

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA**



Estudio de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de  
lavado de automóviles, Piura, 2021

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR**

Jerry Kentz Vertiz Abad

**ASESOR**

Alfredo Julián Sandoval Norabuena

Morropón, Perú

2023

## METADATOS COMPLEMENTARIOS

### Datos del autor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

### Datos del asesor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (obligatorio)	

### Datos del Jurado

#### Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

#### Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

#### Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

**Datos de la obra**

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma (Normal ISO 639-3)	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 017 - 2023/UCSS/FIA/DI

Siendo las 09:00 a.m. del 29 de marzo de 2023 a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- |                                      |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| 1. Claudia Daniela Ramos Delgado     | presidente      |
| 2. Elvira Teófila Castañeda Chirre   | primer miembro  |
| 3. Julián Alberto Álvarez Paredes    | segundo miembro |
| 4. Alfredo Julián Sandoval Norabuena | asesor          |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada **Estudio de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles, Piura, 2021** que presenta el bachiller en Ciencias Ambientales, **Jerry Kentz Vertiz Abad**, cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **SUFICIENTE** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL.

Lima, 29 de marzo de 2023.

Claudia Daniela Ramos Delgado  
PRESIDENTE

Elvira Teófila Castañeda Chirre  
1° MIEMBRO

Julián Alberto Álvarez Paredes  
2° MIEMBRO

Alfredo Julián Sandoval Norabuena  
ASESOR

Anexo 2

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Piura, 04 de Octubre de 2023

Señor(a),  
Wilfredo Mendoza Caballero  
**Jefe del Departamento de Investigación**  
**Facultad de Ingeniería Agraria** - UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que **la tesis**, bajo mi asesoría, con título: Estudio de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles, presentado por Jerry Kentz Vertiz Abad con código de estudiante 2015101247 y DNI 73776982 para optar **el título profesional** de INGENIERO AMBIENTAL ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %** (poner el valor del porcentaje)\*. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y **adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin**, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



---

Firma del Asesor (a)  
Alfredo Julián Sandoval Norabuena  
DNI N°: 41867410  
ORCID: 0000-0003-2947-419X  
Facultad de Ingeniería Agraria  
UCSS

(\*) De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, **será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.**

## **DEDICATORIA**

De manera profunda, dedico la investigación realizada a mis amados padres, José Alberto Vertiz Córdova y Celia Soledad Abad Vargas, por ser la base de dedicación y superación; asimismo, por ser la razón de voluntad, también agradecerles por los consejos dados durante toda mi carrera y por su apoyo incondicional en todo momento. Además, dedico el presente trabajo a mis hermanos Carlos Gianfranco y Alberto Junior por darme el apoyo necesario para alcanzar mis logros personales.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la fortaleza necesaria para poder seguir en todo momento y la salud requerida para poder enfrentarme a los retos diarios, también por ser un ejemplo de valentía.

A la Universidad Católica Sede Sapientiae (UCSS), por brindarme los conocimientos necesarios para poder ser un profesional de alta calidad y un mejor ser humano.

Gracias a mi asesor Mg. Alfredo Julián Sandoval Norabuena, por ser un excelente guía durante todo el proceso de realización de la investigación.

Finalmente, agradezco al Mg. Humberto Calle Rivera, por la guía brindada en el desarrollo de los cursos de Seminario de investigación I y II, que fueron fundamentales para el desarrollo del proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Metadatos.....	2
Acta de sustentación .....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimiento .....	6
Índice general .....	7
Índice de tablas .....	10
Índice de figuras .....	11
Índice de apéndices.....	12
Resumen .....	13
Abstract.....	14
Introducción.....	15
Objetivos.....	18
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	19
1.1. Antecedentes.....	19
1.2. Bases teóricas especializadas .....	25
1.2.1. Suelo.....	25
1.2.2. Importancia del suelo .....	25
1.2.3. Contaminación de suelos.....	26
1.2.4. Petróleo .....	27
1.2.5. Hidrocarburos del petróleo.....	28
1.2.6. Fuente de contaminación por hidrocarburos .....	33
1.2.7. Impacto ambiental de los hidrocarburos .....	35
1.2.8. Estación de lavado y servicio .....	36
1.2.9. Normatividad de calidad ambiental del recurso suelo .....	39
1.2.10. Buenas prácticas y ecoeficiencia.....	43

