



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de INGENIERÍA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL  
GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO  
OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO  
DE VENTANILLA - CALLAO, 2022”**

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniera Ambiental**

**Autores:**

Cristina Joselyn Canova Valverde

Jennyfer Jhanet Sánchez Marin

**Asesor:**

MSc. Ing. Carlos Alberto Alva Huapaya

<https://orcid.org/0000-0002-0983-3151>

Lima - Perú

2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Angélica Ysabel Miranda Jara</b>	<b>40670962</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Margeo Javier Chuman Lopez</b>	<b>45997406</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Denisse Milagros Alva Mendoza</b>	<b>45535817</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Tesis Canova Valverde - Sánchez Marín

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

**7%**

INDICE DE SIMILITUD

**10%**

FUENTES DE INTERNET

**6%**

PUBLICACIONES

**7%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS



**cdn.www.gob.pe**  
Fuente de Internet

**7%**

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias = 2%

Excluir bibliografía

Activo

## DEDICATORIA

A mi madre, hermanos, cuñadas y sobrinos por su apoyo y amor incondicional.

A mi padre que me cuida espiritualmente.

A mi mejor amiga por ser mi soporte emocional.

A mis mascotas por su leal compañía.

A mí, por seguir luchando.

*Cristina Canova*

A mi madre y abuela, quienes son mi fuente de inspiración en mi crecimiento personal y profesional, y por siempre brindarme el apoyo incondicional para cumplir con mis metas propuestas. Agradecida con ellas por estar conmigo, a ellas todo mi amor.

*Jennyfer Sánchez*

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestras familias por brindarnos su apoyo incondicional en cada momento y  
por ser nuestra fuente de inspiración.

Al Ing. Carlos Alberto Alva Huapaya por su apoyo, comprensión y sabiduría para desarrollar  
el presente trabajo de investigación.

Y a las personas que en todo momento han estado presentes, nos han motivado y  
acompañando en el desarrollo de nuestra tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN .....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Realidad Problemática.....	12
1.2. Formulación del Problema.....	21
1.3. Objetivos.....	21
1.4. Hipótesis .....	22
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	23
2.1. Diseño de Investigación.....	23
2.2. Materiales, Instrumentos y Métodos .....	23
2.2.1. Población y Muestra.....	23
2.2.2. Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos .....	25
2.2.3. Materiales .....	26
2.2.4. Métodos .....	27
2.3. Procedimientos .....	27
2.4. Consideraciones éticas.....	30
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	31

3.1. Evaluación de la Calidad Ambiental del Agua.....	31
3.2. Identificación de Peligros y análisis de escenarios.....	33
3.3. Estimación de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias.....	36
3.4. Caracterización del riesgo ambiental.....	44
3.5. Evaluación del riesgo ambiental.....	46
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
4.1. Discusión .....	48
4.2. Conclusiones.....	50
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Monitoreo ambiental de la calidad del agua</i> .....	31
Tabla 2 <i>Identificación típica de fuentes de peligro</i> .....	33
Tabla 3 <i>Formulación de escenarios</i> .....	35
Tabla 4 <i>Estimación de la probabilidad de ocurrencia</i> .....	37
Tabla 5 <i>Estimación de la gravedad de las consecuencias</i> .....	40
Tabla 6 <i>Valoración de los escenarios identificados en cada entorno</i> .....	41
Tabla 7 <i>Estimación del riesgo ambiental para el entorno humano</i> .....	42
Tabla 8 <i>Estimación del riesgo ambiental para el entorno ecológico</i> .....	43
Tabla 9 <i>Estimación del riesgo ambiental para el entorno socioeconómico</i> .....	43
Tabla 10 <i>Caracterización del riesgo ambiental</i> .....	45
Tabla 11 <i>Recomendaciones orientadas a reducir el riesgo ambiental</i> .....	46



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Identificación geoespacial de la población y la muestra de estudio</i> .....	25
Figura 2	<i>Fases para la evaluación del riesgo ambiental</i> .....	27
Figura 3	<i>Estimación del riesgo ambiental</i> .....	28
Figura 4	<i>Estimador del riesgo ambiental</i> .....	29
Figura 5	<i>Escala de evaluación del riesgo ambiental</i> .....	30
Figura 6	<i>Comparación de la concentración de TPH y el ECA Cat.2 Subcat. 3</i> .....	32
Figura 7	<i>Comparación de la concentración de DBO y el ECA Cat.2 Subcat. 3</i> .....	33

## RESUMEN

El derrame de petróleo en el litoral marino costero de Ventanilla originó un problema ambiental significativo. El objetivo general de la presente investigación fue determinar la evaluación del riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla - Callao, 2022. El estudio tiene un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, de corte transversal y alcance descriptivo. La técnica de recolección de datos utilizada, fueron la investigación documental y de campo. Los instrumentos y la metodología fueron basadas en la guía de evaluación de riesgos ambientales del Ministerio del Ambiente. Los resultados obtenidos demostraron altos niveles de concentración respecto a los parámetros de TPH y DBO, lo cuales superaron los ECA categoría 2 subcategoría 3; además, se caracterizó el riesgo ambiental obteniendo 70% para el entorno humano, 80% para el entorno ecológico y 40% para el entorno socioeconómico; finalmente, se concluye que el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla, Callao - 2022, presenta un “Riesgo significativo”.

Palabras claves: evaluación, riesgo ambiental, gravedad de las consecuencias, probabilidad, calidad ambiental, litoral marino costero, derrame de petróleo, ventanilla.

## ABSTRACT

The oil spill in the Ventanilla coastal marine littoral created a significant environmental problem. The general objective of the present investigation was to determine the evaluation of the environmental risk generated by the oil spill that occurred on the coastal marine coast of Ventanilla - Callao, 2022. The study has a quantitative approach, with a non-experimental design, cross-sectional and scope descriptive. The data collection technique used was documentary and field research. The instruments and methodology were based on the environmental risk assessment guide of the Ministry of the Environment. The results obtained demonstrated high levels of concentration regarding the parameters of TPH and BOD, which exceeded the RCT category 2 subcategory 3; In addition, the environmental risk was characterized, obtaining 70% for the human environment, 80% for the ecological environment and 40% for the socioeconomic environment; finally, it is concluded that the oil spill occurred on the coastal marine coast of Ventanilla, Callao - 2022, presents a "significant risk".

Keywords: evaluation, environmental risk, severity of the consequences, probability, environmental quality, coastal marine littoral, oil spill, window.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

El petróleo es un combustible fósil empleado para elaborar diversos combustibles y productos además de ser usado para proporcionar calor, electricidad y alimentar diversos sectores de la economía (National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], 2020). Sin embargo, también es considerado como un contaminante persistente debido a su naturaleza recalcitrante a la biodegradación, su bioacumulación en el medio ambiente y sus efectos nocivos a la salud frente a su exposición (Rodríguez, 2017, como se citó en Ramírez, 2021).

El petróleo se extrae del suelo y del fondo del mar, no obstante, al ser transportado mediante tuberías, barcos, camiones o trenes hacia las refinerías, es posible que se produzca un derrame accidental (NOAA, 2020). En el caso del mar, las principales fuentes de contaminación por derrame de petróleo provienen de las embarcaciones, así como de los trabajos de exploración y explotación, representando el 33% en comparación a otras (Bahamonde, 2018, como se citó en Ramírez, 2021).

En este contexto, se pueden citar algunos ejemplos internacionales, tales como el derrame del Exxon Valdez en Alaska en 1989 y el derrame de BP *Deepwater Horizon* en el Golfo de México en 2010, los cuales fueron clasificados como los peores accidentes ambientales en la historia de los Estados Unidos y cuyos impactos siguen afectando a los ecosistemas marinos (Velásquez, 2017).

En el caso de América Latina, se puede mencionar el desastre en la Bahía de San Vicente en el 2007, donde se derramaron 360,000 litros de petróleo crudo debido a una fisura en uno de los ductos de la refinería de la Empresa Nacional de Petróleos de Chile (ENAP), afectando a la fauna principalmente a las aves marinas y dulceacuícolas por el contacto directo con el petróleo (Llanos et al., 2018).

En el Perú, se han registrado diversos casos en la amazonia, uno de los más discutidos

se produjo en el año 2014, cuando se derramaron 2500 barriles de petróleo en la quebrada de Cuninico, el cual se extendió hasta el río Marañón, impactando gravemente el ecosistema, el medio biótico y a la comunidad ribereña. Asimismo, se estima que entre los años 2011 y 2022 la empresa Petroperú ha sido la responsable de un total de 75 derrames de petróleo en la región amazónica, a pesar de ello se ha demostrado que su respuesta no ha sido útil y adecuada frente al daño ambiental ocasionado (Urteaga et al., 2022).

En tal sentido, es importante mencionar que el gobierno peruano ha ignorado el real impacto que estos desastres han ocasionado a los ecosistemas, la flora, la fauna y comunidades aledañas, además de comprometer a las futuras generaciones. A ello se suma que las empresas responsables no han sido correctamente sancionadas, sin embargo, esta situación ha cambiado a raíz de lo acontecido en el mar de Ventanilla, en enero del 2022, donde la empresa Repsol derramó 11,900 barriles de petróleo durante las labores de descarga del Buque Tanque Mare Doricum en las instalaciones del Terminal Multiboyas N° 2 de la refinería La Pampilla S.A.A., este suceso fue clasificado por la Cancillería de la República como el peor desastre ecológico ocurrido en Lima en los últimos años. Además, en el mismo mes el Organismo de Supervisión de la Inversión en Energía y Minas (Osinerghmin) registró un segundo derrame equivalente a 8 barriles de petróleo en la misma zona del desastre (Actualidad Ambiental, 2022).

Desde la perspectiva ambiental, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), indicó que la zona afectada abarcó un total de 1,800,490 m<sup>2</sup> de suelo y 7,139,571 m<sup>2</sup> de mar. Del mismo modo el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), notificó que el derrame alteró la vida silvestre de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, así como la Zona Reservada de Ancón. A su vez, la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) comunicó que, hasta la fecha, hay 24 playas impactadas por el derrame, las cuales están comprendidas desde Ventanilla hasta Chancay, siendo no aptas para los pobladores y turistas. Finalmente, desde el

punto de vista económico, la organización The Nature Conservancy (TNC) estimó que aproximadamente 1000 pescadores encargados de la extracción, procesamiento y comercialización de productos marinos e incluido el turismo, se vieron afectados por el derrame (Actualidad Ambiental, 2022).

En este sentido, es imperativo conocer algunos aspectos claves de este caso, como es el nivel de riesgo ambiental, la cual constituye un proceso mediante el cual se identifica, analiza y evalúa el nivel de exposición de la población y el ambiente a causa de la concentración de contaminantes presentes en el área producto de las actividades industriales, así como de otras fuentes de contaminación (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2010). Bajo este esquema se fundamenta la presente investigación, la cual busca evaluar el riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla - Callao, 2022.

A partir del tema de estudio, fue posible verificar que las investigaciones académicas sobre evaluación del riesgo ambiental a causa de derrames de petróleo en el litoral marino costero y otros cuerpos de agua son muy limitadas; sin embargo, se han empleado diversas investigaciones donde ha sido aplicada la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental del MINAM, sustentada en la Norma UNE 150008:2008, tanto a nivel nacional como internacional.

A continuación, se exponen como antecedentes internacionales las siguientes investigaciones:

Guerrero (2022) realizó una investigación titulada *Evaluación del riesgo ambiental bajo la norma UNE 150008:2008 para la población de la Vereda el Dátil, Municipio de Macanal, Boyacá*, tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental en la Universidad El Bosque en Bogotá, Colombia. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y un alcance transversal (exploratorio y descriptivo), con técnicas de recolección de datos: investigación documental (Norma UNE 150008:2008, Guía de Evaluación de Riesgos

Ambientales MINAM, Guía Técnica Colombiana para la Gestión del Riesgo Ambiental GTC 104, entre otras fuentes), observación (check list) y entrevistas (semiestructuradas). El objeto de estudio fue analizar, evaluar y caracterizar el riesgo ambiental de la Vereda el Dátil afectada por la Represa de Chivar, mediante la búsqueda de información bibliográfica y el levantamiento de información en campo, a partir de ello se identificaron los peligros y se analizaron los escenarios a fin de determinar la probabilidad de ocurrencia, luego de ello se estimó el riesgo a partir del producto de la probabilidad con la gravedad y finalmente se caracterizó el riesgo, el cual resultó ser significativo. A partir de esta evaluación se concluyó que la vereda El Dátil se encuentra expuesta a diversos peligros siendo el entorno ecológico el que ha presentado un mayor nivel de riesgo (significativo) por lo que se recomienda dar seguimiento y proponer alternativas que mitiguen los riesgos derivados de la Represa de Chivar.

Olaya y Triviño (2019), realizaron una investigación titulada: *Estudio de las características fisicoquímicas de suelos y sedimentos y su influencia en las actividades productivas de la zona afectada por derrames de hidrocarburos en el Río Mira*, tesis para obtener el título de Ingeniera Sanitaria y Ambiental en la Universidad del Valle en Santiago de Cali. El objetivo fue determinar las características fisicoquímicas de los suelos y sedimentos de la zona contaminada, comparar los resultados con los estándares de calidad y dar a conocer la percepción de la comunidad afectada por el derrame. El estudio tiene un enfoque cualitativo, con técnicas de recolección de datos: investigación documental (revistas, periódicos, actas e informes gubernamentales, estudios, entre otras fuentes) y entrevistas (semiestructuradas). La investigación se basó en un estudio efectuado por los autores Invemar, Univalle y Corponariño en el año 2017, donde se determinaron las características fisicoquímicas, concentraciones de metales pesados e hidrocarburos en muestras de suelos y sedimentos. Luego de ello, los resultados fueron comparados con estándares de calidad ambiental a nivel nacional e internacional para sedimentos superficiales y suelos de uso agrícola, al mismo tiempo, se

compararon los resultados obtenidos en las entrevistas semiestructuradas y abiertas aplicadas a 13 personas del Consejo Comunitario Najo Mira y Frontera (CCBMYF), quienes identificaron diversas problemáticas a raíz del derrame. A partir de ello, se pudo concluir que el 41% de las muestras de sedimentos superaron los estándares de calidad ambiental internacional para níquel. Sin embargo, aunque no se han obtenido resultados que demuestren que la concentración de otros contaminantes genere una afectación a nivel del suelo y los sedimentos, a partir de las entrevistas se pudo conocer que, a causa del derrame hubo una disminución en la producción de cultivos, peces y mariscos, además de un deterioro en la salud de la comunidad.

