
**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 PLAYA SANTA ROSA CHICA**

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. Guías utilizadas para la evaluación	6
6.2. Ubicación de puntos de muestreo	8
6.3. Parámetros y métodos de análisis.....	13
6.4. Equipos utilizados	15
6.5. Procesamiento de datos	15
6.6. Criterios de evaluación.....	16
7. RESULTADOS.....	19
7.1. Agua superficial de mar	19
7.2. Sedimento (arena de playa).....	22
7.3. Identificación de focos de contaminación	25
7.4. Hidrobiología	26
7.4.1. Análisis poblacional de <i>Emerita analoga</i>	26
7.4.2. Análisis comunitario.....	28
8. DISCUSIÓN	29
9. CONCLUSIONES.....	50
10. RECOMENDACIONES	52
11. BIBLIOGRAFÍA	52



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 en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y en el sector sur de la punta Santa Rosa.....	11
Tabla 6.3. Ubicación de los puntos de muestreo de arena en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y en el sector sur de la punta Santa Rosa.....	12
Tabla 6.4. Ubicación del punto de verificación en orilla rocosa para la identificación de focos potenciales de contaminación en el sector norte de la punta Nerón.....	12
Tabla 6.5. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos y <i>Emerita analoga</i> (muy muy) en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica.....	13
Tabla 6.6. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos y <i>Emerita analoga</i> (muy muy) en la zona intermareal de las playas control (puntos blanco)	13
Tabla 6.7. Parámetros evaluados en agua superficial de mar, sedimentos (arena de playa) e hidrobiología.....	13
Tabla 6.8. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) en ambiente intermareal, según los ECA vigentes y niveles de fondo de las zonas blanco	17
Tabla 7.1. Parámetros de campo en agua superficial de mar en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa.....	20
Tabla 7.2. Concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica.....	24
Tabla 7.3. Concentraciones de metales totales en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa.....	25
Tabla 7.4. Clasificación según nivel de evidencia de focos potenciales	26
Tabla 8.1. Características del petróleo crudo derramado - Refinería La Pampilla	39
Tabla 8.2. Descripción del foco potencial de contaminación identificado en el sector norte de la punta Nerón.....	40
Tabla 8.3. Mecanismos de migración de los compuestos relevantes de interés hacia el ambiente y posibles receptores	43
Tabla 9.1. Resumen de resultados obtenidos	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Mapa de ubicación del litoral marino de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa y área evaluada en roca en el sector norte de la punta Nerón.....	5
Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación ambiental realizada en la playa Santa Rosa Chica, en el sector sur de la punta Santa Rosa y en el sector norte de la punta Nerón.....	6
Figura 6.1. Puntos de muestreo de agua superficial de mar a nivel intermareal en la playa Santa Rosa Chica y sector sur en la punta Santa Rosa.....	8
Figura 6.2. Puntos de muestreo de sedimento (arena de playa) intermareal en la playa Santa Rosa Chica y sector sur en la punta Santa Rosa	9
Figura 6.3. Punto de verificación en orilla rocosa a nivel intermareal en el sector norte de la punta Nerón.....	10
Figura 6.4. Puntos de muestreo de hidrobiología a nivel intermareal en la playa Santa Rosa Chica.....	11



Figura 7.1. Concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (C ₆ -C ₄₀) en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, comparadas con el NF _{TPH}	22
Figura 7.2. Fracción de hidrocarburos F ₂ en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa	23
Figura 7.3. Fracción de hidrocarburos F ₃ en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa	23
Figura 7.4. Distribución batimétrica de la abundancia promedio de <i>E. analoga</i> en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica	27
Figura 7.5. Distribución batimétrica de la biomasa promedio de <i>E. analoga</i> en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica	27
Figura 7.6. Frecuencia de tallas de <i>E. analoga</i> en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica.....	28
Figura 7.7. Porcentaje de sexos/estadios de madurez de <i>E. analoga</i> en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica.....	28
Figura 7.8. Riqueza de especies por grupo taxonómico de la comunidad de macrobentos de la orilla rocosa en la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa	29
Figura 8.1. Modelo conceptual de la afectación por el derrame de petróleo crudo en el medio acuático marino - playa Santa Rosa Chica y sector sur de punta Santa Rosa.....	30
Figura 8.2. Vista del muestreo de sedimento con restos de hidrocarburos de petróleo (coloración oscura observada organolépticamente), con gotículas de hidrocarburos de petróleo en el punto SRC-SD-3 (en b), y con presencia de gotículas a manera de alquitrán entremezcladas en los puntos SR-SD-2 (en a) y SRC-SD-4 (en c y d)	33
Figura 8.3. Distribución de TPH (C ₆ -C ₄₀) en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa y el alcance aproximado.....	34
Figura 8.4. Alcance aproximado del área impactada en la playa Santa Rosa Chica	35
Figura 8.5. Relación de fracciones F ₁ , F ₂ y F ₃ reportadas en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa	36
Figura 8.6. Resultados de las concentraciones de TPH _(C₆-C₄₀) en sedimento intermareal en las EAF, EAS, acciones de la DSEM y la presente EAC en la playa Santa Rosa Chica....	37
Figura 8.7. Composición y concentraciones de HAPs en puntos de muestreo que superaron los NF y NR establecidos para HAPs en sedimento intermareal en la playa Santa Rosa Chica	38
Figura 8.8. Evidencias observadas organolépticamente (color y textura) durante la identificación del foco potencial de contaminación en el sector norte de la punta Nerón... 41	41
Figura 8.9. Área rocosa evaluada y determinada como foco potencial de contaminación en la zona intermareal del sector norte en la punta Nerón.....	42
Figura 8.10. Distribución batimétrica de la abundancia promedio de <i>E. analoga</i> en playa Santa Rosa Chica comparado con los puntos de las playas blanco.....	44
Figura 8.11. Distribución batimétrica de la biomasa promedio de <i>E. analoga</i> en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica comparados con los puntos de las playas blanco ..	45
Figura 8.12. Frecuencia de tallas de <i>E. analoga</i> en el punto de muestreo de playa Santa Rosa Chica comparados con los puntos de las playas blanco	46
Figura 8.13. Proporción de sexos/estadios de madurez de <i>E. analoga</i> en el punto evaluado de playa Santa Rosa Chica comparados con los puntos de las playas blanco	47
Figura 8.14. a) Evidencia de presencia de hidrocarburos en forma de gotículas. b) Verificación organoléptica de las gotículas encontradas a lo largo de la línea de acarreo. 47	47



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

Figura 8.15. Evidencia presencia de hidrocarburos en forma de gotículas, los mismos que se encuentran asociados a restos de <i>E. analoga</i>	48
Figura 8.16. Comparación de la riqueza de especies por grupo taxonómico de playa Santa Rosa Chica, sector sur de la punta Santa Rosa y puntos blancos.....	49
Figura 8.17. Orilla rocosa en playa Santa Rosa Chica y sector sur de punta Santa Rosa: a) franja de <i>Ulva</i> spp. que delimita la zona supralitoral y mediolitoral (línea amarilla), b) matriz mixta de Rhodophytas y mitilidos en la franja mediolitoral	49
Figura 8.18. Dendograma de clasificación para la composición de especies en playa Santa Rosa Chica (SRC-HB-R2) y puntos blancos (BrSP-1, BrE-1).....	50



1. INTRODUCCIÓN

El 15 de enero de 2022, a las 22:26:36 horas, el representante de la Refinería 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), referido 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, distrito Ventanilla, provincia constitucional del Callao, 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, que aprueba 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 del 25 de febrero de 2022 y el Memorando N.º 480-2022-OEFA/DSEM del 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 el 15 y 24 de enero de 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.



La verificación de 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.º 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 el 20 y 21 de junio de 2022, donde el presente documento forma parte del informe de evaluación ambiental de causalidad en la playa Santa Rosa Chica (en adelante, informe de EAC en la playa Santa Rosa Chica), que tuvo como objetivo verificar la limpieza de la zona marino-costera de la playa Santa Rosa Chica, y complementariamente en el sector sur de la punta Santa Rosa y en el sector norte de la punta Nerón. La evaluación de la calidad ambiental a nivel intermareal del agua superficial de mar, sedimento⁷ (arena de playa) y el estado de la comunidad de macrobentos y de la población de *Emerita analoga* (muy-muy), consideró la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA) vigentes, los niveles de fondo (NF) y niveles de referencia (NR)⁸ establecidos para sedimento en relación a los hidrocarburos de petróleo y

³ El Decreto Supremo N.º 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 y Fiscalización 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.º 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».

⁸ Informe N.º 00076-2022-OEFA/DEAM-STEAC. «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 playa Santa Rosa Chica).



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. Asimismo, se realizó la identificación de focos potenciales de contaminación según indicadores establecidos por el OEFA en áreas donde, por sus condiciones, no fue posible realizar muestreos (orillas rocosas).

2. ANTECEDENTES

El 15 de enero de 2022, a las 22:26:36 horas, el representante de la Refinería La Pampilla S.A.A., 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*⁹, en las instalaciones del Terminal Multiboyas N.º 2, de la Refinería La Pampilla, ubicado en el distrito Ventanilla, provincia 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 Focal¹⁰ 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 Seguimiento¹¹ 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 Seguimiento¹², realizada 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 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.º 00299-2022-OEFA/DSEM de 25 de febrero de 2022, el Memorando N.º 480-2022-

⁹ Buque de bandera italiana.

¹⁰ 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.

¹¹ 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.

¹² 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.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

OEFA/DSEM de 24 de marzo de 2022 y Memorando N.º 00658-2022-OEFA/DSEM de 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.º 2 de Refinería La Pampilla, ocurrido el 15 y 24 de enero de 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, carta RLP-GSCMA-155-2022, del 15 de febrero de 2022, carta RLP-GSCMA-213-2022 del 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, carta RLP-GSCMA-423-2022 del 25 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-426-2022 del 25 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-490-2022 del 06 de abril de 2022 y carta RLP-GSCMA-515-2022, del 13 de abril de 2022; comunicó el avance de las acciones de primera respuesta y la culminación de la limpieza playas de entre los cuales se encuentra la playa Santa Rosa Chica.

En atención a lo solicitado, la Subdirección Técnica Científica realizó la presente evaluación ambiental para verificar la limpieza de la zona marino-costera y el estado de la comunidad de macrobentos y de la población de *Emerita analoga* en la playa Santa Rosa Chica, y complementariamente en el sector sur de la punta Santa Rosa y en el sector norte de la punta Nerón.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Realizar la evaluación ambiental (agua superficial de mar, arena de playa, orillas rocosas y el estado de la comunidad de macrobentos y de la población de *Emerita analoga*) a nivel intermareal en la playa Santa Rosa Chica, en el sector sur de la punta Santa Rosa y en el sector norte de la punta Nerón, a fin de verificar la ausencia de hidrocarburos, según la evaluación del administrado Refinería La Pampilla S.A.A., como parte de las acciones de primera respuesta por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero de 2022.

4. ÁREA DE ESTUDIO

La playa Santa Rosa Chica, el sector sur de la punta Santa Rosa y el sector norte de la punta Nerón se ubican en el distrito de Santa Rosa, provincia de Lima y departamento de Lima. Pertenecen a 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», según la «Clasificación del cuerpo de agua marino-costero» aprobado mediante Resolución Jefatural N.º 030-2016-ANA el 25 de enero de 2016.

La evaluación ambiental se realizó en la zona marino-costera de la playa Santa Rosa Chica, la cual tiene una extensión de 0,563 km desde su punto de inicio (E 262652, N 8694320) hasta su punto final (E 262427, N 8694644); además que, se llevó a cabo la evaluación ambiental en el sector sur de la zona marino-costera en la punta Santa Rosa, que presenta una extensión de 0,030 km desde su punto inicial (E 262427, N 8694644) hasta su punto final (E 262364, N 8694672); y, se ejecutó la verificación de presencia de hidrocarburos en



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

zona rocosa en el sector norte de la zona marino-costera en la punta Nerón, cuya área evaluada fue aproximadamente de 380 m²; tal como se visualiza en la Figura 4.1. Complementariamente, en el sector sur de la punta Santa Rosa, se evaluaron un punto de muestreo de agua superficial de mar, un punto de sedimento (arena de playa) y 2 réplicas del punto de hidrobiología SRC-HB-R2; y en el sector norte de la punta Nerón, se verificó un punto en roca dentro del área evaluada.

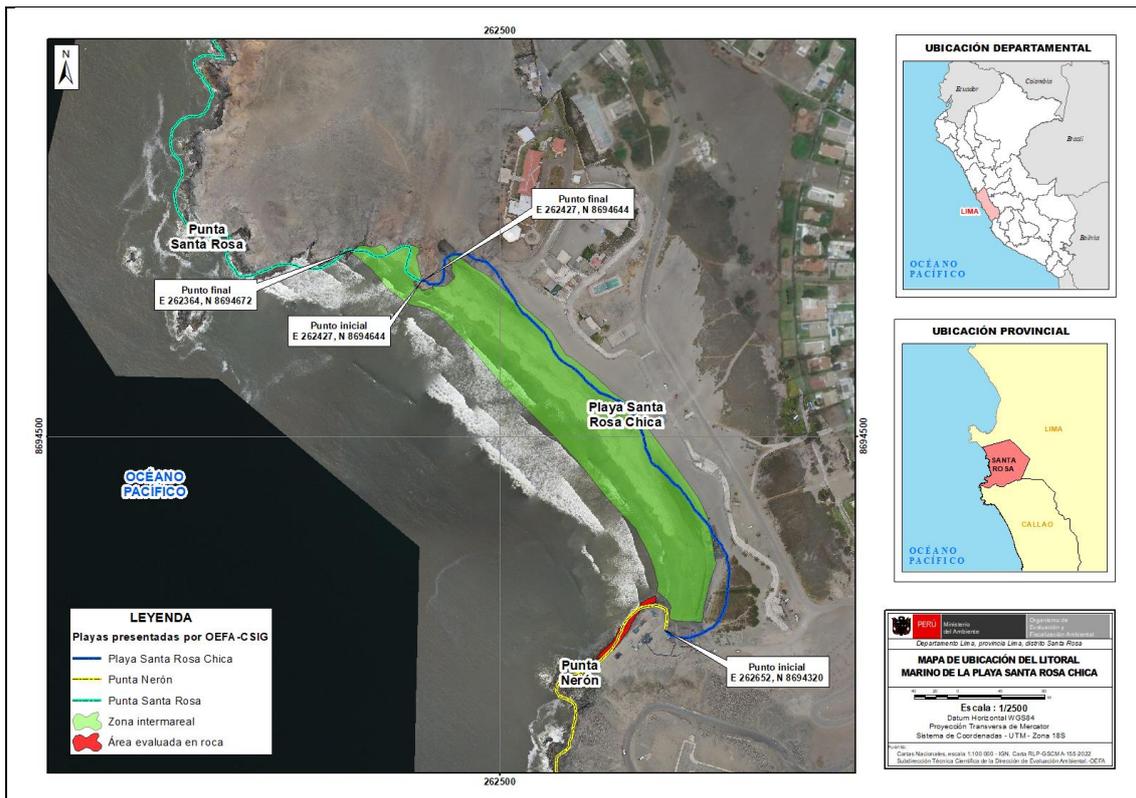


Figura 4.1. Mapa de ubicación del litoral marino de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa y área evaluada en roca en el sector norte de la punta Nerón
Fuente: CSIG-OEFA, 2022.

5. MODELO CONCEPTUAL

La Figura 5.1 presenta el modelo conceptual de la evaluación ambiental realizada en la playa Santa Rosa Chica, afectada por el derrame de petróleo crudo.

Se evaluó la línea litoral en la playa Santa Rosa Chica, y complementariamente en el sector sur de la punta Santa Rosa y en el sector norte de la punta Nerón, considerando el ambiente intermareal (orilla arenosa y rocosa). Los componentes físicos evaluados fueron agua superficial de mar, sedimento (arena de playa), mediante muestreos a pie a lo largo de la orilla; así también, la evaluación hidrobiológica se realizó con muestreos sobre modelos de zonación en la zona intermareal.



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

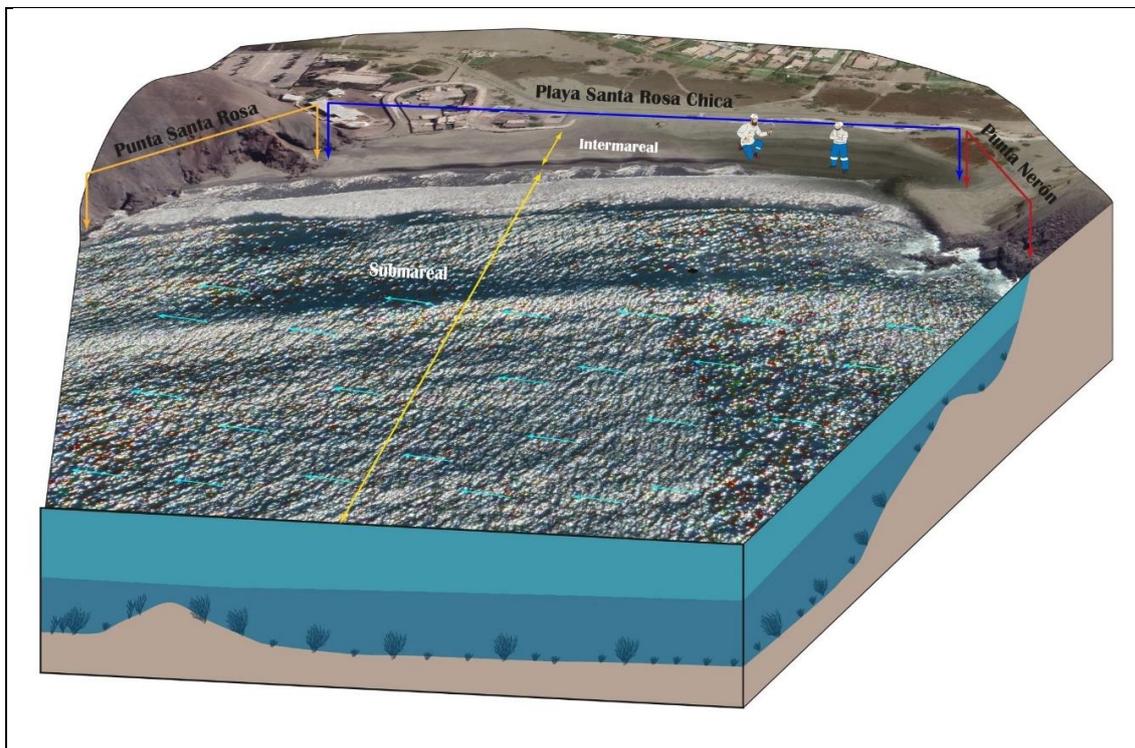


Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación ambiental realizada en la playa Santa Rosa Chica, en el sector sur de la punta Santa Rosa y en el sector norte de la punta Nerón

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, sedimento (arena de playa) y comunidades hidrobiológicas en la zona marino-costera de la playa Santa Rosa Chica y en el sector sur de la punta Santa Rosa, y en áreas rocosas en el sector norte de la punta Nerón.