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....	45
2.1. Diseño de la investigación.....	45
2.1.1. Lugar y fecha de ejecución .....	45
2.1.2. Población y muestra .....	48
2.1.3. Técnicas e instrumentos .....	49
2.1.4. Descripción de la investigación .....	51
2.1.5. Variables y mensuración.....	65
2.1.6. Análisis estadístico de la investigación.....	66
2.2. Materiales .....	68
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....	68
3.1. Determinación y comparación de concentraciones de los hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos de las estaciones de lavado de vehículos .....	68
3.1.1. Concentraciones de los hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos de las estaciones de lavado de vehículo.....	68
3.1.2. Comparación de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo con los estándares de calidad ambiental.....	77
3.2. Identificación y caracterización los materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado de vehículos según la guía de manejo de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles del distrito de Piura.....	78
3.3. Elaboración de la guía de manejo de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles del distrito de Piura .....	81
3.3.1. Propuesta de manejo de residuos sólidos .....	81
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES .....	99
4.1. Determinación y comparación de las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos adyacentes de las estaciones de lavado de vehículos con los estándares de calidad ambiental del suelo .....	99
4.1.1. Determinación de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos adyacentes de las estaciones de lavado de vehículos .....	99
4.1.2. Comparación de la concentración de hidrocarburo total de petróleo con los estándares de calidad del suelo.....	101

4.1.3. Identificar y caracterizar los materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado de vehículos del distrito de Piura.....	102
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....	103
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....	104
REFERENCIAS .....	105
TERMINOLOGÍA.....	116
APÉNDICES .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Composición media de aceites bases</i> .....	30
Tabla 2. <i>Características típicas de los aceites usados</i> .....	30
Tabla 3. <i>Datos estadísticos para el cálculo de la muestra</i> .....	49
Tabla 4. <i>Equipos de protección personal para la toma de muestras...</i> .....	54
Tabla 5. <i>Profundidad de muestreo</i> .....	57
Tabla 6. <i>Materiales</i> .....	57
Tabla 7. <i>Delimitación de las áreas por celdas</i> .....	60
Tabla 8. <i>Submuestras y profundidad</i> .....	62
Tabla 9. <i>Variables, indicadores y mediciones</i> .....	66
Tabla 10. <i>Materiales utilizados en la investigación</i> .....	68
Tabla 11. <i>Resultados de carwash Zapata</i> .....	69
Tabla 12. <i>Resultados de Mister FIX</i> .....	70
Tabla 13. <i>Resultados de carwash “DAKAR-WASH”</i> .....	71
Tabla 14. <i>Resultados del carwash Wash moto spa “IÑAKI”</i> .....	72
Tabla 15. <i>Resultados de Jumbo autoservicios</i> .....	73
Tabla 16. <i>Resultados de carwash Bruno</i> .....	74
Tabla 17. <i>Resultado de carwash R&amp;R</i> .....	75
Tabla 18. <i>Resultados del carwash sin nombre</i> .....	76
Tabla 19. <i>Comparación de resultados obtenidos con los estándares de calidad ambiental (ECAs)</i> .....	77
Tabla 20. <i>Cronograma de capacitaciones anual</i> .....	92
Tabla 21. <i>Matriz de evaluación del impacto ambiental</i> .....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ubicación de las áreas de muestreo y sus puntos en la ciudad de Piura .....	48
<i>Figura 2.</i> Partición de porción de suelo .....	50
<i>Figura 3.</i> Descripción del proceso de la investigación .....	52
<i>Figura 4.</i> Carwash Zapata y carwash Mister FIX .....	55
<i>Figura 5.</i> Carwash DAKAR-WASH y carwash moto spa "IÑAKI" .....	55
<i>Figura 6.</i> Jumbo autoservicios y carwash Bruno .....	56
<i>Figura 7.</i> Carwash R&R y carwash sin nombre.....	56
<i>Figura 8.</i> Reconocimiento de suelo afectado .....	58
<i>Figura 9.</i> Delimitación de las áreas por celda .....	59
<i>Figura 10.</i> Localización del centro y extracción.....	61
<i>Figura 11.</i> Sticker para rotular .....	63
<i>Figura 11.</i> Tablas de color Munsell .....	65
<i>Figura 13.</i> Flujo del proceso de lavado y mantenimiento.....	89

## ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Cadena custodia de suelos, sedimentos y lodos .....	118
Apéndice 2. Procedimientos del laboratorio.....	122
Apéndice 3. Muestras y requisitos.....	122
Apéndice 4. Consumo de los establecimientos .....	123
Apéndice 5. Evidencia fotográfica del proceso de muestreo y medición.....	132
Apéndice 6. Lista de cotejo de los insumos utilizados en el lavado de vehículos.....	136

## RESUMEN

El distrito de Piura cuenta con mayor tránsito vehicular y establecimientos relacionados a ello, estos están ubicados en la provincia y departamento de Piura, el cual se ubica en la zona noroeste del Perú. Debido al consumo constante de productos químicos derivados de hidrocarburos, se planteó como objetivo principal proponer un estudio de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles. Para poder conocer la cantidad de contaminación por hidrocarburo total de petróleo (HTP) presente en los suelos. Para ello, se aplicó el diseño no experimental que estuvo basado en una metodología descriptiva. Asimismo, el muestreo, extracción, recolección y transporte se siguió la guía para muestreos de suelos y la técnica fue el método de identificación (MI), de la Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM (El Peruano, 2014) en anexo 1. Para el traslado de muestras se utilizó un recipiente de aislamiento, el cual contenía las muestras previamente etiquetadas y la ficha de muestreo; posteriormente, se completó el documento de cadena de custodia. Para el patrón de muestreo de rejillas regulares fue necesario recurrir a sondeos manuales. El laboratorio encargado envió su procedimiento para la toma de muestras, obteniendo los valores más altos en fracción 3 y más bajo en fracción 1: Carwash Zapata presentó respectivamente 1232 mg/kg y < 0,24 mg/kg HTP; Mister FIX, 111 mg/kg y < 0,24 mg/kg HTP; Carwash “DA-KAR-WASH”, 110 mg/kg y < 0,24 mg/kg HTP; Wash moto Spa “IÑAKI”, 621 mg/kg y < 0,24 mg/kg HTP; Jumbo autoservicio, 1863 mg/kg y < 0,24 mg/kg HTP; Car wash Bruno, 134 mg/kg y < 0,24 mg/kg HTP; Car wash R&R, 469 mg/kg y < 0,24 mg/kg HTP y, por último, Sin nombre 84 mg/kg y < 0,24 mg/kg HTP. Por ello, se propuso determinar y caracterizar los materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado de vehículos, según el Decreto Legislativo N° 1278.- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (MINAM, 2000). En relación a ello proponer una guía de buenas prácticas de manejo de residuos de hidrocarburos para las estaciones de lavado de vehículos en el distrito de Piura con el fin de evitar la contaminación del suelo por los residuos de materiales a base de hidrocarburos procedentes de los establecimientos de lavado de vehículos.