Zavala (2017) realizó una investigación titulada *Evaluación del riesgo ambiental originado por el derrame de combustible en la línea pk-128 del Cantón La Concordia Santo Domingo en el periodo 2011 – 2015*, tesis para obtener el título de Ingeniera en Biotecnología Ambiental en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Riobamba, Ecuador. El objetivo fue evaluar los riesgos ambientales producidos por el derrame de combustible a partir de la caracterización del nivel de contaminación del suelo y agua, la estimación de los aspectos ambientales en los entornos humano, ecológico y socioeconómico, y la elaboración de un modelo de prevención y medidas correctivas. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y un alcance transversal (descriptivo), con técnicas de recolección de datos: investigación documental y bibliográfica (informes de laboratorio, base de datos, entre otras fuentes) y entrevistas (semiestructuradas). El estudio se basó en el análisis de agua y suelos en un laboratorio certificado y la búsqueda de referencias bibliográficas, así como documentaria, a partir de la cual se estableció una línea base con el fin de valorar los entornos humano, ecológico y socioeconómico. A su vez, se creó una base de datos con los análisis recolectados, se caracterizó el nivel de contaminación y se realizaron predicciones a través del programa SPSS, finalmente se aplicó la minería de datos y se valoraron los aspectos



ambientales en cada entorno, obteniendo como resultado un nivel de riesgo moderado en la etapa de caracterización, siendo el entorno humano y ecológico los que han presentado un mayor grado de afectación. Sin embargo, aunque se haya demostrado que los niveles de contaminación han disminuido debido a las características del suelo, ya que por su composición arcillo-arenosa ha facilitado las labores de mitigación y contingencia de la empresa responsable del derrame, se recomienda apoyar el estudio a través del uso de programas estadísticos que permitan obtener una data más exacta en cuanto al nivel de riesgo ambiental.

En el ámbito nacional se presentan los siguientes antecedentes:

Pulido et al. (2022) realizaron un artículo titulado *Daño ambiental en el litoral marino peruano causado por el derrame de petróleo (enero 2022) en la refinería La Pampilla – Lima, Perú*, publicado en la revista de investigación científica Manglar, el presente artículo tuvo como objetivo realizar un primer abordaje del daño ambiental producido 30 días posterior al derrame de petróleo en la refinería La Pampilla. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y un alcance transversal (descriptivo), empleando la investigación documental (normas legales, artículos científicos y documentos de organismos públicos nacionales e internacionales) como técnica de recolección de datos. Concluyendo que la responsabilidad del daño ambiental producido en el litoral marino es de la empresa Repsol debido a su descuido por no actuar de manera rápida ante el derrame, además, de no contar con una información exacta de la cantidad de barriles que han sido derramados al mar. También, han sido responsables de lesionar a medio millar de especies, tales como: algas marinas, invertebrados, aves y mamíferos, esta situación debe alertar a las universidades y organismos públicos en realizar investigaciones para poder conservar las especies y el ecosistema.

Melo (2022) desarrolló un estudio titulado *Riesgo ambiental por contaminación de hidrocarburos en la comunidad de Corapata, distrito de Pusi en Puno*; artículo presentado en la revista de investigaciones de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. El objetivo

principal fue evaluar el riesgo ambiental de dos áreas impactadas por el derrame empleando la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental MINAM, sustentada en la Norma UNE 150008 2008. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y un alcance transversal (descriptivo), con técnicas de recolección de datos: investigación documental y bibliográfica (informes de laboratorio, documentos municipales, proyectos de inversión pública, base de datos, entre otras fuentes) y observación (GPS, cámara fotográfica y fichas de campo). Se definió dos puntos de muestreo a fin de analizar la presencia de contaminantes en el agua y suelo, compararlos con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), así como hacer predicciones mediante tabulación en el programa MINITAB y determinar el riesgo ambiental para el entorno humano, ecológico y socioeconómico. Se concluyó que el nivel de riesgo en la comunidad de Corapata presentó un valor porcentual del 55%, considerado como nivel de riesgo moderado.

Torres (2021) realizó una investigación titulada *Evaluación y análisis de riesgo ambientales en las pozas de estabilización de aguas residuales San Pablo – Sapallanga 2020*, tesis para optar título profesional de Ingeniero Ambiental en la Universidad Continental. El objetivo fue determinar los escenarios y consecuencias generadas por las pozas de estabilización de aguas superficiales además de proponer medidas de control. El estudio tiene un enfoque mixto, con diseño no experimental y un alcance transversal (descriptivo), con técnicas de recolección de datos: investigación documental (Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del MINAM, informes de laboratorio, documentos municipales, entre otras fuentes) y observación (mapas y cadena de custodia). Se concluye que la evaluación en las pozas de estabilización en los tres entornos (natural, socioeconómico y humano) presenta un valor porcentual del 72%, considerado como un riesgo significativo, de acuerdo con la escala de medición. Los principales efectos asociados al entorno humano son las enfermedades gastrointestinales, debido a que la concentración de coliformes totales supera el estándar de

calidad del agua, mientras que en el entorno natural son el deterioro del ecosistema acuático y la contaminación de las aguas naturales, y el suelo, finalmente en el entorno socioeconómico perjudica a la ganadería y agricultura. Para poder controlar las consecuencias del riesgo significativo se deben plantear medidas de control, tal como, la eliminación de descargas clandestinas de aguas residuales, mejorar la gestión e infraestructura para el tratamiento de aguas residuales e involucrar a la población en ejecutar la propuesta.

Alvarado (2018) realizó una investigación titulada *Evaluación de riesgos ambientales en el proceso constructivo de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Rioja – 2017*, tesis para optar título profesional Ingeniero Ambiental en la Universidad César Vallejo. El objetivo fue determinar los riesgos ambientales, identificar la magnitud de los riesgos y establecer medidas correctivas y preventivas. El estudio tiene un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y un alcance transversal (descriptivo), con técnicas de recolección de datos: investigación documental (Diagnóstico ambiental, Plan de Gestión Ambiental, entre otras fuentes) y observación (lista de verificación de cumplimiento). Para esta investigación se aplicó la Guía de Evaluación de Riesgos Ambiental propuesto por el Ministerio del Ambiente (MINAM), a partir de ello se identificaron los peligros y se establecieron los escenarios basados en el diagnóstico ambiental de la obra, así como el Plan de Gestión ambiental entre otros instrumentos, además se usó una lista de cumplimiento para identificar los riesgos ambientales. De esta manera, se concluye que la evaluación de riesgos en el proceso constructivo de la planta de tratamiento de agua presentó un valor porcentual al 25.33%, representando un nivel de riesgo moderado. Además, al brindar capacitaciones y entrenar a los trabajadores de la obra hizo posible reducir los riesgos ambientales en cada proceso.

Fernández (2018) desarrolló una investigación sobre *Evaluación de riesgos ambientales de la planta de tratamiento de aguas residuales del AA.HH. Virgen de las Peñas, Tiabaya 2018*, tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental en la Universidad Alas

Peruanas. Tuvo como objetivo describir los entornos (humano, ecológico y socioeconómico), así como los procesos que se realizan en la PTAR, identificar los peligros, evaluar los riesgos en cada escenario propuesto y proponer un plan de manejo. El estudio tiene un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y un alcance transversal (correlacional). La población estuvo conformada por 440 viviendas que cuentan con conexiones de desagües domiciliarios y que descargan las aguas residuales domesticas a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), con una muestra de 180 viviendas, siendo el muestreo de tipo aleatorio simple. Técnicas de recolección de datos a través de encuestas, investigación documental y bibliográfica (Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, información de organismos gubernamentales y municipales, tesis, publicaciones científicas, fichas técnicas, manuales, informes de monitoreos, inventarios, entre otras fuentes) y observación (fichas de registros, fichas de campo, GPS Y cámara fotográfica). Teniendo como conclusión que la estimación del riesgo en el entorno humano se identificaron dos escenarios relevantes, la generación de ruido y la de malos olores por el funcionamiento de PTAR categorizándolo como riesgo significativo. Sin embargo, la evaluación del riesgo ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales dio como valor porcentual 24.82%, lo que se caracterizó como un riesgo de nivel leve, para la cual se debe implementar medidas de control a los escenarios relevantes, tales como realizar el mantenimiento de máquinas y equipos, instalar barreras acústicas, así como también analizar los efluentes que llegan a la PTAR, entre otros.

El MINAM (2010), define la Evaluación del Riesgo Ambiental de la siguiente manera:

Es el proceso mediante el cual se determina si existe una amenaza potencial que comprometa la calidad del agua, aire o suelo, poniendo en peligro la salud del ser humano como consecuencia de la exposición a todos los productos tóxicos presentes en un sitio, incluyendo aquellos compuestos tóxicos presentes que son producto de actividades industriales ajenas al sitio o cualquier otra fuente de contaminación, y

define un rango o magnitud para el riesgo (p. 13).

La evaluación del riesgo ambiental se desarrolla en tres fases, en la primera, se realiza el análisis del riesgo ambiental, para lo cual se recaba información documental como de campo, con el fin de identificar los peligros potenciales y determinar los escenarios, a partir de ello, se estima la probabilidad y la gravedad de las consecuencias. En la segunda fase, se estima y evalúa el riesgo ambiental para cada entorno (natural, humano y socioeconómico) y escenario en base a la fase anterior. En la tercera y última fase del proceso, el riesgo estimado para cada entorno es expresado en porcentaje, obteniéndose de su sumatoria y media, la caracterización del riesgo ambiental en uno de los 3 niveles: significativo, moderado o leve (MINAM, 2010).

## **1.2. Formulación del Problema**

PG: ¿Cuál es la evaluación del riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla - Callao, 2022?

- PE1: ¿Cuál es la evaluación de la calidad ambiental del agua en el ámbito del litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022?
- PE2: ¿Cuáles son los peligros identificados en cada escenario impactado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022?
- PE3: ¿Cuál es la probabilidad y gravedad de las consecuencias generadas por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022?
- PE4: ¿Cómo se caracteriza el riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022?

## **1.3. Objetivos**

OG: Determinar la evaluación del riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla - Callao, 2022.

- OE1: Evaluar la calidad ambiental del agua en el ámbito del litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.

- OE2: Identificar los peligros y analizar los escenarios impactados por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.
- OE3: Estimar la probabilidad y gravedad de las consecuencias generadas por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.
- OE4: Caracterizar el riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.

#### **1.4. Hipótesis**

HG: La evaluación del riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla - Callao, 2022, presenta un nivel de riesgo significativo.

- HE1: La calidad ambiental del agua superficial en el ámbito del litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022, supera la normativa ambiental a consecuencia del derrame de petróleo.
- HE2: Existen peligros potenciales identificados en cada escenario impactado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.
- HE3: Entre la probabilidad y la gravedad de las consecuencias se estiman niveles de riesgo significativos a causa del derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.
- HE4: El riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022, se caracteriza por un nivel de riesgo significativo.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Diseño de Investigación

Partiendo de la naturaleza de los datos que han sido recopilados, el presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, el cual se fundamenta en la medición numérica y en el análisis estadístico de la información, a través de la observación de fenómenos de una realidad en particular condicionada de forma secuencial y probatoria, ceñida a procedimientos estándar y aprobados por una comunidad científica (Hernández et al., 2014).

El nivel o alcance de la investigación es descriptivo, dado que, son estudios donde se realiza la medición o recopilación de datos para reportar información acerca de diferentes variables, dimensiones, aspectos, conceptos o componentes del fenómeno que se investiga (Hernández y Mendoza, 2018). En este caso, el fenómeno de estudio hace referencia al derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla y su impacto en los entornos humano, ecológico y socioeconómico, los cuales están dirigidos a caracterizar el nivel de riesgo ambiental.

En cuanto al diseño de la investigación, este es no experimental de corte transversal, definido como aquellos estudios donde las variables independientes no se manipulan intencionalmente, no se tienen grupos de control ni grupos experimentales; este diseño se apoya en el análisis y estudio de los hechos y fenómenos de la realidad luego de su ocurrencia, cuyos datos se recopilan en un único momento (Hernández y Mendoza, 2018).

### 2.2. Materiales, Instrumentos y Métodos

#### 2.2.1. Población y Muestra

De acuerdo con Palomino et al. (2015), la población está constituida por un conjunto finito o infinito de elementos, objetos o individuos con características o propiedades afines sobre los cuales se investiga. En el presente estudio, está representada por la extensión del litoral marino costero de Ventanilla, que comienza en el sector del Asentamiento Humano

Víctor Raúl Haya de La Torre y finaliza en la zona de Bahía Blanca, estimando una distancia total de 11.61 km (figura 1).

La muestra es definida por Palomino et al. (2015), como un sub conjunto que representa fielmente las características de la población, que se estudia para obtener información y extraer conclusiones. En el presente estudio, es de tipo no probabilística o dirigida, siendo seleccionada en base a los siguientes criterios de inclusión:

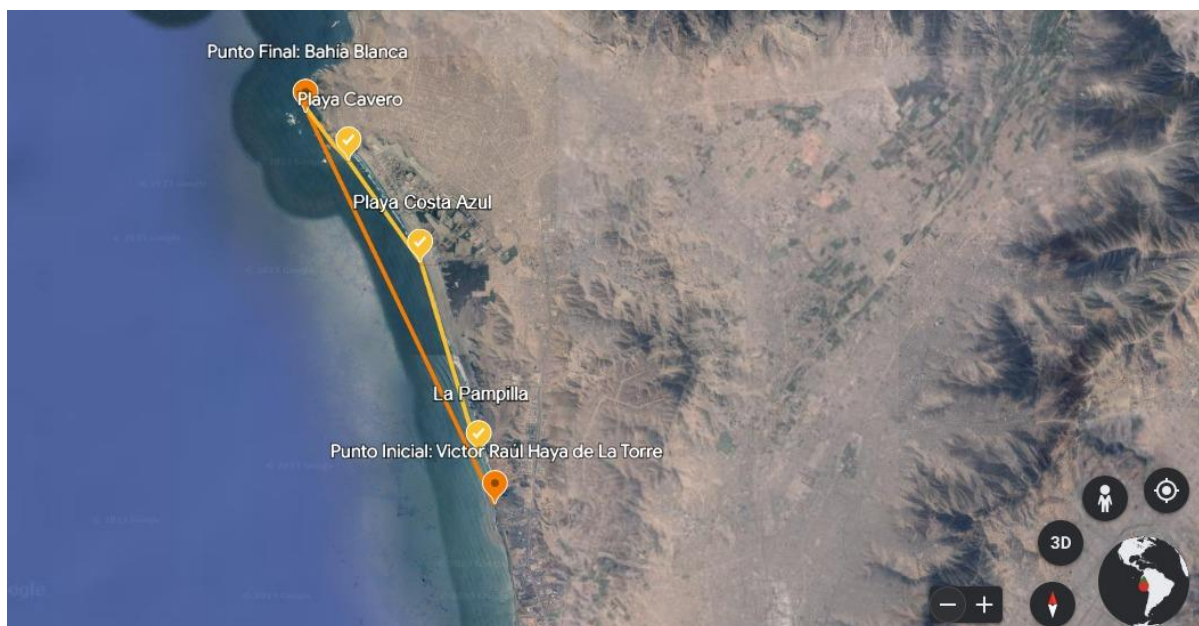
- Zonas consideradas como balnearios (hábitats y/o esparcimiento), de acuerdo con los informes del Instituto del Mar del Perú (IMARPE).
- Sector norte del distrito de Ventanilla donde se dispersó el hidrocarburo afectando el litoral marino costero.
- Desplazamiento del hidrocarburo en el litoral marino costero de Ventanilla, debido a la corriente marina que se mueve en dirección de sur a norte.
- Información técnica y específica correspondiente a los monitoreos de agua superficial en el litoral marino costero de Ventanilla, realizadas por una autoridad competente como IMARPE.
- Los puntos de monitoreo han sido ubicados por IMARPE en zonas de importancia particular y/o donde se desarrollan actividades específicas, según refiere el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016a).