6.1. Guías utilizadas para la evaluación

Las guías (incluyéndose los protocolos, manuales y procedimientos) para el muestreo de agua superficial de mar, sedimento (arena de playa) y comunidades hidrobiológicas 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
Sedimento (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 (<i>Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: technical manual, 2001</i>)	Capítulo 4	No aplica	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	No aplica	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Estados Unidos
	<i>NOAA. Shoreline Assesment Manual 4ta Edition</i>	<i>5. Shoreline Assessment Process and Activities</i>	No aplica	<i>Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. (NOAA)</i>	Estados Unidos
Comunidades hidrobiológicas	<i>Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater</i>	<i>10500 – B. Benthic macroinvertebrates Sample Collection</i>	No aplica	<i>American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation (APHA/AWWA/WEF)</i>	Estados Unidos

La evaluación de orillas rocosas para la identificación de focos potenciales de contaminación se realizó mediante el empleo de la «Ficha de verificación de presencia de hidrocarburos en

sedimento grava y afloramientos marinos» (ver Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica), para recoger la información mediante observación organoléptica y evaluación del entorno.

6.2. Ubicación de puntos de muestreo

La calidad del agua superficial de mar de la playa Santa Rosa Chica fue evaluada en un total de 3 puntos de muestreo distribuidos en toda la playa, a una distancia aproximada de entre 120 m y 150 m entre un punto y otro, para la caracterización espacial del agua superficial de mar a nivel intermareal (Figura 6.1). Complementariamente se evaluó un punto de muestreo en el sector sur de la zona intermareal en la punta Santa Rosa.



Figura 6.1. Puntos de muestreo de agua superficial de mar a nivel intermareal en la playa Santa Rosa Chica y sector sur en la punta Santa Rosa

En la zona intermareal se muestrearon 9 puntos de sedimento (arena de playa) en la playa Santa Rosa Chica (ver Figura 6.2), según las grillas que determinaron las áreas de potencial interés (API) detallados en el Plan de Evaluación Ambiental N.º 00043-2022-OEFA-DEAM-STEAC, considerando un muestreo con profundidades que variaron de 0 a 10 cm, para los cuales se analizaron Hidrocarburos Totales del Petróleo (C₆-C₄₀), así como las 3 fracciones de hidrocarburos presentes según la composición de cadenas carbonadas, fracción corta F₁

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

(C₆-C₁₀), fracción media F₂ (C₁₀-C₂₈) y fracción F₃ de cadena larga (C₂₈-C₄₀); Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), metales totales y análisis granulométrico en compósitos para caracterizar la playa.

Asimismo, se evaluó un punto de muestreo de sedimento (arena de playa) en la zona intermareal que corresponde al sector sur de la punta Santa Rosa.



Figura 6.2. Puntos de muestreo de sedimento (arena de playa) intermareal en la playa Santa Rosa Chica y sector sur en la punta Santa Rosa

En orillas rocosas, donde no fue posible obtener muestras, se realizó la verificación para la identificación de focos potenciales de contaminación, tal como se observa en la Figura 6.3.



Figura 6.3. Punto de verificación en orilla rocosa a nivel intermareal en el sector norte de la punta Nerón

En el componente hidrobiológico, se evaluaron un total de 2 puntos en intermareal (una en playa de arena y una en orilla rocosa) en playa Santa Rosa Chica, tal como se muestra en la Figura 6.4. Asimismo, se evaluaron 4 puntos blancos ubicados en las playas Paraíso y Chica, donde la ubicación de dichos puntos se muestra en el reporte de campo de playas blanco (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica).

Particularmente, sobre la ubicación de los puntos del componente hidrobiológico, el punto SRC-HB-R2 presenta coordenadas UTM marcadas en playa Santa Rosa Chica; sin embargo, 2 de las 3 réplicas (R2 y R3) de este punto se ubican en el sector sur de punta Santa Rosa, de los cuales no se tienen coordenadas UTM registradas, solo ubicaciones referenciales (Figura 6.4).



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 6.4. Puntos de muestreo de hidrobiología a nivel intermareal en la playa Santa Rosa Chica

En la Tabla 6.2 y la Tabla 6.3 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y en el sector sur de la punta Santa Rosa.

Tabla 6.2. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial de mar en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y en el sector sur de la punta Santa Rosa

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	SRC-AS-1	262659	8694367	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aproximadamente a 120 m al sureste del punto SRC-AS-2
2	SRC-AS-2	262592	8694463	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aproximadamente a 130 m al sureste del punto SRC-AS-3
3	SRC-AS-3	262505	8694556	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aproximadamente a 150 m al sureste del punto SRC-AS-4
4	SRC-AS-4*	262412	8694676	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aproximadamente a 300 m al sur de la playa Santa Rosa Grande.

*: Punto de muestreo ubicado en el sector sur de la zona intermareal en la punta Santa Rosa



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 6.3. Ubicación de los puntos de muestreo de arena en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y en el sector sur de la punta Santa Rosa

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	SRC-SD-1	262682	8694352	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,46 km al norte-noreste de Punta Nerón.
2	SRC-SD-2	262659	8694433	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,53 km al norte-noreste de Punta Nerón y aprox. a 85 m al noroeste del punto SRC-SD-1.
3	SRC-SD-3	262637	8694458	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,56 km al norte-noreste de Punta Nerón y aprox. a 30 m al noroeste del punto SRC-SD-2.
4	SRC-SD-4	262582	8694524	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,61 km al norte-noreste de Punta Nerón y aprox. a 90 m al noroeste del punto SRC-SD-3.
5	SRC-SD-5	262562	8694539	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,63 km al norte de Punta Nerón y aprox. a 20 m al noroeste del punto SRC-SD-4.
6	SRC-SD-6	262529	8694569	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,66 km al norte de Punta Nerón y aprox. a 40 m al noroeste del punto SRC-SD-5.
7	SRC-SD-7	262500	8694599	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,70 km al norte de Punta Nerón y aprox. a 40 m al noroeste del punto SRC-SD-6.
8	SRC-SD-8	262483	8694627	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,72 km al norte de Punta Nerón y aprox. a 30 m al noroeste del punto SRC-SD-7.
9	SRC-SD-9	262431	8694639	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,76 km al norte-noroeste de Punta Nerón y aprox. a 50 m al oeste-noroeste del punto SRC-SD-8.
10	SRC-SD-10*	262388	8694632	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aprox. a 0,77 km al norte-noroeste de Punta Nerón y aprox. a 43 m al oeste-suroeste del punto SRC-SD-9.

*: Punto de muestreo ubicado en el sector sur de la zona intermareal en la punta Santa Rosa

La Tabla 6.4 presenta la ubicación del área evaluada para la identificación de focos potenciales de contaminación en el sector norte de la punta Nerón.

Tabla 6.4. Ubicación del punto de verificación en orilla rocosa para la identificación de focos potenciales de contaminación en el sector norte de la punta Nerón

N.º	Código*	Hora	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Sustrato	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
1	SRC-R1	12:20	262618	8694310	0 a 2	Bloques y cantos rodados	Área ubicada al sur del punto de muestreo de sedimento SRC-SD-1, zona rocosa.

*: El código representa a un punto de verificación del área evaluada

En la Tabla 6.5 y 6.6 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo del componente hidrobiológico en la playa Santa Rosa Chica y de los puntos blancos (Paraíso y Chica), respectivamente.



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 6.5. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos y *Emerita analoga* (muy muy) en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	SRC-HB-1	262556	8694549	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aproximadamente a 160 m al sur del punto SRC-HB-R2.
2	SRC-HB-R2*	262449	8694675	0	Ubicado en la playa Santa Rosa Chica, aproximadamente a 310 m al sur del límite sur de la playa Santa Rosa Grande.

*: Las réplicas R2 y R3 del punto SRC-HB-R2, se ubicaron en el sector sur de la formación costera contigua, punta Santa Rosa

Tabla 6.6. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos y *Emerita analoga* (muy muy) en la zona intermareal de las playas control (puntos blanco)

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	BP-1	213443	8758705	0	Ubicado en la playa Paraíso, aproximadamente a 2 km al oeste del humedal Paraíso.
2	BrE-1	213900	8758875	0	Ubicado en la playa Paraíso, aproximadamente a 0,49 km al este del punto BP-1 y 1,5 km del humedal Paraíso.
3	BrSP-1	213952	8758835	0	Ubicado en la playa Paraíso, aproximadamente a 60 m al sureste del punto BrE-1.
4	BSP-1*	215988	8765594	0	Ubicado en playa Chica, a 1,4 km al norte del extremo norte del humedal Paraíso.

*: Para la cadena de custodia (Anexo N.º 4) donde se indica el análisis granulométrico para las muestras compuestas tomadas en el punto de muestreo BSP-1, existió un error material donde dice: BSP y debe decir: BSP-1.

6.3. Parámetros y métodos de análisis

En la Tabla 6.7 se presentan los parámetros y métodos de ensayo considerados para la evaluación del estado de calidad del agua superficial de mar, sedimento (arena de playa) e hidrobiología en la playa Santa Rosa Chica y en el sector sur de la punta Santa Rosa.

Tabla 6.7. Parámetros evaluados en agua superficial de mar, sedimentos (arena de playa) e hidrobiología

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
Agua salina	Agua superficial de mar – Zona Intermareal	Hidrocarburos totales de petróleo (C ₆ -C ₄₀)	4	EPA Method 8015C, Rev.3. 2007.	ALAB E.I.R.L.
		Hidrocarburos totales de petróleo (fracción aromática)	4	EPA Method 8270E / Rev.6 2018.	
		Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): 1-Metilnaftaleno, 2-Metilnaftaleno, Acenaftreno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(a)fluoranteno,	4	EPA Method 8270E / Rev.6 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
		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	4	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)	4	EPA Method 200.8 Revision 5.4, 1994 / VALIDATED (Applied out of reach), 2020.	
		BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, m+p Xileno, Xileno, Xilenos)	4	EPA Method 8015C Rev. 3, 2007 / EPA Method 5021A Rev. 2, 2014.	
Sedimento	Arena de playa – Zona Intermareal	Hidrocarburos totales de petróleo (fracciones F ₁ , F ₂ y F ₃)	10	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	AGQ Perú 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	10	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)	10	EPA Method 3050 B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B. Rev.2 (2014) VAL	
		Análisis granulométrico	1	ASTM D422-63 (Reapproved 2007)	ALS LS Perú S.A.C.



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 Intermareal	Macrobentos (macroinvertebrados bentónicos)	1	SMEWW 10500 C (parte 2) SMEWW 10900	OEFA - OTEC
		Análisis poblacional de <i>Emerita analogá</i> (muy muy)	1		

Fuente: Informes de ensayo (Anexo N.º 4 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica)

Agua Superficial de mar:

Informe de ensayo: IE-22-10650 emitido por ALAB E.I.R.L.

Sedimento:

Informes de ensayo: S-22/035833, SAA-22/00812, SAA-22/00719, SAA-22/00818 emitidos por AGQ Perú S.A.C. / Informe de ensayo: 44789/2022 emitido por ALS LS Perú S.A.C.

Hidrobiología

Informes de ensayo: 253-2022-OEFA/OTEC, 254-2022-OEFA/OTEC, 263-2022-OEFA/OTEC, 271-2022-OEFA/OTEC, 272-2022-OEFA/OTEC, 283-2022-OEFA/OTEC emitidos por Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (OTEC) del OEFA

Informes de ensayo: S-22/034686 y SAA-22/00784 emitidos por AGQ Perú S.A.C. / Informe de ensayo: 43190/2022 emitido por ALS LS Perú S.A.C. (playas blanco de hidrobiología)

6.4. 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-081-2022-STEC y RC-086-2022-STEC.

6.5. Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio de agua superficial de mar y sedimento intermareal (arena de playa) se detallan en el Anexo N.º 5: Resultados de laboratorio sistematizados del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica, estos fueron digitalizados y sistematizados en una base de datos, consignando la información recogida por cada punto de muestreo. Los valores de los parámetros evaluados se compararon e identificaron concentraciones que incumplan valores de los Estándares de calidad Ambiental (ECA) para Agua 2017, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM; y el nivel de fondo determinado previamente para sedimento intermareal (arena de playa).

Se realizó un análisis exploratorio y estructural de los datos de manera que se identificaron los valores extremos de las concentraciones, la distribución normal de las concentraciones o su normalización mediante transformaciones (logarítmicas, box-cox, entre otras), la evaluación de la distribución de las variables y su posible correlación¹³.

La presentación de las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) fue realizada según la interpolación espacial de Kriging, en puntos donde se observaron mayores concentraciones de TPH en relación con los puntos muestreados en la playa Santa Rosa Chica. Esta interpolación fue realizada con fines de visualización de las concentraciones de hidrocarburos en la playa en mención.

En el caso de los datos biológicos, los resultados de laboratorio de *E. analogá* sirvieron para elaborar figuras de barras e histogramas de frecuencias de acuerdo con Sánchez (1988). Para la abundancia y biomasa, considerando que se evaluaron 3 transectos por cada punto,

¹³ Giraldo-Henao, R. (2002). Introducción a la geoestadística teórica y aplicada. Bogotá: Departamento estadística universidad nacional.



se trabajó con individuos promedio por cada distancia de muestreo a lo largo de los transectos; en el caso de frecuencia de tallas, estas se trabajaron con el total de individuos por cada distancia de muestreo a lo largo de los transectos de cada punto. Asimismo, para las proporciones por sexo, se trabajó mediante el cálculo de porcentajes de sexo/estadio, considerando la escala propuesta por Osorio et al. (1967). Respecto a los datos de macrobentos, se elaboraron figuras de abundancias de individuos en cada punto de muestreo, considerando las réplicas correspondientes para cada punto. La evaluación comunitaria del macrobentos se realizó sobre los hábitats intermareales del tipo de orilla rocosa, específicamente sobre la franja mediolitoral definida según el esquema de zonación de orilla rocosa propuesto para el departamento de Lima (Paredes, 1974).

6.6. Criterios de evaluación

La clasificación de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, según la «Clasificación del cuerpo de agua marino–costero» aprobado mediante la Resolución Jefatural N.º 030-2016-ANA corresponde a 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» (en adelante Cat.2 C2). Por lo tanto, los resultados obtenidos de agua superficial de mar en la zona intermareal se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua vigentes, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM (en adelante, ECA para agua (2017)).

Referencialmente, se emplearon los ECA de la «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos» (en adelante, Cat.4 E3) y «Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría B1: Aguas destinadas para recreación - Contacto Primario» (en adelante, Cat.1 B1), para comparar los resultados de parámetros de interés¹⁴ que la categoría Cat.2 C2 no incluía (ver Tabla 6.8).

Los resultados del análisis de sedimentos se compararon con los valores de nivel de fondo de Hidrocarburos Totales de Petróleo, fracciones F1, F2 y F3, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) y metales totales determinados para sedimento intermareal (arena de playa) que fueron establecidos en zonas «blanco»: playa Chorrillos (distrito Huacho, provincia Haura) y las playas Agua Dulce (distrito Chorrillos) y Las Sombrillas (distrito Barranco), provincia Lima, detallados en el Informe N.º 00076-2022-OEFA/DEAM-STEC, con asunto «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», aprobado el 09 de mayo de 2022.

En la Tabla 6.8 se detallan los valores de comparación para los componentes agua superficial de mar y sedimento (arena de playa).

¹⁴ Los parámetros analizados para agua superficial, así como para sedimento intermareal y submareal fueron determinados en función de la relación con la actividad productiva/ económica en evaluación y en función de la composición del crudo de petróleo derramado que caracterizada por RELAPASAA, según el Anexo F, Tabla I facilitada por REPSOL; información remitida por la DSEM del OEFA.



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 6.8. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) en ambiente intermareal, según los ECA vigentes y niveles de fondo de las zonas blanco

Componente	Parámetro		Unidad	ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Nivel de Fondo
				Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino- costeras	
Zona Intermareal					
Agua superficial de mar	Aceites y grasas		mg/L	1,0	-
	TPH		mg/L	0,5**	-
	TPH (Fracción aromática)		mg/L	0,007	-
	BTEX	Benceno	mg/L	0,05**	-
	PAH	Benzo(a)pireno	mg/L	0,0001**	-
		Antraceno	mg/L	0,0004**	-
		Fluoranteno	mg/L	0,001**	-
	Metales Totales	Níquel	mg/L	0,1	-
Vanadio		mg/L	0,1*	-	
Sedimento	TPH (C ₆ -C ₄₀)		mg/kg PS	-	<0,30
	Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs)	Acenafteno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Acenaftileno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Antraceno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo(a)antraceno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo(a)pireno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo(b)fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo(e)pireno	mg/kg PS	-	< 0,030
		Benzo(g,h,i)perileno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo(k)fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Criseno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Dibenzo(a,h)antraceno	mg/kg PS	-	< 0,0040
		Fenantreno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Fluoreno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Indeno(1,2,3-cd)pireno	mg/kg PS	-	< 0,005
	Naftaleno	mg/kg PS	-	< 0,003	
	Pireno	mg/kg PS	-	< 0,005	
	Metales Totales	Aluminio	mg/kg PS	-	7543
		Antimonio	mg/kg PS	-	0,06
		Arsénico	mg/kg PS	-	7,09
		Bario	mg/kg PS	-	15,8
		Berilio	mg/kg PS	-	0,21
Boro		mg/kg PS	-	6,2	
Calcio		mg/kg PS	-	14236	



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
			Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino- costeras	
			Zona Intermareal	
	Cobalto	mg/kg PS	-	3,71
	Cobre	mg/kg PS	-	7,91
	Cromo	mg/kg PS	-	8,64
	Estaño	mg/kg PS	-	1,03
	Estroncio	mg/kg PS	-	54,77
	Fósforo	mg/kg PS	-	1159
	Hierro	mg/kg PS	-	12403
	Litio	mg/kg PS	-	9,14
	Magnesio	mg/kg PS	-	4451
	Manganeso	mg/kg PS	-	185,5
	Mercurio	mg/kg PS	-	-
	Molibdeno	mg/kg PS	-	0,28
	Níquel	mg/kg PS	-	3,64
	Plomo	mg/kg PS	-	7,56
	Potasio	mg/kg PS	-	1007
	Selenio	mg/kg PS	-	1,79
	Sodio	mg/kg PS	-	2081
	Talio	mg/kg PS	-	0,04
	Titanio	mg/kg PS	-	507,7
	Vanadio	mg/kg PS	-	33,01
	Zinc	mg/kg PS	-	35,23

- No aplica

* Se incluyeron referencialmente los valores de los ECA para agua (2017) de la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para la recreación, B1: Contacto primario

** Se incluyeron referencialmente los valores de los ECA para agua (2017) de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

La evaluación hidrobiológica en el ambiente intermareal consideró a la comunidad de macrobentos y a la población de *Emerita analoga*. Se eligió a *E. analoga* por ser una especie de distribución continua en las playas de la costa central de Perú y por ser una de las especies dominantes de las playas de arena en el departamento de Lima (Tarazona et al., 1986); asimismo, los individuos de esta especie son consideradas como receptores ecológicos potencialmente muy importantes para la exposición a contaminantes en muchas áreas costeras (Barron et al., 1999).