**Palabras Clave:** Hidrocarburos de petróleo, suelos, hidrocarburo total de petróleo, guía.

## ABSTRACT

The district of Piura has more vehicular traffic and establishments related to it, these are located in the province and department of Piura, which is located in the northwest of Peru. Due to the constant consumption of chemical products derived from hydrocarbons, the main objective was to propose a study of hydrocarbon residues from car wash stations. In order to know the amount of contamination by total petroleum hydrocarbon (HTP) present in the soil. For this, the non-experimental design was applied, which was based on a descriptive methodology. Likewise, sampling, extraction, collection and transportation followed the guide for soil sampling and the technique was the identification method (MI), of Ministerial Resolution No. 085-2014-MINAM (El Peruano, 2014) in annex 1. For the transfer of samples, an isolation container was used, which contained the previously labeled samples and the sampling card; subsequently, the chain of custody document was completed. For the regular grid sampling pattern, it was necessary to resort to manual soundings. The laboratory in charge sent its procedure for taking samples, obtaining the highest values in fraction 3 and the lowest in fraction 1: Carwash Zapata presented respectively 1232 mg/kg and < 0.24 mg/kg HTP; Mister FIX, 111 mg/kg and < 0.24 mg/kg HTP; Carwash "DA-KAR-WASH", 110 mg/kg and < 0.24 mg/kg HTP; Wash moto Spa "IÑAKI", 621 mg/kg and < 0.24 mg/kg HTP; Self-service jumbo, 1863 mg/kg and < 0.24 mg/kg HTP; Car wash Bruno, 134 mg/kg and < 0.24 mg/kg HTP; Car wash R&R, 469 mg/kg and < 0.24 mg/kg HTP and, lastly, Sin nombre 84 mg/kg and < 0.24 mg/kg HTP. For this reason, it was proposed to determine and characterize the hazardous materials from vehicle wash stations, according to the General Law of Solid Waste No. 27314 (MINAM, 2000). In relation to this, propose a guide of good practices for handling hydrocarbon residues for vehicle washing stations in the district of Piura in order to avoid soil contamination by residues of hydrocarbon-based materials from establishments car wash.

**Keywords:** Petroleum hydrocarbons, soils, total petroleum hydrocarbon, guide.

## INTRODUCCIÓN

El tema central de esta investigación fue el estudio de los hidrocarburos totales de petróleo en los suelos adyacentes de las estaciones de lavado de vehículos, que se puede definir como la mezcla de productos químicos derivados del petróleo crudo compuestos por hidrógeno y carbono que por alguna actividad industrial se encuentran en el suelo (Castellanos *et al.*, 2015).

Los objetivos de la investigación fueron: Determinar y comparar la concentración de hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos adyacentes de las estaciones de lavado de vehículos con los estándares de calidad del suelo, identificar y caracterizar los materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado de vehículos del distrito de Piura y elaborar una guía de manejo de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles del distrito de Piura.

La característica principal de los hidrocarburos totales de petróleo es que son compuestos químicos muy perjudiciales para el ambiente y para la salud de la persona (Serrano *et al.*, 2013). Según estudios estos compuestos pueden generar dolores de cabeza, neuropatía, problemas en la sangre, en los ojos, pulmones y afecciones al sistema inmunitario (Castellanos *et al.*, 2015). Es por ello, que la investigación se justifica a raíz de la poca atención de los alrededores de los talleres de automóviles y las estaciones de servicio de combustible en Piura, que están sumisos a la contaminación derivada de los escapes de combustión de gasolina, derrames de aceite, lubricantes y otros insumos químicos que se utilizan para las operaciones de los automóviles cada día.

Esta actividad de la mecánica automotriz y las estaciones de servicio de combustible que se dan hoy, son las principales rutas de entrada de metales pesados al ambiente, lo cual causa la contaminación del suelo, pozos de agua potable y los cultivos.

Profundizar en la indagación sobre los hidrocarburos totales de petróleo fue de interés personal y académico; asimismo este estudio tuvo por finalidad brindar información sobre la contaminación que se puede generar en un lavadero y a los riesgos que las personas pueden estar expuestos en dicho lugar respecto a estos compuestos químicos.