De acuerdo a ello, se ha seleccionado como muestra las zonas comprendidas entre La Pampilla (E-01) y Bahía Blanca (E-25), según el informe preliminar emitido por IMARPE en abril de 2022 (Instituto del Mar del Perú [IMARPE], 2022b) estimando una extensión total de 9.8 km, como se muestra en la figura 1.



## Figura 1

### *Identificación geoespacial de la población y la muestra de estudio*



*Nota.* Se ha utilizado la herramienta Google Earth para mostrar el punto de inicio y final del litoral marino costero de Ventanilla el cual está demarcado de color naranja y los puntos tomados como muestra de color amarillo.

### **2.2.2. Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos**

Las técnicas de recolección de datos utilizadas, fueron la investigación documental y de campo, ambas permiten recopilar datos desde libros, expedientes, informes de laboratorio o de campo, relacionados con el tema de estudio, buscando conocer las contribuciones culturales y científicas ya aportadas (Baena, 2017).

Los instrumentos utilizados para el procesamiento, análisis y evaluación de datos, fueron las fichas de registro (anexos 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8) basadas en los cuadros comprendidos en la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales aprobada por el MINAM (2010), por lo que no requieren ser validados.

En cuanto a las técnicas de análisis, se empleó principalmente la estadística descriptiva, donde los registros u observaciones realizadas, proveen un conjunto de datos que se ordenan y

se presentan mediante tabulación y gráficas, lo cual permite comparar distintas series de datos obtenidas en varias observaciones (Fernández et al., 2002). Esta técnica se empleó al estimar la probabilidad, la gravedad de las consecuencias y el riesgo ambiental, y comparar los parámetros de calidad ambiental con el ECA para agua (Categoría 2, subcategoría C3). Posterior a ello, se procedió a la discusión a través de la confrontación literaria.

### **2.2.3. Materiales**

Esta sección incluye las herramientas que dieron soporte a la presente investigación, los cuales se detallan a continuación:

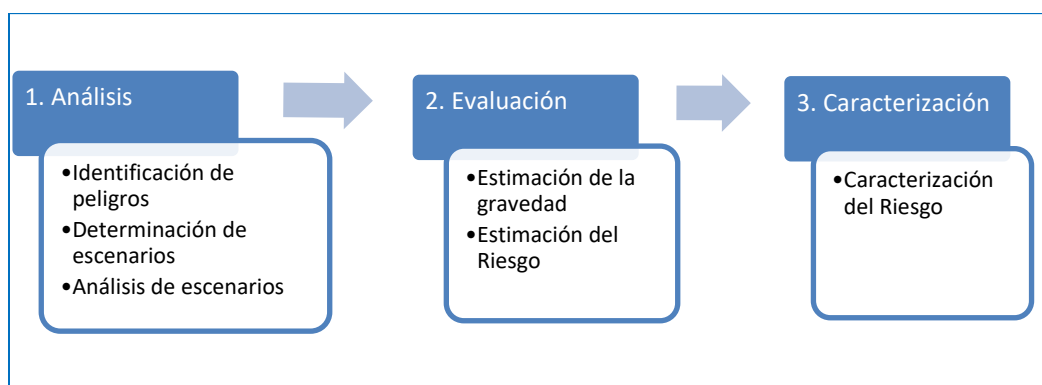
- Informe técnico sobre el monitoreo realizado en las zonas marino costeras afectadas por el derrame de petróleo, emitido por IMARPE en febrero de 2022 (IMARPE, 2022a).
- Informe de campo sobre el monitoreo realizado en las zonas marino costeras afectadas por el derrame de petróleo emitido por IMARPE en abril de 2022 (IMARPE, 2022b).
- Informe de emergencia emitido por INDECI en abril de 2022 (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2022).
- Mapa interactivo de DIGESA sobre la afectación de las playas por el derrame de petróleo en Ventanilla (DIGESA, 2022).
- Artículo científico sobre el derrame de petróleo en Ventanilla (Pulido et al., 2022).
- Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales (MINAM, 2010).
- Estándares de Calidad Ambiental para Agua (MINAM, 2017).
- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016a)
- Clasificación del Cuerpo de Agua Marino – Costero (ANA, 2016b)
- Google Earth utilizado para identificar y estimar la extensión (km) de la población y la muestra.
- Cámara fotográfica empleada en la visita de campo para el registro fotográfico.

#### 2.2.4. Métodos

La metodología para la evaluación del riesgo ambiental, se basa en 3 fases como se muestra en la figura 2.

**Figura 2**

*Fases para la evaluación del riesgo ambiental*



*Nota.* Elaborado a partir de la guía de evaluación de riesgos ambientales del MINAM (2010).

#### 2.3. Procedimientos

El procedimiento para llevar a cabo la evaluación del riesgo ambiental ocasionado por el derrame de petróleo en el litoral marino costero de Ventanilla, se basa en los procesos del sistema matricial establecidos por la guía de evaluación de riesgos ambientales del MINAM, los cuales se describen a continuación:

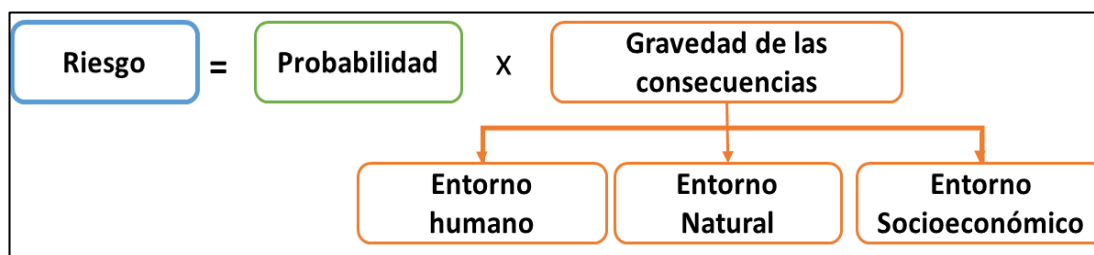
- i. Recopilación de información documental: se identifican las fuentes de peligro de los entornos humano, ecológico y socioeconómico asociadas con el derrame de petróleo y se definen las causas físico químicas, registrándose la información en las fichas de los anexos 2 y 4. También, se recolecta la información sobre los monitoreos ambientales a fin de obtener los parámetros y compararlos con el ECA para agua, estos datos se registran en la ficha del anexo 3.
- ii. Definición del suceso iniciador y formulación de escenarios: se identifican y definen los sucesos iniciadores o parámetros de evaluación para el entorno ecológico, humano y socioeconómico en función del elemento de riesgo, en este caso el agua superficial,

estos datos se registran en la ficha del anexo 4. Para la formulación de escenarios, se identifica la sustancia o evento y el escenario de riesgo, así como las causas y consecuencias asociadas, cuya información se registra en la ficha del anexo 5.

- iii. Estimación de la probabilidad: a cada uno de los escenarios se le asigna una probabilidad de ocurrencia según los rangos de estimación probabilística referidos en anexo 9 (ítem A), esta valoración se registra en la ficha del anexo 6.
- iv. Estimación de la gravedad de las consecuencias: se realiza de manera diferenciada para cada entorno, y se calcula mediante los límites del entorno y la vulnerabilidad; los rangos de los límites para cada entorno y la valoración de los escenarios identificados se encuentran referidos en el anexo 9 (ítem B, C, D, E, F y G). Finalmente, los datos se registran en la ficha del anexo 7.
- v. Estimación del riesgo ambiental: se estima para cada entorno a partir del producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias como se muestra en la figura 3. Luego se elabora una tabla de doble entrada para cada entorno, en las que se representan los escenarios, según la figura 4.

### Figura 3

#### *Estimación del riesgo ambiental*



*Nota.* Estimación del riesgo ambiental para cada entorno, adaptado de la guía de evaluación de riesgos ambientales MINAM (2010).

**Figura 4**

*Estimador del riesgo ambiental*

		Consecuencia				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2	E1				
	3					
	4			E2		
	5					

	Riesgo Significativo :	16 - 25
	Riesgo Moderado :	6 - 15
	Riesgo Leve :	1 - 5

*Nota.* La tabla ilustra un ejemplo de cómo se sitúan los escenarios (E1, E2), según la probabilidad y la gravedad de las consecuencias, tomado de la guía de evaluación de riesgos ambientales MINAM (2010).

vi. Caracterización del riesgo ambiental: se determina el promedio de cada entorno (humano, ecológico y socioeconómico), expresado en porcentaje, cuya sumatoria y media de los tres, da como resultado el nivel de riesgo ambiental (Riesgo Significativo, Moderado o Leve), según la figura 5.

**Figura 5**

*Escala de evaluación del riesgo ambiental*

	Valor Matricial	Equivalencia Porcentual (%)	Promedio (%)
<b>Riesgo Significativo :</b>	<b>16 - 25</b>	<b>64 - 100</b>	<b>82</b>
Riesgo Moderado :	6 - 15	24 - 60	42
Riesgo Leve :	1 - 5	1 - 20	10,50

*Nota.* Escalas de ubicación del riesgo ambiental, tomado de la guía de evaluación de riesgos ambientales MINAM (2010).

- vii. Proceso final: comprende la presentación, análisis y discusión de resultados, además se redactan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

#### **2.4. Consideraciones éticas**

Para el desarrollo de la investigación, se consideran aspectos éticos, respetando la estructura de los trabajos de grado de la Universidad Privada del Norte (UPN), la propiedad intelectual de los autores citados en el estado del arte y teorías; también se consideran los procedimientos de la guía de evaluación de riesgos ambientales y los estándares de calidad ambiental para agua, así como la manipulación honesta de los datos a procesar para garantizar resultados confiables.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Evaluación de la Calidad Ambiental del Agua

En la tabla 1, se muestran los parámetros de calidad ambiental para agua correspondientes a las estaciones de monitoreo de las playas Costa Azul, Cavero y Bahía Blanca (anexo 16), siendo estos los hidrocarburos totales de petróleo (TPH), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), el potencial de hidrógeno (pH) y la temperatura superficial (T), cuyos valores son presentados en rangos por el IMARPE, de los cuales se ha tomado la mayor concentración para realizar la comparación con los ECA.

**Tabla 1**

*Monitoreo ambiental de la calidad del agua*

Playa	Estación de Monitoreo		Parámetros físico químicos			Parámetros orgánicos	
	Estación	Coordenadas geográficas		Rango de DBO (mg/L)	Temperatura (°C)	pH	Rango de TPH (mg/L)
		Latitud	Longitud				
	E-01	-11.895583	-77.161861	7.51 - 10.10	17.5	8.14	0.0151 - 0.035
Playa Costa Azul	E-02	-11.873333	-77.165556	7.51 - 10.10	17.5	8.14	<0.0083 - 0.0099
	E-05	-11.883972	-77.165389	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.01 - 0.015
	E-07	-11.880167	-77.174972	7.51 - 10.10	17.5	8.14	<0.0083 - 0.0099
Playa Cavero	E-03	-11.859667	-77.175389	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.0151 - 0.035
	E-04	-11.850528	-77.180750	7.51 - 10.10	17.5	8.14	<0.0083 - 0.0099
	E-06	-11.859333	-77.186333	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.01 - 0.015
	E-10	-11.869583	-77.176222	5.01 - 7.50	17.5	8.14	<0.0083 - 0.0099
Playa Bahía Blanca	E-08	-11.844940	-77.191390	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.01 - 0.015
	E-24	-11.838390	-77.196110	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.01 - 0.015
	E-25	-11.833670	-77.189330	7.51 - 10.10	17.5	8.14	0.01 - 0.015
ECA Categoría 2/Subcategoría 3				10.00	Δ 3	6.8 - 8.5	0.01

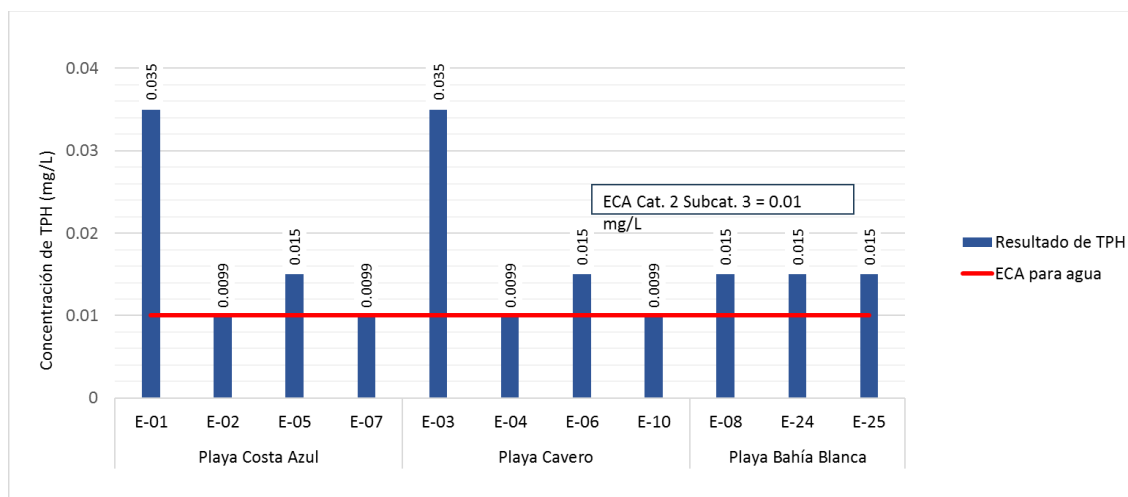
*Nota.* Elaboración propia. Se muestran las concentraciones de DBO y TPH de las estaciones monitoreadas por IMARPE, las cuales son comparadas con los ECA categoría 2, subcategoría 3 tomado del DS-004-2017-MINAM.