Los resultados obtenidos en la playa Santa Rosa Chica fueron comparados con los obtenidos en los puntos de muestreo de las zonas blanco ubicados al norte, en la playa Paraiso y playa Chica (distrito Huacho, provincia Huaura, departamento Lima).



Para la elección de puntos blancos se eligió playas que formen parte de un mismo ecosistema que mantenga 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 con ello, los puntos blancos y todas las playas verificadas se ubican dentro de la ecorregión Humboldtiana (Spalding et al., 2007). Otro criterio útil es la disponibilidad de información previa de otros estudios que documentan el comportamiento y estado de las comunidades biológicas evaluadas en estas áreas o cercanas a las playas blanco (Tarazona et al., 1986; Sánchez, 1988; Ibanez-Erquiaga et al., 2018).

Finalmente, se tomaron muestras de sedimento para el análisis de TPH y granulometría en los puntos blanco de las playas arenosas, a fin de tener la certeza de la ausencia de TPH en estas.

Para la evaluación de zonas rocosas se tomó en cuenta la información recogida en la «Ficha de verificación de presencia de hidrocarburos en sedimento grava y afloramientos marinos» (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica), donde para recogerla mediante observaciones organolépticas y evaluación del entorno, se usó un diseño de verificación de tipo razonado, que toma en cuenta las pautas establecidas para determinarlas como «foco potencial de contaminación», según los criterios para su priorización y validación basado en la Guía orientativa para la Caracterización y ponderación de focos potenciales de contaminación de la Guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos en el marco del Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM.

7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de muestreos de calidad de agua superficial de mar, sedimento (arena de playa) y orillas rocosas, en la zona intermareal en la playa Santa Rosa Chica, en el sector sur de la punta Santa Rosa y en el sector norte de la punta Nerón realizados el 21 de junio de 2022. También se presentan los resultados de la evaluación de la comunidad de macrobentos y de la población de *Emerita analoga*, en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica realizada el 20 de junio de 2022.

7.1. Agua superficial de mar

Los resultados de las mediciones en campo y parámetros fisicoquímicos en el agua superficial de mar de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, se detallan en el Anexo N.º 5 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica.

Parámetros de campo

En todos los puntos de muestreo de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, los valores de potencial de hidrógeno (pH) y oxígeno disuelto (O.D.) cumplieron con los ECA para agua (2017) de la Cat.2 C2 (Tabla 7.1). El potencial de hidrógeno se encontró entre 7,71 unidades de pH y 7,83 unidades de pH, el oxígeno disuelto presentó



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

una media de 8,54 mg/L mayor a 3 mg/L establecido por el ECA en mención. La conductividad eléctrica estuvo entre 45,5 mS/cm y 46 mS/cm.

Tabla 7.1. Parámetros de campo en agua superficial de mar en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo		Parámetros			
		Fecha	Hora	Temperatura (°C)	pH (unidad de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad (mS/cm)
Playa Santa Rosa Chica							
1	SRC-AS-1	21/06/2022	12:20	15,2	7,78	8,56	46
2	SRC-AS-2	21/06/2022	12:00	15,3	7,83	8,56	46
3	SRC-AS-3	21/06/2022	11:35	15,1	7,71	8,62	45,9
Sector sur de la punta Santa Rosa							
4	SRC-AS-4	21/06/2022	11:15	15,2	7,75	8,43	45,5
Estándares de Calidad Ambiental para Agua Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM			Cat.2 C2	-	6,8 a 8,5	≥ 3	-

Fuente: RC-081-2022-STEC (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica)

Parámetros fisicoquímicos

Aceites y grasas

Los resultados analíticos de aceites y grasas en agua de mar de la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa reportaron valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. <0,50 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA para agua (2017) de la Cat.2 C2 (1 mg/L).

Hidrocarburos totales del petróleo - TPH (C₆-C₄₀)

Los resultados analíticos de hidrocarburos totales del petróleo en agua incluyeron la sumatoria de fracciones F₁, F₂ y F₃. En la playa Santa Rosa Chica y sector de la punta Santa Rosa se reportaron valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. <0,0100 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo referencialmente con el ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3 (0,5 mg/L).

BTEX (Benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos)

El análisis de BTEX (benceno, etilbenceno, m+p xileno, o xileno, xilenos y tolueno) en agua superficial de mar de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, reportó valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. <0,0050 mg/L (benceno, etilbenceno, m+p xileno, o xileno y tolueno) y L.C.M. <0,0089 (xilenos) en todos los puntos de muestreo, cumpliendo referencialmente con el ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3 para Benceno (0,05 mg/L), único parámetro del grupo de BTEX que contempla dicha categoría.



Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)

Se analizaron un grupo de 18 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's)¹⁵ en agua superficial de mar de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, en los que se registraron valores menores a los límites de cuantificación analítico L.C.M. <0,00010 mg/L para cada uno de los compuestos en todos los puntos de muestreo.

Los HAP's con estándar de comparación con la Cat.4 E3, aplicada de manera referencial, son Antraceno (0,0004 mg/L), Benzo(a)pireno (0,0001 mg/L) y Fluoranteno (0,001 mg/L), los mismos que al reportarse en concentraciones menores al L.C.M. cumplieron con los ECA para agua (2017) en mención.

Hidrocarburos totales del petróleo (fracción aromática)

Los resultados de fracción aromática de los hidrocarburos totales del petróleo en agua superficial de mar de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, fueron menores al límite de cuantificación <0,001800 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA para agua (2017) de la Cat.2 C2 (0,007 mg/L).

Metales totales

Se analizaron los valores de 32 metales totales en los 4 puntos de muestreo, en los cuales ninguno superó los ECA para agua (2017) Cat.2 C2; excepto el boro que superó la norma mencionada en los puntos de muestreo SRC-AS-2 (playa Santa Rosa Chica) y SRC-AS-4 (sector sur en la punta Santa Rosa). Entre los metales analizados se incluyeron al níquel y vanadio para su comparación con los ECA para agua (2017), debido a considerarse parámetros de interés¹⁶ para la evaluación.

La concentración de níquel (Ni) y vanadio (V) en las muestras colectadas de agua superficial de mar de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, en todos los puntos de muestreo se encontraron por debajo del límite de cuantificación (<0,0004 mg/L y <0,0003 mg/L, respectivamente), cumpliendo con los ECA para agua (2017) de la Cat.2 C2 (Ni: 0,1 mg/L) y de la Cat.1 B1 (V: 0,1 mg/L).

Los resultados analíticos de todos los parámetros de las muestras colectadas de agua superficial de mar de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, se encuentran en el Anexo N.º 5 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica.

¹⁵ 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), Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno y Pireno.

¹⁶ Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por Relapasaa, 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).



7.2. Sedimento (arena de playa)

Parámetros fisicoquímicos

Hidrocarburos totales del petróleo – TPH (C₆-C₄₀)

La determinación analítica en las muestras colectadas de sedimento (arena de playa), reportó presencia de hidrocarburos por encima del límite de cuantificación en 3 puntos de muestreo (SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SRC-SD-4), ubicados en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y al norte-noreste de punta Nerón. Por lo tanto, con concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) superiores al nivel de fondo (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg) y nivel de referencia (NR_{TPH}: <0,30 mg/kg), tal como se muestra en la Figura 7.1.

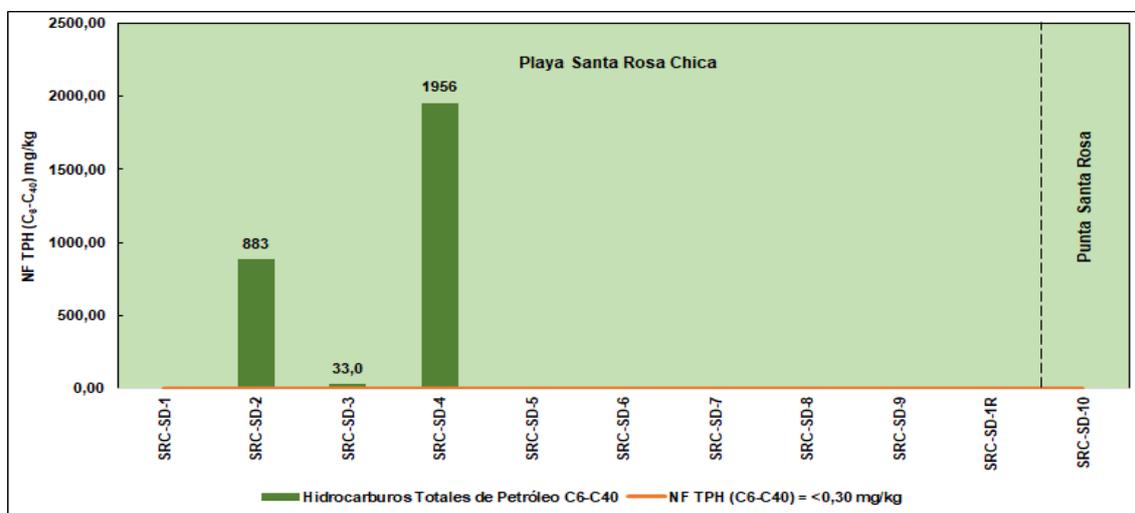


Figura 7.1. Concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (C₆-C₄₀) en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa, comparadas con el NF_{TPH}

Fracciones de hidrocarburos F₁, F₂ y F₃

Se determinaron 3 fracciones de hidrocarburos: de cadena carbonada corta entre C₆-C₁₀ en la fracción F₁, de cadena carbonada entre C₁₀-C₂₈ en la fracción F₂ y de cadena larga entre C₂₈-C₄₀ como fracción F₃.

La concentración de hidrocarburos de la fracción F₁ estuvo por debajo del límite de cuantificación (L.C.<0,30 mg/kg) en todos los puntos de muestreo; por lo tanto, debajo de los niveles de fondo (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg) y niveles de referencia (NR_{TPH}: <0,30 mg/kg).

Las concentraciones de las fracciones F₂ y F₃ superaron los NF_{TPH} (<0,50 mg/kg) y NR_{TPH} (<0,50 mg/kg) en los puntos de muestreo del SRC-SD-2 y SRC-SD-4, y SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SRC-SD-4, respectivamente; ubicados en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y al norte-noreste de punta Nerón (Figuras 7.2 y 7.3).



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

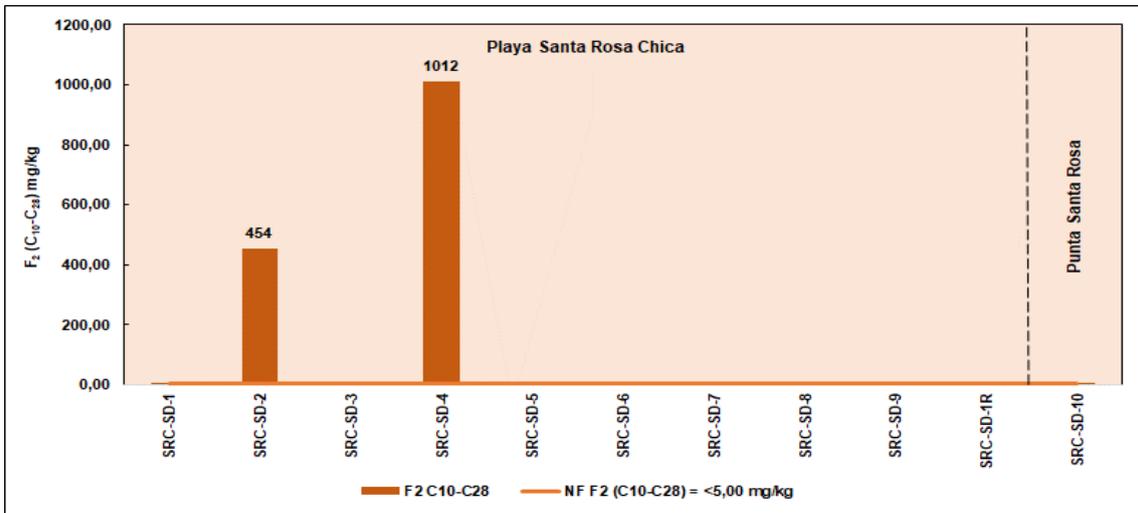


Figura 7.2. Fracción de hidrocarburos F₂ en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa

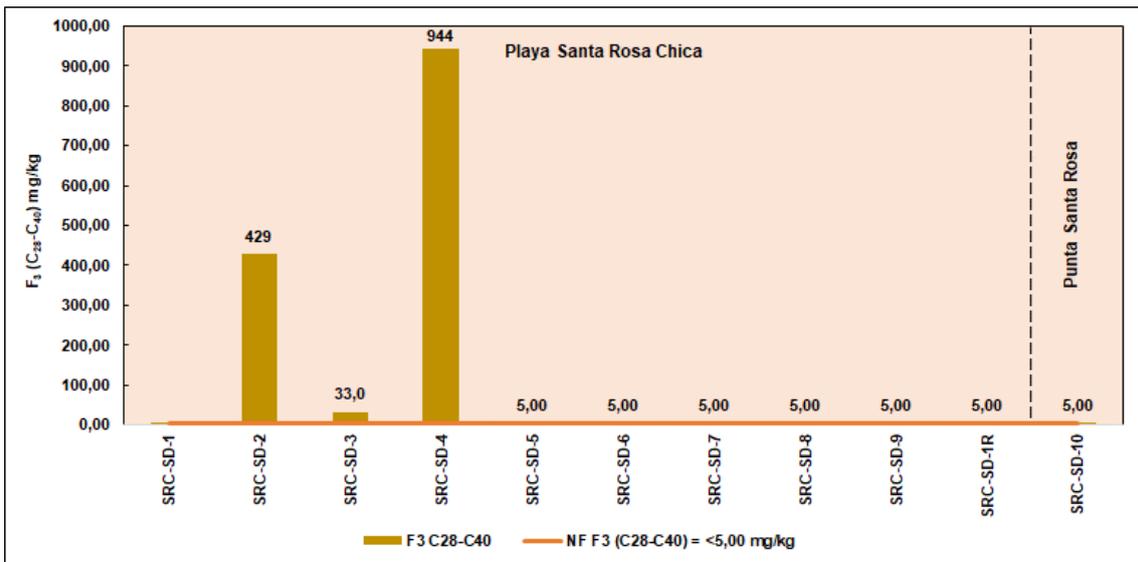


Figura 7.3. Fracción de hidrocarburos F₃ en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's)

Se evaluaron las concentraciones de los 17 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), determinados en las muestras colectadas de sedimento (arena de playa). Los puntos de muestreo SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SRC-SD-4 ubicados en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y al norte-noreste de punta Nerón, superaron los límites de cuantificación del método de análisis del laboratorio y a su vez superaron los NF y NR del Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenantreno, Fluoreno y Pireno (SRC-SD-2), del Criseno y Fenantreno (SRC-SD-3) y del Acenafteno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Criseno,



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

Dibenzo(a,h)antraceno, Fluoreno y Pireno (SRC-SD-4). Los resultados se detallan en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica

Parámetro	Unidad	Punto de muestreo			Nivel de Fondo - NF (mg/kg)	Nivel de Referencia - NR (mg/kg)
		SRC-SD-2	SRC-SD-3	SRC-SD-4		
Acenafteno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	0,010	< 0,005	< 0,005
Acenaftileno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Antraceno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(a)antraceno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	0,027	< 0,005	< 0,005
Benzo(a)pireno	mg/kg PS	0,021	< 0,005	0,032	< 0,005	< 0,005
Benzo(b)fluoranteno	mg/kg PS	0,028	< 0,005	0,080	< 0,005	< 0,005
Benzo(e)pireno	mg/kg PS	0,077	< 0,030	0,180	< 0,030	< 0,030
Benzo(g,h,i)perileno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	0,024	< 0,005	< 0,005
Benzo(k)fluoranteno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Criseno	mg/kg PS	0,168	0,018	0,448	< 0,005	< 0,005
Dibenzo(a,h)antraceno	mg/kg PS	0,0110	< 0,0040	0,0380	< 0,0040	< 0,0040
Fenantreno	mg/kg PS	0,196	0,016	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fluoranteno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fluoreno	mg/kg PS	0,022	< 0,005	0,042	< 0,005	< 0,005
Indeno(1,2,3-cd)pireno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Naftaleno	mg/kg PS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Pireno	mg/kg PS	0,065	< 0,005	0,113	< 0,005	< 0,005

Supera el nivel de fondo y nivel de referencia de cada parámetro.

Metales totales

Se determinó un total de 30 metales totales en todos los puntos de muestreo, entre los cuales se incluyeron al cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, níquel, plomo, sodio y vanadio para su comparación con los niveles de fondo y niveles de referencia respectivos, debido a considerarse parámetros de interés en esta evaluación considerando la caracterización del crudo¹⁷ por parte del administrado.