La investigación fue no experimental, con un enfoque descriptiva y estratificado, la cual consistió en recolectar las muestras de los puntos de muestreo de las zonas adyacentes a los lavaderos y servicio de vehículos (Carwash Zapata, Mister FIX, Carwash “DAKAR-WASH”, Wash moto Spa “IÑAKI”, Jumbo autoservicios, Carwash Bruno, Carwash R&R, sin nombre), así mismo, se realizó un análisis cuantitativo (17 establecimientos), para encontrar diferencias con los parámetros establecidos por la entidad ambiental. Para la recolección de las muestras se empleó la guía de muestras para suelos.

Para analizar esta situación, es necesario mencionar la importancia que el suelo tiene para el ser humano. Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO, 2015) la importancia de cuidar el suelo radica en que este recurso es finito, en consecuencia, su pérdida y degradación son irreversibles. En tal sentido, la capacidad de los suelos es limitada y está afectada por la población y sus actividades (Parra *et al.*, 2019). Por otro lado, es importante señalar que estos compuestos químicos pueden entrar al suelo a raíz de accidentes, liberaciones industriales, o como subproductos de uso comercial o privado (Dancé y Sáenz, 2013). En este caso, la investigación analizó la contaminación de los suelos con estos compuestos químicos que se originan en los lavaderos de carros en la ciudad de Piura.

Para ello esta investigación se ha estructurado en seis capítulos: Marco teórico, materiales y métodos, resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones con la finalidad de dar información detallada y relevante a las personas investigadoras y lectoras. Durante la investigación de campo, uno de los obstáculos que se presentó fue el tipo de hidrocarburo que se encontró presente en el suelo, ya que, para realizar un análisis y comparación con los

estándares de calidad ambiental se debe realizar una muestra representativa con la profundidad adecuada, dependiendo del tipo de suelo e hidrocarburo que se utiliza; asimismo, el hidrocarburo más pesado requirió de un tiempo más extenso para degradarse (Jara, 2019). La guía para el control y manejo adecuado de lubricantes se elaboró tomando como modelo la guía del Ministerio de Ambiente (MINAM, 2006). Esta guía consta de una serie de actividades, procedimientos y técnicas que se han diseñado teniendo en cuenta los riesgos y peligros asociados a los lubricantes, con el objetivo de aumentar su vida útil y reducir los efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente. La guía proporciona pautas para la correcta manipulación y almacenamiento de los lubricantes, incluyendo recomendaciones para evitar la contaminación del suelo y del agua. Además, se incluyen procedimientos para la disposición adecuada de los residuos generados por los lubricantes, con el fin de minimizar su impacto ambiental.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Proponer un estudio de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles, Piura 2021.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar y comparar la concentración de hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos adyacentes de las estaciones de lavado de vehículos con los estándares de calidad del suelo.
- Identificar y caracterizar los materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado de vehículos del distrito de Piura.
- Elaborar una guía de manejo de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles del distrito de Piura.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

#### Antecedentes Internacionales

Mohamed *et al.* (2021) evaluaron las concentraciones de metales pesados e hidrocarburos totales en las aguas residuales de las estaciones de lavado de automóviles y los suelos circundantes en la Ciudad de Misurata, Libia. Para ello, plantearon una investigación no experimental en donde utilizaron índices de contaminación, como el factor de contaminación (CF) y el índice de geoacumulación (Igeo), para evaluar el estado de contaminación por metales pesados e hidrocarburos totales del petróleo y el riesgo ecológico en las aguas residuales y el suelo de las estaciones de lavado de automóviles. Los datos obtenidos de las evaluaciones se analizaron en el programa estadístico SPSS 22 mediante un análisis de varianza (ANOVA), prueba Tukey y estadísticas descriptivas. Este procedimiento les permitió conocer que la contaminación por metales pesados estudiados indicó que la concentración promedio de cadmio en las muestras de suelo dentro y fuera de las estaciones de lavado osciló entre 0,013 y 0,018 ppm y 0,013 y 0,25 ppm respectivamente. Asimismo, la concentración de plomo en las muestras de suelo dentro y fuera de las estaciones osciló entre 0,21-0,85; 0,19-1,06. Por otra parte, los niveles de concentración de hidrocarburos de petróleo totales obtenidos en este estudio estuvieron entre 389-7000 mg/kg para las muestras de suelo dentro de las estaciones, mientras que fuera de las estaciones la concentración osciló entre 27 000-55 000 mg/kg. En conclusión, este estudio analítico les permitió determinar que los efluentes de lavado de autos son un público potencial y peligro para la salud ambiental.