En la tabla 1, se puede observar que las estaciones E-01, E-02, E-04, E-07 y E-25,

superan el ECA para la categoría 2, subcategoría 3 referente a la DBO. En cuanto al TPH, se supera los ECA en las estaciones E-01, E-03, E-05, E-06, E-08, E-24 y E-25, siendo la E-01 el que presenta la concentración más alta para DBO y TPH. Por su parte, los valores de pH para todas las estaciones, se encuentran dentro del rango, siendo ligeramente alcalino. En tal sentido, en las figuras 6 y 7, se muestra un comparativo de los valores obtenidos en cada estación de monitoreo, y se identifican aquellos que superaron los ECA.

### Figura 6

Comparación de la concentración de TPH y el ECA Cat.2 Subcat. 3

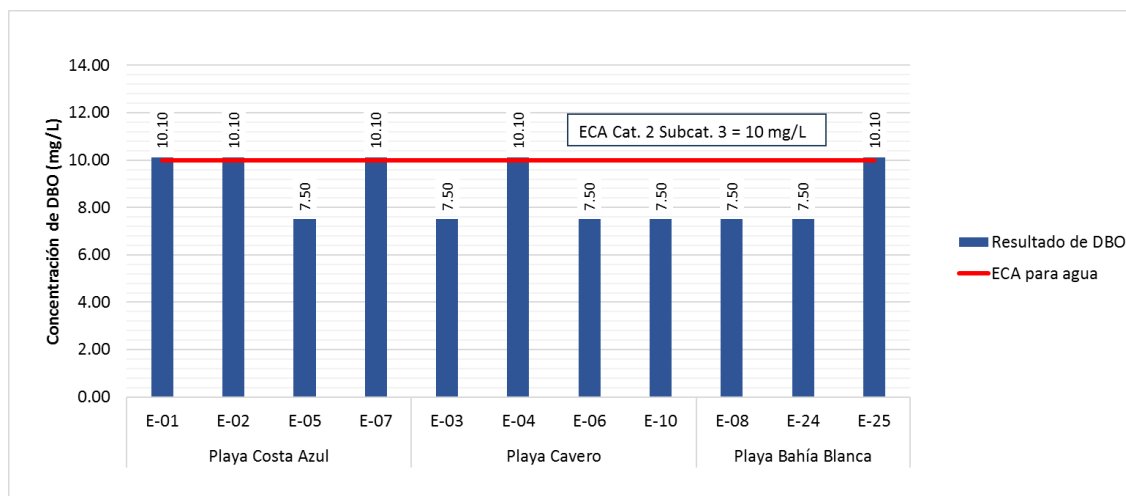


*Nota.* Elaboración propia. Concentración máxima de TPH comparado con el ECA para agua Categoría 2 Subcategoría 3.



**Figura 7**

*Comparación de la concentración de DBO y el ECA Cat.2 Subcat. 3*



*Nota.* Elaboración propia. Concentración máxima de DBO comparado con el ECA para agua Categoría 2 Subcategoría 3.

### 3.2. Identificación de Peligros y análisis de escenarios

En la tabla 2, se identifican las fuentes de peligro asociadas al derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla, para ello se determinaron las causas, el elemento de riesgo, los parámetros de evaluación y la fuente de información.

**Tabla 2**

*Identificación típica de fuentes de peligro*

Entorno	Causas	Elemento de Riesgo	Suceso Iniciador / Parámetros de Evaluación	Fuente de Información
<b>Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de mantenimiento al sistema de control</li> <li>- Implementación inadecuada de un Plan de Contingencia</li> <li>- Personal no capacitado en situaciones de riesgo</li> </ul>	Exposición potencial de agua a contaminación superficial	TPH (mg/L) DBO (mg/L) pH	Pulido et al. (2022) IMARPE (2022b)
<b>Ecológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variables oceanográficas (corriente marina)</li> </ul>	Exposición potencial de agua a contaminación superficial	TPH (mg/L) DBO (mg/L) pH	Pulido et al. (2022) IMARPE (2022b)

<b>Socioeconómico</b>	- Actividad petrolera	Exposición potencial de agua a contaminación superficial	TPH (mg/L) DBO (mg/L) pH	Pulido et al. (2022) IMARPE (2022b)
-----------------------	-----------------------	--	--------------------------------	--

*Nota.* Elaboración propia. Fuentes de peligros identificadas para cada entorno mediante la investigación documental.

En la tabla 2, se determinaron las causas aplicando la Guía de Evaluación de Riesgos Ambiental MINAM y se definieron los parámetros de evaluación para los entornos humano, ecológico y socioeconómico, siendo estos el TPH, la DBO y el pH.

En la tabla 3, se formularon los escenarios por cada uno de los peligros identificados, sobre los cuales se estimó la probabilidad de ocurrencia en función a los rangos de estimación probabilista (anexo 9 ítem A) y la gravedad de las consecuencias en función a los rangos de los límites de los entornos (anexo 9 ítem C)

**Tabla 3**

*Formulación de escenarios*

Entorno	Tipología de peligro			Sustancia o Evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias
	Ubicación de Zona	Natural	Antrópico				
<b>Humano</b>	Ventanilla		X	Falla del Sistema de control	Falla en las válvulas	Falta de mantenimiento al sistema de control	Contaminación del agua superficial
	Ventanilla		X	Ruptura de la manguera	Derrame de crudo	Falta de mantenimiento al sistema de control	Contaminación del agua superficial
	Ventanilla		X	Plan de Contingencia ineficiente	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia	Implementación inadecuada de un Plan de Contingencia	Tardío accionar de la empresa frente al derrame
	Ventanilla		X	Incumplimiento del protocolo de emergencia	Inadecuada ejecución de los protocolos de emergencia	Personal no capacitado en situaciones de riesgo	Poca capacidad para detectar la fuga de petróleo
<b>Ecológico</b>	Ventanilla		X	Alta concentración de TPH	Afectación a la calidad de agua superficial	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Contaminación del agua superficial
	Ventanilla	X		Desplazamiento del petróleo en el litoral marino costero	Afectación del hábitat y la biodiversidad	Variables oceanográficas (corriente marina)	Pérdida parcial o total del ecosistema marino costero
<b>Socioeconómico</b>	Ventanilla		X	Contaminación de los recursos hidrobiológicos	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Disminución de los ingresos de la población
	Ventanilla		X	Contaminación de playas	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Disminución de los ingresos de la población

*Nota.* Elaboración propia. Escenarios formulados para cada entorno, a partir de las fuentes de peligro identificadas.

En la tabla 3, se muestran los escenarios formulados para el entorno humano, tales como la inadecuada ejecución del plan de contingencia y protocolos de emergencia, falla en las válvulas y el derrame de crudo; para el entorno ecológico, la afectación a la calidad del agua superficial así como el hábitat y la biodiversidad; y finalmente para el entorno socioeconómico, la disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos además de las actividades turísticas y de esparcimiento.

### **3.3. Estimación de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias**

La probabilidad de ocurrencia se asignó a cada escenario en función a los rangos de estimación probabilista (anexo 9 ítem A).

**Tabla 4**

*Estimación de la probabilidad de ocurrencia*

Entorno	Zona	Sustancia o Evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias	Probabilidad
<b>Humano</b>	Ventanilla	Falla del Sistema de control	Falla en las válvulas	Falta de mantenimiento al sistema de control	Contaminación del agua superficial	4
	Ventanilla	Ruptura de la manguera	Derrame de crudo	Falta de mantenimiento al sistema de control	Contaminación del agua superficial	4
	Ventanilla	Plan de Contingencia ineficiente	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia	Implementación inadecuada de un Plan de Contingencia	Tardío accionar de la empresa frente al derrame	3
	Ventanilla	Incumplimiento del protocolo de emergencia	Inadecuada ejecución de los protocolos de emergencia	Personal no capacitado en situaciones de riesgo	Poca capacidad para detectar la fuga de petróleo	3
<b>Ecológico</b>	Ventanilla	Alta concentración de TPH	Afectación a la calidad de agua superficial	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Contaminación del agua superficial	4
	Ventanilla	Desplazamiento del petróleo en el litoral marino costero	Afectación del hábitat y la biodiversidad	Variables oceanográficas (corriente marina)	Pérdida parcial o total del ecosistema marino costero	4
<b>Socioeconómico</b>	Ventanilla	Contaminación de los recursos hidrobiológicos	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Disminución de los ingresos de la población	2
	Ventanilla	Contaminación de playas	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Disminución de los ingresos de la población	2

*Nota.* Elaboración propia. Probabilidad asignada a cada uno de los escenarios en base a los rangos de estimación probabilística.

En la tabla 4, se muestra el valor de la probabilidad asignado a cada escenario, donde 4 equivale a “altamente probable”, siendo la frecuencia mayor a una vez a la semana y menor a una vez al mes; en tanto, 3 equivale a “Probable”, siendo la frecuencia mayor a una vez al mes y menor a una vez al año; y finalmente 2 equivale a “Posible”, siendo la frecuencia mayor a una vez al año y menor a una vez cada 05 años.

La gravedad de las consecuencias se estimó en función al formulario (anexo 9 ítem B) y los rangos de los límites de los entornos (anexo 9 ítem C). En caso de la vulnerabilidad, este fue asignado según el entorno, para ello se aplicaron los ítems D, E y F del anexo 9. Finalmente, se valoraron los límites del entorno y la vulnerabilidad en base a los siguientes criterios:

- **Cantidad:** a partir del análisis documental se estimó un total de 11,900 barriles de petróleo derramos al mar (Pulido et al., 2022); los cuales equivalen a 1,861.68 toneladas.
- **Peligrosidad:** a partir de la ficha de datos de seguridad (anexo 11) así como la clasificación de las sustancias se pudo determinó la peligrosidad (anexo 10).
- **Extensión:** para el presente estudio se consideró la extensión de la muestra, correspondiente a 9.8 km.
- **Población afectada:** para el presente estudio se consideró la cantidad de personas afectadas directamente en sus medios de vida debido al derrame de petróleo, el cual equivale a un total 1,744 personas (INDECI, 2022).
- **Calidad del medio:** para el presente estudio se consideraron los parámetros de DBO (mg/L) y TPH (mg/L), de las estaciones de monitoreo que superaron el ECA (IMARPE, 2022b), así como el grado de afectación del hábitat y la biodiversidad (Pulido et al., 2022).
- **Patrimonio y capital productivo:** para el presente estudio se consideró el grado de afectación a las actividades extractivas y productivas de los recursos hidrobiológicos,

así como a las actividades turísticas y de esparcimiento en base a la visita que se realizó en campo.

En base a los criterios descritos, se estimó la gravedad de las consecuencias para cada entorno, los cuales se muestran en la tabla 5, mientras que en la tabla 6 se muestra el valor asignado.

**Tabla 5**

*Estimación de la gravedad de las consecuencias*

<b>Entorno Humano</b>									
N°	Escenario	Cantidad (Tn)		Peligrosidad (Según caracterización)		Extensión (Km)		Población afectada (personas)	
		Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración
1	Falla en las válvulas		4		4		4		4
2	Derrame de crudo		4	Muy inflamable	4		4		4
3	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia	1861.68 Tn (11900 barriles)	4	Muy tóxico Inflamable Combustible	4	9.8 km (muestra)	4	1744 personas (INDECI, 2022)	4
4	Inadecuada ejecución de los protocolos de emergencia		4		4		4		4
<b>Entorno Ecológico</b>									
N°	Escenario	Cantidad (Tn)		Peligrosidad (Según caracterización)		Extensión (Km)		Calidad del medio	
		Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración
1	Afectación a la calidad de agua superficial		4	Muy inflamable	4		4	TPH > ECA Cat. 2 / Sub	4
2	Afectación del hábitat y la biodiversidad	1861.68 Tn (11900 barriles)	4	Muy tóxico Inflamable Combustible	4	9.8 km (muestra)	4	Cat. 3 (IMARPE. 2022b)	3
<b>Entorno Socioeconómico</b>									
N°	Escenario	Cantidad (Tn)		Peligrosidad (Según caracterización)		Extensión (Km)		Patrimonio y capital productivo	
		Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración
1	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos		4	Muy inflamable	4		4		3
2	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento	1861.68 Tn (11900 barriles)	4	Muy tóxico Inflamable Combustible	4	9.8 km (muestra)	4	Medianamente productivo	2

*Nota.* Elaboración propia. Valoración de consecuencias asignada a cada uno de los escenarios en base a los rangos de los límites de los entornos.



**Tabla 6**

*Valoración de los escenarios identificados en cada entorno*

Entorno Humano								
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada	Valoración	Valor asignado	Valor
1	Falla en las válvulas	4	4	4	4	20	5	Crítico
2	Derrame de crudo	4	4	4	4	20	5	Crítico
3	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia	4	4	4	4	20	5	Crítico
4	Inadecuada ejecución de los protocolos de emergencia	4	4	4	4	20	5	Crítico
Entorno Ecológico								
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Valoración	Valor asignado	Valor
1	Afectación a la calidad de agua superficial	4	4	4	4	20	5	Crítico
2	Afectación del hábitat y la biodiversidad	4	4	4	3	19	5	Crítico
Entorno Socioeconómico								
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Valoración	Valor asignado	Valor
1	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos	4	4	4	3	19	5	Crítico
2	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento	4	4	4	2	18	5	Crítico

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla 5, se muestra la valoración de consecuencias en cada escenario, los cuales fueron extraídos y sustituidos en las ecuaciones 1, 2 y 3 (anexo 12), obteniéndose una valoración en el rango de 20 a 18.

En la tabla 6, se muestran los valores asignados a cada valoración, los cuales se encontraron el rango de 20 a 18, el cual equivale a 5, siendo este “crítico” (anexo 9 ítem G).

La estimación del riesgo ambiental se obtuvo del producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias anteriormente estimados para los entornos humano, ecológico y socioeconómico, para ello se aplicó la ecuación 4 (anexo 13). Asimismo, se elaboraron tres tablas de doble entrada (tabla 7, 8 y 9), en las que se grafica la ubicación de los escenarios por entorno.