Particularmente, se tomó en consideración al níquel y vanadio debido a encontrarse en cantidades considerables en la composición del crudo¹⁷ señalado. Del análisis, se reportó que 8 (del SRC-SD-1 al SRC-SD-8) de los 9 puntos de muestreo evaluados (ubicados en la playa Santa Rosa Chica), presentaron concentraciones de níquel superiores a los niveles de fondo o de referencia (NF_{Ni}: 3,64 mg/kg y NR_{Ni}: 4,39 mg/kg), y para el caso de vanadio, 7 de los 9 puntos evaluados (ubicados en la playa Santa Rosa Chica), superaron los niveles

¹⁷ Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por Relapasaa, 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

de fondo o de referencia (NFv: 33,01 mg/kg y NRv: 47,06 mg/kg), tal como se observa en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3. Concentraciones de metales totales en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa

Puntos de muestreo	Metales Totales								
	Cadmio Total mg/kg PS	Calcio Total mg/kg PS	Cobre Total mg/kg PS	Fósforo Total mg/kg PS	Hierro Total mg/kg PS	Níquel Total mg/kg PS	Plomo Total mg/kg PS	Sodio Total mg/kg PS	Vanadio Total mg/kg PS
Playa Santa Rosa Chica									
SRC-SD-1	< 0,00080	6337	10	849	13674	3,93	6,543	1287	38
SRC-SD-2	0,03541	7576	10,0	1215	16882	4,31	7,738	1442	54
SRC-SD-3	0,04283	6855	10,0	1036	14933	4,09	7,556	1589	44
SRC-SD-4	< 0,00080	6948	11	930	15487	4,29	7,345	2050	47
SRC-SD-5	0,04577	7814	11	1101	16739	4,52	7,867	1967	51
SRC-SD-6	0,03203	5682	11	690	12693	3,94	6,503	1937	33
SRC-SD-7	0,02996	6742	10	907	13993	4,08	6,988	1196	39
SRC-SD-8	0,03250	8515	11	1400	21307	4,55	8,877	956	79
SRC-SD-9	< 0,00080	4903	9,6	634	10834	3,37	5,882	1485	26
Sector sur de la punta Santa Rosa									
SRC-SD-10	< 0,00080	5110	9,0	652	11485	3,59	6,098	1700	29
Nivel de Fondo - NF (mg/kg)	0,11	14236	7,91	1159	12403	3,64	7,56	2081	33,01
Nivel de Referencia - NR (mg/kg)	0,21	25955	11	1815	15396	4,39	9,49	3299	47,06



Supera el nivel de fondo o nivel de referencia de cada elemento

Granulometría

La granulométrica fue evaluada con una muestra compósito (SRC-SD-COM1) para caracterizar la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa. Se reportó que el sedimento presentó predominancia de arena mayor al 98,9 % en la composición del sedimento intermareal, determinando una clase textural arenosa en toda la playa y punta mencionadas, siendo arena fina en mayor proporción.

7.3. Identificación de focos de contaminación

Los focos potenciales de contaminación o posibles fuentes secundarias comprenden los componentes ambientales afectados advertidos mediante observaciones organolépticas y evaluación del entorno.

Se identificó un foco potencial de contaminación¹⁸ de una extensión aproximada de 380 m², ubicado en el sector norte de la punta Nerón, evaluado mediante un sondeo visual del sector

¹⁸ Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM Artículo 4.- Definiciones

(...)

4.9 Foco de contaminación. - Este término se denomina también «fuente secundaria de contaminación» o «hotspot», y comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales.

(...)



norte de la punta y alrededores, incidiendo en zonas rocosas, mediante el uso de la «Ficha de verificación de presencia de hidrocarburos en sedimento grava y afloramientos marinos» (Anexo N.º 3), para recoger la información mediante observaciones organolépticas en un diseño de verificación de tipo razonado.

Según las evidencias encontradas detalladas en la Ficha en mención (Anexo N.º 3) y la Tabla 7.4 «Tabla de clasificación del nivel de evidencia» (utilizados como criterios de priorización y validación de sitios contaminados), se determinó un nivel «Confirmado» dado que, si bien no se ha evidenciado presencia de hidrocarburos en fase libre¹⁹, se ha observado organolépticamente manchas de hidrocarburos sobre las rocas, coloración y textura al frotis y raspado a nivel de la superficie de roca y sus intersticios en evidente proceso de degradación.

Tabla 7.4. Clasificación según nivel de evidencia de focos potenciales

Nivel de evidencia	Descripción
Confirmado +++	Se ha observado presencia de hidrocarburos en fase libre en los componentes evaluados.
Probable ++	Se ha observado presencia de hidrocarburos (color, iridiscencia, manchas) en los componentes evaluados. Se tiene información analítica histórica que supera los ECA o normas referenciales.
Posible +/-	Se percibió organolépticamente olores a hidrocarburos en los componentes evaluados
Sin evidencia / no confirmado	No se evidenció a nivel organoléptico ninguna afectación, sin embargo, se tiene información referencial de impactos.

Fuente: DEAM/SSIM, basado en la Guía orientativa para la Caracterización y ponderación de focos potenciales de contaminación de la Guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos en el marco del Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM.

7.4. Hidrobiología

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del componente; asimismo, previamente se destaca lo obtenido respecto a los parámetros de TPH y granulometría en las playas blanco, donde el sustrato de playa tiene porcentajes de arena cercanos al 100 %, al igual que playa Santa Rosa Chica, y las concentraciones de TPH están por debajo del límite de cuantificación de <0,30 mg/kg (Anexo N.º 4 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica), siendo así las playas blanco adecuadas para la comparación con playa Santa Rosa Chica.

7.4.1. Análisis poblacional de *Emerita analoga*

A. Distribución batimétrica

La distribución de la abundancia de *Emerita analoga* en el punto SRC-HB-1, inició la presencia de individuos a los 25 m de distancia de la línea de acarreo, con una abundancia promedio de 0,7 ind/0,028 m², llegando hasta los 55 m con 1,7 ind/0,028 m². La mayor abundancia promedio se registró a los 50 m de distancia de muestreo con un valor de 3,0 ind/0,028 m² (Figura 7.4).

¹⁹ Según el Minam, se denomina hidrocarburo de fase libre o «producto libre» y describe la presencia de sustancias no acuosas que se caracterizan por no formar mezclas con el agua o el suelo. Se utiliza frecuentemente para contaminaciones con hidrocarburos que flotan sobre un espejo de agua o que son visibles en la superficie del suelo». Decreto Supremo N.º 012-2017-MINAM, Aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados, aprobado el 02 de febrero de 2017.



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

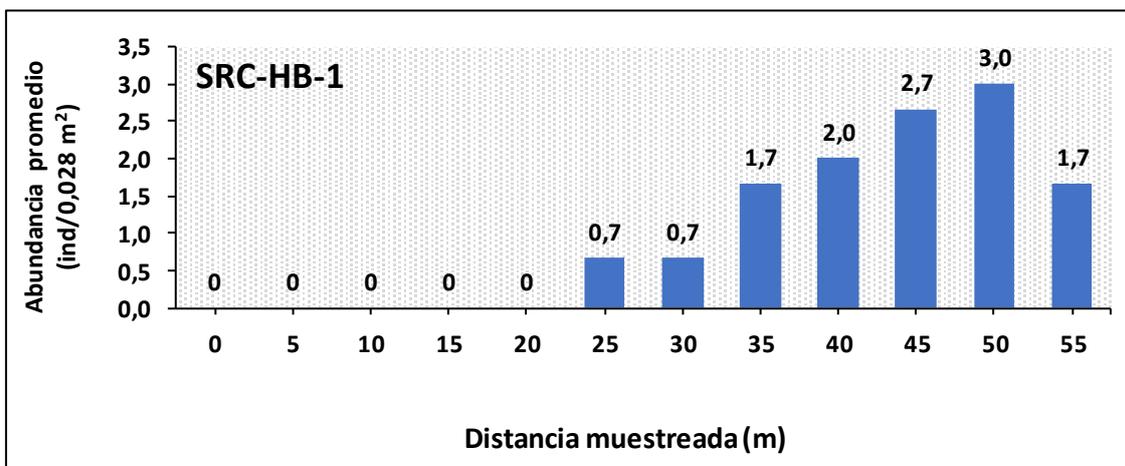


Figura 7.4. Distribución batimétrica de la abundancia promedio de *E. analoga* en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica

Un caso similar se presentó en la distribución de la biomasa para el punto SRC-HB-1; con valores promedio de 0,4 g/0,028 m² a partir de los 25 m de distancia, y alcanzando una biomasa promedio de 1,0 g/0,028 m² a los 55 m. La mayor biomasa promedio se registró a los 50 m de distancia de muestreo con un valor de 2,5 g/0,028 m² (Figura 7.5).

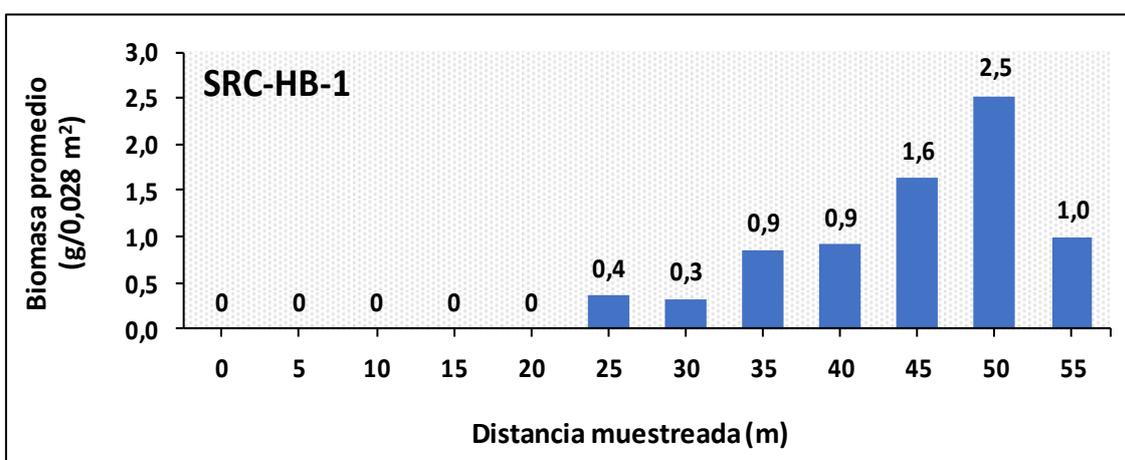


Figura 7.5. Distribución batimétrica de la biomasa promedio de *E. analoga* en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica

B. Frecuencia de tallas

El histograma de frecuencia de tallas del total de individuos de *E. analoga* en playa Santa Rosa Chica muestra un solo grupo de tallas, cuyo rango oscila entre los 11 mm y 16 mm, teniendo la mayor frecuencia de longitud de cefalotórax a los 15 mm; a su vez, se registró un único individuo en la longitud de 23 mm (Figura 7.6).



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

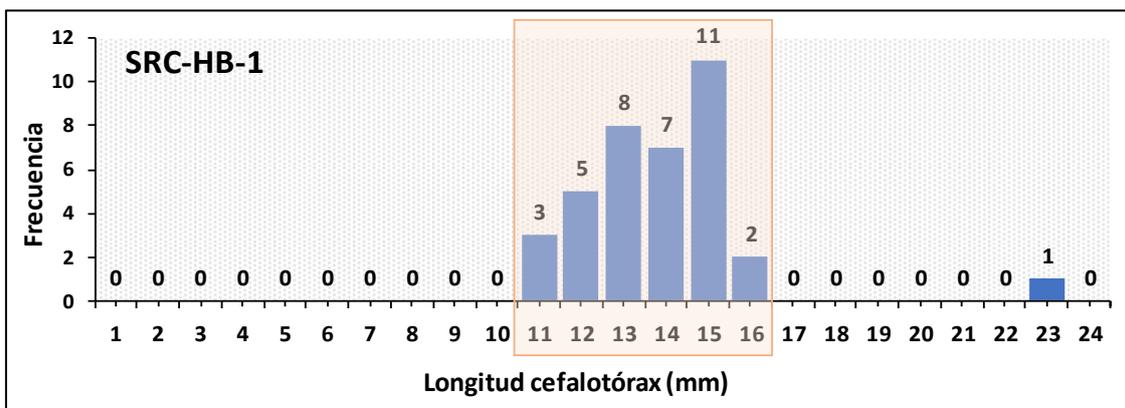


Figura 7.6. Frecuencia de tallas de *E. analoga* en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica

C. Proporción de sexos

La proporción por sexos y estadios de *E. analoga* en playa Santa Rosa Chica muestra una amplia predominancia de machos, alcanzando un porcentaje de 94,6 %; para el caso de hembras y hembras ovígeras el porcentaje fue de 2,7 %; no se registró juveniles en este punto de muestreo (Figura 7.7).

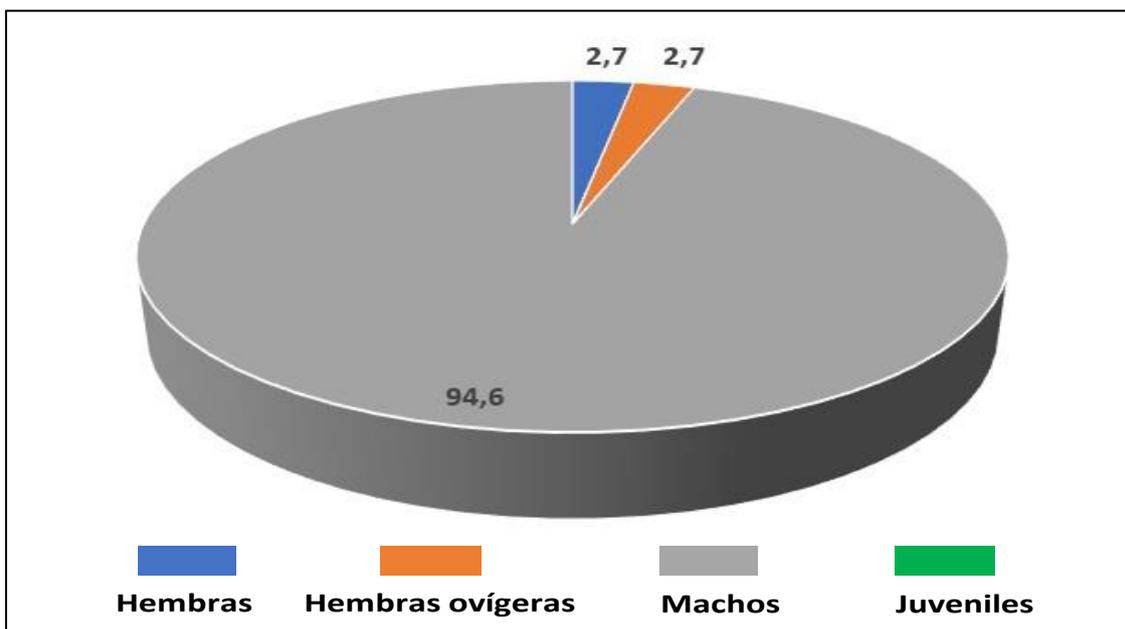


Figura 7.7. Porcentaje de sexos/estadios de madurez de *E. analoga* en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica

7.4.2. Análisis comunitario

Cabe precisar que, la réplica R1 del punto SRC-HB-R2 se ubicó a un lado de la playa Santa Rosa Chica, y las réplicas R2 y R3 para el lado del sector sur de la punta Santa Rosa; por lo tanto, los resultados se presentan de forma independiente para cada playa.

En playa Santa Rosa Chica se identificaron 3 especies de la comunidad de macrobentos en la orilla rocosa, representados únicamente por el grupo Mollusca, entre bivalvos y gasterópodos, y 2 especies de macroalgas entre Chlorophytas y Rhodophytas. Asimismo, en el sector sur de la punta Santa Rosa se registraron 2 especies de la comunidad de macrobentos, representados únicamente por el grupo Mollusca, entre bivalvos y gasterópodos, y 3 especies de macroalgas entre Chlorophytas y Rhodophytas (Figura 7.8).

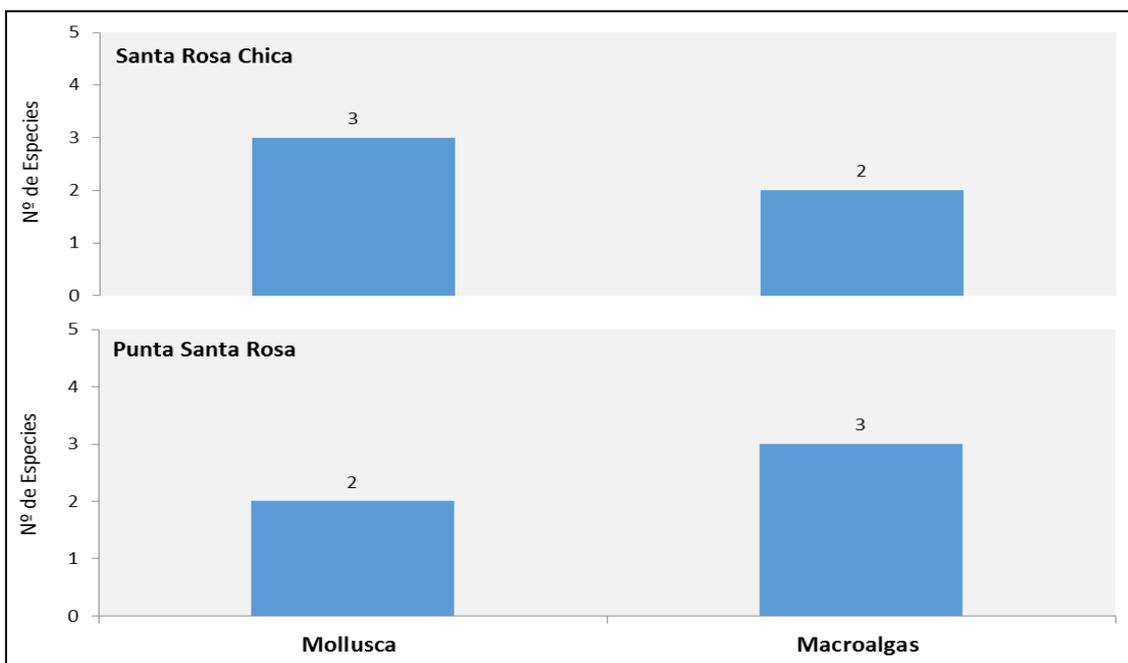


Figura 7.8. Riqueza de especies por grupo taxonómico de la comunidad de macrobentos de la orilla rocosa en la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa

En playa Santa Rosa Chica se registró al caracolito *Austrolittorina araucana* (1 ind./0,0625 m²), hacia el límite superior de la franja mediolitoral, los mitilidos fueron poco frecuentes, destacando la presencia de *Perumytilus purpuratus* (1 ind./0,0625 m²) y *Semimytilus algosus* (3 ind./0,0625 m²).