Nwankwoala y Ememu (2018) llevaron a cabo un estudio en donde evaluaron la calidad del suelo y del agua subterránea en Okpoko y sus alrededores en el estado de Anambra, Nigeria. Para ello, realizaron una investigación no experimental en la que evaluaron mediante un espectrómetro de absorción atómica parámetros fisicoquímicos, metales pesados e hidrocarburos a 15 muestras de suelo y agua subterránea. Los datos obtenidos de las evaluaciones se analizaron en el programa estadístico Mini Tab 17 mediante un análisis de varianza (ANOVA) y prueba Tukey. Este procedimiento les permitió conocer que los Hidrocarburos totales de petróleo (TPH) oscilan entre 109,43 y 2 112,64 mg/kg y entre 105,57 y 1747,82 mg/kg en el suelo y subsuelo de la zona. Asimismo, conocieron que el contenido promedio de TPH es de  $654,01 \pm 582,12$  y  $568,27 \pm 502,11$  mg/kg en la capa superficial y subsuelo respectivamente, y de 54,43 y 16,63 mg/kg en el sitio de control. A la conclusión que llegaron fue que el contenido de TPH generalmente disminuye con la profundidad y que las concentraciones de la mayoría de los parámetros fisicoquímicos, metales pesados e hidrocarburos son más altas en los alrededores que las mismas estaciones de servicio de combustible.

Barrera y Velecela (2015) realizaron la investigación que tuvo por objetivo la reducción considerable de la contaminación causada por los aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el gobierno autónomo descentralizado del Cantón Azogues, Ecuador. El diseño experimental fue descriptivo, para lo cual aplicaron encuestas a los distintos propietarios de los talleres y lubricadores. La muestra fue del 100 % de talleres y lubricadoras dando un total de 66 establecimientos. Los resultados obtenidos en base a algunas de las preguntas fueron los siguientes: 16 establecimientos no contaban con permiso del Ministerio del Ambiente; 6 establecimientos no contaban con un plan de manejo de los aceites usados; 61 establecimientos contaban con almacenamiento de aceites usados; 56 establecimientos almacenaban el aceite usado en recipientes de metal. El estudio concluyó que la Municipalidad de Azogues tenía una carencia en el control estricto del manejo de aceites usados por la falta de organización. Asimismo, el aumento de establecimientos estaba ligado al incremento del parque automotor y, en consecuencia, había aumentado la contaminación.