### Tabla 7

#### *Estimación del riesgo ambiental para el entorno humano*

Probabilidad	Gravedad Entorno Humano					
	Valor	1	2	3	4	5
1						
2						
3						E3, E4
4						E1, E2
5						
		Riesgo significativo			16 - 25	
		Riesgo moderado			6 - 15	
		Riesgo leve			1 - 5	

*Nota.* Elaboración propia. Producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias de los escenarios identificados en el entorno humano.

En la tabla 7, se muestra que el producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias de los E1 y E2, dieron como resultado un valor igual a 20, equivalente a un “riesgo significativo” dentro del rango de 16 a 25, mientras que en los E3 y E4, se obtuvo un valor igual a 15, equivalente a un “riesgo moderado” dentro del rango de 6 a 15.

**Tabla 8**

*Estimación del riesgo ambiental para el entorno ecológico*

		Gravedad Entorno Ecológico					
		Valor	1	2	3	4	5
Probabilidad	1						
	2						
	3						
	4				<b>E1, E2</b>		
	5						
		Riesgo significativo			16 - 25		
		Riesgo moderado			6 - 15		
		Riesgo leve			1 - 5		

*Nota.* Elaboración propia. Producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias de los escenarios identificados en el entorno ecológico.

En la tabla 8, se muestra que el producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias de los E1 y E2, dieron como resultado un valor igual a 20, equivalente a un “riesgo significativo” dentro del rango de 16 a 25.

**Tabla 9**

*Estimación del riesgo ambiental para el entorno socioeconómico*

		Gravedad Entorno Socioeconómico					
		Valor	1	2	3	4	5
Probabilidad	1						
	2			<b>E1, E2</b>			
	3						
	4						
	5						
		Riesgo significativo			16 - 25		
		Riesgo moderado			6 - 15		
		Riesgo leve			1 - 5		

*Nota.* Elaboración propia. Producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias de los escenarios identificados en el entorno socioeconómico.

En la tabla 9, se muestra que el producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias de los E1 y E2, dieron como resultado un valor igual a 10, equivalente a un “riesgo moderado” dentro del rango de 6 a 15.

### 3.4. Caracterización del riesgo ambiental

La caracterización se obtuvo al convertir a porcentaje el riesgo ambiental obtenido en cada escenario, y promediando dichos valores, obteniendo como resultado un 70% para el entorno humano, 80% para el entorno ecológico y 40% para el entorno socioeconómico, tal y como se muestra en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Caracterización del riesgo ambiental*

Entorno	Zona	Escenario	Probabilidad	Gravedad	Riesgo Ambiental	% Riesgo Ambiental	Promedio (%)	Caracterización (%)
<b>Humano</b>	Ventanilla	Falla en las válvulas	4	5	20	80	70	
	Ventanilla	Derrame de crudo	4	5	20	80		
	Ventanilla	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia	3	5	15	60		
	Ventanilla	Inadecuada ejecución de los protocolos de emergencia	3	5	15	60		
<b>Ecológico</b>	Ventanilla	Afectación a la calidad de agua superficial	4	5	20	80	80	63.33
	Ventanilla	Afectación del hábitat y la biodiversidad	4	5	20	80		
<b>Socioeconómico</b>	Ventanilla	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos	2	5	10	40	40	
	Ventanilla	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento	2	5	10	40		

*Nota.* Elaboración propia. Caracterización en base al riesgo ambiental de los entorno humano, ecológico y socioeconómico.

En la tabla 10, se muestra el resultado obtenido al sumar y promediar los valores de cada entorno, siendo igual a 63.33%, el cual equivale a un “riesgo significativo” según la escala (anexo 9 ítem I), para ello se aplicó la ecuación 5 (anexo 14).

### 3.5. Evaluación del riesgo ambiental

Finalmente, se obtuvo que el riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo es “significativo”, lo cual indica que, la población, el ambiente y la socioeconomía están siendo afectadas severamente. Por lo que es necesario implementar medidas control, mitigación y supervisión con el fin de reducir el riesgo ambiental. En la tabla 11, se han propuesto recomendaciones dirigidas a las entidades gubernamentales como a la responsable de ocasionar el derrame de petróleo en el litoral marino costero de ventanilla.

**Tabla 11**

*Recomendaciones orientadas a reducir el riesgo ambiental*

<b>Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Entidad responsable</b>
Fiscalización	Fiscalizar las zonas afectadas por el derrame de petróleo a fin de garantizar que los productos hidrobiológicos que se comercializan estén aptos para el consumo humano.	SANIPES
Monitoreo ambiental	Realizar monitoreos periódicos en el litoral marino costero de ventanilla, así como en aquellas zonas que por efecto de la corriente marina han sido afectadas por el derrame.	MINAM / ANA / OEFA
Monitoreo ambiental	Brindar soporte técnico en la realización de monitoreos de la calidad ambiental del agua superficial marino costera, y dar seguimiento a las actividades que puedan dañar el ecosistema marino.	IMARPE
Plan de manejo ambiental	Elaborar un plan de manejo ambiental de corto y mediano plazo enfocado en garantizar la recuperación y manejo sostenible de las zonas afectadas por el derrame de petróleo.	MINAM
Vigilancia sanitaria	Continuar con las acciones de monitoreo y vigilancia con el fin de conocer el estado sanitario de las playas.	DIGESA

Marco Normativo	Actualizar y modificar el Plan Nacional de Contingencia para controlar y combatir derrames de petróleo y otras sustancias nocivas (1993) y actualizar el marco normativo ambiental relacionado a las actividades de hidrocarburos.	MINAM / OEFA / OSINERGMIN / ANA / APN / SERNANP / SERFOR / DIGESA
Protocolos de protección a la biodiversidad	Establecer lineamientos orientados a promover oportuna y adecuadamente la intervención del SINAFOR, así como elaborar y aprobar protocolos para el rescate, atención inicial, rehabilitación y liberación de las especies marino costeras.	SERFOR
Prevención y Mitigación	Elaborar e implementar protocolos, procedimientos y medidas de contingencia ante derrames de petróleo, adecuados a la capacidad y necesidades del proceso que realiza la empresa.	REPSOL
Fiscalización	Realizar actividades de fiscalización en las empresas que manejan hidrocarburos, en relación a los aspectos de seguridad en los procesos, además de garantizar que estas cuenten con los medios y recursos apropiados para el adecuado desarrollo de sus actividades, en caso se presenten situaciones de emergencia. Se requiere que todos los procesos sean auditados, especialmente en empresas y zonas facultadas para el desarrollo de las actividades petroleras.	OEFA / OSINERGMIN

*Nota.* Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En el presente estudio se empleó la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales elaborado por el Ministerio de Ambiente en el 2010, la cual se aplicó para determinar el riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla suscitado en el 2022. Al momento de la revisión bibliográfica no se hallaron trabajos de investigación relacionados a la realidad problemática, sin embargo, se encontraron investigaciones orientadas a la aplicación de la guía en mención, este documento se aplicó en las investigaciones de Melo (2022), Torres (2021), Alvarado (2018) y Fernández (2018).

De los resultados obtenidos en la presente investigación, se determinó el nivel de riesgo ambiental en el litoral marino costero de Ventanilla, debido al derrame de petróleo. De la cual el entorno humano y ecológico han presentado el 70% y 80% respectivamente calificándose como “riesgo significativo”, y para el entorno socioeconómico el 40% siendo un “riesgo moderado”. La sumatoria y el promedio de estos valores resultó 63.33% que representa el nivel de riesgo ambiental calificado como “significativo”. Sin embargo, Melo (2022) aplicó la guía para determinar el nivel de riesgo por contaminación de hidrocarburos en la comunidad de Coropata, Distrito de Pusi en Puno, donde determinó un nivel de riesgo ambiental de 55% que representa un riesgo “moderado”. Si bien el resultado es menor a comparación a esta investigación aun siendo la misma sustancia contaminante, posiblemente se deba a que el ámbito de estudio ha sido en el perímetro de una institución educativa y un área recreativa, mientras que para este estudio ha sido en el lugar ocurrido el evento.

Comparando los niveles de riesgo de los tres entornos, se tiene que el entorno humano calificó como riesgo significativo, esto debido a que los peligros identificados han sido por la falla del sistema de control, ruptura de la manguera, plan de contingencia ineficiente e incumplimiento de los protocolos de emergencia, ya que la causa principal del daño ambiental



ha sido por las actividades de carga y descarga de petróleo en el mar por la empresa Repsol. La investigación de Torres (2021) se asemeja a los peligros identificados en el presente estudio, debido a que la principal fuente de peligro es por las funciones realizadas dentro de las pozas de estabilización de San Pablo, por su inadecuado mantenimiento de tuberías, por descargas clandestinas y la acumulación de residuos sólidos.

Respecto al entorno ecológico se formuló la alta concentración de TPH y la afectación del hábitat y biodiversidad debido a la presencia de crudo y las variables oceanográficas (corriente marina). De acuerdo con lo mencionado, la investigación de Pulido et al. (2022), plantea consecuencias similares a esta investigación mencionando que el derrame de petróleo ha sido desplazado por las corrientes marinas al norte del país afectando el ecosistema marino costero y en particular los recursos hidrobiológicos, causando la eliminación, la desaparición parcial y el desplazamiento de especie a otros lugares.

En cuanto al entorno socioeconómico ha sido calificado con el menor porcentaje del nivel de riesgo ambiental, esto debido a que los escenarios planteados han sido la disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos y las actividades turísticas y de esparcimiento. Al momento de realizar la revisión bibliográfica no se han encontrado estudios que discutan o estén relacionado a lo mencionado con respecto al entorno socioeconómico.

La presente investigación presentó diversas limitaciones asociadas principalmente a la disponibilidad o acceso a información técnica y confiable, entre ellas, la obtención de información directa de las operaciones, procedimientos y procesos de la empresa Repsol en el terminal de La Pampilla, así como la obtención de parámetros de calidad ambiental para comparar con los ECA, habiéndose limitado a los monitoreos realizados por el IMARPE, donde estimaron rangos para describir los resultados obtenidos en las estaciones de monitoreo establecidas por esta entidad, considerando principalmente los TPH, DBO, pH y temperatura

superficial como parámetros fisicoquímicos. Asimismo, debido a las actividades de limpieza que se vienen realizando por parte de la empresa Repsol para controlar el arrastre del petróleo en el litoral marino costero, se pudo constatar durante una visita a campo que el ingreso a la playa es restringido, ya que, al intentar registrar el estado de las playas mediante fotografías, fuimos interceptadas por personal del municipio, quien ordenó que nos retiremos y evitemos tomar fotografías, por lo que solo se pudo obtener planos a distancia del estado de las playas y las actividades que se estaban realizando en ese momento (anexo 15). Por cuanto, para la investigación no se accedió a suposiciones o especulaciones.

En cuanto a las implicancias, la presente investigación evaluó el riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo catalogado como el peor desastre ecológico ocurrido en Lima en los últimos años, a partir de una metodología aceptada, estandarizada y adoptada por el MINAM, obteniéndose un nivel de riesgo “significativo”, lo que permitió establecer y direccionar recomendaciones a diferentes entidades y organismos para llevar un seguimiento y control que permita disminuir el potencial de riesgo sobre el ecosistema y la población. Es preciso mencionar que, las investigaciones dirigidas a evaluar el riesgo ambiental generados por los derrames de petróleo, son limitadas, especialmente en el litoral marino costero.

#### **4.2. Conclusiones**

- Se concluye que el riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo es “significativo”, por lo que ha sido necesario proponer medidas de control, mitigación y supervisión dirigidas a las entidades y organismos gubernamentales, así como a la empresa Repsol, responsable del derrame de petróleo en el litoral marino costero de Ventanilla.
- Se concluye que la evaluación ambiental efectuada en el litoral marino costero de Ventanilla debido al derrame de petróleo, caracteriza el riesgo ambiental en base al entorno humano (70%), ecológico (80%) y socioeconómico (40%), obteniendo de la

sumatoria y promedio de los tres, un valor de 63.33%, equivalente a un “riesgo significativo”.

- Se concluye que la probabilidad estimada en cada escenario, resulto en una valoración de 2, 3 y 4, equivalente a “posible”, “probable” y “altamente probable” respectivamente. Mientras que para la gravedad de las consecuencias se estimó una valoración en el rango de 20 a 18, cuyo valor asignado corresponde a 5, el cual equivale a un valor “crítico”. Finalmente, del producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias, se estimó el riesgo ambiental en el entorno humano (E1, E2, E3 y E4), ecológico (E1 y E2) y socioeconómico (E1 y E2) obteniendo valores en el rango de 16 a 25, equivalente a un “riesgo significativo”, así como valores en el rango de 6 a 15, equivalente a un “riesgo moderado”.
- Se concluye que las fuentes de peligro identificadas en el entorno humano, corresponden a la falta de mantenimiento del sistema de control, la implementación inadecuada del plan de contingencia, así como no contar con personal calificado para actuar frente a situaciones de riesgo, mientras que en el entorno ecológico se identificó como fuente de peligro las variables oceanográficas y para el entorno socioeconómico se identificó como fuente de peligro la actividad petrolera. Asimismo, se analizaron los escenarios para el entorno humano, siendo estos la inadecuada ejecución del plan de contingencia y protocolos de emergencia, la falla en las válvulas y el derrame de crudo, así como para el entorno ecológico, entre los cuales se tiene la afectación a la calidad del agua superficial así como el hábitat y la biodiversidad, y finalmente para el entorno socioeconómico, se tiene la disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos además de las actividades turísticas y de esparcimiento.
- Se concluye que los parámetros de calidad ambiental para agua correspondiente a las estaciones de monitoreo en las playas Costa Azul, Cavero y Bahía Blanca, superan los

ECA Categoría 2 Subcategoría 3. Para el parámetro de DBO (10 mg/L), se superó el ECA en las estaciones E-01, E-02, E-04, E-07 y E-25, mientras que para el parámetro de TPH (0.01 mg/L) el ECA fue superado en las estaciones E-01, E-03, E-05, E-06, E-08, E-24 y E-25, siendo la E1 la que presentó niveles de concentración más altos para ambos parámetros.