En cuanto al sector sur de la punta Santa Rosa, se registraron 2 especies, *Echinolittorina peruviana* (4 ind./0,0625 m²) sobre el límite superior de la franja mediolitoral, los mitilidos fueron poco frecuentes, encontrándose parches muy pequeños y aislados, como *Semimytilus algosus* que alcanzó un total de 132 ind./0,0625 m².

8. DISCUSIÓN

Para realizar la evaluación ambiental de causalidad para la verificación de la limpieza en el agua de mar y sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica, sector sur de la punta Santa Rosa y sector norte de la punta Nerón, se evaluó la línea litoral. Los componentes físicos evaluados fueron agua de mar superficial y sedimento (arena de playa), mediante muestreos a pie a lo largo de la orilla en la zona intermareal; así también, la

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

evaluación hidrobiológica se realizó en la zona intermareal con muestreos sobre modelos de zonación.

Para el desarrollo de la discusión se evaluó el ambiente intermareal, 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.

La zona intermareal se ubica entre la línea de mareas más alta y la línea de marea más baja; dicha zona representa una transición gradual entre el ambiente terrestre, caracterizado por su variabilidad en temperatura, luz y humedad, entre otras variables, y el ambiente acuático, distinguido por su relativa estabilidad ambiental. La alternancia entre el proceso de inundación y exposición al aire determina un ambiente físico único creando gradientes ambientales abruptos que determinan los patrones de distribución y abundancia de los organismos que viven en las costas rocosas (Carefoot, 1977; Barnes y Hughes, 1999; Menge y Branch, 2001; Karkeskint et al., 2009).

La Figura 8.1 presenta el modelo conceptual de la distribución del crudo de petróleo en el medio marino para la evaluación en la playa Santa Rosa Chica y en el sector sur de la punta Santa Rosa.

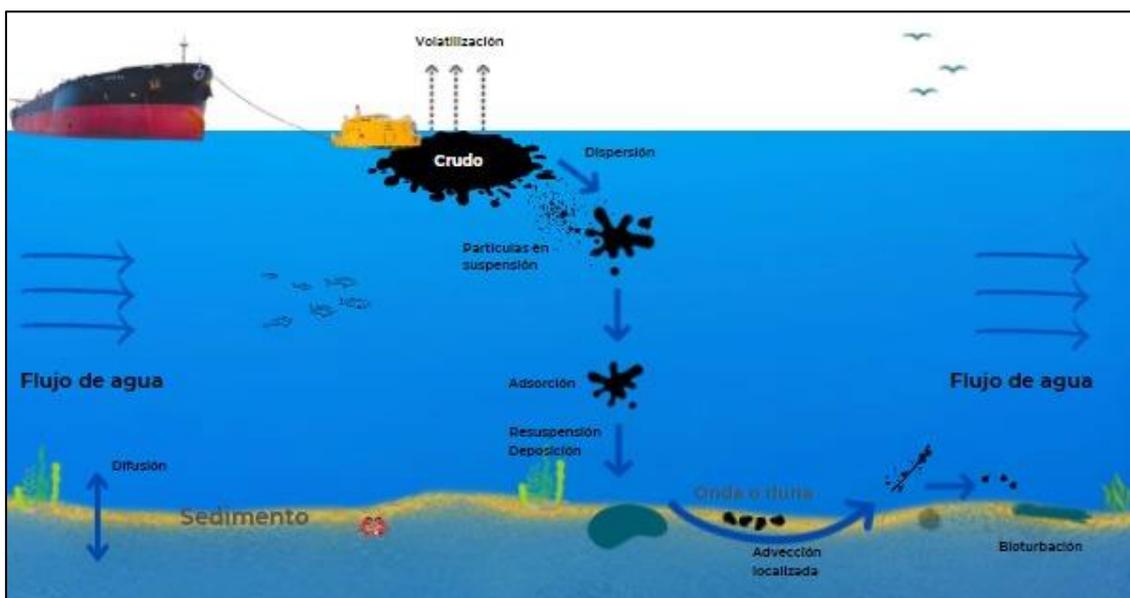


Figura 8.1. Modelo conceptual de la afectación por el derrame de petróleo crudo en el medio acuático marino - playa Santa Rosa Chica y sector sur de punta Santa Rosa
Fuente: Adaptado de Keramea et.al. (2021) y Reible (2014).

De la evaluación en ambiente intermareal se determinó lo siguiente:

Para la evaluación de la calidad del agua superficial de mar se evaluaron 7 puntos de muestreo, cuyos resultados se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM (en adelante, ECA para agua (2017)) con 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» (en adelante, Cat.2 C2) y referencialmente con la «Categoría 4:



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

Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos» (en adelante, Cat.4 E3) y «Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría B1: Aguas destinadas para recreación - Contacto Primario» (en adelante, Cat.1 B1). Estas últimas se emplearon de manera complementaria, ya que presentan valores para la comparación de Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (Antraceno, Benzo(a)pireno y Fluoranteno), BTEX (Benceno) y Metales totales (Vanadio), según correspondan.

La medición de parámetros de campo en agua superficial de mar registró pH cercano a la neutralidad (de 7,71 unidades de pH a 7,83 unidades de pH), conductividad eléctrica (de 45,5 mS/cm a 46 mS/cm), temperatura (15,20 °C en promedio) y oxígeno disuelto (8,54 mg/L en promedio) mayor a 3 mg/L establecido por el ECA. Los valores medidos de unidades de pH y oxígeno disuelto cumplieron con los ECA para agua (2017) de la Cat.2 C2, en todos los puntos de muestreo, tal como se indica en la Tabla 7.1 de la sección de Resultados.

Los resultados analíticos de calidad de agua superficial de mar 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 analítico de cada uno de los parámetros analizados en los 4 puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA para agua (2017) de la Cat.2 C2 y referencialmente con los ECA para agua (2017) Cat. 4 E3 y ECA para agua (2017) de la Cat.1 B1, según corresponda. Los resultados se detallan en el Anexo N.º 5 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica.

Para el análisis de los 32 metales totales en agua superficial de mar, entre los que se incluyeron al níquel y vanadio (parámetros de interés²⁰), los resultados mostraron que en 2 (SRC-AS-2 y SRC-AS-4) de los 4 puntos muestreados solamente se superó el ECA para agua (2017) de la Cat.2 C2 del boro, no identificándose relación alguna con el derrame del crudo, debido a que la composición del crudo no contiene concentraciones registradas de dicho metal (ver Anexo N.º 5 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica).

La evaluación de la calidad de sedimento (arena de playa) se realizó con el muestreo de 10 puntos y una réplica, determinados de la identificación del área de potencial interés (API) a lo largo de la playa²¹. Los resultados obtenidos para Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH) y sus fracciones F₁ (C₆-C₁₀), F₂ (C₁₀-C₂₈) y F₃ (C₂₈-C₄₀), HAPs y metales totales fueron comparados con los niveles de fondo²² determinados en playas no afectadas por el derrame de crudo ocurrido en la Refinería La Pampilla.

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).

²¹ Según el Plan de Evaluación Ambiental Informe N.º 00043-2022-OEFA/DEAM-STEAC e Informe N.º 00057-2022-OEFA/DEAM-STEAC «Precisiones al plan de evaluación ambiental de causalidad para la verificación de la limpieza de las playas y Áreas Naturales Protegidas, afectadas por el derrame de petróleo crudo en el terminal Multiboyas N.º 2 de la refinería La Pampilla, ocurrido el 15 y 24 de enero 2022».

²² De acuerdo al Informe N.º 00076-2022-OEFA/DEAM-STEAC «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 la playa Santa Rosa Chica).



Según el análisis granulométrico realizado (una muestra compósito), el sedimento (arena de playa) presentó composición predominante de arena (98,9 %), arena fina, determinando una textura arenosa, estructura de grano simple y de coloración gris oscura, que caracterizan a playa Santa Rosa Chica y sector sur de punta Santa Rosa como playa y punta Arenosas con alta permeabilidad, de tipo plana con baja pendiente (0 % – 2 %), tanto para la playa y punta señaladas.

En 3 (SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SRC-SD-4) de los 10 puntos de muestreo, se registraron TPH (C₆-C₄₀) en concentraciones por encima del límite de cuantificación analítico (L.C. <0,30 mg/kg), por lo tanto, superaron a los NF_{TPH} <0,30 mg/kg y NR_{TPH} <0,30 mg/kg establecidos. Cabe señalar que, en el punto de muestreo de réplica SRC-SD-1R, no se superó los niveles de fondo y referencia en mención; verificándose de esta manera la concentración registrada en el punto SRC-SD-1.

Los puntos antes señalados, fueron ubicados en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y al norte-noreste de punta Nerón. Según observaciones organolépticas, los puntos SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SRC-SD-4 presentaron olor y color a hidrocarburos, así como textura (viscosidad al tacto), con presencia de TPH (C₆-C₄₀) analíticamente en el sector. En el punto SRC-SD-3 se identificó, a nivel de superficie, la presencia de gotículas de hidrocarburos de petróleo en arena húmeda y con presencia de residuos sólidos; y en los puntos SRC-SD-2 y SRC-SD-4 se comprobó la presencia de gotículas a manera de alquitrán entremezcladas a nivel superficial en arena húmeda y con presencia de residuos sólidos (Figura 8.2).

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. Vista del muestreo de sedimento con restos de hidrocarburos de petróleo (coloración oscura observada organolépticamente), con gotículas de hidrocarburos de petróleo en el punto SRC-SD-3 (en b), y con presencia de gotículas a manera de alquitrán entremezcladas en los puntos SR-SD-2 (en a) y SRC-SD-4 (en c y d)

De acuerdo a, un ajuste de inferencia espacial «*Kriging*» realizado con base a los resultados reportados, se permitió visualizar el alcance de la distribución de las concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) en el área muestreada, y mostró mayores concentraciones y superiores al NF_{TPH} (<0,30 mg/kg) en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica (Figura 8.3), donde el hidrocarburo pudo ser transportado en marea alta o como producto del acarreo de arena intermareal contaminada durante las acciones de primera respuesta realizada por el administrado.



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

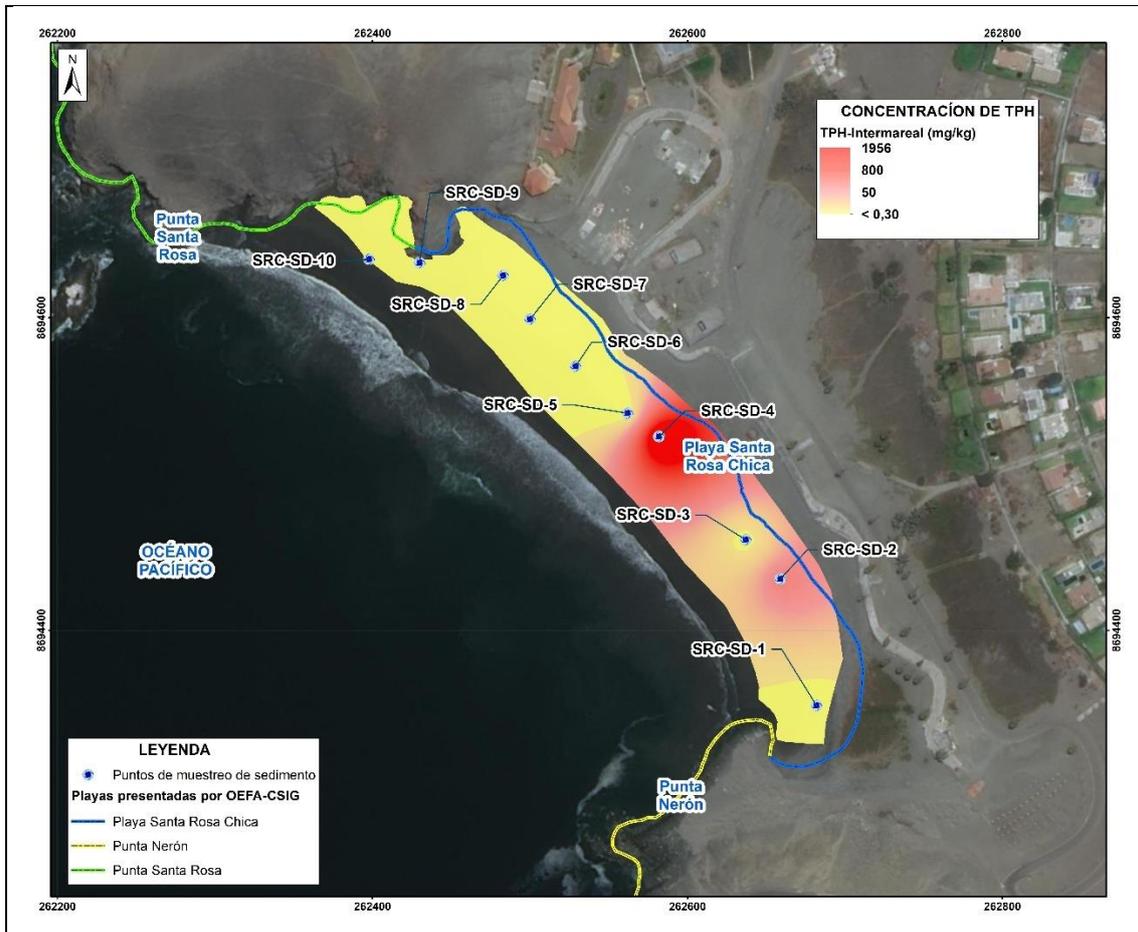


Figura 8.3. Distribución de TPH (C₆-C₄₀) en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa y el alcance aproximado

La Figura 8.4, elaborada también con base al ajuste en mención, muestra el alcance aproximado del área impactada, donde se observa que de las 2,7 ha evaluadas, aproximadamente 1,1 ha representan el alcance de las concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) que superaron el nivel de fondo (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg) en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa 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

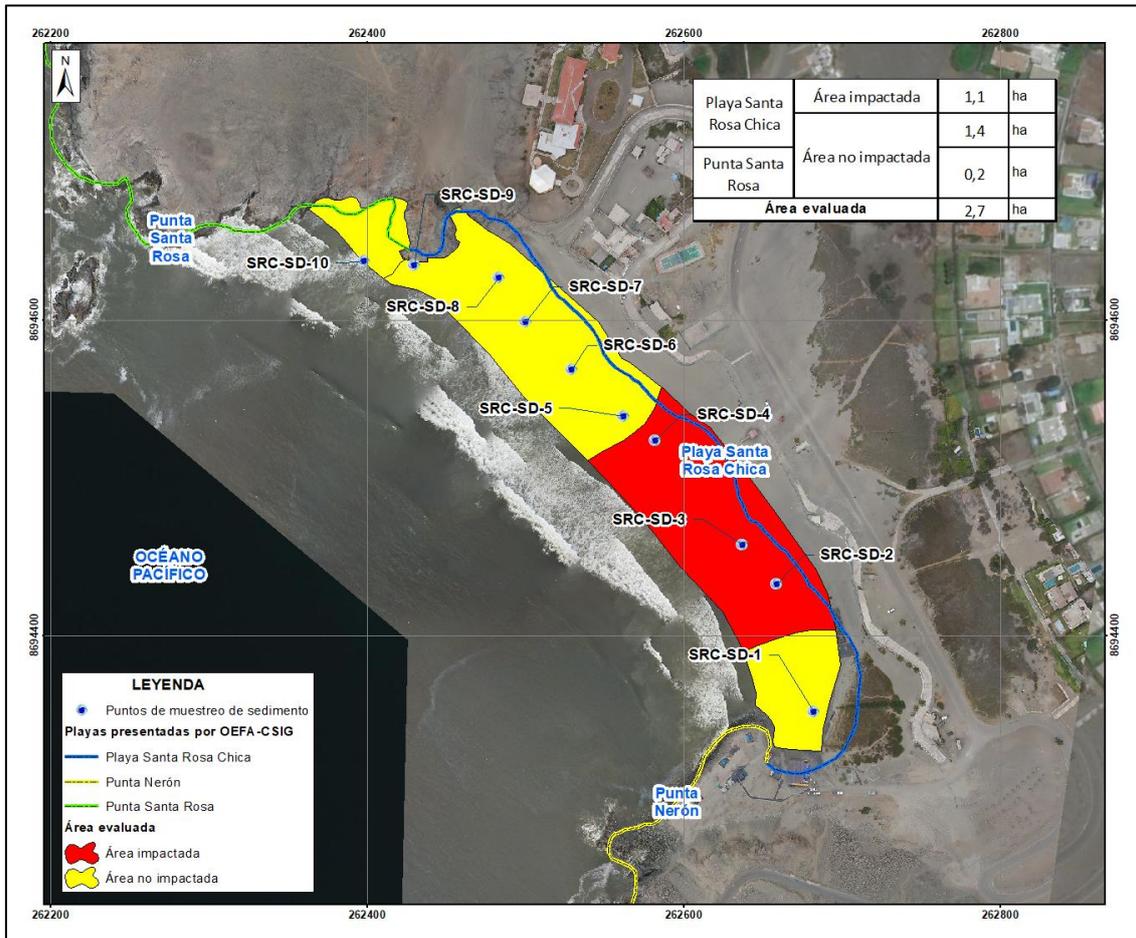


Figura 8.4. Alcance aproximado del área impactada en la playa Santa Rosa Chica

En los puntos de muestreo SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SRC-SD-4 (playa Santa Rosa Chica) que superaron los NF y NR para TPH_(C6-C40), también, las concentraciones de sus fracciones F₂ (SRC-SD-2 y SRC-SD-4) y F₃ (SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SRC-SD-4) fueron superiores a los NF (<0,50 mg/kg) y NR (<0,50 mg/kg). Particularmente, en el punto SRC-SD-4, se registró las mayores concentraciones en las fracciones F₂ y F₃, tal como se muestra en la Figura 8.5. La composición de hidrocarburos F₁ estuvo por debajo del límite de cuantificación (L.C.: <0,30 mg/kg) en todos los puntos de muestreo, por lo tanto, debajo de los NF_{TPH} < 0,30 mg/kg y NR_{TPH} < 0,30 mg/kg.



