



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN EN  
FUNCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR  
HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y RESIDUOS  
SÓLIDOS EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS  
ISLA PACHACAMAC E ISLA ASIA”**

Tesis para optar el título profesional de:  
INGENIERO(A) AMBIENTAL

Presentado por:

Diana Carolina Noriega Pacheco (0000-0001-9904-8079)

Asesor:

MSc. Piero Villegas Apaza (0000-0002-8416-025X)

Coasesora:

Dra. Ursula Neira Mendoza (0000-0003-4429-3178)

Lima – Perú

2020

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 18 de diciembre de 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús
Miembro: MsC. Pamela Verónica Sáenz Marín
Miembro: Mg. Alexander Emanuel Díaz Sotil

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: “Determinación del Estado de conservación en función de la contaminación por hidrocarburos alifáticos y residuos sólidos en las Áreas Naturales Protegidas Isla Pachacamac e Isla Asia”

Presentada por el bachiller:

- Diana Carolina Noriega Pacheco

Para optar el Título Profesional de ingeniera ambiental.

Asesorada por: MSc. Piero Rafael Villegas Apaza y coasesorado por: Dra. Ursula Neira Mendoza

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime ( X ) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesis: Diana Carolina Noriega Pacheco		Nota (en letras): Diecisiete	
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús  
**Presidente del Jurado**



MSc. Piero Rafael Villegas Apaza  
**Asesor**



MsC. Pamela Verónica Sáenz Marín  
**Miembro del jurado**



Dra. Ursula Neira Mendoza  
**Coasesora**



Mg. Alexander Emanuel Díaz Sotil  
**Miembro del jurado**

**I. DEDICATORIA**

*A Rodrigo, mi ángel del cielo.*

*A Elena, mi hermosa mamá.*

*A mis amados padres Heiner y Katlen.*

*A mi abuelo Rosendo.*

## II. AGRADECIMIENTOS

*A mi hermosa familia, mi padre Heiner Noriega, mi madre Katlen Pacheco, mi mamita Elena Quispe, mis hermanas Angela y Maria del Carmen, mis sobrinos Matias y Alessandro; por ser mi motivación y mi apoyo incondicional.*

*A mis asesores, MSc. Piero Villegas y Dra. Ursula Neira por toda su enseñanza, dedicación, apoyo y paciencia para revisar mi tesis.*

*Al coordinador general del proyecto IPA, PhD. Carlos Zavalaga, por haberme dado la oportunidad de contribuir en la investigación de las Islas Pachacamac y Asia.*

*Al Banco Mundial y GEF, por el financiamiento de la presente investigación.*

*A mis jurados, Dr. Héctor Aponte, Dra. Verónica Sáenz e Ing. Alexander Diaz por sus valiosos aportes y correcciones en mi investigación.*

*Al Ing. Carlos Martinez Gamboa del laboratorio IMARPE, por transmitirme sus conocimientos y orientarme en todo el análisis de hidrocarburos.*

*A todo el equipo de la Universidad Científica del Sur que participó en el proyecto IPA, en especial al Blgo. Bobby Leigh y Blgo. Bernabé Moreno, por su valioso apoyo en el trabajo de campo.*

*A todo el equipo del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado que participó en el proyecto IPA, en especial al Ing. Oscar Garcia por la disposición y el apoyo brindado.*

### III. INDICE GENERAL

I.	DEDICATORIA.....	3
II.	AGRADECIMIENTOS .....	4
III.	INDICE GENERAL.....	5
IV.	INDICE DE FIGURAS.....	8
V.	INDICE DE TABLAS.....	10
VI.	INDICE DE ANEXOS .....	11
VII.	RESUMEN.....	12
VIII.	ABSTRACT .....	13
IX.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
X.	MARCO TEÓRICO .....	16
	1. Estado de conservación y optimización de la metodología de Efectos por Actividades.....	16
	1.1. Interpolación .....	21
	2. Antecedentes.....	22
	3. Hidrocarburos alifáticos y sus impactos ambientales. ....	26
	3.1. Procedencia de los hidrocarburos y estándares ambientales. ....	27
	4. Residuos sólidos y sus impactos ambientales. ....	28
XI.	OBJETIVOS .....	30
	1. General .....	30
	2. Específicos .....	30
XII.	METODOLOGÍA.....	31
	1. Área de estudio.....	31

1.1.	Sector Isla Pachacamac .....	32
1.2.	Sector Isla Asia.....	34
2.	Evaluación de hidrocarburos alifáticos.....	37
2.1.	Estaciones de muestreo: .....	37
2.2.	Colecta de muestras.....	41
2.3.	Análisis de muestras:.....	42
2.4.	Cálculo de índices de procedencia de los hidrocarburos:.....	44
3.	Evaluación de residuos sólidos. ....	45
3.1.	Estaciones de muestreo .....	45
3.2.	Colecta y análisis de muestras .....	49
4.	Determinación del estado de conservación:.....	51
5.	Propuesta de acciones de prevención, corrección y /o mitigación para los impactos ambientales negativos. ....	52
XIII.	RESULTADOS.....	53
1.	Evaluación de Hidrocarburos alifáticos (C10 – C35):.....	53
1.1.	Isla Pachacamac: .....	53
1.2.	Isla Asia.....	55
2.	Evaluación de Residuos Sólidos .....	59
2.1.	Isla Pachacamac .....	59
2.2.	Isla Asia.....	60
3.	Estado de conservación relacionado a la contaminación por hidrocarburos alifáticos y residuos sólidos. ....	63
3.1.	Isla Pachacamac .....	63
3.2.	Isla Asia.....	64

4. Propuesta de acciones de prevención, corrección y / o mitigación para los impactos ambientales negativos: .....	64
XIV. DISCUSIÓN .....	65
1. Estado de conservación y optimización de la metodología Efectos por Actividades. 66	
2. Evaluación de Hidrocarburos alifáticos: .....	68
3. Evaluación de Residuos sólidos .....	72
XV. CONCLUSIÓN .....	74
XVI. RECOMENDACIONES .....	75
XVII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77
XVIII. ABREVIATURAS .....	85
XIX. ANEXOS.....	87

#### IV. INDICE DE FIGURAS

- Figura 1 Análisis del estado de conservación de las ANP como mecanismo de medición de gestión de las ANP, mediante el uso de la metodología Efectos por Actividades. Fuente: SERNANP, 2014..... 18
- Figura 2 Polígono RNSIIPG - Isla Pachacamac. Fuente: SERNANP..... 34
- Figura 3 Polígono RNSSIPG - Isla Asia. Fuente: SERNANP ..... 37
- Figura 4 Estaciones de muestreo de hidrocarburos – Isla Pachacamac. Fuente: Elaboración propia..... 42
- Figura 5 Estaciones de muestreo de hidrocarburos - Isla Asia. Fuente: Elaboración propia..... 43
- Figura 6 Estaciones de muestreo de RRSS - Isla Asia. Fuente: Elaboración propia basada en propuesta del Proyecto IPA..... 50
- Figura 7 Estaciones de muestreo de RRSS - Isla Pachacamac. Fuente: Elaboración propia basada en propuesta del Proyecto IPA. .... 51
- Figura 8 Barrido circular por cada metro para evaluación de RRSS. Fuente: Elaboración propia..... 53
- Figura 9 Interpolación Isla Pachacamac. Fuente: Elaboración propia. .... 59
- Figura 10 Interpolación Isla Asia. Fuente: Elaboración propia..... 62
- Figura 11 Interpolación Isla Pachacamac.. Fuente: Elaboración propia. .... 64
- Figura 12 Interpolación Isla Asia. Fuente: Elaboración propia..... 66
- Figura 13 Movimiento de corrientes marinas isla Pachacamac e isla Asia . Fuente: UCSUR..... 97



- Figura 14 Abundancia y diversidad de especies de conservación en isla Asia.  
Fuente: SERNANP. .... 99
- Figura 15 Abundancia y diversidad de especies de conservación en isla Pachacamac. Fuente: SERNANP ..... 99
- Figura 16 Actividades de pesca y turismo en isla Pachacamac e isla Asia. Fuente: Proyecto IPA ..... 100

## V. INDICE DE TABLAS

- Tabla 1 Relación entre actividades antrópicas y contaminación ambiental en IPA.  
Fuente: Elaboración propia. .... 20
- Tabla 2 Especies y elementos de conservación en zona marina de Isla Pachacamac (SERNANP, 2017, p. 17). .... 33
- Tabla 3 Especies y elementos de conservación en zona marina de Isla Asia (SERNANP, 2017, p. 17). .... 36
- Tabla 4 Coordenadas de estaciones de muestreo de hidrocarburos en isla Pachacamac. .... 39
- Tabla 5 Coordenadas de estaciones de muestreo de hidrocarburos isla Asia... 40
- Tabla 6 Coordenadas de estaciones de muestreo de RRSS en isla Asia. .... 46
- Tabla 7 Coordenadas de estaciones de muestreo de RRSS en isla Pachacamac. .... 48
- Tabla 8 Hidrocarburos alifáticos totales y nivel de contaminación en isla Pachacamac, año 2018. .... 53
- Tabla 9 Procedencia de los hidrocarburos alifáticos en Isla Pachacamac. .... 54
- Tabla 10 Hidrocarburos alifáticos totales y nivel de contaminación en isla Asia, año 2018. .... 56
- Tabla 11 Procedencia de los hidrocarburos alifáticos en Isla Asia. .... 56
- Tabla 12 Cantidad y tipo de RRSS colectados en isla Pachacamac, año 2018. ... 59
- Tabla 13 Cantidad y tipo de RRSS colectados en isla Asia, año 2018. .... 61

## VI. INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1: Efectos, definición y forma de reconocimiento. - Metodología de Efectos por Actividades. .... 87
- Anexo 2 Lista de actividades antrópicas propuesta por la metodología Efectos por Actividades. .... 88
- Anexo 3 Movimiento de corrientes marinas en las Islas Pachacamac y Asia: ... 89
- Anexo 4 Abundancia promedio de las especies marinas y su distribución espacial de índice de diversidad Shanon H' (SERNANP, 2017, p.17). .... 91
- Anexo 5 Actividades antrópicas desarrolladas en isla Pachacamac e isla Asia.. 94
- Anexo 6 Hidrocarburos alifáticos totales (C10-C35) en sedimentos marinos de Isla Asia e Isla Pachacamac (IMARPE, 2018). .... 95
- Anexo 7 Contenido de materia orgánica y granulometría en Isla Pachacamac e isla Asia (ALAB, 2019). .... 97
- Anexo 8 Registro fotográfico del proceso de muestreo y evaluación de hidrocarburos y residuos sólidos de las Islas Pachacamac y Asia. .... 99

## VII. RESUMEN

La investigación tuvo como finalidad determinar el estado de conservación relacionado a la contaminación por hidrocarburos alifáticos y residuos sólidos en los sectores de la Isla Pachacamac e Isla Asia (IPA), mediante la optimización de la metodología Efectos por Actividades propuesta por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). La metodología Efectos por Actividades evalúa a gran escala la distribución espacial de las zonas afectadas por contaminación en Áreas Naturales Protegidas (ANP), con el objetivo de determinar su estado de conservación y tomar acciones para mejorarlo. La aplicación de la metodología Efectos por Actividades permitió determinar el estado de conservación en la zona insular de IPA, mientras que la optimización de la metodología permitió determinar el estado de conservación en la zona marina de IPA. Como resultado de la aplicación y optimización de la metodología, se determinó que el estado de conservación relacionado a la presencia de hidrocarburos y residuos sólidos en la zona evaluada de la Isla Pachacamac es del 50% y en el caso de Isla Asia, es del 53%. La mayor cantidad de hidrocarburos encontrados son de origen antrópico y se detectó presencia de residuos sólidos en la zona marina e insular de ambas islas. Se determinó que las actividades antrópicas están impactando en el estado de conservación de las ANP IPA.

**Palabras clave:** Estado de conservación, Área Natural Protegida, Efectos por Actividades, hidrocarburos, residuos sólidos.

## VIII. ABSTRACT

The purpose of the research was to determine the conservation status related to contamination by aliphatic hydrocarbons and solid waste in the sectors of Pachacamac Island and Asia Island (IPA) based on the optimization of the Effects by Activities methodology proposed by the National Service of Natural Areas Protected by the State (SERNANP). The Effects by Activities methodology evaluates on a large scale the spatial distribution of the areas affected by contamination in Natural Protected Areas (ANP), with the aim of determining their state of conservation and taking actions to improve it. The application of the Effects by Activities methodology allowed to determine the state of conservation in the insular zone of IPA, while the optimization of the methodology allowed to determine the state of conservation in the marine zone of IPA. As a result of the application and optimization of the methodology, it was determined that the conservation status related to the presence of hydrocarbons and solid waste in the evaluated area of Pachacamac Island is 50% and in the case of Asia Island, it is 53 %. The largest amount of hydrocarbons found are of anthropic origin and solid waste was detected in the marine and insular areas of both islands. It was determined that anthropic activities are impacting the conservation status of the ANP IPA.

**Key words:** Conservation status, Protected Natural Area, Effects by Activities, hydrocarbons, solid waste.

## IX. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las actividades antrópicas no controladas afectan los ecosistemas, por lo que es importante determinar las alteraciones que provoca el ser humano en el ambiente natural (Menchaca et. al., 2011). Durante los últimos 50 años, la afectación de los ecosistemas por acción del ser humano ha sido más rápida y extensa que en cualquier otro periodo comparable de la historia de la humanidad. La destrucción de los hábitats por acción del ser humano ha incrementado considerablemente la tasa de pérdida de biodiversidad (Diaz et. al., 2009). A nivel mundial, los ecosistemas están perdiendo su biodiversidad a un ritmo sin precedentes. Las causas directas de la pérdida de biodiversidad no muestran señales de disminución (Hesselink et. al., 2007). Factores como la degradación de ecosistemas naturales, sobreexplotación de recursos, impacto del cambio climático, contaminación ambiental, entre otros, generan señales que un sistema biológico se acerca a su cambio de estado pudiendo generar el colapso de especies y del ecosistema (Vignieri & Fahrenkamp - Uppenbrink, 2007).

Los sectores de conservación de las Islas Pachacamac y Asia (IPA) forman parte de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG), y del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE). Su objetivo principal mantener muestras representativas de diversidad biológica en los espacios marino costeros de la corriente de Humboldt y asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos (SERNANP, 2016). Debido a la gran importancia de estos ecosistemas, SERNANP ha implementado la metodología de Efectos por Actividades como una herramienta para medir el estado de conservación de las ANP a través de la identificación de zonas

afectadas por actividades antrópicas que generan pérdida de biodiversidad. (Ver anexo 1).

La Reserva Nacional de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNIIPG) está conformada por 22 islas y 11 puntas, divididas en 25 polígonos (SERNANP, 2016). De los 25 polígonos, no se ha determinado el estado de conservación de 10 polígonos entre los cuales se encuentran los polígonos IPA (SERNANP, 2020).

La falta de evaluación del estado de conservación de algunos sectores de la RNSIIPG retrasa el cumplimiento del primer objetivo ambiental del Plan Maestro de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras 2016 – 2020: “Conservar los ecosistemas terrestres (insular o continental) y marinos de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras” (SERNANP 2016). El objetivo busca cubrir los 25 sectores que constituyen la riqueza biológica de aves y mamíferos marinos endémicos de la Corriente de Humboldt a lo largo de la costa peruana.

La metodología Efectos por Actividades, establece la división de la superficie del área del ANP en cuadrículas o grillas, lo que facilita la localización del ámbito donde ocurre la contaminación ambiental (SERNANP, 2014). La metodología Efectos por Actividades ha sido muy poco aplicada en ecosistemas marinos debido a que su enfoque son los ecosistemas terrestres. Por este motivo, en la presente investigación se presentan mecanismos de optimización de la metodología para determinar el estado de conservación relacionado a la contaminación ambiental en la zona marina e insular de los ecosistemas IPA.

En la presente investigación se evaluó la contaminación ambiental por la presencia de hidrocarburos alifáticos y contaminación por presencia de residuos sólidos en un solo periodo de monitoreo. Por lo tanto, la investigación queda como una línea base de

identificación, evaluación y distribución espacial de la concentración de hidrocarburos y residuos sólidos en las Áreas Naturales Protegidas. A partir de esta línea base, se podrá planificar periódicamente las actividades de monitoreo necesarias para lograr tener un estado de conservación óptimo en los polígonos IPA y en toda la RNIPG.

## X. MARCO TEÓRICO

### 1. Estado de conservación y optimización de la metodología de Efectos por Actividades

El estado de conservación refleja la capacidad del ecosistema para cumplir funciones ecológicas claves, como: ciclo de nutrientes, producción de biomasa, regulación

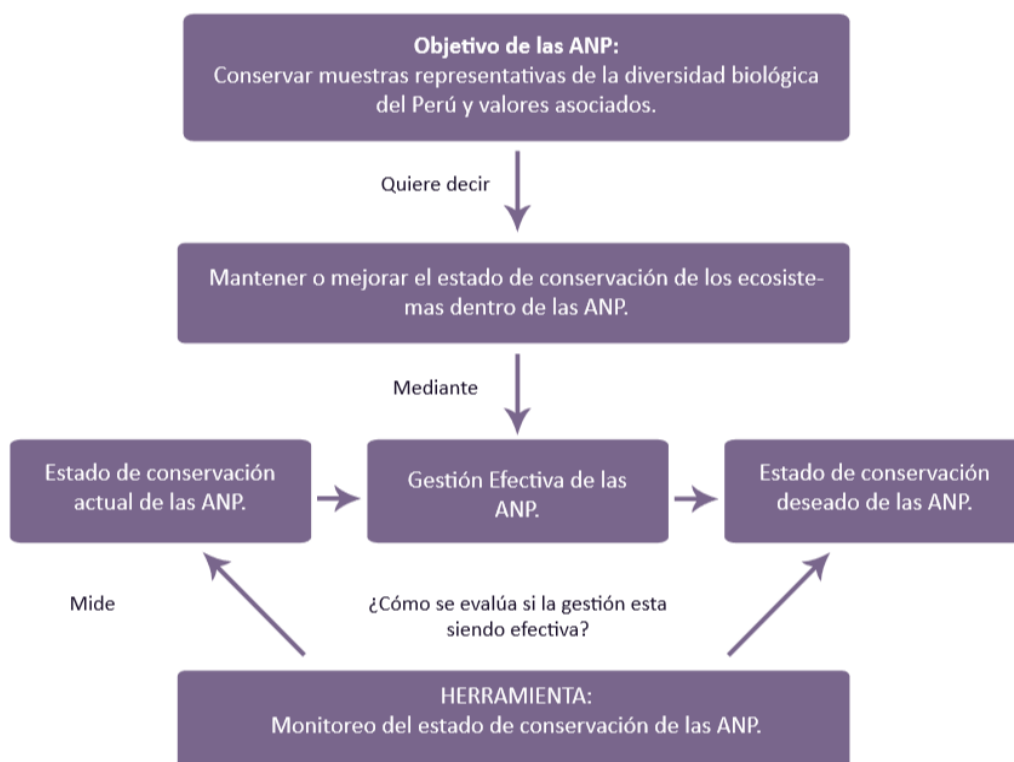


climática, flujo de energía, ciclo hidrológico, capacidad para recuperarse de afectaciones, entre otros (León, 2016).

La metodología Efectos por Actividades, es un método que brinda insumos para la planificación y monitoreo de un ANP con el fin de conservar sus ecosistemas.

Las ANP tienen como objetivo principal mantener o mejorar el estado de conservación de los ecosistemas para conservar muestras representativas de la diversidad biológica del Perú y valores asociados. La metodología Efectos por Actividades mide el estado de conservación actual de las ANP, lo cual permite hacer una gestión efectiva para lograr el estado de conservación deseado. Es una herramienta de monitoreo del estado de conservación de las ANP que permite identificar las zonas afectadas y tomar acciones para mejorar su estado de conservación. (Ver figura 1).

*Figura 1 Análisis del estado de conservación de las ANP como mecanismo de medición de gestión de las ANP, mediante el uso de la metodología Efectos por Actividades. Fuente: SERNANP, 2014.*



La metodología establece la división de la superficie del área del ANP en cuadrículas denominadas grillas para identificar espacialmente las zonas afectadas. El tamaño de la grilla varía de acuerdo al tamaño del ANP. Según el tamaño de los polígonos IPA, las unidades muestrales (grillas) son de 1 hectárea (SERNANP, 2014).

La metodología de Efectos por Actividades, propone determinar el estado de conservación analizando el total de grillas evaluadas y el total de grillas afectadas, mediante las siguientes fórmulas: (SERNANP, 2020, p.7):

$$EC = 100 - PA$$

$$PA = \frac{ni}{N} \times 100$$

Donde:

- EC: Estado de conservación en zona evaluada.
- PA: Porcentaje de afectación en la zona evaluada.
- Ni: Número de grillas afectadas por el efecto contaminación.
- N: Número total de grillas evaluadas en el ANP.