## REFERENCIAS

- Actualidad Ambiental (01 de febrero de 2022). Derrame de petróleo en la costa peruana: Puntos claves para entender el desastre ambiental. *SPDA Actualidad Ambiental*.  
<https://n9.cl/hfpsi>
- Alvarado Bartra, R.L. (2018) Evaluación de Riesgos Ambientales en el proceso constructivo de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Rioja – 2017 [Tesis de ingeniero, Universidad César Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19163>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Establecen Disposiciones Complementarias. 7 de junio de 2017.
- DIGESA (2022). *Monitore de playas afectadas por el derrame de petróleo en el marco de la declaratoria de emergencia*. <https://n9.cl/hxxri>
- Fernández Cayo, R.R. (2018) *Evaluación de riesgos ambientales de la planta de tratamiento de aguas residuales del AA. HH Virgen de las Peñas, Tiabaya, 2018* [Tesis de ingeniero, Universidad Alas Peruanas].  
<https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/3938>
- Fernández, S. F., Sánchez, J. M. C., Córdoba, A., & Largo, A.C (2022). *Estadística descriptiva (2da)*. ESIC Editorial.
- Guerrero, L. C. (2022) *Evaluación del Riesgo ambiental bajo la norma UNE 150008:2008 para la población de la Vereda el Dátil, Municipio de Macanal, Boyacá* [Tesis de ingeniero, Universidad El Bosque].  
<https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/9442/Proyecto%20de%20grado%202202%20-%200004%20%281%29.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C.P. (2018). *Metodología de la investigación:*

*Las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta.* Mc Graw Hill educación.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.

Instituto del Mar de Perú (2022). Prospección en la zona marino costera entre Ventanilla y Ancón-Lima. <https://n9.cl/opf12>

Instituto del Mar del Perú. (2022). Monitoreo de los impactos ocasionados sobre los recursos hidrobiológicos por el derrame de petróleo en el sector litoral de Ventanilla. <https://n9.cl/1n2ow>

Instituto Nacional de Defensa Civil (2022). Derrame de Hidrocarburos en el Distrito de Ventanilla-Callao. <https://n9.cl/0vzzyf>

Llanos, S., Donoso, S., Lara, E., Barrientos, C., Fuentes, D., & Gonzáles-Acuña, D. (2018). Efectos de un derrame de petróleo sobre la avifauna de las Bahía de San Vicente, región de Biobio, Chile, *Revista Chilena de Ornitología* 24(2), 63-74. <https://n9.cl/97xba>

Melo, M. R. (2022). Riesgo ambiental por contaminación de hidrocarburos en la comunidad de Corapata, distrito de Pusi Puno. *Revista de Investigaciones*, 11(3), 177-192. <https://doi.org/10.26788/ri.v11i3.3601>

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2020). Oil spills. NOAA. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/oil-spills>

Olaya Rojas, M. P., & Triviño Cortés, K. A. (2019). *Estudio de las características fisicoquímicas de suelos y sedimentos y su influencia en las actividades productivas de la zona afectada por derrames de hidrocarburos en el Río Mira* [Tesis de ingeniero, Universidad del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/17832>

Palomino, J., Peña, J., & Zevallos, G. (2015). *Metodología de la Investigación* (San Marcos).

Pulido, V., Martínez, J. C., Bustamante, C. A., & Carhuaz, E. O. (2022). Daño ambiental en el litoral marino peruano causado por el derrame de petróleo (enero 2022) en la refinería

- La Pampilla. *Manglar*, 19(1), 67-75. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2022.009>
- Ramírez, A. (2021). Análisis de los derrames de hidrocarburos procedente de buques y su gestión en el Perú. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 24(48), 143-151. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.21770>
- Resolución Jefatural 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. 11 de enero de 2016. N° 135897.
- Torres Guerrero, A. B. (2021). *Evaluación y análisis de riesgos ambientales en las pozas de estabilización de aguas residuales San Pablo—Sapallanga 2020* [Tesis de ingeniero, Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10090>
- Urteaga, P., Vázquez, I., Kahhat, R., & Silva, J. C. (27 de setiembre 2022). Los derrames de petróleo en las “zonas de sacrificio” en el Perú [Institucional]. *IDEHPUCP*. <https://idehpucp.pucp.edu.pe/analisis1/los-derrames-de-petroleo-en-las-zonas-de-sacrificio-en-el-peru/>
- Velásquez, J. A. V. (2017). Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(1), 151-167. <https://doi.org/10.22490/21456453.1846>
- Zavala Chiriboga, L. C. (2017). *Evaluación del riesgo ambiental originado por el derrame de combustible en la línea PK-128 del cantón La Concordia Santo Domingo en el periodo 2011 – 2015*. [Tesis de ingeniero, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7869>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Operacionalización			Metodología						
General	General	General	Variable	Dimensión	Indicador	Diseño de investigación	Técnicas e Instrumentos					
¿Cuál es la evaluación del riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla - Callao, 2022?	Determinar la evaluación del riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla - Callao, 2022.	La evaluación del riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla - Callao, 2022, presenta un nivel de riesgo significativo.	Independiente:  Derrame de petróleo	Calidad ambiental (agua superficial)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrocarburos totales de petróleo (TPH)</li> <li>- DBO</li> <li>- Temperatura</li> <li>- pH</li> </ul>	Enfoque: Cuantitativo	<b>Población</b> 11.61 Km desde el AAHH Victor Raúl Haya De La Torre hasta la Playa Bahía Blanca					
¿Cuál es la evaluación de la calidad ambiental del agua en el ámbito del litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022?	Evaluar la calidad ambiental del agua en el ámbito del litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.	La calidad ambiental del agua superficial en el ámbito del litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022, supera la normativa ambiental a consecuencia del derrame de petróleo.						Dependiente:  Riesgo ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entorno humano</li> <li>- Entorno ecológico o natural</li> <li>- Entorno socio-económico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probabilidad de ocurrencia</li> <li>- Gravedad de las consecuencias</li> <li>- Nivel de riesgo (leve, moderado o significativo)</li> </ul>	<b>Alcance:</b> Transversal - Descriptivo  <b>Diseño:</b> No Experimental	<b>Muestra</b> 9.8 Km desde la Pampilla, hasta la Playa Bahía Blanca
¿Cuáles son los peligros identificados en cada escenario impactado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022?	Identificar los peligros y analizar los escenarios impactados por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.	Existen peligros potenciales identificados en cada escenario impactado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.										



<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Operacionalización</b>	<b>Metodología</b>
¿Cuál es la probabilidad y gravedad de las consecuencias generadas por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022?	Estimar la probabilidad y gravedad de las consecuencias generadas por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.	Entre la probabilidad y la gravedad de las consecuencias se estiman niveles de riesgo significativos a causa del derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.		
¿Cómo se caracteriza el riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022?	Caracterizar el riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022.	El riesgo ambiental generado por el derrame de petróleo ocurrido en el litoral marino costero de Ventanilla – Callao, 2022, se caracteriza por un nivel de riesgo significativo.		

**Anexo 2. Ficha de registro para la definición de fuentes de peligro**

<b>PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022"</b>																																			
<b>Investigadoras:</b>																																			
<b>Causa Físico Química</b>																																			
Tipología de Peligro		Sustancia	Tipo		Peligrosidad							Volumen																							
			MP	R	Mi	Mt	li	Exp	Inf	Cor	Com		Otro																						
Antrópico																																			
Natural																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Descripción:</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;"><b>Sustancias por su clasificación:</b></td> <td> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20%;"><b>MP:</b></td><td>Materia prima</td></tr> <tr><td><b>R:</b></td><td>Residuo</td></tr> <tr><td><b>Mi:</b></td><td>Muy inflamable</td></tr> <tr><td><b>Mt:</b></td><td>Muy tóxico</td></tr> <tr><td><b>li:</b></td><td>Irreversible inmediato</td></tr> <tr><td><b>Exp:</b></td><td>Explosivo</td></tr> <tr><td><b>Inf:</b></td><td>Inflamable</td></tr> <tr><td><b>Cor:</b></td><td>Corrosivo</td></tr> <tr><td><b>Com:</b></td><td>Combustible</td></tr> </table> </td> </tr> </table>														Descripción:		<b>Sustancias por su clasificación:</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20%;"><b>MP:</b></td><td>Materia prima</td></tr> <tr><td><b>R:</b></td><td>Residuo</td></tr> <tr><td><b>Mi:</b></td><td>Muy inflamable</td></tr> <tr><td><b>Mt:</b></td><td>Muy tóxico</td></tr> <tr><td><b>li:</b></td><td>Irreversible inmediato</td></tr> <tr><td><b>Exp:</b></td><td>Explosivo</td></tr> <tr><td><b>Inf:</b></td><td>Inflamable</td></tr> <tr><td><b>Cor:</b></td><td>Corrosivo</td></tr> <tr><td><b>Com:</b></td><td>Combustible</td></tr> </table>	<b>MP:</b>	Materia prima	<b>R:</b>	Residuo	<b>Mi:</b>	Muy inflamable	<b>Mt:</b>	Muy tóxico	<b>li:</b>	Irreversible inmediato	<b>Exp:</b>	Explosivo	<b>Inf:</b>	Inflamable	<b>Cor:</b>	Corrosivo	<b>Com:</b>	Combustible
Descripción:																																			
<b>Sustancias por su clasificación:</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20%;"><b>MP:</b></td><td>Materia prima</td></tr> <tr><td><b>R:</b></td><td>Residuo</td></tr> <tr><td><b>Mi:</b></td><td>Muy inflamable</td></tr> <tr><td><b>Mt:</b></td><td>Muy tóxico</td></tr> <tr><td><b>li:</b></td><td>Irreversible inmediato</td></tr> <tr><td><b>Exp:</b></td><td>Explosivo</td></tr> <tr><td><b>Inf:</b></td><td>Inflamable</td></tr> <tr><td><b>Cor:</b></td><td>Corrosivo</td></tr> <tr><td><b>Com:</b></td><td>Combustible</td></tr> </table>	<b>MP:</b>	Materia prima	<b>R:</b>	Residuo	<b>Mi:</b>	Muy inflamable	<b>Mt:</b>	Muy tóxico	<b>li:</b>	Irreversible inmediato	<b>Exp:</b>	Explosivo	<b>Inf:</b>	Inflamable	<b>Cor:</b>	Corrosivo	<b>Com:</b>	Combustible																
<b>MP:</b>	Materia prima																																		
<b>R:</b>	Residuo																																		
<b>Mi:</b>	Muy inflamable																																		
<b>Mt:</b>	Muy tóxico																																		
<b>li:</b>	Irreversible inmediato																																		
<b>Exp:</b>	Explosivo																																		
<b>Inf:</b>	Inflamable																																		
<b>Cor:</b>	Corrosivo																																		
<b>Com:</b>	Combustible																																		

### Anexo 3. Ficha de registro del monitoreo ambiental de la calidad del agua

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022								
Investigadoras:								
<b>Monitoreo Ambiental de la Calidad del Agua</b>								
Playa	Estación de Monitoreo			Parámetros físico químicos			Parámetros orgánicos	Fuente
	Estación	Coordenadas geográficas		DBO (mg/L)	Temperatura (°C)	pH	TPH (mg/L)	
		Latitud	Longitud					

**Anexo 4. Ficha de registro para la identificación típica de fuentes de peligro**

<b>PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022"</b>				
<b>Investigadoras:</b>				
<b>Identificación Típica de Fuentes de Peligro</b>				
<b>Entorno</b>	<b>Causas</b>	<b>Elemento de Riesgo</b>	<b>Suceso Iniciador / Parámetros de Evaluación</b>	<b>Fuente de Información</b>
<b>Humano</b>				
<b>Ecológico</b>				
<b>Socioeconómico</b>				

### Anexo 5. Ficha de registro para la formulación de escenarios

<b>PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022</b>							
<b>Investigadoras:</b>							
<b>Formulación de Escenarios</b>							
Entorno	Tipología de Peligro			Sustancia o Evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias
	Ubicación de Zona	Natural	Antrópico				
Humano							
Ecológico							
Socioeconómico							

**Anexo 6. Ficha de registro para la estimación de la probabilidad**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022"						
Investigadoras:						
Estimación de la probabilidad						
Entorno	Zona	Sustancia o Evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias	Probabilidad
Humano						
Ecológico						
Socioeconómico						

### Anexo 7. Fichas de registro para la estimación de la gravedad de las consecuencias

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022									
Investigadoras:									
Estimación de la gravedad de las consecuencias									
Entorno Humano									
N°	Escenario	Cantidad (Tn)		Peligrosidad (Según caracterización)		Extensión (Km)		Población afectada (personas)	
		Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración
Entorno Ecológico									
N°	Escenario	Cantidad (Tn)		Peligrosidad (Según caracterización)		Extensión (Km)		Calidad del medio	
		Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración
Entorno Socioeconómico									
N°	Escenario	Cantidad (Tn)		Peligrosidad (Según caracterización)		Extensión (Km)		Patrimonio y capital productivo	
		Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022								
Investigadoras:								
Estimación de la gravedad de las consecuencias								
Entorno Humano								
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada	Valoración	Valor asignado	Valor
Entorno Ecológico								
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Valoración	Valor asignado	Valor
Entorno Socioeconómico								
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Valoración	Valor asignado	Valor



**Anexo 8. Fichas de registro para la evaluación del riesgo ambiental**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022								
Investigadoras:								
Evaluación del riesgo ambiental								
Entorno	Zona	Escenario	Probabilidad	Gravedad	Riesgo Ambiental	% Riesgo Ambiental	Promedio (%)	Caracterización (%)
Humano								
Ecológico								
Socioeconómico								

## Anexo 9. Metodología para la Evaluación de Riesgos Ambientales según la Guía del MINAM (2010)

### A. Rangos de estimación probabilística (Cuadro N°09)

Valor	Probabilidad	
5	Muy probable	< una vez a la semana
4	Altamente probable	> una vez a la semana y < una vez al mes
3	Probable	> una vez al mes y < una vez al año
2	Posible	> una vez al año y < una vez cada 05 años
1	Poco probable	> una vez cada 05 años

*Fuente: En base a Norma UNE 150008-2008 - Evaluación de riesgos ambientales.*

### B. Formulario para la estimación de la gravedad de las consecuencias (Cuadro N°10)

Gravedad	Limites del entorno	Vulnerabilidad
Entorno natural	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Calidad del medio
Entorno humano	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Población afectada
Entorno socioeconómico	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Patrimonio y capital productivo

*Fuente: En base a norma UNE 150008 2008 - Evaluación de riesgos ambientales.*

- **Cantidad:**

Es el probable volumen de sustancia emitida al entorno;

- **Peligrosidad:**

Es la propiedad o aptitud intrínseca de la sustancia de causar daño (toxicidad, posibilidad de acumulación, bioacumulación, etc.);

- **Extensión:**

Es el espacio de influencia del impacto en el entorno;

- **Calidad del medio:**

Se considera el impacto y su posible reversibilidad;

- **Población afectada:**

Número estimado de personas afectadas;

- **Patrimonio y capital productivo:**

Se refiere a la valoración del patrimonio económico y social (patrimonio histórico, infraestructura, actividad agraria, instalaciones industriales, espacios naturales protegidos, zonas residenciales y de servicios).