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

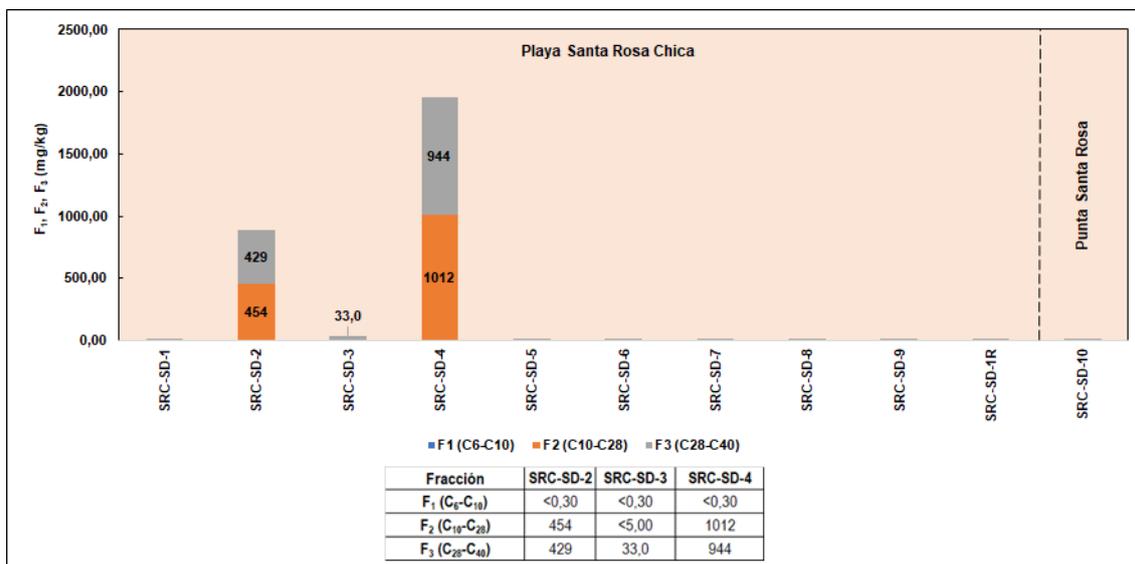


Figura 8.5. Relación de fracciones F₁, F₂ y F₃ reportadas en sedimento (arena de playa) de la playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa

Las evaluaciones realizadas por el OEFA, evaluación ambiental focal (EAF)²³ y las acciones llevadas a cabo por la DSEM, que fueron ejecutadas en playa Santa Rosa Chica entre enero y febrero de 2022, registraron concentraciones de TPH_(C₆-C₄₀), fracciones F₂ (TPH_{>C₁₀-C₂₈}) y F₃ (TPH_{>C₂₈-C₄₀}) en sedimento intermareal que superaron los niveles de fondo y niveles de referencia establecidos para TPH_{C₆-C₄₀} (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg, y NR_{TPH}: <0,30 mg/kg), así como sus fracciones F₂ y F₃ (NF y NR: <0,50 mg/kg). Las mayores concentraciones se registraron días después del derrame, en la EAF (máxima concentración de 52228 mg/kg (TPH_{C₆-C₄₀}), el 22 de enero de 2022).

La evaluación ambiental de seguimiento (EAS)²⁴, realizada en la playa Santa Rosa Chica en febrero de 2022, registró concentraciones de TPH_{C₆-C₄₀} (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg, y NR_{TPH}: <0,30 mg/kg), y fracciones F₂ y F₃ (NF y NR: <0,50 mg/kg) que superaron puntualmente los niveles de fondo y niveles de referencia.

En la fracción F₁, se registraron concentraciones menores al límite de cuantificación analítico en los reportes o informes respectivos, por lo cual, no fueron incluidos en la Figura 8.6.

²³ INFORME N.º 00026-2022-OEFA/DEAM-STEAC. 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.

²⁴ REAS-035-2022-STEAC. 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. REAS-036-2022-STEAC. 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

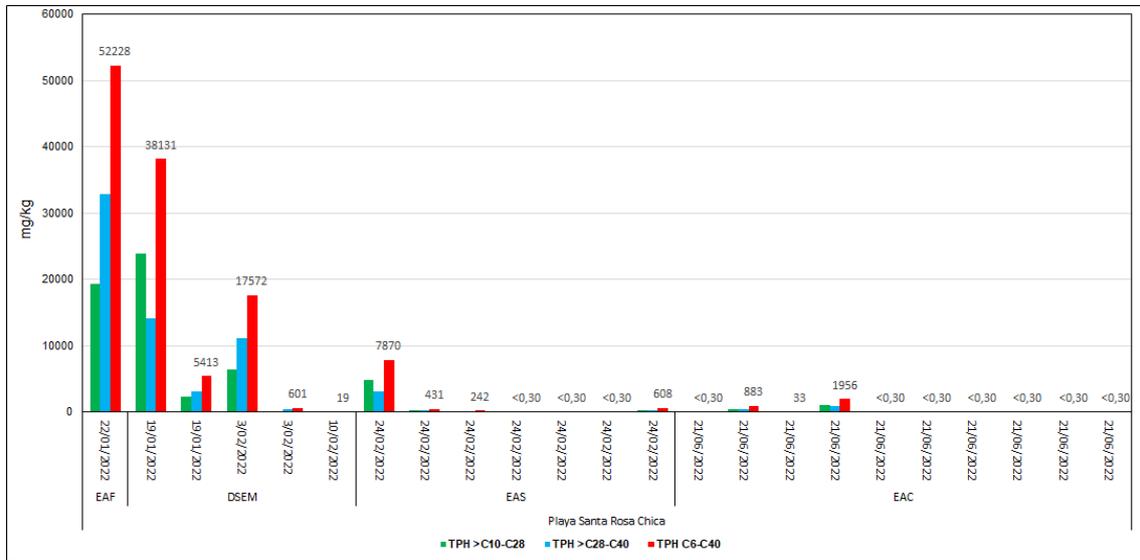


Figura 8.6. Resultados de las concentraciones de TPH(C6-C40) en sedimento intermareal en las EAF, EAS, acciones de la DSEM y la presente EAC en la playa Santa Rosa Chica

Según la Figura 8.6, las mayores concentraciones registradas fueron en monitoreos entre enero y febrero de 2022; posteriormente, en la presente evaluación ambiental de causalidad (EAC) se observa disminución de concentraciones de TPH (C6-C40) y sus fracciones F2 y F3, en la playa Santa Rosa Chica, posiblemente atribuida a las Acciones de Primera Respuesta ejecutadas por Relapasaa25. Sin embargo, el monitoreo para la EAF y la presente EAC registraron TPH (C6-C40) y sus fracciones F2 y F3 en concentraciones puntuales, que superaron los niveles de fondo y niveles de referencia (hasta un máximo de 52228 mg/kg de TPH(C6-C40) en la EAF, el 22 de enero de 2022).

Asimismo, en 3 puntos muestreados en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica (SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SR-SD-4), se registraron Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs) en concentraciones que superaron los NF y NR para 11 de los 17 compuestos analizados, tal como se detalló en la Tabla 7.2 del ítem Resultados 2 y se muestra en la Figura 8.7. Los parámetros fueron: Acenafteno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenantreno, Fluoreno y Pireno, los cuales estuvieron directamente relacionados a las concentraciones de TPH reportadas; y que la presencia de fenantreno, criseno y benzo(a)pireno indican su origen petrogénico típico (Kerr et al., 2001), relacionado al derrame como única fuente de la afectación verificada.

25 RLP-GSMA-155-2022, que propone los objetivos de tratamiento y protocolo para dar por terminadas las actividades de limpieza.

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

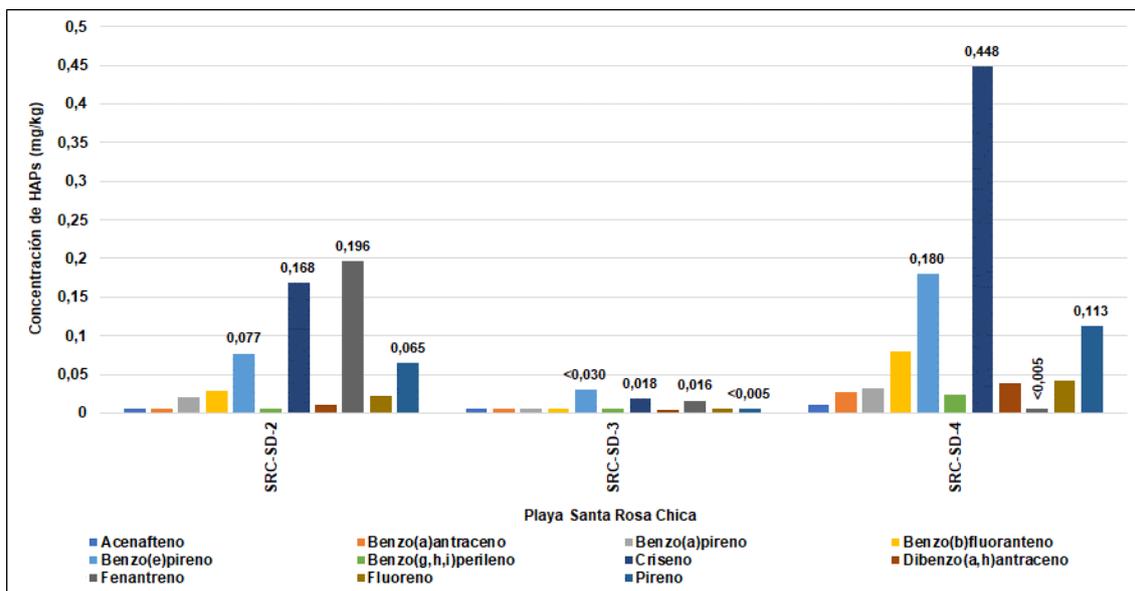


Figura 8.7. Composición y concentraciones de HAPs en puntos de muestreo que superaron los NF y NR establecidos para HAPs en sedimento intermareal en la playa Santa Rosa Chica

La gran variedad de HAPs registrados entre los puntos de muestreo SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SR-SD-4 (11 compuestos), ubicados en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica, indica que la arena de playa presenta compuestos aromáticos con alto potencial tóxico a nivel ambiental reconocido (Figueroa y Marino-Dávila, 2004; Montes, 2008), por su resistencia a la biodegradación, potencial de bioacumulación, toxicidad, carcinogenicidad y mutagenicidad (Corona-Ramírez y Iturbe-Argüelles, 2005).

Cabe indicar que, según el análisis granulométrico y las observaciones en campo, la playa Santa Rosa Chica tiene condición arenosa por lo que presenta alta permeabilidad y capacidad de infiltración, lo cual, permitiría la movilidad o retención de los componentes del petróleo que estaría sujeto a sus características físicas como su solubilidad y viscosidad. (Alvaro et al., 2017). Esta última característica, basada en la información obtenida de la caracterización del crudo derramado por la Refinería La Pampilla, tiene un valor de viscosidad de 44,21 cSt a 20 °C, que corresponde una alta viscosidad a temperatura ambiente, que determina una mayor capacidad de retención en el sustrato (Maroto, 2003).

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 crudo²⁶ 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.

²⁶

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).

**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: Relapasaa

De los resultados obtenidos se compararon las concentraciones del níquel y vanadio con los Niveles de Fondo y Niveles de Referencia obtenidos, observándose que 8 (del SRC-SD-1 al SRC-SD-8) de los 9 puntos de muestreo evaluados (ubicados en la playa Santa Rosa Chica), presentaron concentraciones de níquel superiores a los niveles de fondo o de referencia (NF_{Ni} : 3,64 mg/kg y NR_{Ni} : 4,39 mg/kg), y para el caso de vanadio, 7 de los 9 puntos evaluados (ubicados en la playa Santa Rosa Chica), superaron los niveles de fondo o de referencia (NF_V : 33,01 mg/kg y NR_V : 47,06 mg/kg); tal como se indica en el ítem Resultados y el Anexo N.º 5 del informe de EAC en la playa Santa Rosa Chica.

Con base a los resultados de la caracterización del crudo y su comparación con los NF para los metales listados en la Tabla 8.1, se identificó que los metales cobre, fósforo, hierro, níquel, plomo y vanadio que superan los NF no estarían relacionados por el derrame de hidrocarburos, debido a encontrarse en concentraciones próximas a los NF y NR establecidos para cada parámetro (ver Anexo N.º 6 del informe de EAC en la playa Santa Rosa Chica). Asimismo, con relación al níquel y vanadio, en puntos que superaron los NF, los resultados estuvieron entre 3,93 mg/kg y 4,55 mg/kg y entre 38 mg/kg y 79 mg/kg, respectivamente. Por lo tanto, no se identificó una relación de la excedencia de los Niveles de fondo con las concentraciones reportadas en el hidrocarburo; siendo otros factores, como las condiciones geológicas de la playa los que determinen los valores registrados.

Identificación de focos potenciales de contaminación

En el sector norte de la punta Nerón, se identificó un foco potencial de contaminación²⁷, un afloramiento rocoso (aproximadamente 60 %) y alrededores de material residual pedregoso que fue evaluado con la verificación del área mediante una «Ficha de verificación de

²⁷ Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N.º 012-2017-MINAM
Artículo 4.- Definiciones

(...)

4.9 Foco de contaminación. - Este término se denomina también «fuente secundaria de contaminación» o «hotspot», y comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales.

(...)



presencia de hidrocarburos en sedimento grava y afloramientos marinos» (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica), que recogió información mediante observaciones organolépticas y evaluación del entorno. Asimismo, se determinó presencia de hidrocarburos de acuerdo con las evidencias encontradas. Las características se detallan en la Tabla 8.2.

Tabla 8.2. Descripción del foco potencial de contaminación identificado en el sector norte de la punta Nerón

N.º	Foco potencial identificado	Características / Descripción	Medio de evidencia	Área aproximada afectada
1	Zona rocosa ubicada al sur del punto de muestreo de sedimento SRC-SD-1, y en el sector norte de la punta Nerón. Impregnada parcialmente por hidrocarburos en proceso de degradación	<ul style="list-style-type: none"> - Área rocosa (bloques y cantos rodados) con presencia discontinua de hidrocarburos de petróleo en proceso de degradación. - Zona con presencia de macroalgas visibles en bajamar. - Características organolépticas de hidrocarburos: <ul style="list-style-type: none"> o Color o Textura (viscosidad al tacto) 	Frotis y raspado	380 m ²

Fuente: Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Santa Rosa Chica

Organolépticamente, se evidenció presencia de hidrocarburos en proceso de degradación (fotooxidación) impregnados en rocas. Se observó color oscuro típico y textura (ligeramente aceitoso al tacto al realizar un frotis y raspado directo sobre las rocas). La distribución fue discontinua entre las rocas y sus intersticios, donde se observó restos de hidrocarburos de petróleo en proceso de fotooxidación impregnados con arena sobre la superficie rocosa. El área está parcialmente sumergida por la marea y cuenta con presencia de macroalgas visibles en bajamar (Figura 8.8).

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 8.8. Evidencias observadas organolépticamente (color y textura) durante la identificación del foco potencial de contaminación en el sector norte de la punta Nerón

En la Figura 8.9, se muestra que el área evaluada y afectada en la zona intermareal del sector norte en la punta Nerón, comprendió 380 m² (0,038 ha), el cual presentó hidrocarburos de petróleo impregnados en la superficie de rocas.



Figura 8.9. Área rocosa evaluada y determinada como foco potencial de contaminación en la zona intermareal del sector norte en la punta Nerón

En punta Nerón, el foco potencial de contaminación identificado comprende un afloramiento rocoso de material residual pedregoso (bloques y cantos rodados), con microrrelieve ondulado, los cuales son factores que combinados con las condiciones fisicoquímicas del crudo determinarían su transporte y liberación de nuevo hacia el mar o mediante la infiltración hacia el subsuelo. La presencia de hidrocarburos en proceso de degradación, comprende mezclas complejas de compuestos orgánicos como hidrocarburos alifáticos y aromáticos en diferentes proporciones (Minam, 2021).

Considerando el uso actual del área, dicho foco presenta afluencia regular de población aledaña por limitar con una zona urbanizada, donde el área es considerada recreativa y es altamente frecuentada por la población en meses de verano.

El contaminante, siendo liberado al ambiente, podría seguir diversas vías de propagación, teniendo en cuenta las características del uso actual y futuro del área. Por lo tanto, según las características del área y su entorno, los probables mecanismos de migración de los compuestos de interés hacia el ambiente y posibles receptores se detallan en la Tabla 8.3.



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

Tabla 8.3. Mecanismos de migración de los compuestos relevantes de interés hacia el ambiente y posibles receptores

Foco potencial de contaminación	Vías de propagación	Sustancias relevantes de interés	Receptores
Afloramiento rocoso de material residual pedregoso (bloques y cantos rodados), con características organolépticas de hidrocarburos (color, textura)	Sedimento – drenaje – agua superficial (ingestión o contacto)	<ul style="list-style-type: none"> - Hidrocarburos totales del petróleo - Fracción de hidrocarburos F₁ (C₆-C₁₀), F₂ (C₁₀-C₂₈) y F₃ (C₂₈-C₄₀) - Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) - Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) 	<ul style="list-style-type: none"> - Personas que se trasladan al área para realizar actividades diversas (como recreativa) - Receptores ecológicos²⁸
	Sedimento -- drenaje – agua superficial – agua subterránea (ingestión o contacto)		
	Agua superficial – dispersión superficial o inundaciones – contacto directo (ingestión y/o contacto)		
	Agua superficial – drenaje – infiltración – agua subterránea (ingestión y/o contacto)		

Respecto a la evaluación hidrobiológica, la comparación entre la playa Santa Rosa Chica con los puntos de las playas blanco Paraíso (BP-1) y Chica (BSP-1), se aprecia un incremento de la abundancia promedio de *E. analoga* a mayor distancia de la línea de acarreo, siendo más evidente en playa Chica, que se diferencia del otro blanco y de playa Santa Rosa Chica.

En cuanto a los patrones de distribución, el punto de muestreo SRC-HB-1 de playa Santa Rosa Chica, registró valores promedio muy bajos a los evidenciados en las playas blanco. Las máximas abundancias en las playas blancos fueron de 51,3 ind/0,028m² a los 40 m de distancia de muestreo y 64,3 ind/0,028m² a los 50 m de distancia de muestreo, en las playas Paraíso y Chica, respectivamente; la máxima abundancia en la playa Santa Rosa Chica fue de 3,0 ind/0,028m² a los 50 m de distancia de muestreo (Figura 8.10).

28

Los receptores ecológicos incluyen especies de flora, fauna y ecosistemas que estén expuestos, o pueden estarlo, a la contaminación. («Guía para la evaluación de sitios contaminados y la elaboración de planes dirigidos a la remediación», en el marco del Decreto Supremo N.º 012-2017-MINAM).



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

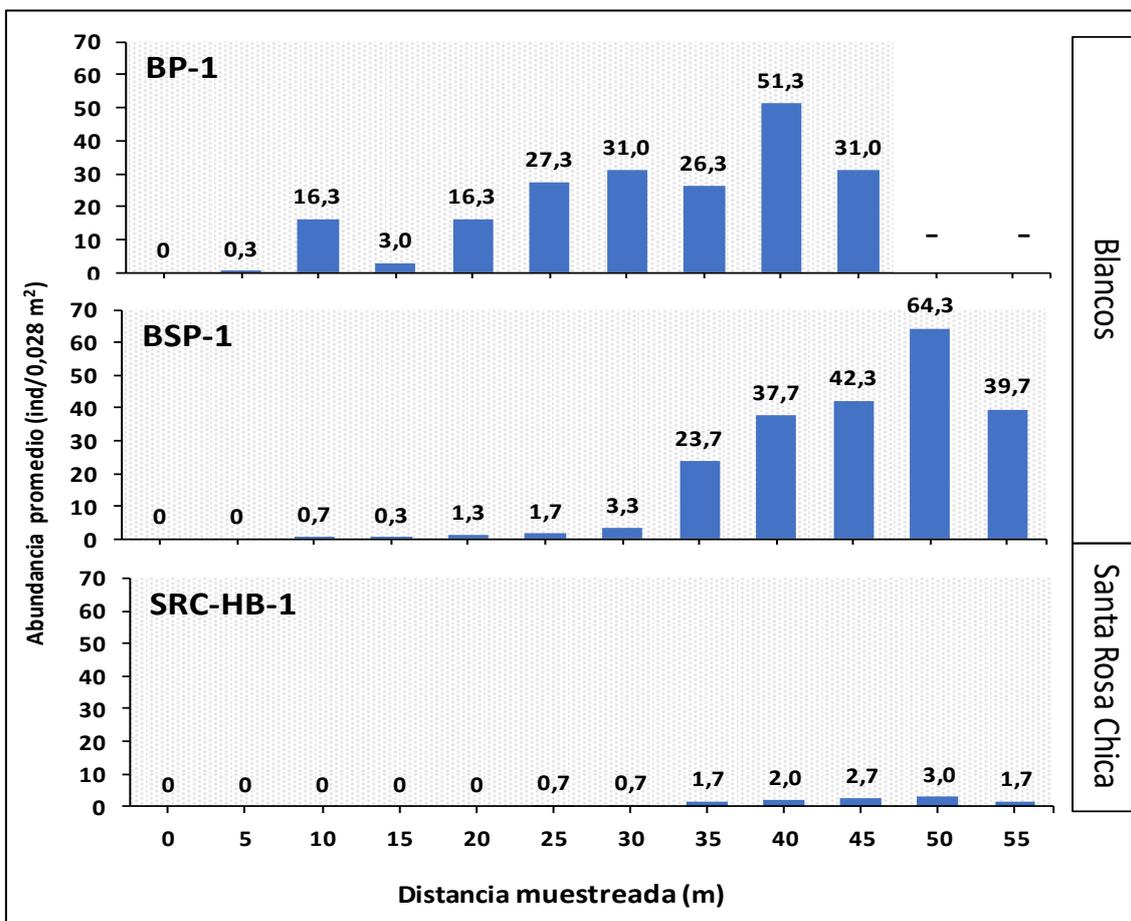


Figura 8.10. Distribución batimétrica de la abundancia promedio de *E. analoga* en playa Santa Rosa Chica comparado con los puntos de las playas blanco

En cuanto a la distribución de la biomasa promedio de *E. analoga*, la comparación muestra al punto SRC-HB-1 con un nivel de abundancia muy bajo en comparación con las playas blanco (Figura 8.11); condición que estaría explicada por el mismo patrón de distribución de la abundancia de individuos (Figura 8.10).



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

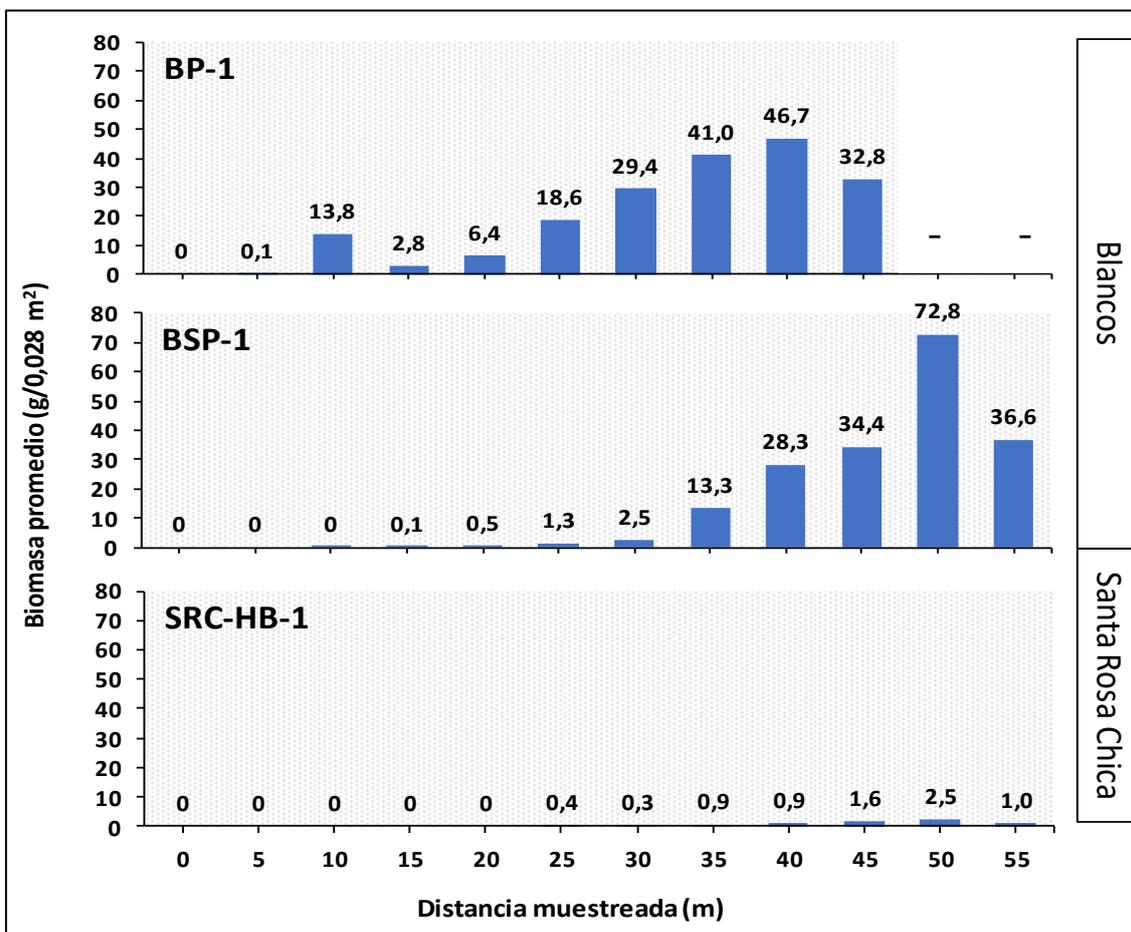


Figura 8.11. Distribución batimétrica de la biomasa promedio de *E. analoga* en el punto evaluado en playa Santa Rosa Chica comparados con los puntos de las playas blanco

En cuanto a la frecuencia de tallas, en playa Santa Rosa Chica solo evidencia un grupo poco evidente de tallas que va desde los 11 mm a 16 mm, y se encuentran compuestos por tan solo 34 individuos en su totalidad. La comparación con las playas blanco refleja una evidente diferencia en la estructura de tallas, siendo más definidos en los blancos, con un grupo principal y uno secundario, además de tallas intermedias entre ambos grupos (Figura 8.12).



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

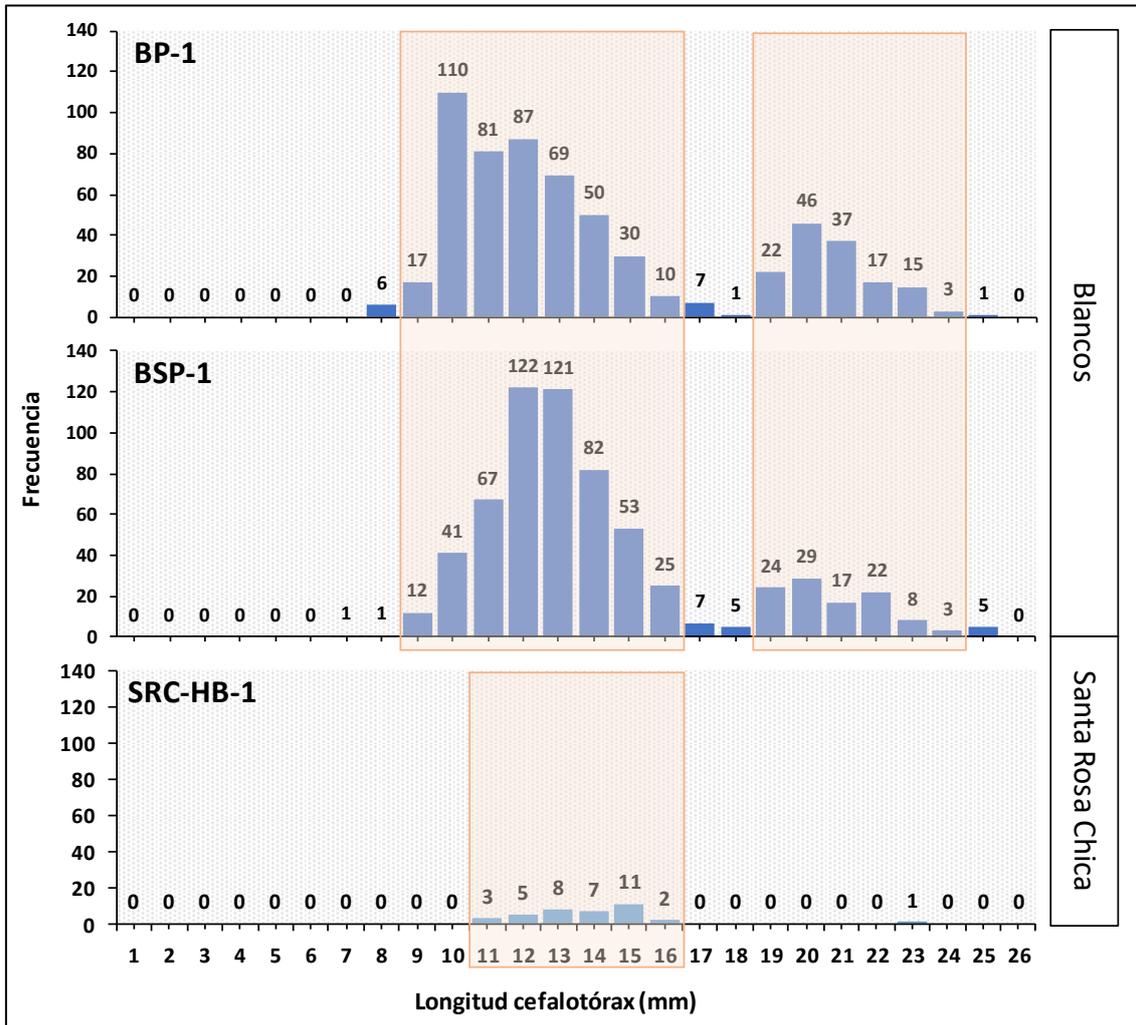


Figura 8.12. Frecuencia de tallas de E. analoga en el punto de muestreo de playa Santa Rosa Chica comparados con los puntos de las playas blanco

En cuanto a las proporciones de sexos y estadios, existe una predominancia de machos (94,6 %) en playa Santa Rosa Chica, este valor supera ampliamente a los registros obtenidos en las playas blanco, respecto a su valor porcentual, tanto en playa Paraíso (55,8 %) como en playa Chica (69,3 %); para los estadios hembras y hembras ovígeras, sus valores porcentuales fueron mínimos 2,7 % en ambos casos, siendo ampliamente menores que los en las playas blanco. En ningún punto de muestreo se registró el estadio Juvenil (Figura 8.13).

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

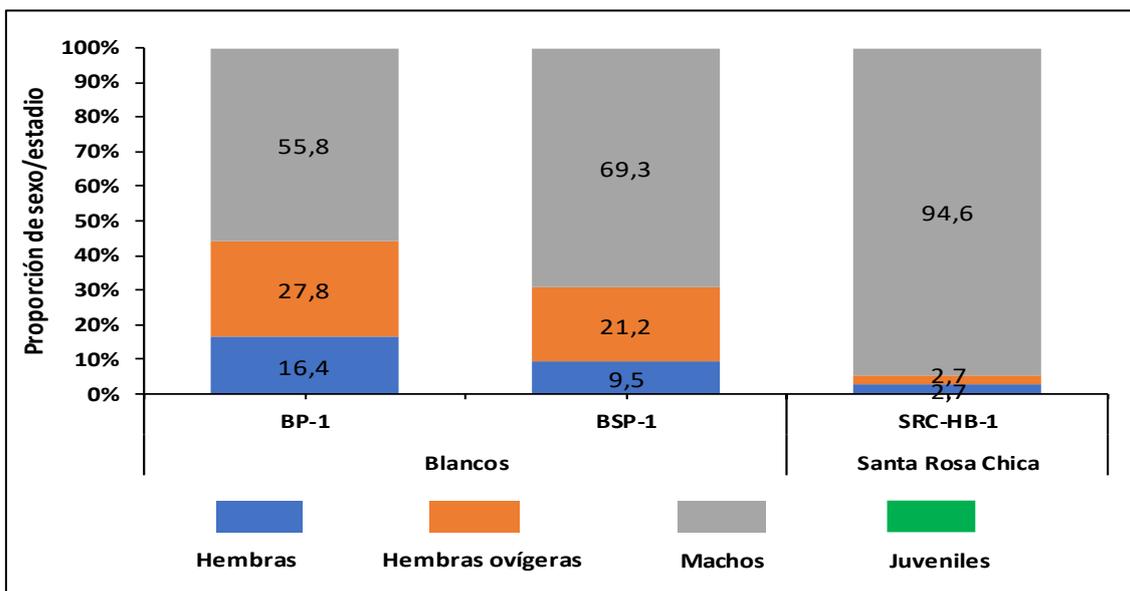


Figura 8.13. Proporción de sexos/estadios de madurez de *E. analoga* en el punto evaluado de playa Santa Rosa Chica comparados con los puntos de las playas blanco

En cuanto a la evaluación hidrobiológica en las playas arenosas, se puede afirmar que existe evidencias de cambios significativos de la estructura poblacional de *E. analoga* en playa Santa Rosa Chica comparados con las playas blanco evaluadas.

Se resalta que, durante los trabajos de campo en playa arenosa se verificó organolépticamente la presencia de hidrocarburos de petróleo, estos se evidenciaron cerca de la línea de acarreo en forma de gotículas de aproximadamente 4 cm de radio (Figura 8.14), asimismo en la evaluación visual de la zona de playa arenosa se registró varamiento de *E. analoga* (Figura 8.15).

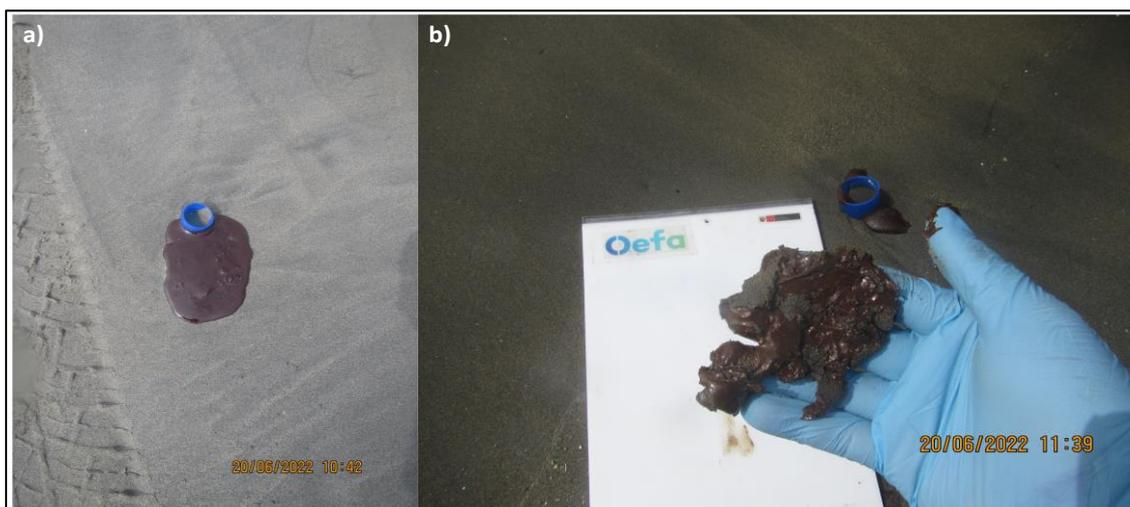


Figura 8.14. a) Evidencia de presencia de hidrocarburos en forma de gotículas. b) Verificación organoléptica de las gotículas encontradas a lo largo de la línea de acarreo



Figura 8.15. Evidencia presencia de hidrocarburos en forma de gotículas, los mismos que se encuentran asociados a restos de *E. analoga*

Respecto a la comunidad de macrobentos de orilla rocosa del ambiente intermareal, en la comparación de los resultados obtenidos desde playa Santa Rosa Chica y sector sur de la punta Santa Rosa con los sitios blancos, se puede verificar una marcada diferencia en términos de riqueza y abundancia (Figura 8.16).