Como parte de la optimización de la metodología, en la presente investigación el Estado de conservación se determina mediante el total de estaciones muestreadas y el total de estaciones afectadas para tener resultados más precisos. (Ver punto 4 del capítulo Metodología). Así mismo, la interpolación de datos es un método de optimización de la metodología Efectos por Actividades que permite visualizar a gran escala las grillas que podrían estar afectadas.

La metodología considera como “efectos” a los cambios ambientales negativos que generan pérdida de biodiversidad en las Áreas Naturales Protegidas como consecuencia de actividades antrópicas. La metodología no considera efectos causados por eventos naturales propios de la dinámica de especies o ecosistemas. Los efectos que considera la metodología son: contaminación, sobre uso de recursos, pérdida de hábitat y desplazamiento de especies nativas por especies exóticas. (Ver anexo 1).

En la presente investigación se evalúa únicamente el efecto “contaminación”, que según la metodología Efectos por Actividades se define como: La introducción de agentes extraños (o no deseados) que afectan la imagen visual del paisaje y que su sola presencia provoca impacto a la existencia de especies de flora y fauna (SERNANP, 2014). La metodología Efectos por Actividades establece que la limitación de la forma de reconocimiento de la contaminación se realice tomando en cuenta los siguientes criterios de prioridad (SERNANP, 2018):

- Alta prioridad: cuando las dificultades, costos y tiempo son demasiados altos.
- Baja prioridad: cuando las dificultades, costos y tiempo permiten una fácil reversión del efecto producido.

Tomando en cuenta los criterios propuestos por la metodología, se ha elegido evaluar la contaminación mediante criterios de alta prioridad. La evaluación de hidrocarburos demanda mayor grado de dificultad por el dragado que debe realizarse en campo para extraer las muestras, así mismo, demanda un alto costo por los análisis posteriores que deben realizarse en laboratorio.

La evaluación de residuos sólidos presenta un grado de dificultad alto debido a la dificultad de ingreso a las zonas de muestreo, en el caso de la zona insular es un terreno irregular y rocoso y la zona marina requiere de personal capacitado para poder

monitorear bajo la superficie del mar. La relación entre las actividades antrópicas desarrolladas en las zonas evaluadas y la presencia de hidrocarburos alifáticos y residuos sólidos se muestra en la tabla 1:

*Tabla 1 Relación entre actividades antrópicas y contaminación ambiental en IPA.  
Fuente: Elaboración propia.*

Efecto ambiental	Forma de reconocimiento	Actividad que lo genera		
		Pesca	Turismo	Extracción de guano
Contaminación	Presencia de hidrocarburos	X	x	
	Generación de residuos sólidos	X	x	X

La contaminación se genera por las tres actividades antrópicas que se desarrollan en IPA, las cuales son pesca, turismo y extracción de guano. (Ver anexo 5). Las actividades de pesca y turismo pueden generar contaminación de hidrocarburos por fugas o derrames de combustible proveniente de las embarcaciones pesqueras y de los equipos motorizados que se utilizan en las actividades deportivas. Así mismo generan residuos sólidos por el ingreso de turistas o pescadores con comida, bebida o envases que generan contaminación. En cuanto la actividad de extracción de guano genera residuos como bolsas, guantes, mallas y otros.

Según la metodología Efectos por Actividades, las zonas afectadas se identifican a través de medios directos como patrullajes, recorridos, sobrevuelos; y medios indirectos como evaluaciones hechas a través de imágenes satelitales, aerofotografías, reportes, publicaciones o registros de investigadores (SERNANP, 2014, p.26 - 49). Los métodos de patrullajes y recorrido de las zonas permiten evaluar la presencia de residuos sólidos en la zona insular de IPA y así determinar el estado de conservación relacionado a la presencia de residuos sólidos en la zona insular. Las actividades de muestreo en campo, análisis de laboratorio e interpolación de datos son métodos de optimización de la

metodología Efectos por Actividades aplicados en la presente investigación para poder determinar el estado de conservación relacionado a la presencia de hidrocarburos alifáticos y residuos sólidos en la zona marina.

### 1.1. Interpolación

La interpolación es un procedimiento matemático por el cual se obtiene nuevos valores en puntos no muestreados a partir de valores obtenidos en puntos muestreados. Las estimaciones de casi todos los métodos de interpolación espacial se pueden representar como medias ponderadas de los datos incluidos en la muestra. Todos ellos comparten la misma fórmula general de estimación, de la siguiente manera (Webster, 2001):

$$Z'(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i * Z(S_i)$$

Donde  $Z'(S_0)$  es el valor a predecir en la zona de interés,  $\lambda_i$  son los pesos asignados a puntos vecinos y  $N$  es el número de muestras alrededor del punto a predecir y  $Z(S_i)$  son los valores medidos. El atributo  $Z$  suele denominarse la variable primaria.

A lo largo del tiempo, se han utilizado diversos métodos de interpolación espacial para la determinación de diversas variables. Sin embargo, en la bibliografía aún no existe un método que sea mejor que los demás. Los diversos métodos de interpolación ofrecen distintos desempeños, por lo tanto, se debe elegir el mejor método para cada situación espacial (Shu-Guang *et.al*, 2010).

En la presente investigación se aplicó el método de interpolación de Distancia Inversa Ponderada (IDW por sus siglas en inglés).

El método IDW es determinístico y aplica una función inversa a la distancia, es decir, supone que las cosas que están más cerca, son más parecidas. Cuanto más cerca está el punto muestreado al punto a estimar, mayor será la influencia del punto muestreado sobre el punto a estimar. A mayor distancia entre el punto muestreado y el punto a estimar, habrá menor influencia.

Este método puede ser expresado en la siguiente ecuación (Cañada, 2008):

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(d_i)^p} Z(X_i)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(d_i)^p}}$$

Donde, Z es el valor a ser estimado, Z (X<sub>i</sub>) son las diferentes muestras de entrada usadas para la interpolación, (d<sub>i</sub>) la distancia desde el punto muestreado al punto a interpolar y p es el valor ponderado de la distancia.

## 2. Antecedentes

El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) ente rector del SINANPE, en el año 2010 elaboró la metodología “Efectos por Actividades” tomando como base la metodología de Monitoreo de Especies y Actividades Humanas a Nivel Paisaje desarrollada por Wildlife Conservation Society, la cual propone evaluar el estado de la población de una especie en particular, identificar los factores que la afectan y detectar cambios en el estado de conservación de la especie identificando las causas (WCS, 2004).

En el año 2013 se aprobó el procedimiento de la metodología Efectos por Actividades mediante Resolución Presidencial N° 238 – 2013 – SERNANP, siendo actualmente la

metodología oficial del SERNANP para la medición del estado de conservación de los ecosistemas en ANP (SERNANP, 2018), sin embargo, actualmente la metodología está siendo complementada y se están realizando ajustes para que pueda ser aplicada en todo tipo de ecosistemas, incluidos los ecosistemas marinos.

A inicios del año 2016, mediante Resolución Presidencial N° 048 – 2016 – SERNANP, se aprueba el primer Plan Maestro de la RNIIPG, máximo documento de gestión que guía la estrategia a seguir para asegurar la conservación de los ecosistemas de las ANP y el desarrollo sostenible de las poblaciones locales.

La metodología Efectos por Actividades plantea el monitoreo de efectos a escala gruesa, es decir, la identificación de los mismos, no debe ser compleja y debe estar dentro del alcance operativo de la jefatura del Área Natural Protegida (SERNANP, 2014). Por este motivo, la metodología en mención fue aplicada en la mayoría de ANPs de forma visual a través de patrullajes constantes que permitieron identificar las zonas donde se desarrollan las actividades antrópicas y las zonas de impacto directo por contaminación, más no la distribución espacial del contaminante dentro del ANP.

La metodología de Efectos por Actividades ha sido aplicada en varias zonas reservadas como por ejemplo la Reserva Nacional Pacaya Samiria. En este caso se identificaron los siguientes efectos: Pérdida de hábitat, sobre uso de recursos y desplazamiento de especies nativas por especies exóticas. Para el análisis se utilizaron imágenes satelitales Landsat del año 2017, Rapid Eye del año 2011 e imágenes de Google Earth de varios años. La información fue complementada con un Reporte de pérdida de bosque 2001 – 2017 del Programa Nacional de Conservación de Bosques (MINAM) y con los reportes de patrullajes. Los efectos fueron identificados por la presencia de asentamientos humanos como poblados y comunidades, infraestructura de gestión del ANP como

puestos de vigilancia e infraestructura de actividades económicas con derechos adquiridos. Se identificó que existen actividades antrópicas que podrían generar contaminación por hidrocarburos, ya que existe en el ANP una plataforma de extracción de crudo de petróleo y campamentos del Lote 8, así mismo hay un área de desbosque ocasionada por el impacto que genera el agua de producción (más de 40°C y muy salina). (Reserva Nacional Pacaya Samiria - RNPS, 2017). El año 2014, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), La Autoridad Nacional del Agua (ANA), la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) y el SERNANP presentaron los resultados de un análisis de agua, suelo y sedimento realizado dentro del Lote 8x operado por Pluspetrol Norte, en la zona de amortiguamiento y dentro de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Los resultados muestran una alta contaminación por hidrocarburos, resaltando los hidrocarburos de fracción media (C18-C28), los cuales ponen en riesgo a la salud pública y al ambiente (ELAW, 2014). Según SERNANP (2020), el porcentaje de afectación por hidrocarburos en Pacaya Samiria es de 0.01%, es decir que el estado de conservación relacionado a la contaminación por hidrocarburos en Pacaya Samiria es de 99.99% en 21691 grillas evaluadas.

En el caso del Bosque de Protección Alto Mayo, se identificaron efectos de contaminación, pérdida de hábitat, desplazamiento de especies nativas por especies exóticas y sobre uso de recursos. Estos efectos fueron analizados traslapando imágenes satelitales desde el año 2011, se usó alertas tempranas proporcionadas por el Programa Conservación de Bosques del MINAM, imágenes capturadas con drones y el registro socioeconómico del ANP. El efecto de contaminación en el Bosque de Protección Alto Mayo, se da por la presencia de residuos sólidos, uso de agrotóxicos y aguas mieles por



el lavado de café. Según SERNANP (2020), el porcentaje de afectación del efecto contaminación en el Bosque de Protección Alto Mayo es de 3.05%, es decir que el estado de conservación relacionado al efecto de contaminación es de 96.95% en 1836 grillas evaluadas. Las acciones que se toman para el caso de residuos sólidos, es la sensibilización, campañas de recolección de residuos sólidos y generación de tachos de basura ecológicos con apoyo de escuelas cercanas. En el caso de uso de agrotóxicos, se capacita constantemente a la población en la generación y uso de biol. En el caso de aguas mieles, se sensibilizó a la población para que no arrojen las aguas directamente al río o a las quebradas; las aguas mieles pasan por un tanque de sedimentación y se arrojan al suelo. El área técnica de la reserva, ha establecido un acuerdo de conservación colectivo con la población. Cabe mencionar que hay zonas donde se generan impactos, pero no se puede ingresar debido a la presencia de comunidades que no permiten el acceso (Bosque de Protección Alto Mayo - BPAM, 2018).

En el caso de la Isla Santa, que es un sector de la RNIIPG con características similares a IPA, un informe de SERNANP del año 2011 menciona la presencia de eutrofización de las aguas circundantes a la isla, que produce turbidez y acumulación de materia orgánica en el fondo marino a consecuencia de los vertimientos provenientes de la Bahía Ferrol y del puerto industrial Coishco, lo cual afecta directamente en los ecosistemas del ANP (SERNANP, 2011, p. 65). La marcación de grillas contaminadas de la Isla Santa se realizó en base a la observación de aguas contaminadas a través de patrullajes. Según SERNANP (2020), el porcentaje de afectación por contaminación hidrobiológica es de 44.78%, es decir que el estado de conservación relacionado a contaminación hidrobiológica es de 55.22% en 268 grillas evaluadas. La jefatura de Isla Santa ha establecido acuerdo de

conservación con la asociación de pescadores; en este acuerdo, los pescadores se comprometen a respetar la zonificación y las especies que estén en beda.

### 3. Hidrocarburos alifáticos y sus impactos ambientales.

Los hidrocarburos alifáticos están presentes en la naturaleza en estado líquido y gaseoso (Botello et al., 2005). En su mayoría son combustibles líquidos como gasolina, kerosene, etc.; son incoloros y presentan olor a petróleo (Villanueva, 2009).

Los derrames de hidrocarburos, ya sea por vertimiento accidental o intencionado, es una de las principales fuentes de contaminación marina. En los últimos años, la incidencia de derrames ha ido en aumento debido al incremento de transporte marino y prospecciones petrolíferas (Bao, et al., 2014).

Las especies marinas que no tienen la capacidad de degradar, utilizar o reciclar los hidrocarburos, son las que se ven más afectadas por este contaminante, que puede generar la disminución y la pérdida de algunas especies de mariscos, peces y otros (Rodríguez, et al., 2014). Los hidrocarburos del petróleo se adhieren a las branquias de especies marinas, afectando su respiración. También se adhieren a las algas y al fitoplancton afectando la alimentación y reproducción de la vida acuática en general (Olguín, Hernández y Sánchez, 2007).

Se ha demostrado que la presencia de hidrocarburos está relacionada con la textura de sedimento, por lo tanto, la determinación de granulometría de los sedimentos es primordial en los estudios de sistemas acuáticos (Calva, L., Pérez, A. y Márquez, A., 2006).

Existe una estrecha relación entre la concentración de hidrocarburos en sedimento marino con la presencia de materia orgánica y con el tipo de sustrato, motivo por el cual, en el presente estudio se evaluó ambos parámetros como parte del análisis de hidrocarburos.

En el caso de la materia orgánica, existe atracción electrostática de compuestos no polares con las fases orgánicas de los ácidos húmicos y en el caso del sustrato, las fracciones más finas del sedimento ofrecen una mayor área superficial para la adsorción de los contaminantes (Rubio et al., 2000).

### *3.1. Procedencia de los hidrocarburos y estándares ambientales.*

La presencia de hidrocarburos alifáticos puede ser de origen petrogénico o biogénico. Los hidrocarburos petrogénicos están relacionados con el petróleo crudo y sus derivados (Simoneit, 2002). La presencia de hidrocarburos petrogénicos, evidencian una actividad antropogénica constante que eleva las concentraciones de estos compuestos (Rodríguez, et al., 2014).

Para determinar el origen de los hidrocarburos, se utilizan índices como el Índice de Preferencia de Carbono (CPI), la relación entre Pristano y Fitano, la relación entre los hidrocarburos de bajo peso molecular y alto peso molecular, así como la identificación del hidrocarburo mayor o con mayor concentración de Cn Alcano.

En la presente investigación se analizaron los índices mencionados para determinar el origen biogénico o petrogénico de los hidrocarburos alifáticos.

La normativa nacional no cuenta con Estándares de Calidad Ambiental para sedimentos, por lo que no existen guías nacionales sobre las concentraciones de hidrocarburos en sedimento que serían consideradas como aceptables en el ecosistema marino de un

ANP. Por lo tanto, se tomó como referencia los siguientes estándares para determinar el grado de contaminación de hidrocarburos:

Saravia (2007), propone que el grado de contaminación en los sedimentos se puede establecer en función de la concentración de los hidrocarburos totales, con los siguientes rangos:  $\leq 10 \mu\text{g} / \text{g}$  se considera sin contaminación, entre  $10 - 100 \mu\text{g} / \text{g}$  se considera contaminación leve a moderada y  $> 100 \mu\text{g} / \text{g}$  se considera contaminación elevada. Saravia utiliza estos valores en una investigación de hidrocarburos realizada en Estero de Puntarenas en Costa Rica. Así mismo, Lopez (2019), quien realizó una investigación sobre la toxicidad del sedimento marino dos bahías peruanas: Tortugas Casma y Paracas, utilizó como referencia los valores del grado de contaminación por hidrocarburos propuestos por Saravia.

Se considera conveniente y apropiado utilizar los valores propuestos por Saravia, debido a que fueron aplicados en ecosistemas con características muy similares a los polígonos IPA.

También se tomó como referencia, el valor establecido por la normativa canadiense como valor máximo de protección a la vida acuática que es de  $500 \mu\text{g} / \text{g}$  de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) (CEQG, 2011).

Cabe mencionar que estos valores son tomados de forma referencial, ya que no existe normativa nacional de hidrocarburos en sedimento marino.

#### 4. Residuos sólidos y sus impactos ambientales.

La presencia de basura en los mares es un problema de contaminación real y se considera que tanto los niveles actuales de basura como las tasas de entrada están aumentando (Ryan y Maloney, 1993) a pesar de las medidas dirigidas a controlar el

problema. Las estimaciones más altas a nivel mundial sugieren tasas de acumulación de hasta 7 mil millones de toneladas por año (GBRMPA 2006), y las estimaciones más bajas de 6,4 millones de toneladas por año (Academia Nacional de Ciencias 1975).

El incremento constante en el uso de plásticos que se degradan muy lentamente significa que la basura permanecerá en el sistema por períodos prolongados y durante ese tiempo puede desplazarse a través de amplias extensiones (Derraik 2002). Los plásticos son los artículos de basura marina más abundantes y su ingestión por la biota marina puede provocar problemas de salud importantes a través de la cadena trófica y con frecuencia la muerte (Laist, 1987).

Un trozo de papel puede durar un mes, las colillas de cigarrillos duran de uno a cinco años, una bolsa de plástico de 20 a 30 años, las latas de aluminio de 80 a 500 años, pero las botellas de vidrio y plástico pueden durar mucho más (PNUMA 1990). Los plásticos son los contaminantes más comunes, sin embargo, el problema va más a fondo debido a que la desintegración de los plásticos genera pedazos muy pequeños e imperceptibles, llamados microplásticos (Oceana, 2018). Estas partículas miden menos de 5 milímetros de diámetro siendo imperceptible para el ojo humano. Los peces ingieren microplásticos confundiéndolos con alimentos, lo que provoca que se acumulen en su organismo y se magnifiquen a través de la cadena trófica afectando así al ser humano. El uso de plástico en el sector pesca es principalmente para fabricar aparejos de pesca, jaulas, boyas, embalajes de plástico para transportar y distribuir los productos pesqueros, así como para el mantenimiento y construcción de embarcaciones. Es así que el uso del plástico en el sector pesca constituye una fuente potencial de microplásticos (FAO, 2019).

Antes de tomar acciones sobre los impactos ambientales negativos producidos por actividades antrópicas, es necesario conocer la situación ambiental del territorio en un

tiempo determinado y los factores de presión antrópica, lo cual permitirá evaluar el grado de contaminación, detectar su proceso evolutivo y proponer medidas adecuadas para su mejora (UNDP, 2005).

## XI. OBJETIVOS

### 1. General

- Determinar el estado de conservación en función de la contaminación por hidrocarburos alifáticos y residuos sólidos en las Áreas Naturales Protegidas IPA a partir de la optimización de la metodología Efectos por Actividades.

### 2. Específicos

- Evaluar la presencia de hidrocarburos alifáticos en las Áreas Naturales Protegida IPA y su distribución en el área de estudio.
- Evaluar la presencia de residuos sólidos en las Áreas Naturales Protegida IPA y su distribución en el Área de estudio.
- Proponer acciones de prevención, corrección y /o mitigación para los impactos ambientales negativos.

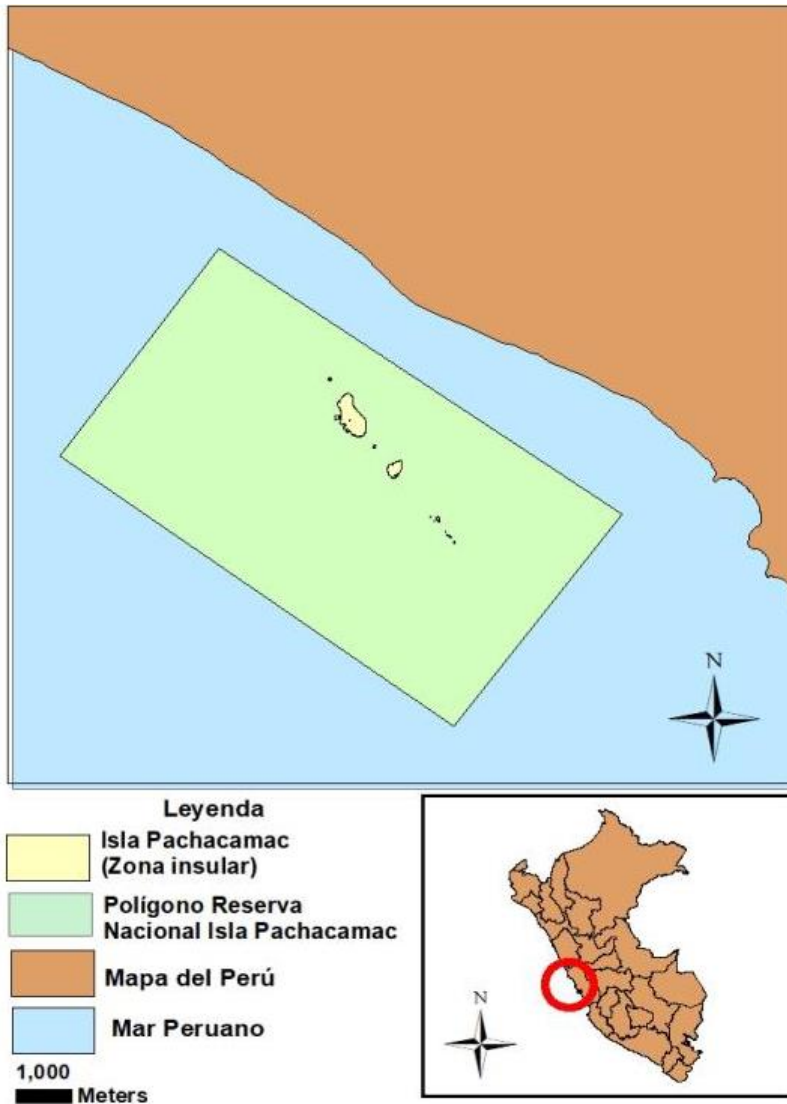
## XII. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación se realizó como parte del proyecto “Fortalecimiento de la gestión sostenible de la Reserva Nacional Sistema Islas, Islotes y Puntas guaneras-GEF – N° TF015896” y del convenio de subdonación N° 003 – 2017 – RNIIPG para la formulación e implementación del Subproyecto colaborativo en las Islas Pachacamac y Asia. Proyecto financiado por el GEF del Banco Mundial, con apoyo de PROFONANPE y SERNANP y bajo la ejecución de la Alianza Estratégica de la Universidad Científica del Sur, ProDelphinus y ProIslas.

### 1. Área de estudio

1.1. Sector Isla Pachacamac

Figura 2 Polígono RNSIIPG - Isla Pachacamac. Fuente: SERNANP



La Isla Pachacamac también conocida como Isla Cavillaca ( $12^{\circ}19' S$  y  $78^{\circ}55' O$ ), está situada en el Océano Pacífico, frente al litoral del departamento de Lima (FOPCA, 2011).

El área total de la Isla Pachacamac abarca dos islas principales y tres islotes pequeños, cubriendo 4289.88 ha (4254.77 ha marinas y 35.11 ha terrestres (Ver figura 2). Se encuentran a menos de una milla de las playas del Sur de Lima por lo que es de fácil acceso (SERNANP, 2009).

Las islas e islotes se encuentran

influenciados por la corriente de Humboldt. La isla principal se llama Isla Pachacamac, que nombra a todo el conjunto de islas. Esta isla tiene una superficie de 23.6 ha., una longitud máxima de 880 metros y una anchura de 430 metros aproximados; su punto más cercano a la costa dista 2 Km (IPERÚ, 2016). El ANP Isla Pachacamac está conformada por ecosistemas marinos e insulares del polígono Reserva Nacional Isla Pachacamac (Ver figura 2).



En la zona marina de la Isla Pachacamac se encuentran las siguientes especies y elementos de conservación (Ver tabla 2):

*Tabla 2 Especies y elementos de conservación en zona marina de Isla Pachacamac (SERNANP, 2017, p. 17).*

Isla Pachacamac	Elemento de conservación	Nombre común	Nombre científico	Abundancia promedio	Desviación estándar
	Si	Chita	<i>Anisotremus scapularis</i>	2.0	1.4
	Si	Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	4.8	7.1
	Si	Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>	1.7	1.2
	Si	Caracol	<i>Stramonita chocolata</i>	8.5	11.7
	No	Pulpo	<i>Octopus mimus</i>	1.0	0.0
	No	Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	1.0	0.0

La Isla Pachacamac tiene un registro de 23 especies de aves y alberga una de las colonias más grandes en la costa peruana de pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), (Birdlife, 2008). Entre otras aves, se encuentra el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), gallinazo (*Cathartes*), etc.

El grupo de las Islas Pachacamac se inicia con dos rocas aisladas llamadas “La viuda”; al sureste de estas rocas se encuentra el islote de Pachacamac, el cual es de mayor tamaño y presenta un color blancuzco. En la misma dirección, se encuentra el islote “San Francisco”, de menor tamaño y redondo en la cima; el conjunto semeja una ballena gigante (PUCP, 2013).

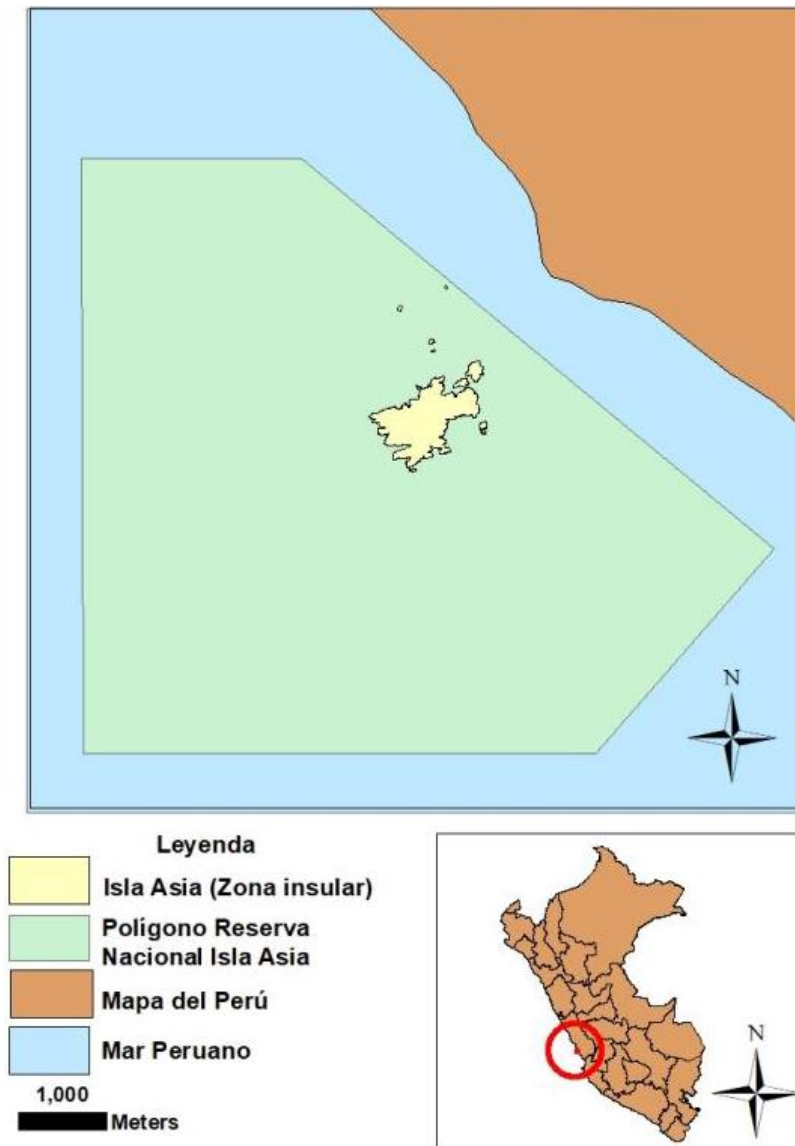
Al medio de la Isla Pachacamac y el Islote San Francisco se encuentra el islote “El Sauce”, es pequeño y está ubicado a 265 metros de la isla principal. El “Arrecife Corcovado” se encuentra al sureste de San Francisco. Tiene una extensión aproximada de 1 km de largo y es en el que acaba el grupo (IPERÚ, 2016).

Las actividades antrópicas de mayor riesgo en esta isla son las siguientes: actividades

turísticas no reguladas como el ejercicio y tráfico no controlado de embarcaciones pesqueras artesanales, los impactos sonoros y visuales de los vehículos acuáticos motorizados y no motorizados, la presencia de especies invasoras y la contaminación portuaria, así como las malas prácticas que se generan por la extracción de guano y la contaminación marina (SC IPA, 2018).

### *1.2. Sector Isla Asia*

Figura 3 Polígono RNSSIPG - Isla Asia. Fuente: SERNANP



La isla Asia ( $12^{\circ}47' S$  y  $76^{\circ}37' O$ ) se ubica frente al balneario del distrito de Asia, en la región Lima, a 1.6 km de la orilla de la costa. Tiene un área terrestre de 152 ha y un área marina de 3865.53 ha, cubriendo una extensión total de 3929.58 ha; sus dimensiones son 1.19 km de largo y 0.75 km de ancho, en sus lados más extensos (Figuroa, Hernández, 2016).

(Ver figura 3)

La altitud máxima de la isla Asia sobre el nivel del mar es de 123 metros. Las aves guaneras son

representativas de la amplia fauna silvestre que existe en Isla Asia. Solamente 105 mil aves guaneras habitan en la isla Asia, de un total de cuatro millones de aves guaneras que existen en islas y puntas del Perú (La República, 2008).

El ANP Isla Asia está conformada por ecosistemas marinos e insulares del polígono Reserva Nacional Isla Asia (Ver figura 3).

Esta Isla alberga una importante cantidad de especies marinas, algunas de ellas se encuentran en situación amenazada (SERNANP, 2011). Cuenta con actividad recreativa acuática especialmente en la época de verano (GEF Guaneras, 2016).

En la zona marina de la Isla Asia se encuentran las siguientes especies y elementos de conservación (Ver tabla 3):

Tabla 3 Especies y elementos de conservación en zona marina de Isla Asia (SERNANP, 2017, p. 17).

Isla Asia	Elemento de conservación	Nombre común	Nombre científico	Abundancia promedio	Desviación estándar
	si	Concha de abanico	<i>Argopecten purpuratus</i>	4.4	5.2
	si	Pulpo	<i>Octopus mimus</i>	1.0	0.0
	si	Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	4.0	2.8
	no	Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	3.8	4.2
	no	Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>	2.0	1.4
	no	Caracol	<i>Thaissella chocolata</i>	9.9	24.1

La isla Asia tiene un registro de 30 especies de aves, entre ellas el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), Potoyunco peruano (*Pelecanoides garnotii*), Golondrina de mar de Wilson (*Oceanites oceanicus*), Camanay (*Sula nebouxii*), Piquero peruano (*Sula variegata*), etc. Gran parte de las especies de aves están en situación de amenaza (SERNANP, 2016).

En el caso de mamíferos, se registraron cuatro especies: vampiro común (*Desmodus rotundus*), lobo marino chusco (*Otaria byronia*), nutria marina (*Lontra felina*), delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). El lobo marino chusco y la nutria marina fueron considerados en situación de amenaza. En reptiles se tienen las especies de Lagartija (*Microlophus peruvianus*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*), esta última considerada en situación de amenaza (SERNANP, 2016).

La Isla Asia y la Isla Pachacamac tienen una diversidad similar entre sí, con un índice de Diversidad Shannon  $H'$  de 0 a 1.7 y de 0 a 2.1 respectivamente (SERNANP,2017). (Ver anexo 4).

Las actividades antrópicas de mayor riesgo en la Isla Asia es la pesca artesanal, el turismo náutico no regulado, los impactos sonoros y visuales no regulados, la competencia por los recursos, así como el disturbio que provocan las campañas de extracción de guano y la contaminación que genera (SC IPA, 2018).

Los sectores IPA, al formar parte de la RNIIPG, brindan servicios ecosistémicos muy importantes como: provisión de peces, provisión de guano de isla, paisajes, captación de carbono y regulación del clima (SERNANP, 2016).

Las zonas evaluadas en la presente investigación no abarcan el área total de los polígonos IPA debido a su gran extensión. Se evaluaron zonas específicas detalladas en los puntos 2.1 y 3.1 “Estaciones de muestreo” del capítulo XII. “Metodología”.

## 2. Evaluación de hidrocarburos alifáticos

Como parte de la optimización de la metodología Efectos por Actividades, se realizó evaluación de hidrocarburos alifáticos mediante la colecta de muestras en campo, análisis de las muestras en laboratorio e interpolación de datos.

### 2.1. Estaciones de muestreo:

La evaluación de hidrocarburos alifáticos de petróleo se realizó en la zona marina de las Áreas Naturales Protegidas IPA a través de la extracción de sedimento marino. Las estaciones de muestreo en la Isla Asia y en la Isla Pachacamac se eligieron tomando en

cuenta las características propias de los ecosistemas, la accesibilidad a la zona, la batimetría en la zona marina, los recursos disponibles, el medio de distribución del contaminante, la fuente que lo genera, entre otros. En el caso de la Isla Pachacamac, se establecieron 10 estaciones de muestreo, sin embargo, no se pudo extraer sedimento en dos estaciones (P-01 y P-03) debido a que en la estación P03 era una zona rocosa y la estación P01 se encontraba muy cerca de una zona donde estaban aposentadas aves guaneras no deben ser perturbadas. En el caso de la Isla Asia, se establecieron 09 estaciones de muestreo, sin embargo, no se pudo extraer sedimento en tres estaciones (A01, A04 y A07); las estaciones A – 04 y A - 07 presentaban sustrato rocoso por su cercanía a la zona insular, y la estación A – 01 se encontraba muy cerca de una zona donde estaban aposentadas aves guaneras que no deben ser perturbadas.

Las estaciones donde no se pudo extraer muestras, no están consideradas en los resultados ni en la interpolación.

En ambas islas, las estaciones de monitoreo se establecieron en tres transectos, paralelos entre sí, desde la costa hacia las islas. La mayoría de las estaciones de monitoreo se determinaron en forma de cuadrícula, haciendo una distribución equitativa entre la zona insular de IPA y la costa peruana. (Ver figura 4 y 5) (Ver tabla 4 y 5). Adicionalmente, se agregaron estaciones cercanas a la zona insular de IPA, en lugares donde se desarrollan las actividades antrópicas como pesca y turismo. La zona insular de la Isla Asia y de la Isla Pachacamac se encuentra a una distancia aproximada de la costa peruana de 1.6 Km y 2.5 Km respectivamente. Tomando en cuenta la cercanía de las Áreas Naturales Protegidas a la zona urbana de la costa peruana, se han establecido algunas estaciones de monitoreo fuera de las ANP, lo que nos permitirá identificar si la zona urbana es fuente generadora de hidrocarburos. La metodología de

Efectos por Actividades contempla el monitoreo fuera de los límites del ANP según las capacidades logísticas de la jefatura de cada ANP, sin embargo, no es de carácter obligatorio.

Figura 4 Estaciones de muestreo de hidrocarburos – Isla Pachacamac.  
Fuente: Elaboración propia.

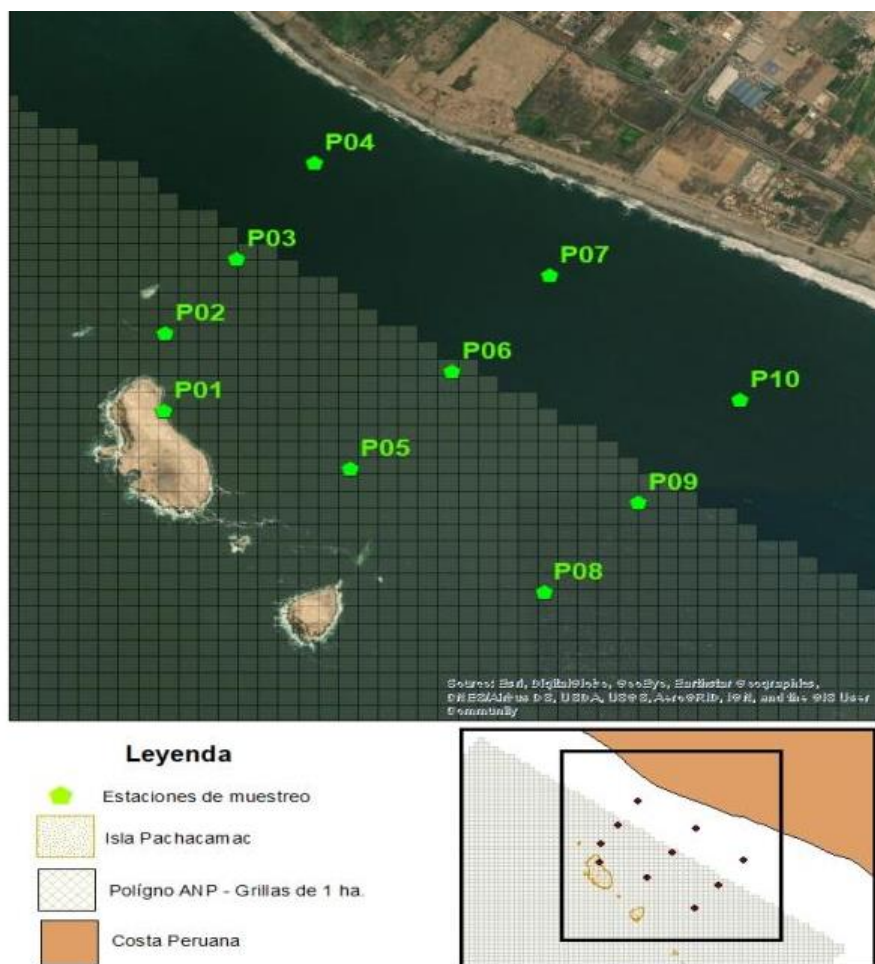


Tabla 4 Coordenadas de estaciones de muestreo de hidrocarburos en isla Pachacamac.

Coordenadas UTM de puntos de muestreo: Isla Pachacamac			
N°	Nombre del punto de muestreo	Longitud	Latitud
1	P01	293098.409	8639574.008

2	P02	295473.565	8639017.838
---	-----	------------	-------------

Figura 5 Estaciones de muestreo de hidrocarburos - Isla Asia. Fuente: Elaboración propia.

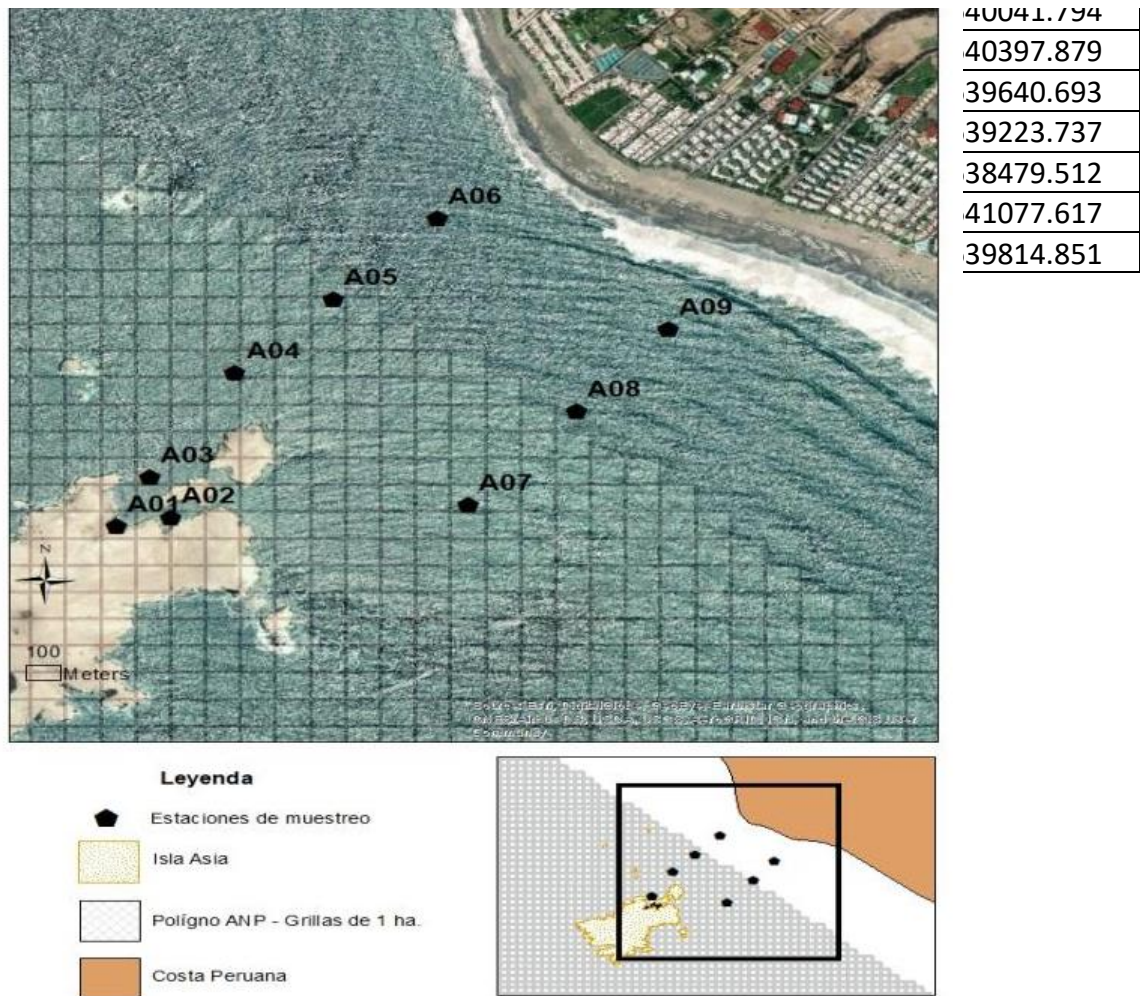


Tabla 5 Coordenadas de estaciones de muestreo de hidrocarburos isla Asia.

Coordenadas UTM de puntos de muestreo: Isla Asia			
N°	Nombre del punto de muestreo	Longitud	Latitud
1	A01	324111.103	8585569.740
2	A02	324264.619	8585602.290
3	A03	324206.199	8585751.970
4	A04	324449.856	8586139.790
5	A05	324731.046	8586414.000
6	A06	325027.570	8586715.940



7	A07	325115.586	8585650.380
8	A08	325423.436	8585999.760
9	A09	325685.060	8586305.420

## 2.2. Colecta de muestras

La colecta de muestras de sedimento marino para la evaluación de hidrocarburos alifáticos y parámetros de granulometría y materia orgánica, se realizó tomando como referencia el “Protocolo de muestreo, agua, sedimentos y organismos acuáticos de IMARPE” (IMARPE, 2013) y al documento “Requisitos mínimos para ensayos de muestras ambientales” (ALAB, 2018), de la siguiente manera:

Se realizó una visita a cada Área Natural Protegida y con un dispositivo GPS y material impreso de coordenadas de las estaciones de muestreo. En cada estación de muestreo, se extrajo sedimento marino superficial con una draga tipo Van Veen. Luego de extraer el sedimento con la draga, se utilizó una espátula de metal y se colocó 300 gramos de sedimento marino para la evaluación de hidrocarburos, en doble papel aluminio y se envolvió la muestra hasta cubrirla totalmente, posteriormente, la muestra envuelta en papel aluminio fue transferida a una bolsa ziploc hermética y rotulada. De la misma manera, se colocó 200 gramos de sedimento marino para el análisis de contenido de

materia orgánica. Para el análisis granulométrico, las muestras se colocaron directamente en bolsas ziploc herméticas y rotuladas. Las muestras para análisis de hidrocarburos fueron refrigeradas para evitar alteraciones en sus propiedades físico químicas hasta su traslado al laboratorio

### *2.3. Análisis de muestras:*

La evaluación de hidrocarburos alifáticos se realizó en el laboratorio del Instituto del Mar Peruano (IMARPE, 2019), utilizando el protocolo “Hidrocarburos totales en sedimento marino - IMARPE” (IMARPE, 2013) y el Manual N° 11 “Determinación de los hidrocarburos de petróleo en los sedimentos” de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI, 1982, p.14). El análisis de hidrocarburos alifáticos estuvo basado en el método de fluorescencia de rayos ultravioleta, con un límite de detección específico de 0.0001 µg/g.

Para la determinación del peso en seco, en el horno secador se colocó durante dos horas un frasco limpio y seco sin el tapón esmerilado utilizando pinzas. El tapón esmerilado también se colocó en el horno secador pero separado del frasco. Posteriormente se pesó el frasco y el tapón esmerilado en una balanza analítica, luego se colocó entre 50 y 80 gramos de sedimento húmedo en el frasco y se tapó con el tapón esmerilado. Se pesa el frasco con el tapón y la muestra, lo que nos permite determinar el peso húmedo de la muestra.

Se colocó el frasco con la muestra en el horno secador y el tapón también se colocó al horno separado del frasco. Luego de 24 horas, se retira el frasco y se coloca el tapón esmerilado, y se colocaron en un desecador para que enfríen. Se pesó el frasco tapado

y se repitió el proceso hasta que la diferencia entre pesadas sucesivas fue menor al 5% del peso total de la muestra. De esta manera se obtuvo el peso seco.

Para la mineralización de la matriz de sedimento, se utilizó entre 80 y 100 gramos de muestra de sedimento húmedo que se colocó en un matraz, se agregó 100 ml de metanol bidestilado y 3 gramos de KOH y cuerpos sólidos de ebullición. Se realizó una mezcla de 0.5 mg/ml de bifenilo antraceno y pireno denterados, respectivamente disueltos en hexano. Se hizo refluir la mezcla durante hora y media.

La extracción de los hidrocarburos alifáticos se realizó mediante el enfriamiento del extracto de metanol a temperatura ambiente y la extracción de 25 ml de pentano, posteriormente se separó la fase de metanol y de pentano. La fase de pentano se pasó a un matraz de evaporación y con un rotavapor, se redujo el volumen a 0.5 ml. Se trasvasó el volumen reducido a un vial de vidrio utilizando pentano, luego se concentró el extracto hasta obtener 0.2 ml utilizando gas nitrógeno.

La separación de alcanos y compuestos alifáticos, se realizó utilizando columnas de alúmina. Posteriormente se realizó la cromatografía de gases con detector de ionización de llamas (FID) para la obtención de hidrocarburos alifáticos totales (resueltos y no resueltos), referido a muestra seca en  $\mu\text{g/g}$ .

Con los resultados de laboratorio, en el software ArcGIS se distribuyó espacialmente la presencia de hidrocarburos con el método de interpolación IDW.

El análisis granulométrico y contenido de materia orgánica se realizó en el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. La granulometría se evaluó en base a la Norma Técnica Peruana 339.128:1999, revisada el 2014 (NTP 339.128, 2014) y la materia orgánica se evaluó en base a la Norma Oficial Mexicana 021 - RECNAT-2000 (NOM 021, 2002).

#### 2.4. Cálculo de índices de procedencia de los hidrocarburos:

El cálculo del CPI, se basó en la siguiente fórmula propuesta por Nevenzel (1989):

$$CPI_{x-y} = \frac{\sum \%HC \text{ Impares}}{\sum \%HC \text{ Pares}} \cdot \frac{D}{N}$$

Donde D = número de homólogos pares entre la cadena de longitud x e y, y N = número de homólogos impares en este intervalo. Normalmente muestra valores mayores a la unidad para hidrocarburos de origen biogénico, mientras que los valores menores a la unidad indican hidrocarburos de origen petrogénico (Peters et al. 2005).

El índice BMP / AMP (Relación de hidrocarburos de bajo peso molecular a los de alto peso molecular) se define como:

$$\frac{BMP}{AMP} = \frac{\sum \text{Hidrocarburos menores e iguales a C20}}{\sum \text{Hidrocarburos mayores a C20}}$$

Los valores mayores a la unidad indican la presencia de algas, plancton y petróleo crudo; y los valores menores a la unidad indican presencia de bacterias sedimentarias, animales marinos y plantas superiores (Gonzales et.al. 2013).

La identificación del hidrocarburo mayor o con mayor concentración de Cn alcano nos indica la predominancia de los carbonos. Snedaker *et al.* (1995) precisa que las cadenas de carbonos impares resaltan en muestras de material biológico, mientras que las cadenas de carbonos pares resaltan en muestras de material petrogénico.

La relación entre pristano y fitano se calcula dividiendo la concentración de pristano entre la concentración de fitano; los valores cercanos a la unidad indica que son derivados del petróleo y los valores que van entre 1.4 y 6.7 indica que son de origen biogénico (Peters et al. 2005).

### 3. Evaluación de residuos sólidos.

Como parte de la optimización de la metodología Efectos por Actividades, se realizó evaluación de residuos sólidos mediante la colecta de muestras en campo, análisis e interpolación de datos.

#### *3.1. Estaciones de muestreo*

La evaluación de residuos sólidos se realizó en la zona marina e insular de las Áreas Naturales Protegidas IPA. Debido a la gran extensión de las Áreas Naturales Protegidas IPA, la evaluación de residuos sólidos se realizó tomando como referencia la zona elegida por el proyecto IPA para realizar actividades de limpieza de residuos sólidos. Estas zonas fueron seleccionadas priorizando los sectores Noreste y Sudeste por ser más abrigados para la faena de buceo en el ámbito intermaereal y submareal, además de permitir el dislocamiento en orilla. Las zonas presentan baja hidrodinámica y tienden a ser áreas de fondeo a las cuales se puede acceder a través del muelle. Así mismo son zonas donde hay instalaciones de personal que pernocta en las islas y donde se desarrollan actividades antrópicas de pesca y turismo, por lo tanto, presentan acumulación de material como residuos sólidos producidos en el lugar o transportados del exterior de las Áreas Naturales Protegidas a través de las corrientes marinas. También se tomó en cuenta las características propias de los ecosistemas, la accesibilidad a la zona, la batimetría en la zona marina y los recursos logísticos disponibles.

En el caso de la Isla Asia, se establecieron 05 zonas de muestreo en la zona insular y 04 zonas de muestro en la zona marina. No se pudo evaluar la estación insular número 6 (INS6) debido a que había aposentamiento de aves que no se deben perturbar, por lo

tanto, este punto no está considerado en los resultados ni en la interpolación. En el caso de la Isla Pachacamac, se establecieron 04 estaciones en la zona insular y 04 estaciones en la zona marina; se evaluaron todas las estaciones.

Las estaciones de muestreo se establecieron de forma aleatoria en el borde de la zona insular de IPA, considerando los lugares que presentan infraestructura antrópica. En el caso de la zona marina, las estaciones de muestreo se establecieron de forma aleatoria cerca de las estaciones de muestreo de la zona insular, considerando lugares donde se desarrollan actividades de pesca y turismo. (Ver figura 6 y 7), (Ver tabla 6 y 7)).

*Tabla 6 Coordenadas de estaciones de muestreo de RRSS en isla Asia.*

N°	Nombre del punto de muestreo	Longitud	Latitud
1	MA1	324112.378	8585882.162
2	MA2	324141.215	8585670.124
3	MA3	324312.541	8585871.136
4	MA4	324309.149	8585647.224
5	INS 1	324104.744	8585753.243
6	INS 2	324094.281	8585672.269
7	INS 3	324080.426	8585568.984
8	INS 4	324199.118	8585575.923
9	INS 5	324322.719	8585587.853
10	INS 6	324,277.099	8,585,707.389

Figura 6 Estaciones de muestreo de RRSS - Isla Asia. Fuente: Elaboración propia basada en propuesta del Proyecto IPA.

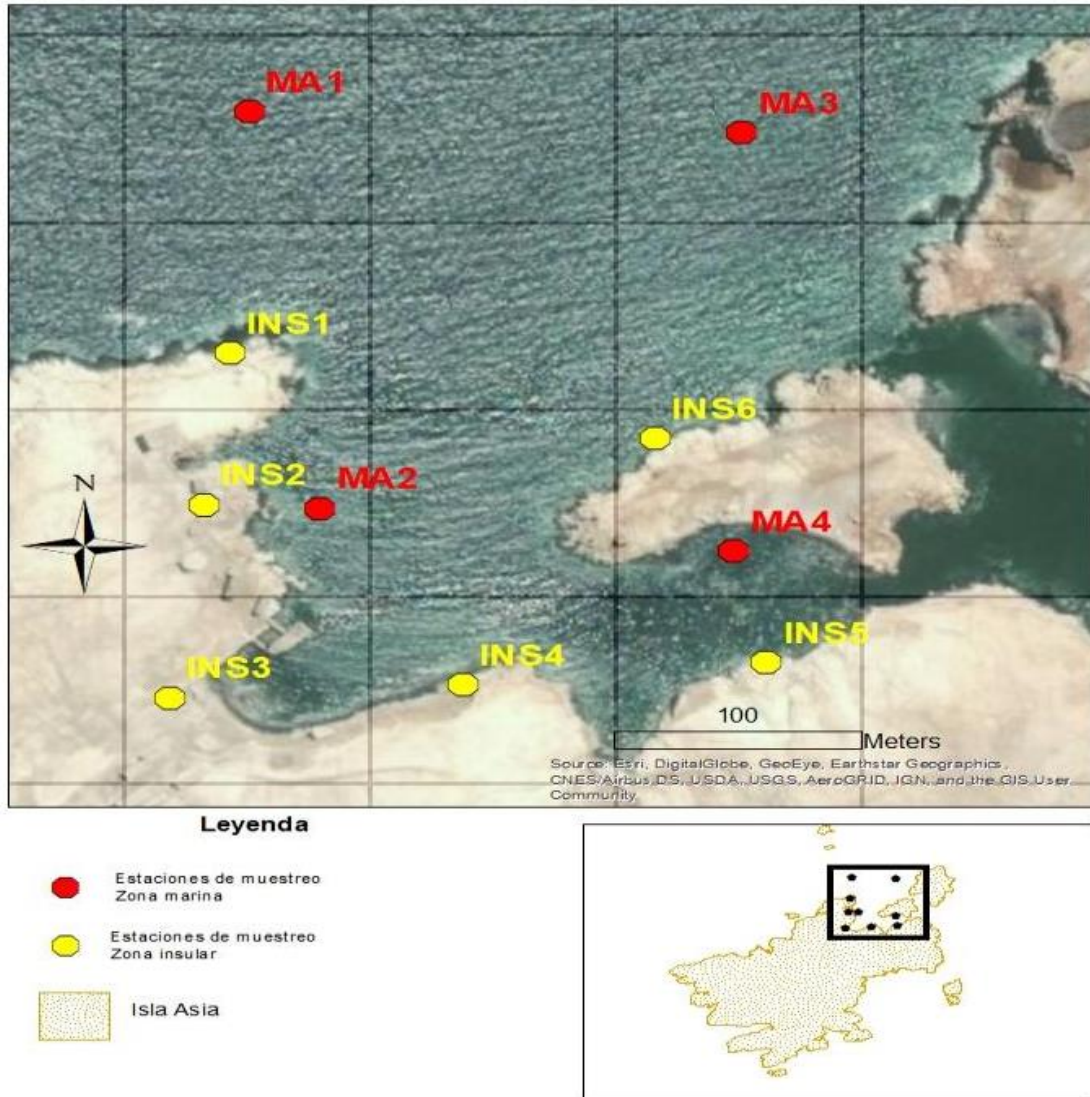


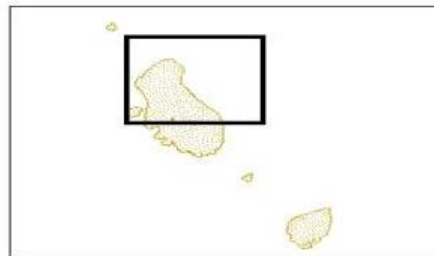
Tabla 7 Coordenadas de estaciones de muestreo de RRSS en isla Pachacamac.

Coordenadas UTM de puntos de muestreo en metros: Isla Pachacamac			
N°	Nombre del punto de muestreo	Longitud	Latitud
1	MA1	293125.34	8639735.62
2	MA2	293216.37	8639461.49
3	MA3	293306.82	8639729.59
4	MA4	293305.52	8639456.31
5	INS 1	293038.24	8639743.36
6	INS 2	293059.53	8639627.23
7	INS 3	293088.45	8639544.18
8	INS 4	293132.38	8639452.44

Figura 7 Estaciones de muestreo de RRSS - Isla Pachacamac. Fuente: Elaboración propia basada en propuesta del Proyecto IPA.



- Leyenda**
- Estaciones de muestreo Zona marina
  - Estaciones de muestreo Zona insular
  - Isla Pachacamac





### 3.2. Colecta y análisis de muestras

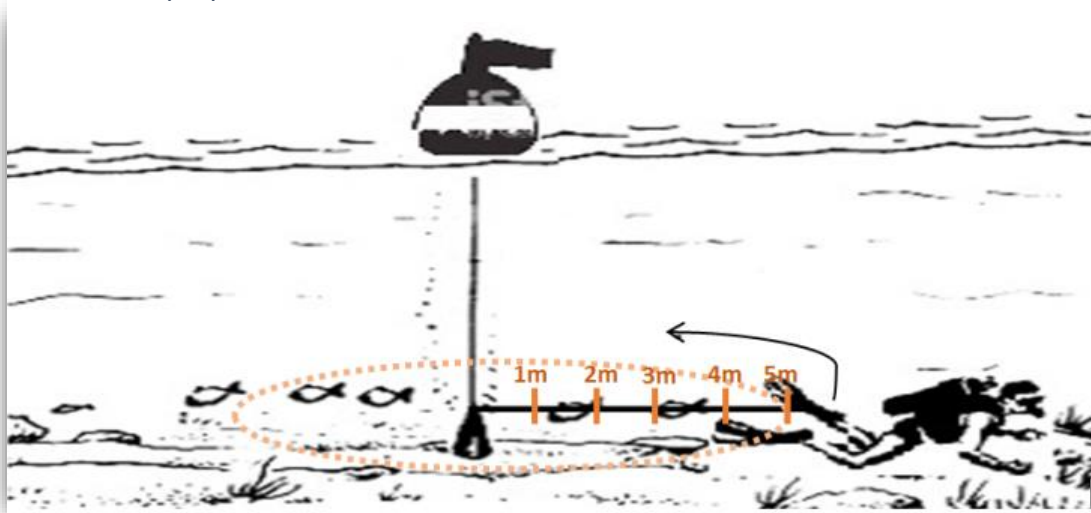
#### a. Zona Marina

Se realizó una adaptación al método "Circular Quadrats", establecido en "El catálogo submarino, una guía de métodos en la investigación subacuática" (Coyer, 1990) y se siguieron los siguientes pasos:

- i. Se realizó una visita a las Áreas Naturales Protegidas IPA. Con un dispositivo GPS y material impreso de coordenadas, se ubicaron los puntos de evaluación de residuos sólidos.
- ii. En cada punto de evaluación, el buzo científico ingresó al mar, posteriormente se alejó 5 metros del punto de evaluación, en tres direcciones diferentes, y en cada dirección realizó lo siguientes pasos:
- iii. El buzo científico ató a la soga de nylon, una soga de cinco metros que estuvo marcada por cada metro.
- iv. El buzo científico tomó el primer metro de la soga como radio y realizó un barrido circular alrededor del lastre. Se realizó el mismo procedimiento considerando 2 metros, 3 metros, 4 metros y 5 metros de radio. (Ver figura 8). Teniendo en cuenta que se realizaron tres barridos en distintas zonas alrededor de cada punto de evaluación, el área aproximada de muestreo fue de 236 m<sup>2</sup>
- v. En cada barrido circular, el buzo identificó visualmente los residuos sólidos y los colectó en capachos de nylon. En la medida que fue posible, se tomó fotos con la cámara GoPro. La evaluación se realizó a un nivel máximo de profundidad de 15 metros y el de menor profundidad fue determinado por el acceso al punto de muestreo limitado por el oleaje.

- vi. Posteriormente los residuos fueron puestos a bolsas de rafia previamente rotuladas por cada área evaluada.
- i. Las bolsas de rafia fueron pesadas con los residuos colectados por hectárea y se identificaron los tipos de residuos, estimando el porcentaje de cada uno en forma visual.
- ii. Se realizaron cálculos para obtener la cantidad de basura en Kg/ m<sup>2</sup> de cada área evaluada.

*Figura 8 Barrido circular por cada metro para evaluación de RRSS. Fuente: Elaboración propia.*



*b. Zona insular*

- I. Se realizó una visita a las Áreas Naturales Protegidas IPA. Con un GPS y material impreso de coordenadas, se ubicaron los puntos de evaluación de residuos sólidos.
- II. Los colaboradores bajaron de la lancha a la orilla de la isla y con un GPS ubicaron los puntos de muestreo.

- III. Una vez ubicado en el punto de muestreo, se delimitó con una cinta métrica 10 m<sup>2</sup> paralelos a la línea de costa por 1 metro de profundidad hacia dentro de la isla para realizar la colecta de residuos sólidos.
- IV. En el área delimitada, se colectaron todos los residuos sólidos que se encontraron, los cuales se colocaron en bolsas de rafia previamente rotuladas. Para esta acción se contó con tapabocas y guantes.
- V. Las bolsas de rafia fueron pesadas con los residuos colectados por hectárea y se identificaron los tipos de residuos, estimando el porcentaje de cada uno en forma visual.
- VI. Se realizaron cálculos para obtener la cantidad de basura en Kg/ m<sup>2</sup> de cada área evaluada.

Con los resultados de la zona insular y marina, se realizó una interpolación aplicando el método Inverse Distance Weighting (IDW) en el software ArcGIS.

#### 4. Determinación del estado de conservación.

Como parte de la optimización de la metodología Efectos por Actividades, en la presente investigación, el estado de conservación se determina mediante el análisis del total de estaciones muestreadas y el total de estaciones que presentaron contaminación, aplicando la siguiente formula, basada en la fórmula propuesta por la metodología Efectos por Actividades:

$$EC = 100 - PA$$

$$PA = \frac{ni}{N} \times 100$$

Donde:

- EC: Estado de conservación en zona evaluada.
- PA: Porcentaje de afectación en la zona evaluada.
- Ni: Número de estaciones muestreadas que presentaron contaminación.
- N: Número total de estaciones muestreadas en el ANP.

Para el caso de hidrocarburos alifáticos, se definió el nivel de contaminación según los estándares propuestos por Saravia (2007). En el caso de residuos sólidos se consideró contaminada toda estación que presentó residuos de origen antrópico.

El porcentaje de conservación va de 0% a 100%, entendiendo que 0% es un bajo estado de conservación y 100% es un estado óptimo de conservación.

5. Propuesta de acciones de prevención, corrección y /o mitigación para los impactos ambientales negativos.

A partir de la implementación de la metodología de Efectos por Actividades en las Áreas Naturales Protegidas IPA, el SERNANP y la jefatura de cada ANP deben tomar acciones y realizar monitoreos que permitan mantener un estado de conservación óptimo. Por lo tanto, considerando los resultados obtenidos en la evaluación y distribución espacial de hidrocarburos y residuos sólidos, se propusieron acciones sencillas que puedan estar dentro del alcance operativo de la jefatura de cada Área Natural Protegida para que puedan ser implementadas.

### XIII. RESULTADOS

#### 1. Evaluación de Hidrocarburos alifáticos (C10 – C35):

En el anexo 6 se muestra el detalle de la evaluación de hidrocarburos alifáticos por cada carbono, en base a muestra seca expresados en  $\mu\text{g/g}$  con un límite de detección de  $0.0001 \mu\text{g/g}$ .

##### 1.1. Isla Pachacamac

a. *Hidrocarburos Alifáticos totales (C10- C35), nivel de contaminación e índices de procedencia.*

*Tabla 8 Hidrocarburos alifáticos totales y nivel de contaminación en isla Pachacamac, año 2018.*

N°	Estación	Profundidad (metros)	Alifáticos Totales ( $\mu\text{g/g}$ )	Nivel de contaminación según (Saravia, 2007).
1	P02	7 m	2.41	Sin contaminación
2	P04	10 m	4.25	Sin contaminación
3	P05	10 m	5.58	Sin contaminación
4	P06	12 m	3.16	Sin contaminación
5	P07	12 m	2.07	Sin contaminación
6	P08	12 m	7.56	Sin contaminación
7	P09	9 m	5.65	Sin contaminación
8	P10	11 m	4.42	Sin contaminación

Ninguna estación de muestreo sobrepasa el valor máximo de protección para la vida acuática de 500 µg/g propuesto por la normativa canadiense (CEQG, 2011).

*Tabla 9 Procedencia de los hidrocarburos alifáticos en Isla Pachacamac.*

N°	Estación	Índices de procedencia de hidrocarburos alifáticos			
		(*)CPI	Hidrocarburo mayor	(**)BMP / AMP	Pristano / Fitano
1	P02	0.40- Petrogénico	C20- Petrogénico	1/3-Biogénico+ petrogénico	No aplica
2	P04	0.15- Petrogénico	C20-Petrogénico	4/4-Biogénico+ petrogénico	0.55 Petrogénico
3	P05	0.20- Petrogénico	C20- Petrogénico	4/4-Biogénico+ petrogénico	0.56 Petrogénico
4	P06	0.04- Petrogénico	C20- Petrogénico	2/3-Biogénico	No aplica
5	P07	1.41- Biogénico	C23-Biogénico	No aplica	No aplica
6	P08	0.26- Petrogénico	C20- Petrogénico	4/4-Biogénico+ petrogénico	0.58 Petrogénico
7	P09	0.12- Petrogénico	C20- Petrogénico	4/3-Biogénico+ petrogénico	0.63 Petrogénico
8	P10	0.21- Petrogénico	C20- Petrogénico	3/3-Biogénico+ petrogénico	0.42 Petrogénico

(\*) CPI: Índice de Preferencia de Carbono.

(\*\*) BMP / AMP: Relación de hidrocarburos de bajo peso molecular a los de alto peso molecular.

El 88% de las estaciones evaluadas en Isla Pachacamac presentan hidrocarburos de origen antrópico.

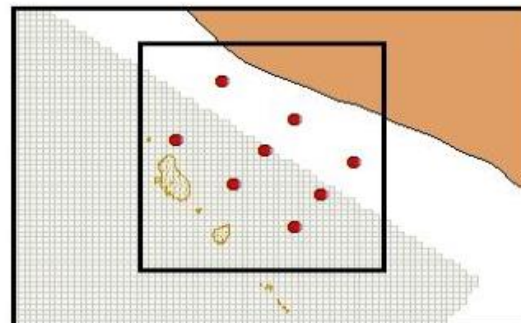
b. Interpolación IDW en  $\mu\text{g/g}$

Figura 9 Interpolación Isla Pachacamac. Fuente: Elaboración propia.



Leyenda

- |  |   |  |             |
|--|---|--|-------------|
|  | Estaciones de muestreo                            | Interpolación (Hidrocarburos alifáticos totales en $\mu\text{g/g}$ ) |             |
|  | Estaciones con hidrocarburos de origen antrópico. |  |             |
|  | Isla Pachacamac                                   |  | 2.07 - 3.00 |
|  | Polígono ANP                                      |  | 3.01 - 4.00 |
|  | Grillas de 1 ha.                                  |  | 4.01 - 5.00 |
|  | Costa Peruana                                     |  | 5.01 - 6.00 |
|  |   |  | 6.01 - 7.56 |



1.2. Isla Asia

a. *Hidrocarburos Alifáticos totales (C10- C35), nivel de contaminación e índices de procedencia.*

*Tabla 10 Hidrocarburos alifáticos totales y nivel de contaminación en isla Asia, año 2018.*

N°	Estación	Profundidad (metros)	Alifáticos Totales (µg/g)*	Nivel de contaminación según (Saravia 2007).
1	A-02	4 m	13.21	Contaminación leve a moderada
2	A-03	5 m	5.38	Sin contaminación
3	A-05	7 m	4.14	Sin contaminación
4	A-06	6 m	4.68	Sin contaminación
5	A-08	7 m	3.77	Sin contaminación
6	A-09	5 m	3.20	Sin contaminación

Ninguna estación de muestreo sobrepasa el valor máximo de protección para la vida acuática de 500 µg/g propuesto por la normativa canadiense (CEQG, 2011).

*Tabla 11 Procedencia de los hidrocarburos alifáticos en Isla Asia.*

N°	Estación	Índice de procedencia de hidrocarburos alifáticos			
		CPI	Hidrocarburo mayor	BMP / AMP	Pristano / Fitano



1	A-02	4.51	C21-Biogénico	2/9 - Biogénico	No aplica
2	A-03	0.17	C20-Petrogénico	5/4-Biogénico+ petrogénico	No aplica
3	A-05	0.17	C20-Petrogénico	5/4-Biogénico+ petrogénico	No aplica
4	A-06	0.15	C20-Petrogénico	5/4-Biogénico+ petrogénico	0.57-Petrogénico
5	A-08	0.06	C20-Petrogénico	4/3-Biogénico+ petrogénico	No aplica
6	A-09	0.06	C20-Petrogénico	2/3-Biogénico+ petrogénico	No aplica

El 84% de las estaciones evaluadas en Isla Asia presentan hidrocarburos de origen antrópico.

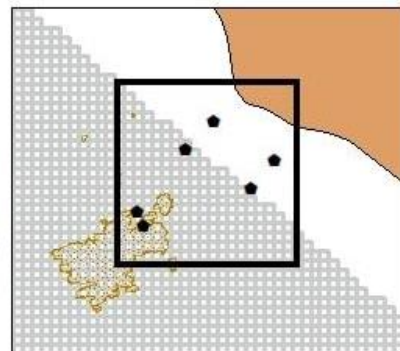
b. Interpolación IDW en  $\mu\text{g/g}$

Figura 10 Interpolación Isla Asia. Fuente: Elaboración propia.



Leyenda

- Estaciones de muestreo
  - Estaciones con contaminación moderada.
  - Estaciones con hidrocarburos de origen antrópico.
  - Isla Asia
  - Polígono ANP
  - Grillas de 1 ha.
  - Costa Peruana
- | Interpolación (Hidrocarburos alifáticos totales en $\mu\text{g/g}$ ) |               |
|--|---------------|
| 3.20 - 4.00  | 9.01 - 10.00  |
| 4.01 - 5.00  | 10.01 - 11.00 |
| 5.01 - 6.00  | 11.01 - 12.00 |
| 6.01 - 7.00  | 12.01 - 13.00 |
| 7.01 - 8.00  | 13.01 - 13.21 |
| 8.01 - 9.00  |               |



## 2. Evaluación de Residuos Sólidos

### 2.1. Isla Pachacamac

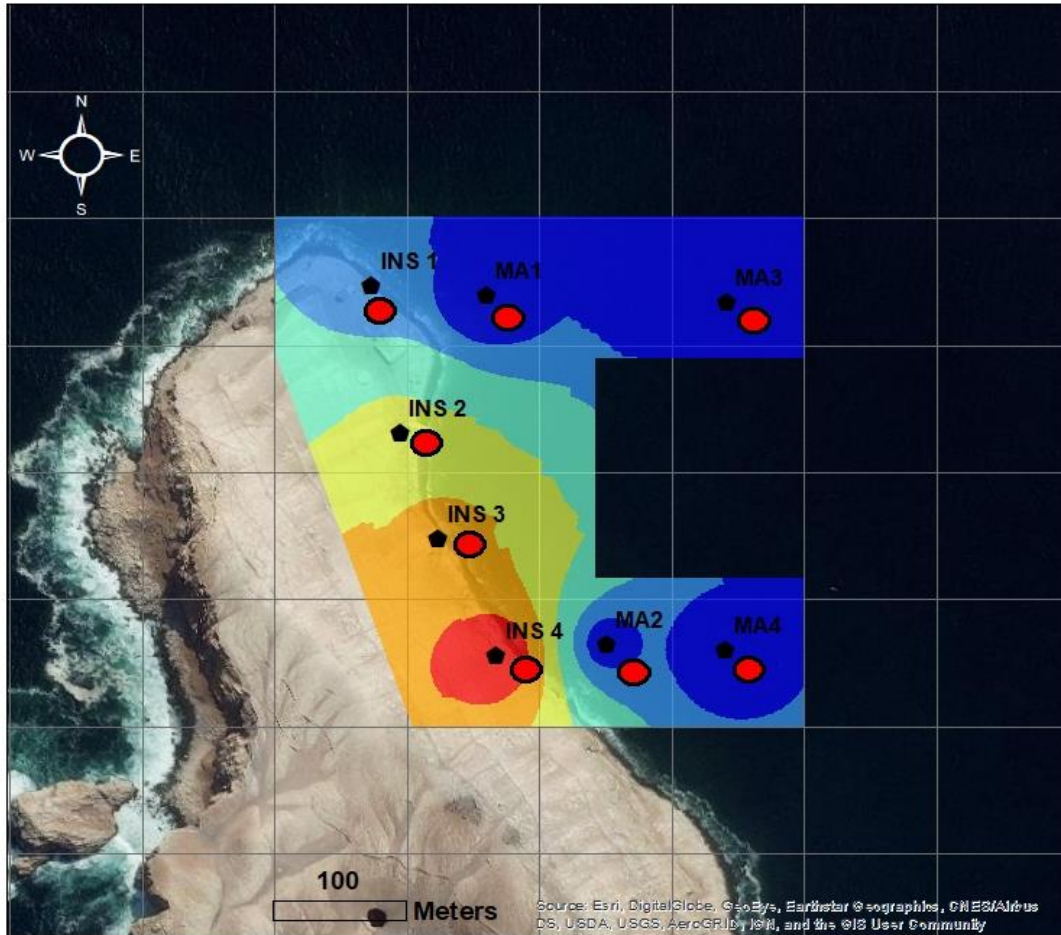
#### a. Cantidad y tipo de residuos colectados

Tabla 12 Cantidad y tipo de RRSS colectados en isla Pachacamac, año 2018.

Isla Pachacamac				
Zona de muestreo	Área muestreada	RRSS Kg / Área muestreada	RRSS Kg / m <sup>2</sup>	Tipos y porcentaje de residuos encontrados (estimación visual)
Marina 1	236 m <sup>2</sup>	0.708	0.0030	Esponjas (20%), mallas de pesca (15%), mangueras (10%), latas(30%), restos de rafia (10%), materiales de construcción (15%).
Marina 2	236 m <sup>2</sup>	6.136	0.0260	Mallas de pesca (15%), latas (5%) mangueras (5%) sogas (15%), llantas (5%), envases de plástico (10%), envases de vidrio (5%), materiales de construcción (40%).
Marina 3	236 m <sup>2</sup>	0.236	0.0010	Mallas de pesca (45%), envases de plástico (50%), esponjas (5%).
Marina 4	236 m <sup>2</sup>	1.416	0.0060	Envases de plástico(50%), envases de vidrio (10%), materiales de construcción (30%) mallas de pesca (5%), latas (5%).
Insular 1	10 m <sup>2</sup>	0.7	0.0700	Envases de plástico (40%), materiales de construcción (30%), sogas (10%), bolsas de rafia (20%).
Insular 2	10 m <sup>2</sup>	2.2	0.2200	Mallas de pesca (15%), envases de plástico (30%) , materiales de construcción (50%).
Insular 3	10 m <sup>2</sup>	3.4	0.3400	Envases de plástico (40%), restos orgánicos (5%), latas (10%), envases de vidrio (5%), bolsas de rafia (10%), materiales de construcción (30%) .
Insular 4	10 m <sup>2</sup>	4.8	0.4800	Materiales de construcción (60%), envases de plástico (25%), envases de vidrio (10%), latas (5%).

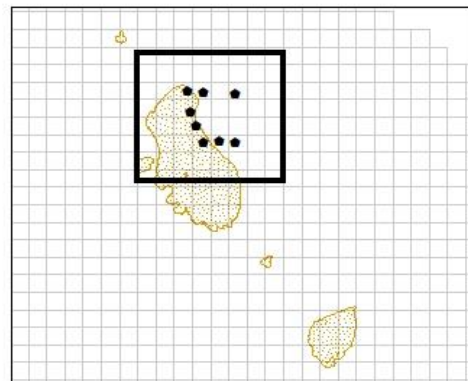
b. Interpolación IDW en Kg / m<sup>2</sup>

Figura 11 Interpolación Isla Pachacamac.. Fuente: Elaboración propia.



**Leyenda**

- |                                      |                                       |   |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|
|                                      | Estaciones de muestreo                | Interpolación IDW<br>(Cantidad de RRSS en Kg / m <sup>2</sup> ) |
| INS: Zona insular<br>MA: Zona marina |                                       |   |
|                                      | Estaciones con contaminación de RRSS. | 0.001 – 0.05  |
|                                      | Isla Pachacamac                       | 0.05 – 0.1  |
|                                      | Polígono ANP<br>Grillas de 1 ha.      | 0.1 – 0.2   |
|                                      |                                       | 0.2 – 0.3   |
|                                      |                                       | 0.3 – 0.4   |
|                                      |                                       | 0.4 – 0.48  |



2.2. Isla Asia

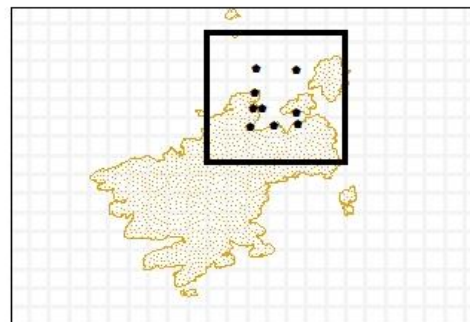
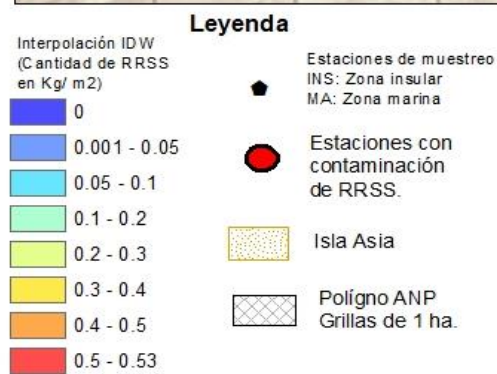
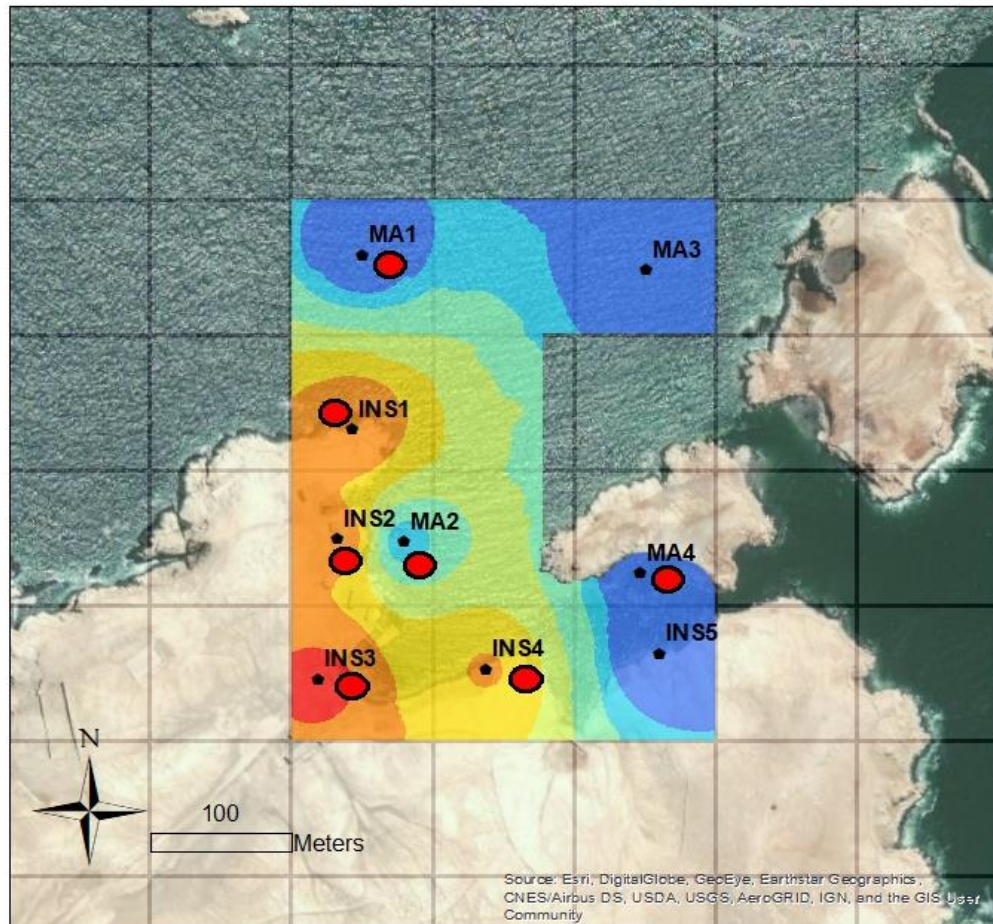
a. Cantidad y tipo de residuos colectados

Tabla 13 Cantidad y tipo de RRSS colectados en isla Asia, año 2018.

Isla Asia				
Zona de muestreo	Área muestreada	RRSS Kg / Área muestreada	RRSS Kg / m <sup>2</sup>	Tipos y porcentaje de residuos encontrados
Marina 1	236 m <sup>2</sup>	1.062	0.0045	Mangueras (30%), envases de plástico (40%), llantas (10%), mallas de pesca (10%), esponjas (10%).
Marina 2	236 m <sup>2</sup>	9.44	0.04	Pilas (1%), envases de plástico (30%), envases de vidrio (10%), llantas (30%), latas (5%) , fierros (20%), sogas (2%), mallas de pesca (2%).
Marina 3	236 m <sup>2</sup>	0	0	-
Marina 4	236 m <sup>2</sup>	3.54	0.015	Envases de plástico (70%), latas (10%), mallas de pesca (20%).
Insular 1	10 m <sup>2</sup>	5	0.5	Envases de plástico (40%), fierros (10%), bolsas de rafia (10%), restos orgánicos (15%) esponjas (5%) mallas de pesca (5%), sogas (5%), papeles (10%).
Insular 2	10 m <sup>2</sup>	4.8	0.48	Papeles (5%), envases de plástico (60%), restos de ropa (10%), envases de vidrio (5%), restos orgánicos (10%) esponjas (2%) mallas de pesca (5%), sogas (3%).
Insular 3	10 m <sup>2</sup>	5.3	0.53	Restos de ropa (20%), papeles (15%), envases de vidrio (15%), mallas de pesca (10%), pilas (5%), sogas (5%), envases de plástico (30%).
Insular 4	10 m <sup>2</sup>	4.1	0.41	Envases de vidrio (10%), bolsas de rafia (10%) mallas de pesca (10%), sogas (10%), latas (10%), envases de plástico (50%).
Insular 5	10 m <sup>2</sup>	0	0	-

b. Interpolación IDW en Kg / m<sup>2</sup>

Figura 12 Interpolación Isla Asia. Fuente: Elaboración propia.



3. Estado de conservación relacionado a la contaminación por hidrocarburos alifáticos y residuos sólidos.

3.1. *Isla Pachacamac*

a. *Estado de conservación relacionado a la contaminación por hidrocarburos alifáticos:*

- N° de estaciones evaluadas: 8.
- N° de estaciones afectadas: 0.
- Porcentaje de afectación en la zona evaluada: 0%.
- Porcentaje de conservación en la zona evaluada: 100%.

b. *Estado de conservación relacionado a la contaminación por residuos sólidos:*

- N° de estaciones evaluadas: 8.
- N° de estaciones afectadas: 8.
- Porcentaje de afectación en la zona evaluada: 100%.
- Porcentaje de conservación en la zona evaluada: 0%.

c. *Estado de conservación relacionado a la contaminación por hidrocarburos más residuos sólidos:*

- N° de estaciones evaluadas: 16.
- N° de estaciones afectadas: 8.
- Porcentaje de afectación en la zona evaluada: 50%.
- Porcentaje de conservación en la zona evaluada: 50%.

### 3.2. Isla Asia

#### a. Estado de conservación relacionado a la contaminación por hidrocarburos

*alifáticos:*

- N° de estaciones evaluadas: 6.
- N° de estaciones afectadas: 1.
- Porcentaje de afectación en la zona evaluada: 17%.
- Porcentaje de conservación en la zona evaluada: 83%.

#### b. Estado de conservación relacionado a la contaminación por residuos

*sólidos:*

- N° de estaciones evaluadas: 9.
- N° de estaciones afectadas: 7.
- Porcentaje de afectación en la zona evaluada: 22%.
- Porcentaje de conservación en la zona evaluada: 78%.

#### c. Estado de conservación relacionado a la contaminación por hidrocarburos

*más residuos sólidos:*

- N° de estaciones evaluadas: 15.
- N° de estaciones afectadas: 8.
- Porcentaje de afectación en la zona evaluada: 47%.
- Porcentaje de conservación en la zona evaluada: 53%.

### 4. Propuesta de acciones de prevención, corrección y / o mitigación para los impactos ambientales negativos

Tomando en cuenta que las actividades antrópicas en la zona evaluada de las Áreas Naturales Protegidas Isla Pachacamac e Isla Asia están generando un nivel de afectación del 50% y 53% respectivamente (relacionado a la contaminación ambiental por residuos



sólidos e hidrocarburos), se proponen las siguientes acciones de control en la fuente generadora del contaminante:

- Debido a la presencia de residuos sólidos, controlar del ingreso de comida, bebidas o envases que puedan generar residuos sólidos. El control debe aplicar a personas que hacen turismo, pescadores, trabajadores de extracción de guano y cualquier otra persona que ingrese al ANP.
- Agregar un depósito de basura visible dentro de todas las embarcaciones para evitar que los residuos sean arrojados al ecosistema.
- Para evitar el incremento de hidrocarburos antrópicos en el sedimento marino de las ANP IPA, se sugiere que se controle el uso de combustible por parte de los pescadores y por parte de las embarcaciones de turismo. Evitar que se ingrese con galones llenos de combustible dentro de las embarcaciones.
- Verificar periódicamente que las embarcaciones de pesca y de turismo no tengan fuga de combustible.
- Realizar y mantener campañas de limpieza y recolección de los residuos sólidos en la zona marina e insular de los sectores IPA.
- Sensibilización ambiental a las personas que ingresan al sector IPA (turistas, pescadores, colaboradores, etc.)

#### **XIV. DISCUSIÓN**

1. Estado de conservación y optimización de la metodología Efectos por Actividades.

Las Áreas Naturales Protegidas Isla Pachacamac e Isla Asia presentan un estado de conservación del 50% y 53% respectivamente; que es menor al estado de conservación de ecorregiones marinas presentes en Áreas Naturales de la RNIIPG. Por ejemplo, la ecorregión Humboldtiana presenta un estado de conservación del 94.7% y la ecorregión de Perú Central presenta un estado de conservación del 89.5%. El ecosistema terrestre de la ecorregión del Lago Titicaca presenta un porcentaje de conservación del 90.6% y la ecorregión de los manglares de Tumbes un 65.2% (SERNANP, 2020). Sin embargo, la comparación de los estados de conservación entre Áreas Naturales Protegidas es subjetiva, debido a que no se tiene una forma estandarizada de identificar y reportar la afectación de los ecosistemas a partir de la aplicación de la metodología Efectos por Actividades.

En las serranías Chiquitanas, ubicadas en Santa Cruz, Bolivia; se evaluó el estado de conservación mediante la aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Keith y Rodriguez, 2013) y determinó que, en sus ecosistemas terrestres y acuáticos, el 30% de los ecosistemas son de carácter crítico y el 55% se encuentran en un nivel urgente de prioridad de conservación (Maillard, 2018). Estos valores se asemejan al porcentaje de afectación de las Islas Pachacamac e Isla Asia de 50% y 47% respectivamente. Se han desarrollado diferentes enfoques y métodos para evaluar el estado de salud de los ecosistemas, sin embargo, a escala global no hay un método específico y estandarizado para ello (Maillard, 2018).

La metodología Efectos por Actividades propone determinar el Estado de conservación en función de las grillas evaluadas y grillas afectadas. En la presente investigación, el muestro en campo se realizó en zonas puntuales, por lo que no se podría afirmar que las estaciones afectadas por contaminación cubren el total de una grilla (1 hectárea). Por este motivo, se optimizó la aplicación de la metodología Efectos por Actividades, determinando el Estado de conservación en función de las estaciones muestreadas y las estaciones afectadas. Para poder determinar las grillas que probablemente estén afectadas, se aplicó la interpolación como parte de la optimización de la metodología Efectos por Actividades. Cabe mencionar que la interpolación no confirma que una zona o grilla este afectada, pero sí permite identificar visualmente la distribución espacial del contaminante y las zonas probablemente afectadas que pueden volver a ser muestreadas en un futuro.

Al aplicar la metodología de Efectos por Actividades para determinar la contaminación por hidrocarburos y residuos sólidos, hubo una gran limitante para el reconocimiento de la distribución espacial de los contaminantes en la zona marina, debido a que la metodología propone un análisis a escala gruesa que está basado en la identificación de grillas afectadas a través de patrullajes, recorridos, sobrevuelos, evaluaciones hechas a través de imágenes satelitales, aerofotografías, reportes, publicaciones o registros de investigadores (SERNANP, 2014, p.26 - 49). Para el caso de la evaluación de hidrocarburos fue imposible identificarlos de forma visual o a través de imágenes. En el caso de residuos sólidos, si fue posible determinar su presencia en la zona insular de forma visual, sin embargo, en la zona marina, los residuos encontrados estaban bajo la superficie marina y era imposible identificarlos visualmente desde la superficie.

## 2. Evaluación de Hidrocarburos alifáticos

La cantidad de hidrocarburos alifáticos totales en las estaciones muestreadas de la Isla Pachacamac son considerados sin contaminación, de acuerdo a los estándares propuestos por Saravia (2007); sin embargo, la predominancia general de carbonos pares como C20, C22 y C24 indican presencia de materiales petrogénicos.

La relación pristano / fitano y la evaluación de CPI nos indica que en las estaciones P02, P04, P05, P06, P08, P09 y P10 el origen de los hidrocarburos es por el petróleo y sus derivados; la relación BMP / AMP, indica que, en las estaciones mencionadas, el origen es biogénico y petrogénico lo cual sugiere que es muy probable que en estas estaciones haya presencia de algas, plancton, petróleo crudo y bacterias sedimentarias (Gonzales et.al. 2013). Las estaciones P08, P09, P05 y P06 están dentro del área donde se desarrollan actividades de pesca mediante redes y buceo (Ver anexo 5). Muy cerca a estas estaciones de muestreo, se desarrolla la pesca tipo pinta y se realizan actividades turísticas como paddle Kayak, paseos en yate y motos. En el caso de la estación P07, se infiere que el origen del hidrocarburo es biogénico (Peters et al. 2005), lo cual es reforzado debido a que esta estación se encuentra fuera del área donde se desarrollan actividades de pesca y turismo y podría ser indicativo que la costa peruana aledaña al polígono no es fuente significativa de contaminación por hidrocarburos.

De acuerdo a la distribución de concentración de hidrocarburos alifáticos en Isla Pachacamac mostrada en la interpolación, se observa que la mayor concentración de hidrocarburos se encuentra en la zona sureste de la Isla y hay una tendencia de

disminución hacia la zona noreste, dando referencia que hay mayor concentración de hidrocarburos en zonas donde se desarrollan actividades antrópicas y menor concentración en zonas donde no hay actividades antrópicas; sin embargo, la presencia de hidrocarburos de origen petrogénico en las estaciones P04 y P10 que se encuentran alejadas de las zonas donde se desarrollan las actividades antrópicas, puede darse por el traslado que realizan las embarcaciones de pesca y turismo desde la costa peruana hacia la isla. Cabe mencionar que la distribución del contaminante podría estar influenciada por el movimiento de las corrientes marinas (Ver anexo 3). En la zona de mayor concentración (Estación P08), predominan las especies de conservación pintadilla y caracol.

En un estudio de hidrocarburos realizado en la laguna Sontecomapan México, un manglar altamente productivo donde se desarrollan actividades de pesca, turismo, ganadería y agricultura y que ha sido afectado por una tala inmoderada; se encontraron hidrocarburos alifáticos en sedimentos marinos que presentaron una concentración desde 1.33  $\mu\text{g/g}$  hasta 31.99  $\mu\text{g/g}$ , El origen de estos hidrocarburos fue biogénico y pirolítico, este último debido al alto tráfico de embarcaciones que emplean derivados del petróleo y por la quema de vegetación (Calva et. al. 2005).

En el caso de la Isla Asia, se observa un resultado similar al de la Isla Pachacamac. También hubo predominancia general de carbonos pares C18, C20, C24, los cuales indican la presencia de material petrogénico.

Echaniz (1988) realizó un estudio en sedimentos marinos de México, determinando un CPI promedio de 0.91 en Isla Sacrificios, 0.99 en Isla Verde y 0.81 en la Isla de Enmedio

en el Puerto de Veracruz; así mismo, determinó una presencia relevante de cadenas de carbonos pares (C16, C18 y C20), lo que sugiere un aporte de petróleo crudo.

En las estaciones de muestreo A-03, A-05, A-06, A-08, A-09 la evaluación de CPI y la relación pristano / fitano, indican que el origen de los hidrocarburos es petrogénico y la relación BMP / AMP, indica que el origen es biogénico y petrogénico. El origen biogénico de hidrocarburos en estas zonas, puede darse por la presencia de plantas superiores, plancton, algas marinas y bacterias sedimentarias. Las estaciones en mención no presentan contaminación por hidrocarburos según Saravia (2007), sin embargo, en la baja cantidad de hidrocarburos se observa predominancia de origen antrópico que podría ser a causa de las actividades de pesca y turismo. Las estaciones A-05, A-06, A08 y A-09 se encuentran alejadas las zonas donde se desarrollan las actividades de pesca y turismo (ver anexo 5), su ubicación es más cerca de la zona costera, por lo tanto, la costa peruana aledaña al polígono de la isla Asia podría ser fuente de hidrocarburos petrogénicos emitidos al mar. Las estaciones A-02 y A-03 se encuentra dentro de la zona donde se desarrollan actividades antrópicas de pesca tipo pinta y redes, y se desarrollan actividades de turismo como Kayac, moto acuática, nado y ski acuático (Ver anexo 5).

En el caso de la estación A-02, los índices indican que el origen de los hidrocarburos es biogénico. En esta estación, se encontró los carbonos C25, C27 indicativos de hidrocarburos por plantas vasculares y / o marinas. Sin embargo, en esta estación se encontró el carbono C16, que es un n-alcano característico del petróleo crudo y muy poco común en los biolípidos (Thompson y Eglinton, 1978). Por lo tanto, se infiere que en esta estación los hidrocarburos combinan ambos orígenes: biogénico y petrogénico; con clara predominancia de los hidrocarburos biogénicos. La predominancia del origen

biogénico de los hidrocarburos en la estación A-02, puede ser debido a que se encuentra muy cerca de la zona insular de la isla, lo cual puede incrementar las fuentes de hidrocarburos biogénicos. Cabe mencionar que la estación A-02, se encuentra en una zona donde hay presencia de especies de conservación como concha de abanico y pulpo.

De acuerdo a la distribución espacial de los hidrocarburos mostrado en la interpolación, se ve una tendencia de disminución hacia la costa peruana. La mayor concentración de hidrocarburos está en una zona muy cercana al terreno insular de la isla, en esta zona se desarrollan actividades de pesca y turismo mencionadas anteriormente; así mismo, en esta zona hay fuente de hidrocarburos biogénicos debido a la diversidad de ecosistemas (marino y terrestre). La disminución de la concentración se da conforme las estaciones de muestreo se alejan de la zona donde se desarrollan las actividades antrópicas de pesca y turismo hacia la zona este cercana a la costa peruana; sin embargo, en las estaciones alejadas de las zonas donde se desarrollan actividades antrópicas se identificó origen petrogénico de los hidrocarburos, lo cual podría darse por el transporte que realizan las embarcaciones de pesca y turismo desde la costa peruana hacia la isla.

Debido a la cercanía entre las cantidades encontradas de hidrocarburos, no es determinante evaluar la relación entre la presencia de hidrocarburos con la presencia de materia orgánica y con la afinidad al tipo del sustrato. Sin embargo, la información de granulometría y materia orgánica en sedimento marino queda como fuente de conocimiento y posterior aplicabilidad en investigaciones que se realicen en IPA (Ver anexo 7).

La presencia predominante de hidrocarburos de origen antrópico en ambas Islas, sugieren una posible acumulación de hidrocarburos a largo plazo, que podría llegar a valores de contaminación elevada y a sobrepasar los valores de protección para la vida acuática.

La predominancia de los hidrocarburos de origen antrópico en IPA, puede atribuirse a la presencia de embarcaciones de pesca y turismo y a la falta de control en el uso de combustible para su abastecimiento.

### 3. Evaluación de Residuos sólidos

La isla Pachacamac presenta residuos sólidos en una zona marina donde se desarrollan actividades de pesca tipo pinta y buceo; así mismo, se realizan actividades turísticas de paddle kayak y hay presencia de yates (Ver anexo 5). En esta zona se encuentran cuatro elementos de conservación: lenguado y pintadilla, caracol y chita; habiendo mayor abundancia de los dos primeros. En la zona insular afectada por residuos sólidos se encuentran puestos de vigilancia e infraestructura de la gestión del ANP, así mismo es una zona cercana a lugares de extracción de guano. En la zona evaluada de la Isla Pachacamac hay predominancia de residuos plásticos y de materiales de construcción. Según lo conversado con los habitantes de la isla Pachacamac, la presencia de materiales de construcción se debe al derrumbe de un muelle antiguo ubicado en la zona insular. En el caso de la isla Asia, las zonas marinas afectadas se encuentran en lugares donde se desarrollan actividades de pesca tipo pinta y redes; así mismo se desarrolla la actividad turística en moto acuática. (Ver anexo 5). La zona marina afectada de Isla Asia, presenta



abundancia de pulpo y cabrilla. (Ver anexo 4). En el caso de la zona insular afectada por residuos sólidos, se encuentra infraestructura del ANP y puestos de vigilancia, así mismo es una zona cercana a lugares de extracción de guano. En la zona evaluada de Isla Asia hay predominancia de residuos plásticos.

La isla Asia presentó mayor cantidad de residuos sólidos que la Isla Pachacamac.

En ambas islas, se observó mayor cantidad de residuos sólidos en la zona insular que en la zona marina considerando la cantidad de residuos sólidos en metro cuadrado de área. Según la interpolación IDW, para ambas islas se observa que la mayor cantidad de residuos sólidos se encuentran en los campamentos humanos de la zona insular, y hay una tendencia de disminución de la cantidad de residuos sólidos que va desde la zona insular hacia la zona marina. La zona marina más cercana a la zona insular presenta alta cantidad de residuos sólidos, la zona intermareal presenta una cantidad media de residuos sólidos y la zona marina más alejada de la zona insular presenta menor cantidad de residuos sólidos; lo que podría darse por el movimiento de las corrientes marinas mostradas en el anexo 3.

La interpolación IDW nos muestra zonas que probablemente estén contaminadas, lo que permite tomar decisiones para próximos muestreos.

A pesar que la interpolación se realizó en base al peso de los residuos sólidos encontrados, lo que podría no ser determinante para evaluar su distribución, nos da un referente sobre la cantidad de residuos sólidos encontrados y nos muestra una tendencia de aumento y acumulación de residuos en la zona insular en ambas Islas.

## XV. CONCLUSIÓN

- El estado de conservación de las zonas evaluadas en las Áreas Naturales Protegidas Isla Pachacamac e Isla Asia se encuentra afectado en un 50% y 47% respectivamente debido a la contaminación ambiental generada por actividades antrópicas.
- Los hidrocarburos alifáticos no afectan el estado de conservación en la zona evaluada de Isla Pachacamac, mientras que un 17% se encuentra afectado por estos compuestos en la zona evaluada de Isla Asia.
- El 100% y el 22% de las áreas evaluadas de Isla Pachacamac e Isla Asia respectivamente, tienen afectado su estado de conservación por residuos sólidos.
- El 94.1% y 66.6% de hidrocarburos alifáticos encontrados en las zonas evaluadas de Isla Pachacamac e Isla Asia respectivamente, son de origen antrópico.

## XVI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una evaluación de contaminación del agua en Isla Pachacamac debido a su cercanía a la desembocadura del río Lurín y así complementar la evaluación del efecto de contaminación propuesto en la presente investigación.
- Se recomienda profundizar la investigación sobre los métodos de interpolación y evaluar su aplicabilidad para determinar la distribución espacial de los contaminantes en las ANP.
- Se recomienda realizar una investigación para proponer una normativa nacional de ECAs de hidrocarburos en sedimento marino, enfocado a ecosistemas sensibles como las ANP.
- Se recomienda estandarizar la forma de reporte de la aplicación de la metodología Efectos por Actividades para todas las ANP en el efecto contaminación.
- Como parte de la optimización de la metodología Efectos por Actividades para el efecto contaminación, se recomienda establecer y estandarizar metodologías específicas de muestreo e identificación por cada tipo de contaminación (contaminación por aguas servidas, contaminación por hidrocarburos, contaminación por residuos sólidos etc.) para los casos en los que no se pueda identificar de forma visual la distribución del contaminante.
- Se recomienda que, en la metodología de Efectos por Actividades, se delimite la forma de reconocimiento del efecto contaminación en base al nivel de impacto que generan los contaminantes en el ecosistema, priorizando los de mayor impacto.

- Se recomienda que se implemente criterios para calificar el porcentaje de conservación, el cual podría ser óptimo, bueno, regular, malo, crítico. Así mismo, se recomienda que se establezca el porcentaje de conservación mínimo que deben tener las ANP.
- Se recomienda implementar en los sectores IPA las acciones propuestas en el punto 4 del capítulo XIII Resultados.
- Se recomienda comparar los mapas de tipo de sustrato de IPA establecidos en el Informe de Línea base biológica marina en las Islas Pachacamac y Asia de la RNIIPG (SERNANP, 2017, p.12) con la información de granulometría mencionada en la presente investigación.

## XVII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia Nacional de Ciencias (1975). Evaluación de contaminantes potenciales del océano. Un informe del Panel de Estudio sobre la Evaluación de Posibles Contaminantes del Océano a la Comisión de la Junta de Asuntos del Océano en el Consejo Nacional de Investigación de Recursos Naturales. Capítulo 8 p. 405-431.
- ALAB (2018). Requisitos mínimos para ensayos de muestras ambientales. Suelos, lodos, sedimentos, tejidos biológicos. DI-LAB-08. Revisión 04. Lima, Perú.
- ALAB (2019). Informes de ensayo N° IE -19 – 2299 y 2300. Resultados del análisis granulométrico y de materia orgánica en sedimentos marinos. Lima, Perú.
- Bao, M., Sun, P., Yang, X, Wang X, Wang L Y Li, F. (2014). Biodegradación del petróleo crudo flotante de superficie marina en un experimento simulado en campo a gran escala. Reinar. Sci. Proceso. Impactos 16, 1948 – 1956.
- BirdLife Internacional (2008) Hoja informativa de área de aves: Isla Pachacamac. Recuperado de <http://www.birdlife.org>.
- Botello A., Rendón v., Gold-Bouchot & Hernández c. (2005). Contaminación e Impacto Ambiental en el Golfo de México, Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Autón. De Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología p. 728.
- BPAM (2018), Oficio N° 141 – 2018 – SERNANP. Bosque de Protección Alto Mayo – Rioja Perú.
- Calva B., y Ponce V. (2005). Composición de hidrocarburos alifáticos en sedimentos de la laguna Sontecomapan. México. Hidrobiológica 15 (1): p. 97-108.

- Calva, L., Pérez, A. y Márquez, A., (2006). Contenido de carbono orgánico y características texturales de los sedimentos del sistema costero lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas. *Hidrobiológica*, 16(2): p. 127-135.
- Cañada R. (2008). "Sistemas y análisis de la información geográfica". Alfaomega.
- COI (1982). Determinación de hidrocarburos de petróleo en sedimento. Manuales y Guías 11. UNESCO. p.14.
- Coyer (1990). El catálogo submarino, una guía de métodos en la investigación subacuática.
- Derraik, J. (2002). La contaminación del medio marino por los desechos plásticos: una revisión. *Boletín de contaminación marina* 44: p. 842-852.
- Díaz, S., Leon, M., Acosta, J, y Pedrosa, E., (2009). La incidencia antrópica sobre los bosques naturales de la zona de transición oeste reserva de la biosfera sierra del rosario y áreas aledañas. *Cuba. Ra Ximhai*, 5 (3), p. 307 -316.
- Directrices de calidad canadiense, CEQG, (2011). Pautas para la protección de la vida acuática. Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente. CCME EPC. p. 98.
- Echaniz (1988). Determinación de los Niveles de Hidrocarburos en Agua, Sedimentos Recientes y Hojas del Pasto Marino *Thalassia testudinum* (König, 1805) en Tres Islas Arrecifales del Puerto de Veracruz. *Ciencias*, Universidad Nacional Autónoma de México, p. 1-58.
- Environmental Law Alliance Worldwide, ELAW y Mercedes, L. (2014). Interpretación de los resultados de monitoreo ambiental participativo en la cuenca del Río Marañon presentado por OEFA, OSINERGMIN, DIGESA, ANA y SERNANP presentados en enero de 2014. Mercedes Lu, p.1 – 13.

- Figuroa, J., Hernández, W. (2016). Línea Base Biológica de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras: Isla Asia (Lima). Caracterización de la fauna silvestre: aves, mamíferos y reptiles. Proyecto GEF Guaneras, p. 41.
- FOPCA (2011). Isla Pachacamac. Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura - Universidad Nacional Federico Villarreal. Recuperado de: <https://bit.ly/2OzLcGc>.
- GBRMMPA (2006). Camada. Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral. Septiembre 2018.
- GEF-Guaneras (2016). Diagnóstico turístico de isla Asia – RNSIIPG. Segundo Entregable, p.41.
- Gonzales, E.; Loyola, R.; Neira, J; Neira, F. (2013). Contenido, distribución y origen de hidrocarburos en sedimentos de tres lagunas urbanas de concepción – Chile. Quim. Nova, Vol. 36, No. 5.
- Hesselink, F., W. Goldstein, P. P. Van Kempen, T. Garnett y J. Dela (2007). La Comunicación, Educación y Conciencia Pública. Una caja de herramientas para personas que coordinan las estrategias y planes de acción nacionales sobre diversidad biológica. Prólogo SCDB pp. 7. CDB, IUCN. Montreal.
- IMARPE (2013). Protocolo de hidrocarburos totales en sedimento marino. Versión 01. Callao, Perú.
- IMARPE (2013). Protocolo de muestreo de agua, sedimentos y organismos acuáticos. Callao, Perú.
- IMARPE (2018). Resultado de hidrocarburos alifáticos totales C10 – C35 en sedimento marino de la Isla Asia e Isla Pachacamac - Callao, Perú.

- IMARPE (2019). Laboratorio. Resultados de evaluación de hidrocarburos alifáticos (C10-C35) en sedimento marino de las Islas Pachacamac y Asia. Callao, Perú.
- IPA (2018). Entregable tercer trimestre. Versión 1, p. 31.
- IPERÚ (2016). Las islas Pachacamac. Portal iPerú.org. Recuperado de: <https://bit.ly/2nGowbW>.
- Keith, D.A. y Rodríguez, K.M. (2013). Fundamentos científicos para una Lista Roja de Ecosistemas de la UICN. 8(5).
- La República (2008). Guano: La verdadera riqueza de Asia. Recuperado de: <https://larepublica.pe/archivo/369454-guano-la-verdadera-riqueza-de-asia>.
- Laist, D.W. (1987). Visión general de los efectos biológicos de los residuos plásticos perdidos y desechados en el medio marino. Boletín de contaminación marina 18, p. 319-326.
- León M, H. (2016). "Estudio del Estado de conservación de los ecosistemas de la cuenca del río Jequetepeque". PROFONANPE – MINAM. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/economia-y-financiamiento-ambiental/wp-content/uploads/sites/128/2019/08/Estudio-de-evaluaci%C3%B3n-de-estado-de-ecosistemas-en-la-cuenca-del-r%C3%ADo-Jequetepeque.pdf>.
- Lopez, H. (2019). Toxicidad de sedimento marino en dos bahías peruanas empleando las microalgas marinas *Isochrysis galbana* y *Nannochloropsis oceánica*. Universidad Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Maillard, O., Anívarro, R., Vides-Almonacid, R. & Torres, W. (2018). Estado de conservación de los ecosistemas de las serranías chiquitanas: Un caso de estudio de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 53(2), p. 128-149.



- Menchaca, M., Alvarado, E. (2011). Efectos antropogénicos provocados por los usuarios del agua en la microcuenca del Río Pixquiac. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(spe1), p. 85-96.
- Nevenzel (1989). Hidrocarburos biogénicos en organismos marinos. *Lípidos, grasas y aceites marinos biogénicos*. Prensa CRC, U.S.A. Vol. I p. 3-73.
- NOM 021 (2002). Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis. México.
- NTP 339.128 (2014). Análisis granulométrico. Lima, Perú: INDECOPI, 2014.
- NTP 339.128 (2014). Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.128:1999. Perú.
- Oceana (2018), Contaminación marina por microplásticos, del mar a nuestra mesa. Protegiendo los océanos del mundo. Extraído de <https://peru.oceana.org/es>, julio 2020.
- Olguín, E., Hernández, M. y Sánchez, G. (2007). Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 23, p. 139-154.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, FAO, (2019). Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura, p. 0 – 11.
- Peters K.E., Walters C.C., Moldovan J.M. (2005). Biomarcadores e isótopos en el medio ambiente y la historia humana. *La guía de biomarcadores*. Vol. I. Cambridge Univ. Press, Nueva York, p. 471.
- PNUMA (1990). GESAMP: El estado del medio marino. Informes y estudios GESAMP No. 39. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, Kenia.

- PUCP (2013). Las islas de Pachacamac (Lima). Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis de Licenciatura. Costa Rica. Págs. 1-88. Recuperado de: <https://bit.ly/2OCehk3>.
- RNPS (2017). Informe N° 144 – 2017 – SERNANP – Reserva Nacional Pacaya Samiria – J. Iquitos Perú.
- Rodriguez – Chavez, D., Saravia – Arguedas, A., Pacheco – Urpi, O and Piedra Marin, G. (2014). Evaluación de los niveles de hidrocarburos en sedimentos marinos, su posible origen y efectos sobre la actividad de acuicultura entre punta morales y costa de pájaros en el golfo de Nicoya. Rev. Geográfica América Cent. 2, p. 113 – 134.
- Rubio, B., M. Nombela, F. Vilas. (2000). Geoquímica de elementos principales y traza en sedimentos de la Ría de Vigo (NW España): Evaluación de contaminación por metales. Mar. Pollt. Bull. 40 (11): p. 968-980.
- Ryan, P.G. and Maloney, C. L., (1993). La basura marina sigue aumentando. Naturaleza. 361. 23.
- Saravia (2007). Adaptación de un Método Analítico para el Análisis de Hidrocarburos Antropogénicos y Biogénicos en Sedimentos. Estero de Puntarenas, Costa Rica. (Tesis de Licenciatura inédita) Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- SERNANP (2009). Expediente Técnico: Establecimiento de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras. Lima – Perú, p. 144.
- SERNANP (2011). Evaluación de objetos de conservación y zonificación de Isla Santa Ancash Perú. SERNANP, p. 65.
- SERNANP (2017). Informe técnico para zonificación: Línea base biológica marina en IPA de la RNIIPG. Lima Perú.

SERNANP (2018). Ajustes y precisiones de la metodología Efectos por Actividades. Lima, Perú.

SERNANP (2018). Análisis del estado de conservación de los ecosistemas dentro de las ANP mediante la evaluación de los efectos generados por actividades antrópicas – segundo trimestre Abril, junio 2018. Recuperado de <http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/documento.jsp?ID=1402>

SERNANP. (2014). Documento de Trabajo 11 - Evaluación del Estado de conservación de ecosistemas en ANP utilizando la metodología “Efectos por Actividades”. Perú. MINAM – SERNANP. Recuperado de <http://www.sernanp.gob.pe/documents>.

SERNANP. (2016). Línea Base Biológica de la Reserva Nacional de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (Isla Asia, Lima). Caracterización de la fauna silvestre: aves, mamíferos y reptiles. Researchgate, p.6-41.

SERNANP. (2016). Plan Maestro de la Reserva Nacional de Islas Islotes y Puntas Guaneras 2016 – 2020. Perú. SERNANP. Recuperado de <http://www.sernanp.gob.pe/planes-maestros>.

SERNANP. (2020). Reporte Técnico N° 001-2020-SERNANP-DDE. Análisis del estado de conservación de los ecosistemas dentro de las ANP mediante la evaluación de los efectos generados por actividades antrópicas. Recuperado de: [http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/documento\\_cas.jsp?ID=1402](http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/documento_cas.jsp?ID=1402).

SERNANP. (2011). Diagnóstico de la actividad pesquera y turismo en isla Asia. Ámbito de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, p. 15.

Shu-Guang. L, Xi C., Shu-Hong. P., YingLian. M., y Jing Q. (2010). Un estudio de dos algoritmos de interpolación de cuadrícula de datos basados en software Surfer,

"Actas de la Novena Conferencia Internacional sobre Aprendizaje Automático y Cibernética", p. 104.

Simoneit, B. (2002). *Geoquímica*. 17, 129.

Snedaker, S.C. y Glynn, D.G. (1995). Distribución de n-alcanos en muestras marinas del sureste de Florida. *Boletín de contaminación marina*. 30(1): p. 83-89.

Sub Proyecto Colaborativo IPA SC IPA (2018), Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas guaneras. Islas Pachacamac y Asia. Lima - Perú.

Thompson y Eglinton (1978). Composición y fuente de contaminación por hidrocarburos en estuarios. *Boletín de contaminación marina*, 9, p. 133 – 136.

UNDP (2005), Planes integrados de gestión de recursos hídricos: Manual de capacitación y guía operativa. Asociación Mundial del Agua.

Vignieri, S. y J. Fahrenkamp-Uppenbrink (2017). Tierra del ecosistema. *Ciencia*, 356 (6335): p. 258-259.

Villanueva. R. (2009). El petróleo, edición: Domenech e-learning multimedia, S.A (1era edición), talleres grafico Soler S.A. Castilla de León, España. 23p. disponible en: <http://www.siemcalsa.com/images/pdf/Hidrocarburos.pdf>.

Webster G. y Oliver M. (2001). *Geoestadística para ciencia ambiental*. Chichester, Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd.

Wildlife Conservation Society, WCS. (2004). Manual Técnico 2. Creación de Modelos Conceptuales - Una Herramienta para Pensar Estratégicamente. En Paisajes Vivientes. Manuales Técnicos: Wildlife Conservation Society. Recuperado de: <https://global.wcs.org/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?EntityId=6156&PortalId=0&DownloadMethod=attachment&test=1>.

## XVIII. ABREVIATURAS

- ANP: Áreas Naturales Protegidas
- IPA: Islas de Pachacamac y Asia.
- SC IPA: Sub Proyecto Colaborativo Islas Pachacamac y Asia.
- MINAM: Ministerio del Ambiente
- RNIIPG: Reserva Nacional de Islas, Islotes y Puntas Guaneras.
- SINANPE: Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.
- SERNANP: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- IMARPE: Instituto del mar del Perú.
- RNPS: Reserva Nacional Pacaya Samiria.
- CDB: Convenio sobre Diversidad Biológica.
- EMM (Evaluación de Ecosistemas del Milenio.
- AGRORURAL: Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural.
- IDW: Inverse Distance Weighted
- ECA: Estándares de calidad Ambiental
- PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- PROFONANPE: Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú
- GEF: Global Environmental Facility
- Cn: Hidrocarburos alifáticos resueltos.
- UCM: Hidrocarburos alifáticos no resueltos.
- RRSS: Residuos sólidos.
- LCM: Límite de cuantificación del método.

- COI: Comisión Oceanográfica Intergubernamental.
- UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura.
- ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L.
- NTP: Norma técnica peruana.

## XIX. ANEXOS

### Anexo 1: Efectos, definición y forma de reconocimiento. - Metodología de Efectos

#### por Actividades.

Efecto	Definición	Definición operativa del SERNANP
Pérdida de hábitat	Transformación de un lugar generando la pérdida de condiciones necesarias para albergar el conjunto de especies que en condiciones normales habitan el lugar.	<p>Es la modificación de la superficie de un lugar, causando la remoción total de los componentes del hábitat. Se reconoce en campo por lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lugares donde ha habido un cambio de uso del suelo incluye zonas con centros poblados, carreteras o trochas carrozables, áreas con cultivos o pastizales introducidos.</li> <li>- Sectores con ocurrencia de tala raza.</li> <li>- Sectores arrasados por incendios inducidos por actividades humanas</li> <li>- En caso de cuerpos de agua marinos, daños al lecho del mar o praderas de algas.</li> <li>- No se considera aquel cambio de uso de suelo por infraestructura propia de la gestión del ANP o trochas de acceso temporales al interior del bosque.</li> </ul>
Sobreexplotación de recursos	Un recurso es sobreexplotado cuando es usado sobrepasando su capacidad de regeneración natural. Se evidencia por la disminución o desaparición del recurso.	<p>Es el uso no regulado, prohibido o si existen regulaciones, éstas no se cumplen o que pese a ellas existe evidencia del impacto y/o disminución o desaparición de recursos (flora, fauna, paisaje). Se reconoce en campo por lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas al interior del ANP en el cual se realiza uso de recursos sin ningún tipo de regulación.</li> <li>- Áreas en las cuales existe aprovechamiento de recursos con derechos otorgados pero que no se cumplen las regulaciones.</li> <li>- Áreas con derechos otorgados que se cumplen las regulaciones establecidas pero que los resultados del monitoreo indican la disminución o desaparición de recursos.</li> <li>- No se considera el uso ancestral de población no contactada o en contacto inicial, salvo que estudios den cuenta del impacto en las poblaciones de los recursos utilizados.</li> </ul>
Contaminación	Es la introducción de agentes extraños (o no son deseados) en el medio natural,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es la introducción de agentes extraños (o no deseados) que afectan la imagen visual del paisaje y que su sola presencia provoca impacto a la existencia de especies de flora y fauna. Se</li> </ul>

	que afectan los procesos que sostienen la diversidad biológica presente.	<p>reconoce en campo por lo siguiente:</p> <p>Visualización de ingreso de aguas servidas o residuales a cuerpos hídricos al interior de las ANP.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualización de hidrocarburos, aceites y presencia de especies indicadoras de eutrofización en cuerpos hídricos.</li> <li>- Visualización de presencia de residuos sólidos que estén causando un foco infeccioso y que para su eliminación se requiera una intervención considerable.</li> <li>- No se considera aquellos residuos sólidos que el personal en sus patrullajes pueda recoger o la jefatura solamente en una jornada de limpieza con todo el personal.</li> <li>- Resultados del monitoreo de calidad de agua indique que se ha transgredido los estándares de calidad ambiental.</li> <li>- Evidencia visible de suelos salinos.</li> <li>- Evidencia visible de usos de agro tóxicos y pesticidas.</li> </ul>
Impacto a las especies nativas por introducción de especies exóticas invasoras.	Una especie exótica que se comporta como invasora que se dispersa, disminuyendo, desplazando o causando afectaciones a las poblaciones de especies nativas	<p>Es la introducción de especies exóticas que se comportan como especie invasora, disminuyendo, desplazando o causando afectaciones a las poblaciones de especies nativas.</p> <p>Se evidencia en campo por el registro de especies exóticas de acuerdo al listado adjunto a esta directiva que se evidencia que están comportándose como invasoras.</p> <p>No se considera aquellas especies que como parte de una actividad antrópica se introducen pero están bajo el cuidado y manejo del hombre, por ejemplo ganado, perros, animales domésticos que se encuentran como parte de una zona de uso especial.</p>

## Anexo 2 Lista de actividades antrópicas propuesta por la metodología Efectos por

### Actividades.

Actividad	Definición
Agricultura	Técnicas y conocimientos para cultivar la tierra. Transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para la siembra.



Ganadería	Cría y domesticación de animales para el consumo humano
Extracción forestal	Actividad de deforestación, o extracción selectiva de especies forestales de interés económico.
Extracción de Fauna	Actividades de caza, o captura de animales para sacarlos del ANP para uso como mascotas, alimento, medicinal, entre otros.
Extracción de recursos hidrobiológicos	Extracción de especies de fauna marina y lacustre y fluvial, incluyendo especies acuáticas de humedales.
Minería	Extracción de minerales con el uso de diferentes técnicas
Hidrocarburos	Acciones relacionadas a la exploración, explotación, procesamiento y transporte de todo compuesto orgánico, gaseoso, líquido o sólido (como el petróleo y el gas natural). Sus derivados son los combustibles.
Turismo	Actividades de recreación, ocio y disfrute que realizan los visitantes durante su estancia en la ANP.
Energía	Acciones orientadas a la generación procesamiento y transporte y distribución de energía principalmente eléctrica. A partir de diferentes fuentes como combustibles, agua, vientos, solar, entre otros
Transporte	Infraestructura vial, aérea y acuática. Como las carreteras.
Ocupación Humana	Se refiere al establecimiento de grupos humanos, como por ejemplo centros poblados.
Arqueología	Acciones relacionadas a la presencia de restos arqueológicos, huaqueo, puesta en valor, etc.
Incendios	Comprende aquellos siniestros causados por intervención humana.
Otros	Comprende todas aquellas actividades fuera de las descritas.

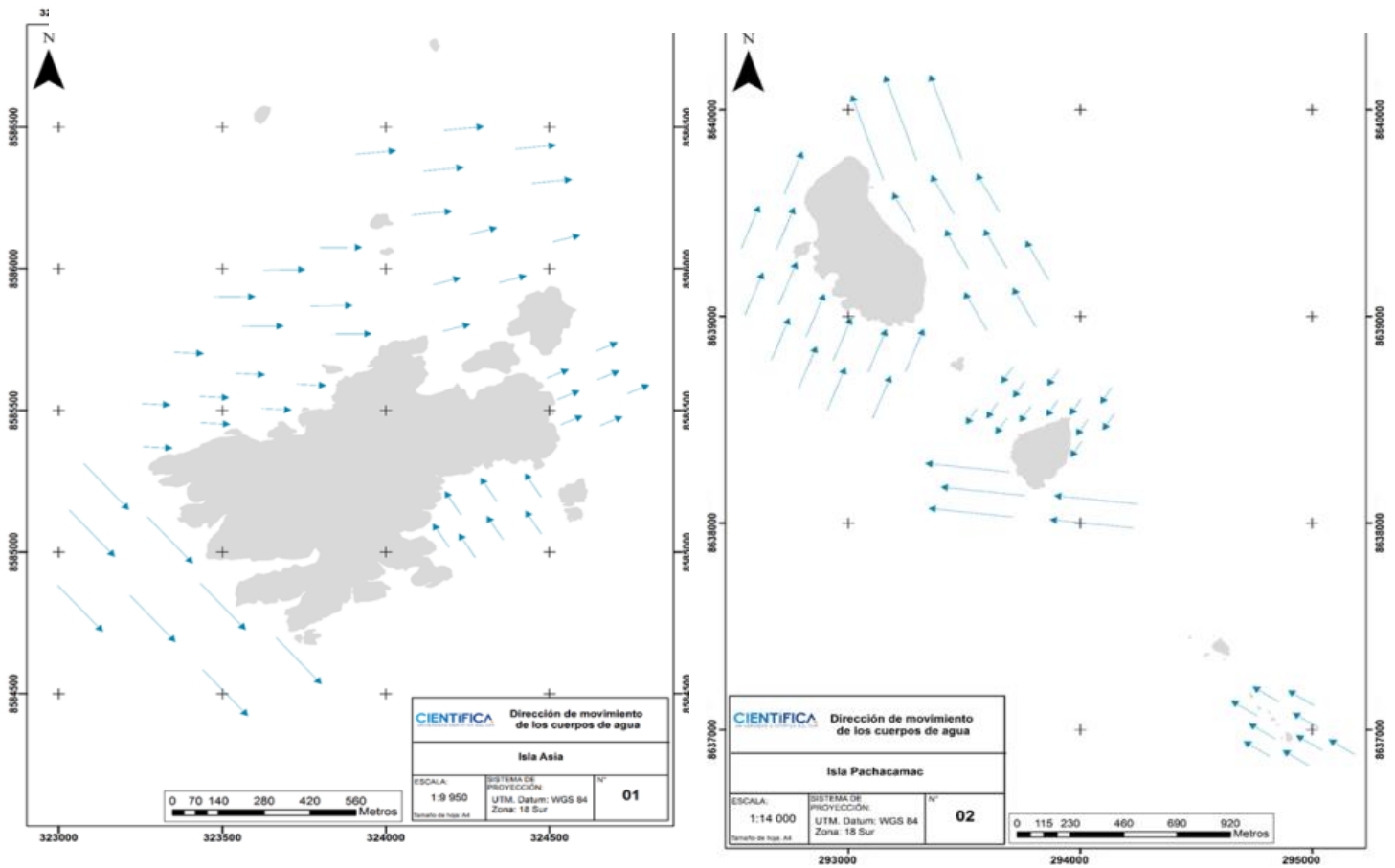
### Anexo 3 Movimiento de corrientes marinas en las Islas Pachacamac y Asia:

Boya a la deriva (corrientes) Isla Asia							
Coordenadas (UTM)				Tiempo transcurrido (min)	Distancia recorrida (m)	Dirección (°)	Velocidad (m/min)
18L							
Inicial		Final					
323882	8584743	323964	8584648	16	125.49	139.7	7.84
323605	8585481	323639	8585478	15	34.08	95.22	2.27
323980	8585909	324042	8585915	15	62.21	84.82	4.15

324087	8586325	324156	8586333	15	69.65	83.91	4.64
324272	8585929	324303	8585937	15	31.88	75.77	2.13
324740	8585543	324751	8585548	15	12.11	65.38	0.81
324237	8585114	324230	8585131	16	18.75	337.73	1.17

<b>Boya a la deriva (corrientes) Isla Pachacamac</b>							
<b>Coordenadas (UTM)</b>				<b>Tiempo transcurrido (min)</b>	<b>Distancia recorrida (m)</b>	<b>Dirección (°)</b>	<b>Velocidad (m/min)</b>
<b>18L</b>							
<b>Inicial</b>		<b>Final</b>					
294928	8636823	294913	8636831	16	17	298.65	1.06
293681	8638156	293592	8638166	15	89.63	276.85	5.98
293713	8638595	293706	8638584	15	12.93	212.53	0.86
292635	8639422	292650	8639462	16	42.99	20.53	2.69
292810	863900	292791	863922	15	error	error	
293352	8639909	293330	8639999	15	93.31	346.75	6.22
293542	8639579	293525	8639617	15	41.71	336.4	2.78

Figura 13 Movimiento de corrientes marinas isla Pachacamac e isla Asia . Fuente: UCSUR.