La valoración conduce a establecer rangos definidos, según lo mostrado en los **Cuadros N° 11, 12A, 12B y 12C.**

### C. Rangos de los límites de los entornos (Cuadro N°11)

SOBRE EL ENTORNO HUMANO				
Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso	Muy Alto
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Alto
2	Poca	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Bajo
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual (Área afectada)	Muy bajo
SOBRE EL ENTORNO NATURAL				
Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso	Muy elevada
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Elevada
2	Poca	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Media
1	Muy poca	No peligrosa	MPuntual (Área afectada)	Baja
SOBRE EL ENTORNO SOCIOECONOMICO				
Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso	Muy alto
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Alto
2	Poca	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Bajo
1	Muy poca	No peligrosa	MPuntual (Área afectada)	Muy bajo

**D. Valoración de consecuencias - entorno humano (Cuadro N°12A)**

Cantidad (Según ERA)(Tn)			Peligrosidad (Según caracterización)		
4	Muy Alta	Mayor a 500	4	Muy Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muy inflamable</li> <li>Muy tóxica</li> <li>Causa efectos irreversibles inmediatos</li> </ul>
3	Alta	50 - 500	3	Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explosiva</li> <li>Inflamable</li> <li>Corrosiva</li> </ul>
2	Muy Poca	5 - 49	2	Poco peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Combustible</li> </ul>
1	Poca	Menor a 5	1	No peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños leves y reversibles</li> </ul>
Extensión (Km)			Población afectada (personas)		
4	Muy extenso	Radio mayor a 1 km.	4	Muy Alto	Más de 100
3	Extenso	Radio hasta 1 Km.	3	Alto	Entre 50 y 100
2	Poco extenso	Radio menos a 0,5 Km. (zona emplazada)	2	Bajo	Entre 5 y 50
1	Puntual	Area afectada (zona delimitada)	1	Muy bajo	< 5 personas

**E. Valoración de consecuencias - entorno ecológico (Cuadro N°12B)**

Cantidad (Según ERA)(Tn)			Peligrosidad (Según caracterización)		
4	Muy Alta	Mayor a 500	4	Muy Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muy inflamable</li> <li>Muy tóxica</li> <li>Causa efectos irreversibles inmediatos</li> </ul>
3	Alta	50 - 500	3	Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explosiva</li> <li>Inflamable</li> <li>Corrosiva</li> </ul>
2	Muy Poca	5 - 49	2	Poco peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Combustible</li> </ul>
1	Poca	Menor a 5	1	No peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños leves y reversibles</li> </ul>
Extensión (m)			Calidad del medio		
4	Muy extenso	Radio mayor a 1 km.	4	Muy elevada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños muy altos: Explotación indiscriminada de RRNN, y existe un nivel de contaminación alto</li> </ul>
3	Extenso	Radio hasta 1 Km.	3	Elevada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños altos: Alto nivel de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación moderado</li> </ul>
2	Poco extenso	Radio menos a 0,5 Km. (zona emplazada)	2	Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños moderados: Nivel moderado de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación leve</li> </ul>
1	Puntual	Area afectada (zona delimitada)	1	Baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños leves: conservación de los RRNN, y no existe contaminación</li> </ul>

**F. Valoración de consecuencias - entorno socioeconómico (Cuadro N°12C)**

Cantidad			Peligrosidad		
4	Muy Alta	Mayor a 500	4	Muy Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy inflamable</li> <li>• Muy tóxica</li> <li>• Causa efectos irreversibles inmediatos</li> </ul>
3	Alta	50 - 500	3	Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosiva</li> <li>• Inflamable</li> <li>• Corrosiva</li> </ul>
2	Muy Poca	5 - 49	2	Poco peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustible</li> </ul>
1	Poca	Menor a 5	1	No peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños leves y reversibles</li> </ul>
Extensión (m)			Patrimonio y capital productivo		
4	Muy extenso	Radio mayor a 1 km.	4	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Letal: Pérdida del 100% del cuerpo receptor. Se aplica en los casos en que se prevé la pérdida total del receptor. Sin productividad y nula distribución de recursos</li> </ul>
3	Extenso	Radio hasta 1 Km.	3	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agudo: Pérdida del 50% del receptor; Cuando el resultado prevé efecto agudos y en los casos de una pérdida parcial pero intensa del receptor. Escasamente productiva</li> </ul>
2	Poco extenso	Radio menos a 0.5 Km. (zona emplazada)	2	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crónico: Pérdida de entre el 10% y 20% del receptor. Los efectos a largo plazo implican pérdida de funciones que puede hacerse equivalente a ese rango de pérdida del receptor; también se aplica en los casos de escasas pérdidas directas del receptor. Medianamente productiva</li> </ul>
1	Puntual	Area afectada (zona delimitada)	1	Muy bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de entre el 1% y 2% del receptor. Esta se puede clasificar los escenarios que producen efectos pero difícilmente medido o evaluados, sobre el receptor. Alta productividad</li> </ul>

**G. Valoración de los escenarios identificados (Cuadro N°13)**

VALOR	VALORACIÓN	VALOR ASIGNADO
Crítico	20 - 18	5
Grave	17 - 15	4
Moderado	14 - 11	3
Leve	10 - 8	2
No relevante	7 - 5	1

*Fuente: UNE 150008 2008 Evaluación de los riesgos ambientales.*

### H. Estimador del riesgo ambiental (Tabla N°01)

Consecuencia

		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2	E1				
	3					
	4			E2		
	5					

	Riesgo Significativo :	16 - 25
	Riesgo Moderado :	6 - 15
	Riesgo Leve :	1 - 5

### I. Establecimiento del riesgo alto en la escala de Evaluación de Riesgo Ambiental

#### (Cuadro N°14)

	Valor Matricial	Equivalencia Porcentual (%)	Promedio (%)	
Riesgo Significativo :	16 - 25	64 - 100	82	← RIESGO ALTO
Riesgo Moderado :	6 - 15	24 - 60	42	
Riesgo Leve :	1 - 5	1 - 20	10,50	

Fuente: En base a la Norma UNE 150008 2008 Evaluación de los riesgos ambientales

## Anexo 10. Base de datos

### A. Definición de fuentes de peligro

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022																								
Investigadoras:			Cristina Canova Valverde / Jennyfer Sánchez Marín																					
Causa Físico Química																								
Tipología de Peligro		Sustancia	Tipo		Peligrosidad								Volumen											
			MP	R	Mi	Mt	li	Exp	Inf	Cor	Com	Otro												
Antrópico	X	Petróleo	X			X							11900 barriles											
Natural																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Descripción:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>Sustancias por su clasificación:</b></td> <td><b>MP:</b> Materia prima</td> </tr> <tr> <td><b>R:</b> Residuo</td> </tr> <tr> <td><b>Mi:</b> Muy inflamable</td> </tr> <tr> <td><b>Mt:</b> Muy tóxico</td> </tr> <tr> <td><b>li:</b> Irreversible inmediato</td> </tr> <tr> <td><b>Exp:</b> Explosivo</td> </tr> <tr> <td><b>Inf:</b> Inflamable</td> </tr> <tr> <td><b>Com:</b> Combustible</td> </tr> </tbody> </table>														Descripción:		<b>Sustancias por su clasificación:</b>	<b>MP:</b> Materia prima	<b>R:</b> Residuo	<b>Mi:</b> Muy inflamable	<b>Mt:</b> Muy tóxico	<b>li:</b> Irreversible inmediato	<b>Exp:</b> Explosivo	<b>Inf:</b> Inflamable	<b>Com:</b> Combustible
Descripción:																								
<b>Sustancias por su clasificación:</b>	<b>MP:</b> Materia prima																							
	<b>R:</b> Residuo																							
	<b>Mi:</b> Muy inflamable																							
	<b>Mt:</b> Muy tóxico																							
	<b>li:</b> Irreversible inmediato																							
	<b>Exp:</b> Explosivo																							
	<b>Inf:</b> Inflamable																							
	<b>Com:</b> Combustible																							

## B. Monitoreo ambiental de la calidad del agua

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022"								
Investigadoras:		Cristina Canova Valverde / Jennyfer Sánchez Marín						
Monitoreo Ambiental de la Calidad del Agua								
Playa	Estación de Monitoreo			Parámetros físico químicos			Parámetros orgánicos	Fuente
	Estación	Coordenadas geográficas		DBO (mg/L)	Temperatura (°C)	pH	TPH (mg/L)	
		Latitud	Longitud					
Playa Costa Azul	E-01	-11.895583	-77.161861	7.51 - 10.10	17.5	8.14	0.0151 - 0.035	IMARPE (2022b)
	E-02	-11.873333	-77.165556	7.51 - 10.10	17.5	8.14	<0.0083 - 0.0099	
	E-05	-11.883972	-77.165389	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.01 - 0.015	
	E-07	-11.880167	-77.174972	7.51 - 10.10	17.5	8.14	<0.0083 - 0.0099	
Playa Cavero	E-03	-11.859667	-77.175389	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.0151 - 0.035	
	E-04	-11.850528	-77.180750	7.51 - 10.10	17.5	8.14	<0.0083 - 0.0099	
	E-06	-11.859333	-77.186333	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.01 - 0.015	
	E-10	-11.869583	-77.176222	5.01 - 7.50	17.5	8.14	<0.0083 - 0.0099	
Playa Bahía Blanca	E-08	-11.844940	-77.191390	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.01 - 0.015	
	E-24	-11.838390	-77.196110	5.01 - 7.50	17.5	8.14	0.01 - 0.015	
	E-25	-11.833670	-77.189330	7.51 - 10.10	17.5	8.14	0.01 - 0.015	
<b>ECA Categoría 2 / Sub Categoría 3</b>				<b>10.00</b>	<b>Δ 3</b>	<b>6.8 - 8.5</b>	<b>0.01</b>	



**C. Identificación típica de fuentes de peligro**

<b>PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022</b>				
<b>Investigadoras:</b>		Cristina Canova Valverde / Jennyfer Sánchez Marín		
<b>Identificación Típica de Fuentes de Peligro</b>				
<b>Entorno</b>	<b>Causas</b>	<b>Elemento de Riesgo</b>	<b>Suceso Iniciador / Parámetros de Evaluación</b>	<b>Fuente de Información</b>
<b>Humano</b>	- Falta de mantenimiento al sistema de control - Implementación inadecuada de un Plan de Contingencia - Personal no capacitado en situaciones de riesgo	Exposición potencial de agua a contaminación superficial	TPH (mg/L) DBO (mg/L) pH	Pulido et al. (2022) IMARPE (2022b)
<b>Ecológico</b>	- Variables oceanográficas (corriente marina)	Exposición potencial de agua a contaminación superficial	TPH (mg/L) DBO (mg/L) pH	Pulido et al. (2022) IMARPE (2022b)
<b>Socioeconómico</b>	- Actividad petrolera	Exposición potencial de agua a contaminación superficial	TPH (mg/L) DBO (mg/L) pH	Pulido et al. (2022) IMARPE (2022b)

#### D. Formulación de escenarios

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022"							
Investigadoras:		Cristina Canova Valverde / Jennyfer Sánchez Marín					
Formulación de Escenarios							
Entorno	Tipología de Peligro			Sustancia o Evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias
	Ubicación de Zona	Natural	Antrópico				
Humano	Ventanilla		X	Falla del Sistema de control	Falla en las válvulas	Falta de mantenimiento al sistema de control	Contaminación del agua superficial
	Ventanilla		X	Ruptura de la manguera	Derrame de crudo	Falta de mantenimiento al sistema de control	Contaminación del agua superficial
	Ventanilla		X	Plan de Contingencia ineficiente	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia	Implementación inadecuada de un Plan de Contingencia	Tardío accionar de la empresa frente al derrame
	Ventanilla		X	Incumplimiento del protocolo de emergencia	Inadecuada ejecución de los protocolo de emergencia	Personal no capacitado en situaciones de riesgo	Poca capacidad para detectar la fuga de petróleo
Ecológico	Ventanilla		X	Alta concentración de TPH	Afectación a la calidad de agua superficial	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Contaminación del agua superficial
	Ventanilla	X		Desplazamiento del petróleo en el litoral marino costero	Afectación del hábitat y la biodiversidad	Variables oceanográficas (corriente marina)	Pérdida parcial o total del ecosistema marino costero
Socioeconómico	Ventanilla		X	Contaminación de los recursos hidrobiológicos	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Disminución de los ingresos de la población
	Ventanilla		X	Contaminación de playas	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Disminución de los ingresos de la población

## E. Estimación de la probabilidad

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022						
Investigadoras:		Cristina Canova Valverde / Jennyfer Sánchez Marín				
Estimación de la probabilidad						
Entorno	Zona	Sustancia o Evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias	Probabilidad
Humano	Ventanilla	Falla del Sistema de control	Falla en las válvulas	Falta de mantenimiento al sistema de control	Contaminación del agua superficial	4
	Ventanilla	Ruptura de la manguera	Derrame de crudo	Falta de mantenimiento al sistema de control	Contaminación del agua superficial	4
	Ventanilla	Plan de Contingencia ineficiente	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia	Implementación inadecuada de un Plan de Contingencia	Tardío accionar de la empresa frente al derrame	3
	Ventanilla	Incumplimiento del protocolo de emergencia	Inadecuada ejecución de los protocolos de emergencia	Personal no capacitado en situaciones de riesgo	Poca capacidad para detectar la fuga de petróleo	3
Ecológico	Ventanilla	Alta concentración de TPH	Afectación a la calidad de agua superficial	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Contaminación del agua superficial	4
	Ventanilla	Desplazamiento del petróleo en el litoral marino	Afectación del hábitat y la biodiversidad	Variables oceanográficas (corriente marina)	Pérdida parcial o total del ecosistema marino costero	4
Socioeconómico	Ventanilla	Contaminación de los recursos hidrobiológicos	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Disminución de los ingresos de la población	2
	Ventanilla	Contaminación de playas	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento	Presencia de crudo en el cuerpo de agua superficial	Disminución de los ingresos de la población	2