La escasa presencia de organismos sobre la orilla rocosa de playa Santa Rosa Chica y sector sur de punta Santa Rosa está asociada a la extensa predominancia de las Chlorophytas (*Ulva* spp.) que pueden apreciarse como una franja verde sobre el mediolitoral (Figura 8.17a). Los parches de mitilidos fueron escasos en la zona evaluada, de tamaño reducido, y formando matrices mixtas con algas Rhodophytas como *Asterfilopsis* sp. y *Chondracanthus chamissoi* (Figura 8.17b); sin embargo no se registraron especies de invertebrados asociados a estas matrices, lo que se contrasta con las observaciones previas, donde se sustenta que las matrices de macroalgas rojas y mitilidos albergan una importante macrofauna bentónica y epibiontes (Paredes et al. 1999; Paredes y Tarazona, 1980; Baldarrago et al., 2017; Quirós-Rodríguez et al. 2013), lo que sugiere una alta perturbación en estas matrices biológicas que afecta potencialmente su capacidad para proporcionar microhábitats adecuados a otras especies.

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

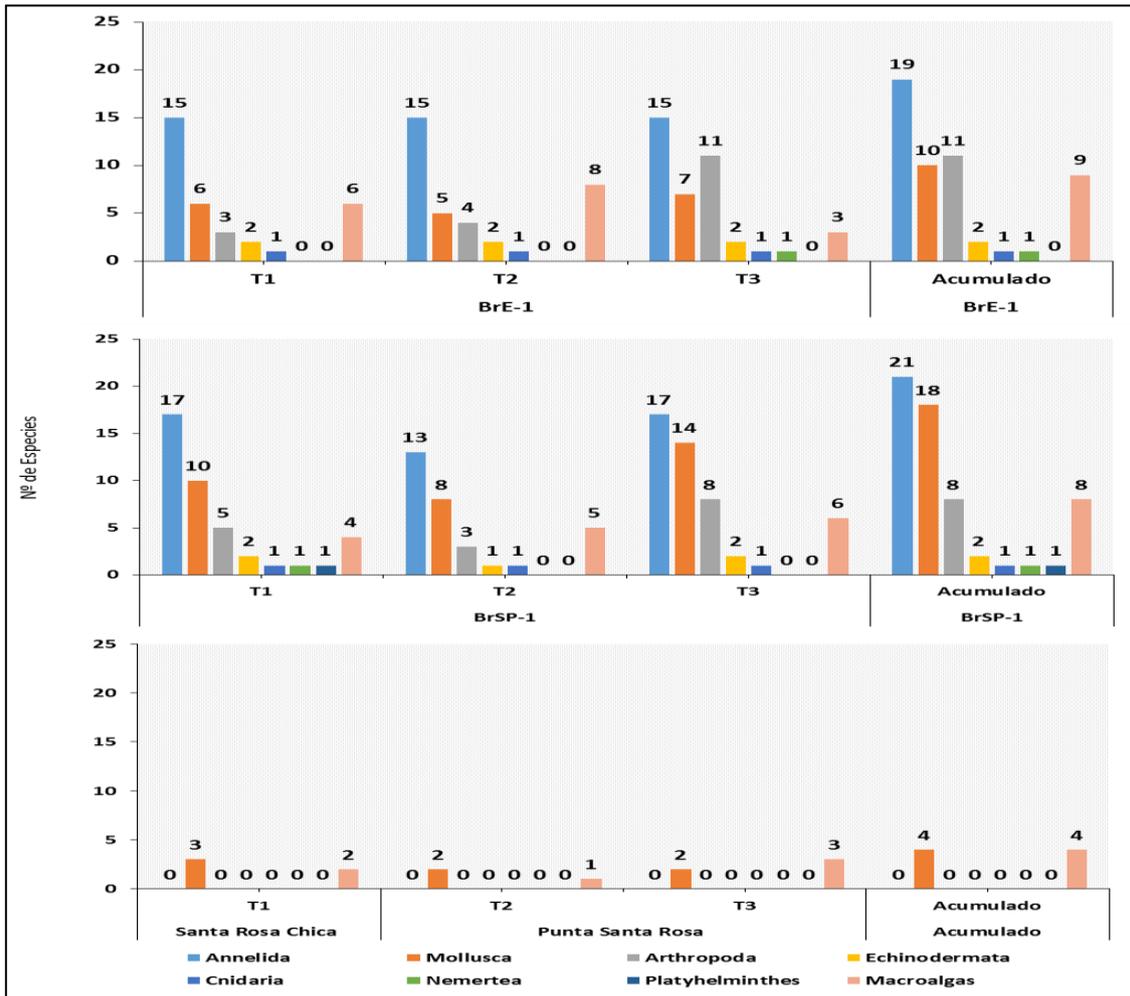


Figura 8.16. Comparación de la riqueza de especies por grupo taxonómico de playa Santa Rosa Chica, sector sur de la punta Santa Rosa y puntos blancos



Figura 8.17. Orilla rocosa en playa Santa Rosa Chica y sector sur de punta Santa Rosa: a) franja de *Ulva* spp. que delimita la zona supralitoral y mediolitoral (línea amarilla), b) matriz mixta de Rhodophytas y mitilidos en la franja mediolitoral

En consecuencia, se evidencia una diferencia de la estructura comunitaria del macrobentos de la orilla rocosa entre el sector evaluado y los puntos blancos, tal como se muestra en la Figura 8.18.

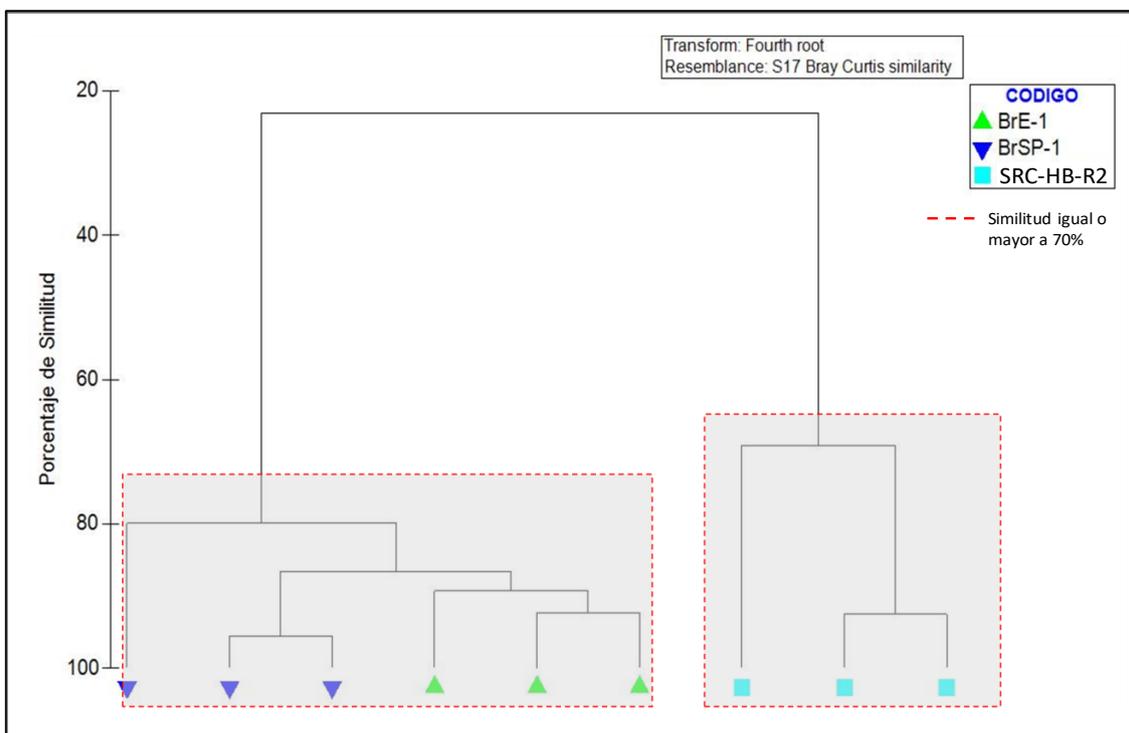


Figura 8.18. Dendrograma de clasificación para la composición de especies en playa Santa Rosa Chica (SRC-HB-R2) y puntos blancos (BrSP-1, BrE-1).

9. CONCLUSIONES

De la evaluación ambiental para la verificación de la limpieza en la playa Santa Rosa Chica y sector sur en la punta Santa Rosa (según la denominación de la CSIG), con base de los indicadores planteados por el OEFA y de acuerdo a lo señalado en el Artículo 66-B.3 del Decreto Supremo N.º 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 los ECA para agua (2017) de la zona intermareal en la playa Santa Rosa Chica y en el sector sur de la zona intermareal en la punta Santa Rosa; se evidenció superación del nivel de fondo de TPH (C₆-C₄₀) e Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos, donde de las 2,7 ha evaluadas, aproximadamente 1,1 ha están afectadas en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Santa Rosa Chica, durante la evaluación realizada el 21 de junio de 2022; así como, existe afectación y alteración en la población de *Emerita analoga* en el ambiente intermareal de la playa Santa Rosa Chica y sobre la comunidad de macrobentos en el ambiente intermareal de orilla rocosa de la playa Santa Rosa Chica y del sector sur en la punta Santa Rosa, durante la evaluación realizada el 20 de junio de 2022. Lo cual se detalla en la Tabla 9.1.



Tabla 9.1. Resumen de resultados obtenidos

N.º	Verificación de formaciones costeras – CSIG OEFA			Condición, según evaluación	Componentes afectados
	Formación costera	Coordenadas UTM, WGS 84 18 L			
		Coordenadas de inicio y final			
		Este	Norte		
1	Playa Santa Rosa Chica	262652 – 262427	8694320- 8694644	Afectada	- Sedimento (TPH, HAPs) - Hidrobiología (<i>Emerita analoga</i> y macrobentos de orilla rocosa)
2	Punta Santa Rosa (sector sur)	262427 – 262364	8694644 - 8694672	Afectada	Hidrobiología (macrobentos)
3	Punta Nerón (sector norte)	262590 – 262643	8694293 - 8694351	Afectada	Roca*

*: Presencia de hidrocarburos de petróleo verificada mediante un sondeo visual del sector norte de la punta Nerón y alrededores, incidiendo en zonas rocosas, mediante el uso de la «Ficha de verificación de presencia de hidrocarburos en sedimento grava y afloramientos marinos» (Anexo N.º 3), para recoger la información mediante observaciones organolépticas en un diseño de verificación de tipo razonado, que toma en cuenta las pautas establecidas para determinarlas como «foco potencial de contaminación», según los criterios para su priorización y validación basado en la Guía orientativa para la Caracterización y ponderación de focos potenciales de contaminación de la Guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos en el marco del Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM.

- La evaluación de la calidad del agua de mar en la zona intermareal determinó que en los puntos SRC-AS-1, SRC-AS-2 y SRC-AS-3 en la playa Santa Rosa Chica y en el punto SRC-AS-4 del sector sur en la punta Santa Rosa, se cumplieron 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 referencialmente con «Categoría 1, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación - Contacto primario» y «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos» para Hidrocarburos Totales del Petróleo, Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracción aromática), Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), Aceites y Grasas, BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos). Para metales totales, 32 metales cumplieron (a excepción del boro en los puntos de muestreo SRC-AS-2 y SRC-AS-4) con los ECA para agua (2017) de la Cat.2 C2, y referencialmente con los ECA para agua (2017) de la Cat.1 B1 y Cat.4 E3 en los 4 puntos de muestreo; donde la presencia, para el caso del boro, no tendría una relación con la actividad evaluada.
- La evaluación de la calidad del sedimento (arena de playa) en la zona intermareal estableció que en 3 de los 9 puntos de muestreo (SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SRC-SD-4) en la playa Santa Rosa Chica, se superaron las concentraciones de los Niveles de Fondo (<0,30 mg/kg) y Niveles de Referencia (<0,30 mg/kg) para Hidrocarburos Totales del Petróleo TPH(C₆-C₄₀); registrándose la mayor afectación en el punto SRC-SAD-4, por presentar una concentración máxima de 1956 mg/kg de TPH(C₆-C₄₀).
- En sedimento (arena de playa), se superaron los Niveles de Fondo para 6 de los 9 metales (cobre, fósforo, hierro, níquel, plomo y vanadio) registrados en la zona



intermareal de la playa Santa Rosa Chica, evaluados por su relación con composición del crudo derramado y para uno de los 9 metales (cobre) reportados en la zona intermareal del sector sur en la punta Santa Rosa; cuyas concentraciones resultaron próximos a los valores de NF y NR establecidos en los 9 puntos de muestreo y un punto de muestreo, respectivamente. Determinándose que no se encontró relación alguna con el derrame de hidrocarburos.

- Los puntos de muestreo SRC-SD-2, SRC-SD-3 y SRC-SD-4, en la zona intermareal de la playa Santa Rosa Chica, registraron concentraciones de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (Acenafteno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenantreno, Fluoreno y Pireno), que superaron los Niveles de Fondo y Niveles de Referencia para 11 de los 17 compuestos evaluados, los que estuvieron directamente relacionados a los puntos con TPH_(C6-C40) en concentraciones superiores al NF_{THP} (<0,30 mg/kg).
- En cuanto a la evaluación hidrobiológica, existe evidencia de alteraciones o cambios negativos en la población de *Emerita analoga* en el ambiente intermareal de la playa Santa Rosa Chica y sobre la comunidad de macrobentos en el ambiente intermareal de orilla rocosa de la playa Santa Rosa Chica y del sector sur en la punta Santa Rosa.
- Se identificó un foco potencial de contaminación en una zona rocosa de 0,038 ha de área, donde se evidenció presencia de hidrocarburos de petróleo mediante caracterización organoléptica en el sector norte de la punta Nerón, el cual presenta condiciones favorables para la dispersión y transporte de restos de hidrocarburos en proceso de degradación con potencial de afectación a personas y receptores ecológicos.

10. RECOMENDACIONES

Remitir a la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Álvaro, S., Arocena, A., Martínez, M.A. y Nudelman, N. (2017). Biodegradación aerobia de fracciones de hidrocarburos provenientes de la actividad petrolera en un suelo de la región Patagonia norte, Argentina.
- Barnes, R.S.K. y Hughes, R. (1999). An Introduction to Marine Ecology, Third Edition.
- Barron, M. G., Podrabsky, T., Ogle, R. S., Dugan, J. E., & Ricker, R. W. (1999). Sensitivity of the sand crab *Emerita analoga* to a weathered oil. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 62(4), 469-475.
- Baldarrago, D., Pastor Cuba, R., Aragón, B., Liza, C. y Tejada Cáceres, A. (2017). Diversidad y Abundancia de las comunidades bentónicas en matrices de organismos



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

bioingenieros de las regiones de Moquegua y Tacna, 2015. Informe Instituto del Mar del Perú, 44(3): 429 – 441.

- Carefoot, T. (1977). Pacific seashores: a guide to intertidal ecology. University of Washington Press. Seattle. 208 pp.
- Corona-Ramírez, L. y Iturbe-Argüelles, R. (2005). Atenuación natural en suelos contaminados con hidrocarburos. Ingeniería, investigación y tecnología, 6(2), 119-126.
- Figueruelo, J. y Marino-Dávila, M. (2004). Química Física del Medio Ambiente y de los Procesos Ambientales. Editorial Reverté. Ciudad de México. México. 614 p.
- Ibanez-Erquiaga, B., Pacheco, A.S., Rivadeneira, M.M. y Tejada, C.L. (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.
- Keramea, P., Spanoudaki, K., Zodiatis, G., Gikas, G. y Sylaios, G. (2021). Oil spill modeling: a critical review on current trends, perspectives, and challenges. Journal of marine science and engineering, 9(2), 181. <https://doi.org/10.3390/jmse9020181>.
- Kerr, J.M., McMillen, S.J., Magaw, R.I., Melton, H.R y Naughton, G. (2001). Risk-Based Soil Screening Levels for Crude Oil: The Role of Polyaromatic Hydrocarbons. The petroleum Environmental Research Forum, USA.
- Maroto, E. (2003). Procesos de evolución de la descontaminación "in situ" de suelos afectados por hidrocarburos (Doctoral dissertation, Caminos). Universidad Politécnica de Madrid.
- Menge, B. A. y Branch, G. M. (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.
- Minam, 2021. Resolución Ministerial N.º 118-2021-MINAM. Anexo A. Guía para la evaluación de sitios contaminados y la elaboración de planes dirigidos a la remediación.
- Montes, R. (2008). Efecto ecotoxicológico del petróleo crudo sobre el primer estadio de *Emerita analoga* Stimpson, 1857 (Decápoda: Anomura). Biologist 6(2): 101-111.
- Moreno, R.A., Labra, F.A., Cotoras, D.D., Camus, P.A., Gutiérrez, D, Aguirre, L., Rozbaczylo, N., Poulin, E., Lagos, N.A., Zamorano, D., Rivadeneira, M.M. (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.
- Osorio, C., Bahamonde, N. y López, M.T. (1967). El limache *Emerita analoga* (Stimpson) en Chile. Bol. Mus. Nac. de Hist.Nat., Chile, 29(6): 61-116.



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

- Paredes C. (1974). El modelo de zonación de la orilla rocosa del Departamento de Lima. *Revista Peruana de Biología*, 1(2): 168-191.
- Paredes C., Cardoso F. y Tarazona J. (1999). Invertebrados del intermareal rocoso del departamento de Lima, Perú: Una lista comentada de especies. *Revista Peruana de Biología*. 6(2): 143-151.
- Paredes, C. y Tarazona, J. (1980). Las comunidades de mitilidos del mediolitoral rocoso del departamento de Lima. *Revista Peruana de Biología*, 2(1): 59-71
- Quirós-Rodríguez, J., Dueñas, J., Hernando, N. (2013). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) asociados a algas rojas intermareales de Córdoba, Caribe Colombiano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 48(1): 87 – 98.
- Reible, D. (2014) *Processes, Assessment and Remediation of Contaminated Sediments*. Springer, 496 p.
- Sánchez, G. (1988). Algunos aspectos bio-icologicos del "muy muy" *Emerita analoga* (Stimpson, 1857) (decápoda: anomura) en playas al sur de Lima. Tesis Para Optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
- Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdaña, Z.A., Finlayson, M., Halpern, B.S., Jorge, M.A., Lombana, A., Lourie, S.A., Martin, K.D., McManus, E., Molnar, J., Recchia, C.A., Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience* 57(7):573–583 DOI 10.1641/B570707.
- Tarazona, J., Paredes, C. e Igreda M., (1986). Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Perú. *Revista de ciencias de U.N.M.SM.* Vol. 94, N° 1. Pp 103 -116.