Anexo 4 Abundancia promedio de las especies marinas y su distribución espacial de índice de diversidad Shanon  $H'$  (SERNANP, 2017, p.17).

Isla	Especie de conservación	Nombre común	Nombre científico	Abundancia promedio: densidad (ind / m <sup>2</sup> )	Desviación estándar.
Asia	Si	Concha de abanico	<i>Argopecten purpuratus</i>	4.4	5.2
	Si	Pulpo	<i>Octopus mimus</i>	1.0	0.0
	Si	Cabrilla	<i>Paralabrax humera/is</i>	4.0	2.8
	No	Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	3.8	4.2
	No	Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>	2.0	14
	No	Caracol	<i>Thaisella choco/ata</i>	9.9	24.1
Pachacamac	Si	Chita	<i>Anisotremus scapularis</i>	2.0	14
	Si	Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	4.8	7.1
	Si	Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>	1.7	1.2
	Si	Caracol	<i>Stramonita choco/ata</i>	8.5	11.7
	No	Pulpo	<i>Octopus mimus</i>	1.0	0.0
	No	Cabrilla	<i>Paralabrax humera/is</i>	1.0	0.0

Figura 6351 Abundancia y diversidad de especies de conservación en isla Asia. Fuente: SERNANP.

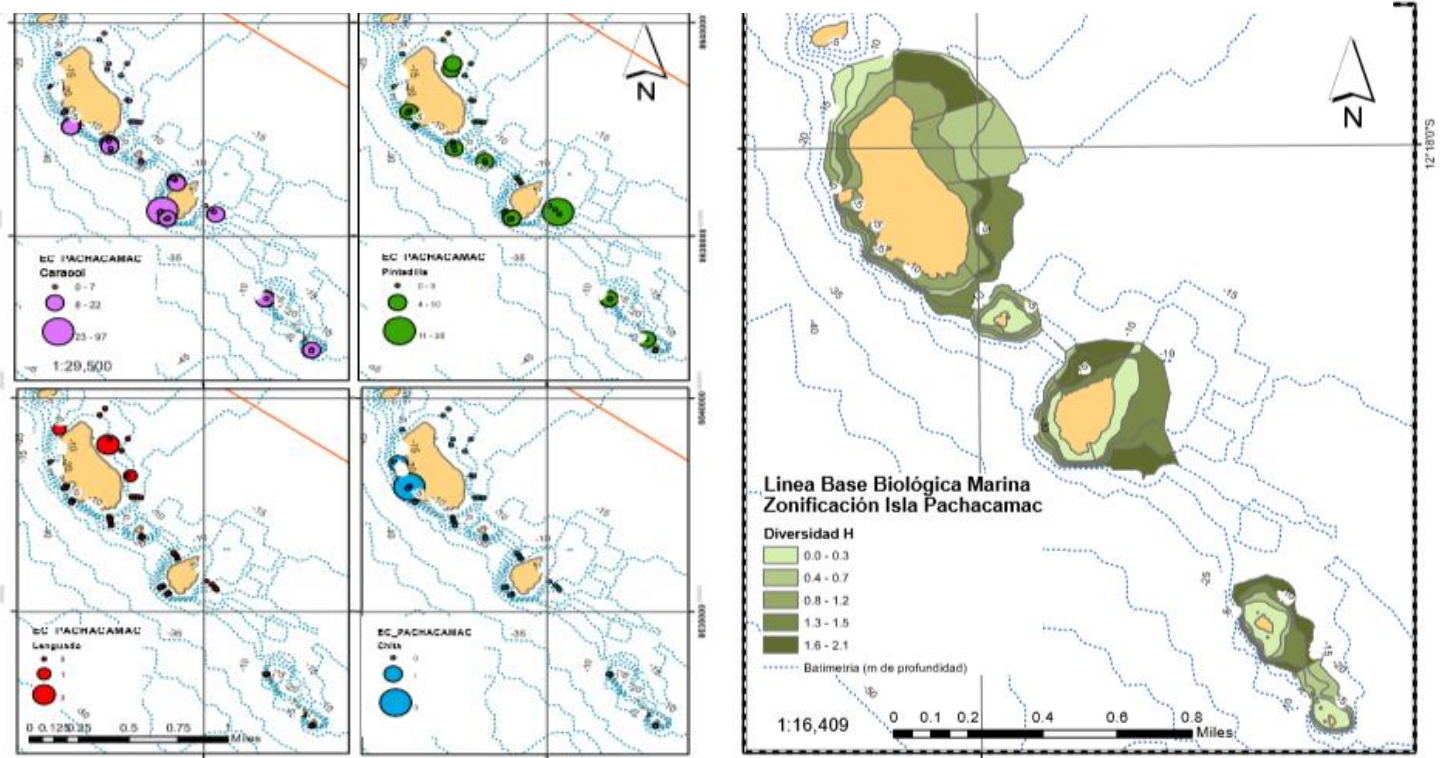
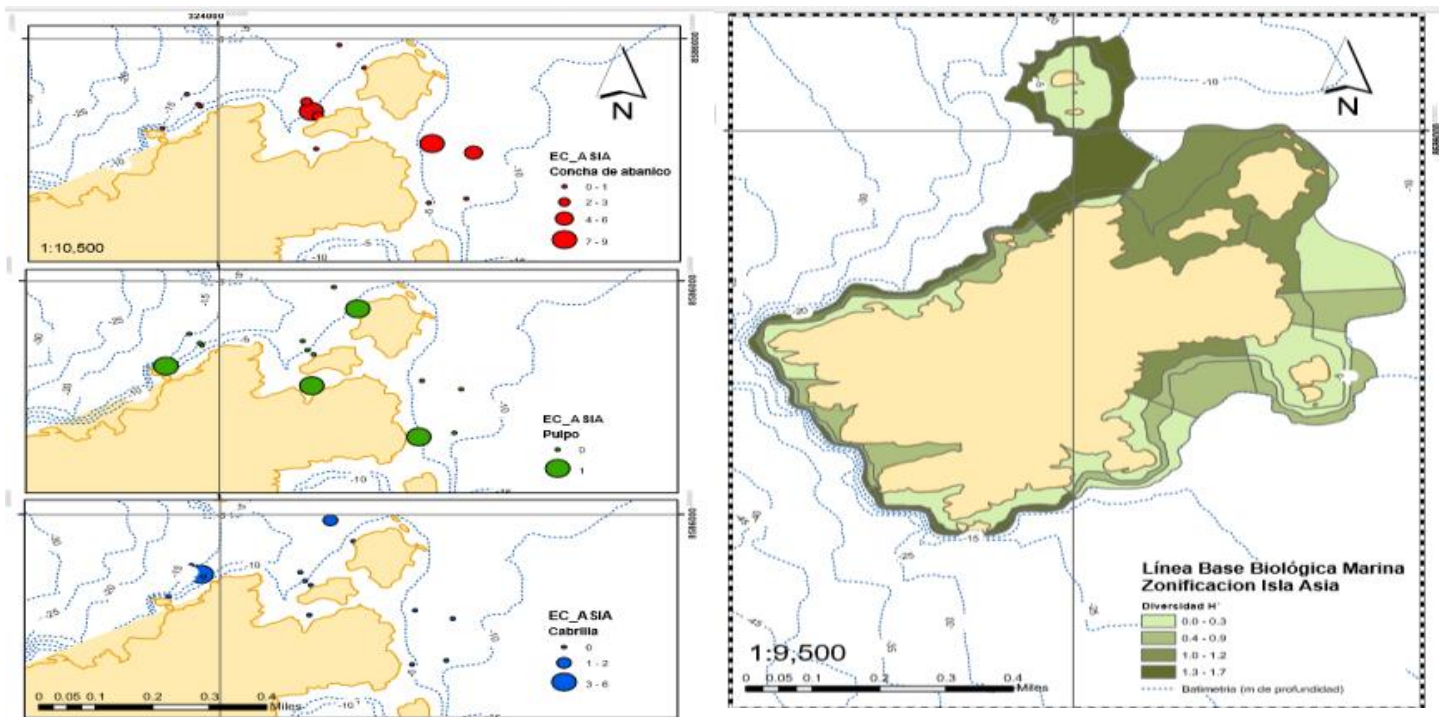
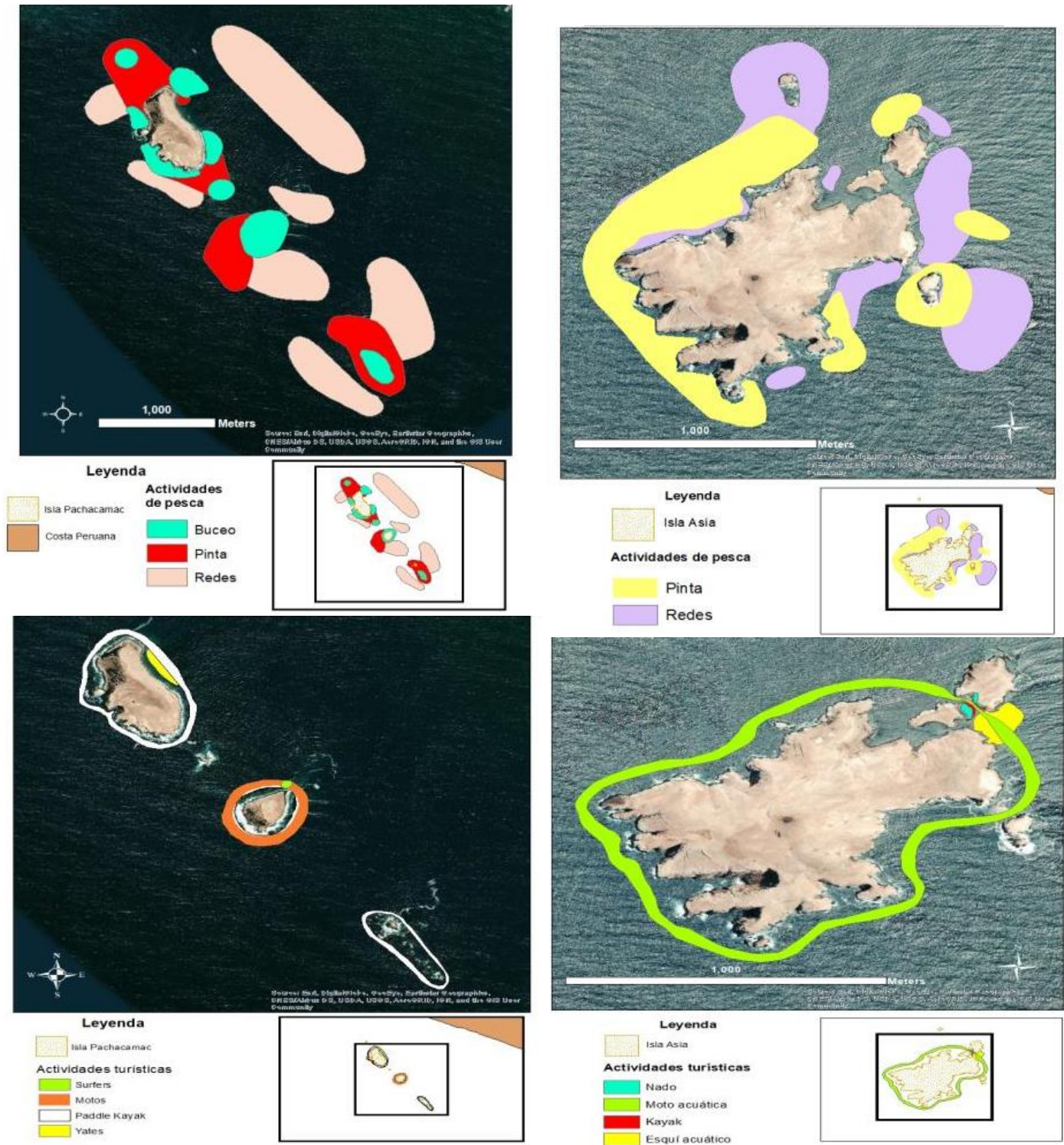


Figura 15 Abundancia y diversidad de especies de conservación en isla Asia. Fuente: SERNANP.



Anexo 5 Actividades antrópicas desarrolladas en isla Pachacamac e isla Asia.

Figura 16 Actividades de pesca y turismo en isla Pachacamac e isla Asia. Fuente: Proyecto IPA



**Anexo 6 Hidrocarburos alifáticos totales (C10-C35) en sedimentos marinos de Isla Asia e Isla Pachacamac (IMARPE, 2018).**

Área	Estación	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	Pristano	C18	Fitano	C19	C20
PACHACAMAC	<b>P-02</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01
PACHACAMAC	<b>P-04</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.01	0.01	<0.0001	0.01	0.01	0.14
PACHACAMAC	<b>P-05</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.01	0.02	<0.0001	0.03	0.01	0.33
PACHACAMAC	<b>P-06</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.12
PACHACAMAC	<b>P-07</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
PACHACAMAC	<b>P-08</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.01	0.01	<0.0001	0.02	0.01	0.24
PACHACAMAC	<b>P-09</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.01	0.01	<0.0001	0.02	0.01	0.27
PACHACAMAC	<b>P-10</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	0.01	<0.0001	0.01	0.01	0.18

Área	Estación	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33+C34	C35	UCM Total
PACHACAMAC	<b>P-02</b>	0.01	0.01	<0.0001	0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	2.38
PACHACAMAC	<b>P-04</b>	0.05	0.09	0.01	0.06	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	3.86
PACHACAMAC	<b>P-05</b>	0.19	0.22	0.01	0.13	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	4.63
PACHACAMAC	<b>P-06</b>	0.01	0.09	<0.0001	0.06	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	2.86
PACHACAMAC	<b>P-07</b>	<0.0001	<0.0001	0.01	0.01	0.01	<0.0001	0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	2.04
PACHACAMAC	<b>P-08</b>	0.19	0.17	0.01	0.10	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	6.79
PACHACAMAC	<b>P-09</b>	0.06	0.18	<0.0001	0.11	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	4.98
PACHACAMAC	<b>P-10</b>	0.07	0.12	0.00	0.08	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	3.94

*Fuente: Laboratorio de IMARPE, 2018.*

Área	Estación	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	Pristano	C18	Fitano	C19	C20
ASIA	<b>A-02</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.04	<0.0001	<0.0001	0.02	0.01
ASIA	<b>A-03</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.01	<0.0001	0.03	0.01	0.01	0.14
ASIA	<b>A-05</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.01	<0.0001	0.03	0.01	0.01	0.14
ASIA	<b>A-06</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.01	0.01	0.14	0.01	0.01	0.14
ASIA	<b>A-08</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	<0.0001	0.11	0.01	0.01	0.15
ASIA	<b>A-09</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	0.01	0.14

Area	Estación	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33+C34	C35	UCM Total
ASIA	<b>A-02</b>	0.18	0.06	0.12	0.01	0.07	0.01	0.04	0.01	0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	12.65
ASIA	<b>A-03</b>	0.02	0.04	0.01	0.02	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	5.09
ASIA	<b>A-05</b>	0.02	0.04	0.01	0.02	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	3.86
ASIA	<b>A-06</b>	0.04	0.09	<0.0001	0.06	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	4.17
ASIA	<b>A-08</b>	0.01	0.10	<0.0001	0.06	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	3.32
ASIA	<b>A-09</b>	0.01	0.09	<0.0001	0.06	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	2.88

Fuente: Laboratorio de IMARPE, 2018.



**Anexo 7 Contenido de materia orgánica y granulometría en Isla Pachacamac e isla Asia (ALAB, 2019).**

Granulometría Isla Pachacamac									
Parámetros	LCM	Estación							
		P-02	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08	P-09	P-10
Grava (%)	0.0002	19.3237	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Arena (%)	0.0002	80.6501	72.3775	60.9191	98.1680	70.6780	70.3072	65.4359	73.8041
Limo (%)	0.0002	0.0262	21.3811	31.8795	1.6900	22.0806	22.1807	27.4594	21.1485
Arcilla (%)	0.0002	<0.0002	6.2414	7.2014	0.1420	7.2414	7.5121	7.1047	5.0474

Isla Pachacamac		
N°	Estación	% de materia orgánica (*LCM: 0.10)
1	P-02	0.13
2	P-04	0.13
3	P-05	1.64
4	P-06	0.24
5	P-07	0.13
6	P-08	0.74
7	P-09	0.34
8	P-10	<0.10

*Fuente: Laboratorio ALAB, 2019.*

Granulometría Isla Asia							
Parámetros	*LCM	Estación					
		A-02	A-03	A-05	A-06	A-08	A-09
Grava (%)	0.0002	39.8692	7.4100	12.3056	9.7089	0.3062	<0.0002
Arena (%)	0.0002	57.9908	91.6609	85.7363	84.9643	90.9918	72.3802
Limo (%)	0.0002	2.0159	0.7819	1.8540	5.2394	7.6806	25.1687
Arcilla (%)	0.0002	0.1241	0.1472	0.1041	0.0874	1.0214	2.4511

N°	Estación	% de materia orgánica (*LCM: 0.10)
N°	Estación	0.78
1	A-02	0.56
2	A-03	0.45
3	A-05	0.45
4	A-06	0.56
5	A-08	0.88

Fuente: Laboratorio ALAB, 2019.

**Anexo 8 Registro fotográfico del proceso de muestreo y evaluación de hidrocarburos y residuos sólidos de las Islas Pachacamac y Asia.**



Muestra de residuos sólidos encontrados en zona marina isla Asia.



Muestra de residuos sólidos encontrados en zona insular isla Asia.



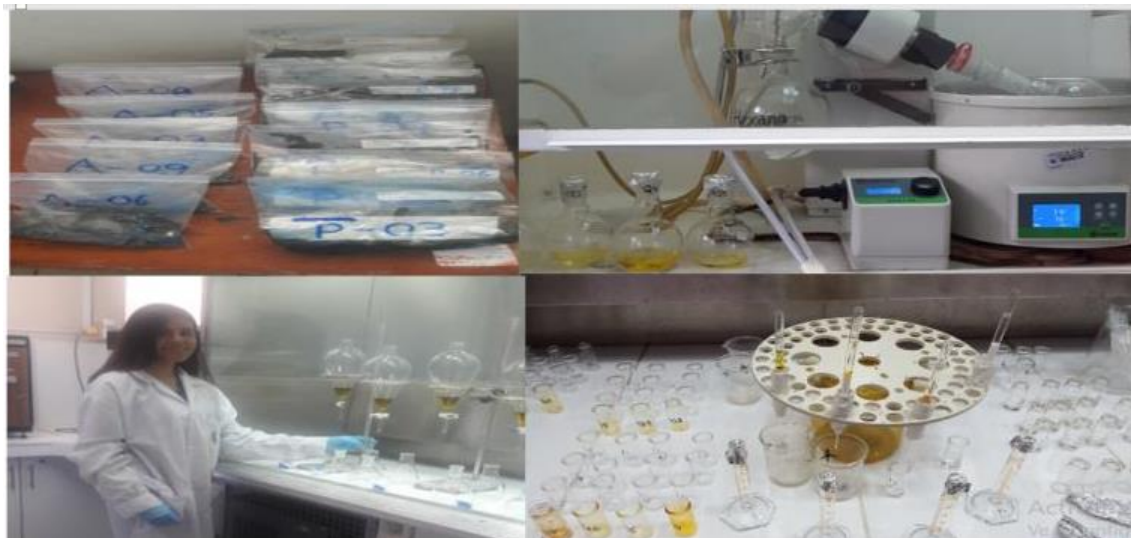
Muestra de residuos sólidos encontrados en zona marina isla Pachacamac.



Muestra de residuos sólidos encontrados en zona insular isla Pachacamac



Extracción de muestra de sedimento marino en isla Pachacamac y Asia.



Análisis de hidrocarburos en muestras de sedimento marino. Laboratorio de IMARPE.