## F. Estimación de la gravedad de las consecuencias

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022"									
Investigadoras:		Cristina Canova Valverde / Jennyfer Sánchez Marín							
Estimación de la gravedad de las consecuencias									
Entorno Humano									
N°	Escenario	Cantidad (Tn)		Peligrosidad (Según caracterización)		Extensión (Km)		Población afectada (personas)	
		Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración
1	Falla en las válvulas	1861.68 Tn (11900 barriles)	4	Muy inflamable Muy tóxico Inflamable Combustible	4	9.8 km (muestra)	4	1744 personas (INDECI, 2022)	4
2	Derrame de crudo		4						4
3	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia		4						4
4	Inadecuada ejecución de los protocolos de emergencia		4						4
Entorno Ecológico									
N°	Escenario	Cantidad (Tn)		Peligrosidad (Según caracterización)		Extensión (Km)		Calidad del medio	
		Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración
1	Afectación a la calidad de agua superficial	1861.68 Tn (11900 barriles)	4	Muy inflamable Muy tóxico Inflamable Combustible	4	9.8 km (muestra)	4	TPH > ECA Cat. 2 / Sub Cat. 3 (IMARPE. 2022b)	4
2	Afectación del hábitat y la biodiversidad		4						4
Entorno Socioeconómico									
N°	Escenario	Cantidad (Tn)		Peligrosidad (Según caracterización)		Extensión (Km)		Patrimonio y capital productivo	
		Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración	Situación	Valoración
1	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos	1861.68 Tn (11900 barriles)	4	Muy inflamable Muy tóxico Inflamable Combustible	4	9.8 km (muestra)	4	Medianamente productivo	3
2	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento		4						4

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022"								
<b>Investigadoras:</b>		Cristina Canova Valverde / Jennyfer Sánchez Marín						
Estimación de la gravedad de las consecuencias								
Entorno Humano								
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada	Valoración	Valor asignado	Valor
1	Falla en las válvulas	4	4	4	4	20	5	Crítico
2	Derrame de crudo	4	4	4	4	20	5	Crítico
3	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia	4	4	4	4	20	5	Crítico
4	Inadecuada ejecución de los protocolo de emergencia	4	4	4	4	20	5	Crítico
Entorno Ecológico								
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Valoración	Valor asignado	Valor
1	Afectación a la calidad de agua superficial	4	4	4	4	20	5	Crítico
2	Afectación del hábitat y la biodiversidad	4	4	4	3	19	5	Crítico
Entorno Socioeconómico								
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Valoración	Valor asignado	Valor
1	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos	4	4	4	3	19	5	Crítico
2	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento	4	4	4	2	18	5	Crítico

### G. Evaluación del riesgo ambiental

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR EL DERRAME DE PETRÓLEO OCURRIDO EN EL LITORAL MARINO COSTERO DE VENTANILLA - CALLAO, 2022								
Investigadoras:			Cristina Canova Valverde / Jennyfer Sánchez Marin					
Evaluación del riesgo ambiental								
Entorno	Zona	Escenario	Probabilidad	Gravedad	Riesgo Ambiental	% Riesgo Ambiental	Promedio (%)	Caracterización (%)
Humano	Ventanilla	Falla en las válvulas	4	5	20	80	70	63.33
	Ventanilla	Derrame de crudo	4	5	20	80		
	Ventanilla	Inadecuada ejecución del Plan de Contingencia	3	5	15	60		
	Ventanilla	Inadecuada ejecución de los protocolo de emergencia	3	5	15	60		
Ecológico	Ventanilla	Afectación a la calidad de agua superficial	4	5	20	80	80	
	Ventanilla	Afectación del hábitat y la biodiversidad	4	5	20	80		
Socioeconómico	Ventanilla	Disminución de la actividad extractiva y productiva de los recursos hidrobiológicos	2	5	10	40	40	
	Ventanilla	Disminución de las actividades turísticas y de esparcimiento	2	5	10	40		

## Anexo 11. Ficha de datos de seguridad – Petróleo Industrial 500 (Repsol)



---

### FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

---

Conforme al Reglamento CE N° 1907/2006 - REACH y Reglamento CE N° 1272/2008 - CLP

#### PETRÓLEO INDUSTRIAL 500

#### SECCIÓN 1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA

##### 1.1 Identificador del producto

Nombre comercial	PETRÓLEO INDUSTRIAL 500
Nombre Químico	Residual de petróleo
Sinónimos	Industrial de alta viscosidad, Bunker, residual 500, Fuel oil, Heavy Fuel Oil, High Sulphur Fuel Oil.
N° CAS	68476-33-5
N° CE (EINECS)	270-675-6
N° Índice (Anexo VI Reglamento CE N° 1272/2008)	649-024-00-9
N° Registro	NP
N° Autorización	NP

##### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Combustible para motores diésel de calderas, hornos y otros equipos de combustión.

##### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Empresa	REFINERÍA LA PAMPILLA, S.A.A.
Dirección	Casilla Postal 10245 Km. 25 Carretera a Ventanilla. Lima-1 PERU
Teléfono	(51-1) 517-2021(51-1) 517-2022
Fax	(51-1) 5172026
Correo electrónico	NP

##### 1.4 Teléfono de emergencia

Carechem 24: +34 9 1114 2520  
Carechem 24: +44 (0) 1235 239 670

## SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla	2.2 Elementos de la etiqueta		
Clasificación Reg. (CE) 1272/2008 (CLP)	Etiquetado		
<p>Toxicidad aguda: Tox. ag. 4            Toxicidad para la reproducción: Repr. 2            Carcinogenicidad: Carc. 1B            Toxicidad específica en determinados órganos: STOT repe. 2            Peligroso para el medio ambiente acuático: Acuático crónico. 1</p>	<p><b>Pictogramas</b>            GHS07            GHS08            GHS09</p>		
	<p><b>Palabra de advertencia</b></p>	<p>Peligro</p>	
	<p><b>Indicaciones de peligro</b></p>	<p>H332: Nocivo en caso de inhalación.            H361d: Se sospecha que daña al feto.            H350: Puede provocar cáncer.            H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas (vía dérmica).            H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.</p>	
	<p><b>Información suplementaria</b></p>	<p>EUH 066: La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel</p>	
	<p><b>Consejos de prudencia</b></p>	<p>P201: Pedir instrucciones especiales antes del uso.            P260: No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.            P273: Evitar su liberación al medio ambiente.            P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.            P501: Eliminar el contenido/recipiente en el contenedor habilitado para tal efecto conforme a la normativa vigente.</p>	



### SECCIÓN 3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Producto líquido de diversas corrientes de refinería, normalmente residuos.

La composición es compleja y varía con el origen del petróleo crudo.

Combinación compleja de hidrocarburos con número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo C12-C50.

Se obtiene como una mezcla de corrientes a partir de destilación atmosférica y al vacío.

Componentes peligrosos Reg. (CE) 1272/2008 (CLP)	Concentración (%)	Indicaciones de peligro
Fuelóleo pesado; petróleo combustible, residual N° CAS: 68476-33-5 N° CE (EINECS): 270-675-6	>99	H332, H361d, H350, H373, H410

### SECCIÓN 4. PRIMEROS AUXILIOS

#### 4.1. Descripción de los primeros auxilios

**Inhalación:** Trasladar al afectado a una zona de aire fresco.

Si la respiración es dificultosa, practicar respiración artificial o aplicar oxígeno.

Solicitar asistencia médica.

**Ingestión/aspiración:** NO INDUCIR EL VÓMITO.

Si el vómito ocurre espontáneamente, controlar la respiración.

Solicitar asistencia médica.

**Contacto con la piel:** Quitar inmediatamente la ropa impregnada.

Lavar las partes afectadas con agua y jabón.

Solicitar asistencia médica.

**Contacto con los ojos:** Lavar las partes afectadas con agua y jabón.

En caso de contacto con los ojos, lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos.

Solicitar asistencia médica.

#### 4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados.

**Inhalación:** Nocivo por inhalación.

La presión de vapor del producto a temperaturas normales de manejo es baja para permitir una concentración significativa de vapores.

Exposiciones repetidas y prolongadas a elevadas concentraciones pueden producir dolor de

**Ingestión/aspiración:** No es frecuente, pero, si ocurre, puede causar desequilibrios gastrointestinales.

La aspiración del líquido a los pulmones puede producir daño pulmonar.

**Contacto con la piel:** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.

Contactos prolongados o repetidos pueden causar irritación y dermatitis.

**Contacto con los ojos:** Contactos prolongados con los ojos pueden producir irritación y conjuntivitis.

#### **4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente**

Solicitar asistencia médica.

### **SECCIÓN 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS**

#### **5.1. Medios de extinción**

**Medios de extinción apropiados:** Agua pulverizada, espuma, polvo químico, CO<sub>2</sub>. NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO.

**Contraindicaciones:** NP

#### **5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla**

**Productos de combustión:** CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO (en caso de combustión incompleta). También puede producir SO<sub>x</sub>. Sustancias irritantes o tóxicas pueden ser emitidas debido a la descomposición térmica del producto.

**Medidas especiales:** Mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con producto. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas. Si no se puede extinguir el incendio dejar que se consuma controladamente. Consultar y aplicar planes de emergencia en caso de que existan.

**Peligros especiales:** Material combustible. El vapor puede desplazarse hasta fuentes de ignición alejadas e inflamarse. Los recipientes pueden explotar con el calor del fuego. Vapores de hidrocarburos ligeros pueden acumularse en los espacios de cabeza de los contenedores, con riesgo de inflamabilidad/explosión incluso a temperaturas por debajo del punto de

## SECCIÓN 6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

### 6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

**Precauciones personales:** Aislar el área.  
Prohibir la entrada a la zona a personal innecesario.  
No fumar.  
Evitar zonas bajas donde se pueden acumular vapores.  
Evitar cualquier posible fuente de ignición.  
Cortar el suministro eléctrico.  
Evitar las cargas electrostáticas.

**Protección personal:** Guantes impermeables de PVC.  
Calzado de seguridad antiestático.  
Protección ocular para prevenir el riesgo de salpicaduras.  
Equipos de respiración autónoma en caso de altas concentraciones de vapores.

### 6.2. Precauciones relativas al medio ambiente

Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.  
Los vertidos crean una película sobre la superficie del agua evitando la transferencia de oxígeno.

### 6.3. Métodos y material de contención y de limpieza

Derrames pequeños: Recoger con materiales adsorbentes o porosos.  
Derrames importantes: Evitar la dispersión del producto con barreras u otros medios de contención.  
Canalizar mediante zanjas para posteriormente aspirarlo a contenedores, donde se almacenará hasta su eliminación.

## Anexo 12. Memoria de cálculo para estimar la gravedad de las consecuencias

Entorno humano:	$G = cantidad + 2peligrosidad + extensión + población\ afectada$	Ecuación 1
Entorno ecológico	$G = cantidad + 2peligrosidad + extensión + calidad\ del\ medio$	Ecuación 2
Entorno socioeconómico:	$G = cantidad + 2peligrosidad + extensión + patrimonio\ y\ capital\ productivo$	Ecuación 3

### Entorno humano:

$$E1: G = 4 + 2(4) + 4 + 4 = 20$$

$$E2: G = 4 + 2(4) + 4 + 4 = 20$$

$$E3: G = 4 + 2(4) + 4 + 4 = 20$$

$$E4: G = 4 + 2(4) + 4 + 4 = 20$$

### Entorno ecológico:

$$E1: G = 4 + 2(4) + 4 + 4 = 20$$

$$E2: G = 4 + 2(4) + 4 + 3 = 19$$

### Entorno socioeconómico:

$$E1: G = 4 + 2(4) + 4 + 3 = 19$$

$$E2: G = 4 + 2(4) + 4 + 2 = 18$$

### Anexo 13. Memoria de cálculo para estimar el riesgo ambiental

$R = PxG$	Ecuación 4
-----------	------------

#### Entorno humano:

$$E1: R = 4x5 = 20$$

$$E2: R = 4x5 = 20$$

$$E3: R = 3x5 = 15$$

$$E4: R = 3x5 = 15$$

#### Entorno ecológico:

$$E1: R = 4x5 = 20$$

$$E2: R = 4x5 = 20$$

#### Entorno socioeconómico:

$$E1: R = 2x5 = 10$$

$$E2: R = 2x5 = 10$$

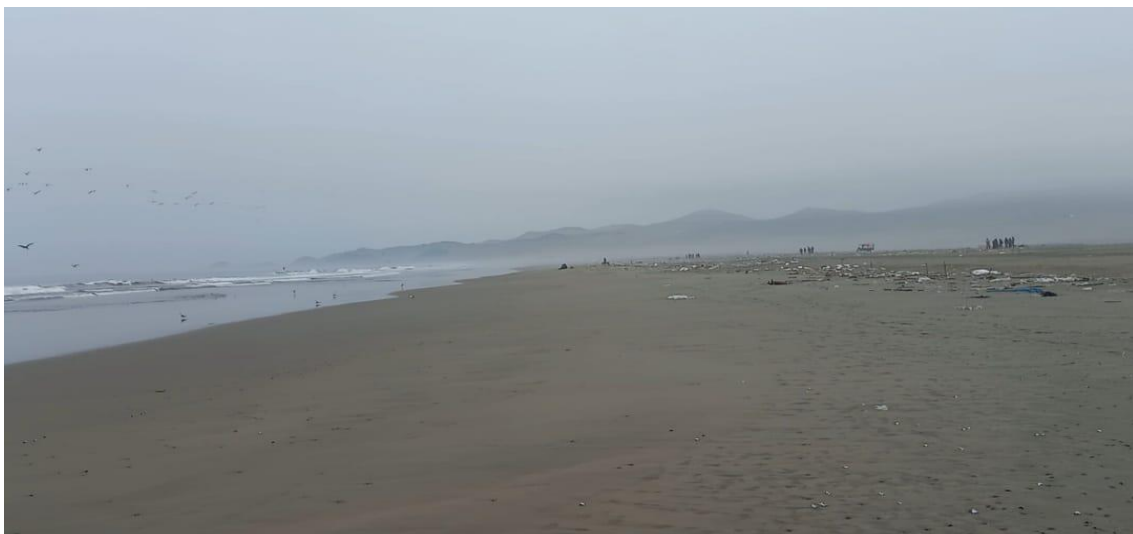
#### Anexo 14. Memoria de cálculo para estimar el riesgo ambiental

$CR = \frac{EH + EE + ES}{3}$	Ecuación 5
-------------------------------	------------

#### Entorno humano:

$$CR = \frac{70+80+40}{3} = 63.33$$

## Anexo 15. Registro fotográfico









### Anexo 16. Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo

