moreno RA, Labra FA, Cotoras DD, Camus PA, Gutiérrez D, Aguirre L, Rozbaczyllo N, Poulin E, Lagos NA, Zamorano D, Rivadeneira MM. (2021). Evolutionary drivers of the hump-shaped latitudinal gradient of benthic polychaete species richness along the Southeastern Pacific coast. PeerJ 9: e12010 DOI 10.7717/peerj.12010
- Prada-Ríos, J. y M. Zambrano. 2006. Toxicidad aguda y bioacumulación de dos hidrocarburos aromáticos policíclicos (naftaleno y fluoranteno) en *Anadara tuberculosa*. Boletín Científico CCCP, (13): 53-64.
- Ramalhosa, M. J., Paíga, P., Morais, S., Sousa, A. M., Gonçalves, M. P., Delerue-Matos, C., & Oliveira, M. B. P. P. (2012). Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish: Optimisation and validation of microwave-assisted extraction. *Food chemistry*, 135(1), 234-242.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

- Reible, D. (2014) *Processes, Assessment and Remediation of Contaminated Sediments*. Springer, 496 p.
- Savinov, V. M., Savinova, T. N., Carroll, J., Matishov, G. G., Dahle, S., & Næs, K. (2000). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments of the White Sea, Russia. *Marine Pollution Bulletin*, 40(10), 807-818
- Spalding MD, Fox HE, Allen GR, Davidson N, Ferdaña ZA, Finlayson M, Halpern BS, Jorge MA, Lombana A, Lourie SA, Martin KD, McManus E, Molnar J, Recchia CA, Robertson J. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience* 57(7):573–583 DOI 10.1641/B570707.