Castellanos *et al.* (2015) realizaron un estudio en donde evaluaron los efectos de los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) sobre suelos urbanos en Maicao, Colombia. El diseño experimental fue completamente al azar donde hicieron uso de dos tratamientos. El primero tuvo dos muestras, una con profundidad de cero a 30 centímetros y la otra con profundidad de 30 a 60 centímetros; asimismo, el segundo tratamiento contó con dos muestras también, la primera con profundidad de cero a 30 centímetros y la segunda con profundidad de 30 a 60 centímetros. La metodología que utilizaron permitió la obtención de 18 muestras de sitios con derrames preexistentes y 18 muestras de sitios con derrames recientes. Posteriormente, fueron transferidas a un laboratorio para extraer el hidrocarburo de fracción mediana y pesada mediante el método Soxhlet (EPA 3540C y EPA 3550C, respectivamente). El análisis estadístico de los datos lo realizaron con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, para posteriormente, aplicar pruebas paramétricas de acuerdo a los tratamientos como son ANOVA, Kruskal-Wallis y Tau-b de Kendall. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: hidrocarburo total de petróleo fracción media 0,262 ppm, hidrocarburo total de petróleo fracción pesada 0,274 ppm, la conductividad eléctrica no tuvo cambios, mientras que el monóxido de carbono tuvo un aumento de 500 % y, segundo, que el pH, la capacidad de intercambio catiónico y la retención de humedad bajaron muy poco, un 23,5 %. En base a dichos resultados llegaron a la conclusión de que tanto los suelos del casco urbano como la población son blancos de la contaminación por hidrocarburos totales de petróleo.

Carvazos *et al.* (2014) realizaron una investigación acerca de las afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de Acatzingo, Puebla, México. Para ello emplearon un diseño no experimental transversal con nueve informantes que permitieron definir las categorías transcendentales y emergentes. Asimismo, las afectaciones que los ejidatarios confirmaron se ocasionan debido a los derrames del oleoducto son: esterilidad del suelo, contaminación de los canales de agua, afectación directa al cultivo y molestias respiratorias. Por otro lado, los productores carecían de información acerca de las medidas de seguridad preventiva o reactiva. Por consiguiente, concluyeron que es necesario implementar una cultura de la seguridad e integración de redes para beneficiar a las comunidades que habitan cerca de los gasoductos.

## **Antecedentes Nacionales**

Jara (2019) realizó un estudio con el propósito de examinar las propiedades de los suelos afectados por un vertido de hidrocarburos en el centro poblado Nueva Esperanza, situado en el distrito de Nieva, en la región amazónica de Perú. El objetivo fundamental de esta investigación fue determinar la concentración de hidrocarburos totales del petróleo (HTP) y compuestos orgánicos volátiles (COVs) en distintas profundidades del suelo, tanto en términos espaciales horizontales como verticales. Para llevar a cabo el muestreo de suelos, siguió la metodología de identificar y georreferenciar el área afectada conforme a las regulaciones peruanas establecidas en el D.S. N° 002-2013-MINAM. Durante el proceso de muestreo, utilizó una herramienta de perforación que permitió extraer muestras de tierra de diversas profundidades, facilitando así la obtención de las muestras necesarias. Los resultados con profundidad de cero a 30 metros fueron los siguientes: En el sector 1 obtuvo 14,766 mg/kg en HTP; en el sector 2 obtuvo 9,822 mg/kg en HTP; en el sector 3 obtuvo 3,966 mg/kg en HTP, y en el sector 4 obtuvo 3,980 mg/kg en HTP. Asimismo, con relación a los COVs halló como resultado que todos los sectores con una profundidad de uno a 1,5 metros cuentan con tricloroetileno  $< 0,0001$  mg/kg y con tetracloroetileno  $< 0,01$  mg/kg. Los análisis realizados dieron como resultado que el HTP encontrado es pesado según API. Por otro lado, la concentración descubierta se encontraba dentro del D.S. N° 011-2017 MINAM. El autor concluyó que los lugares con suelos contaminados de petróleo o agua producida comúnmente presentaban también contaminación en sus aguas subterráneas.

Calderón (2018) realizó una investigación que tuvo por objetivo el proponer un procedimiento de alcance municipal para la gestión de residuos de aceites lubricantes usados provenientes de automóviles con base a la normatividad vigente. La metodología empleada fue de tipo descriptiva, procesando situaciones y eventos de la gestión de residuos de aceites usados en función de 38 muestras. El diseño de la investigación fue no experimental, debió a que se basó en la observación de los fenómenos en su entorno para analizar. Los datos recolectados fueron procesados por los programas SPSS y Microsoft Excel. Los resultados fueron los siguientes: residuos generados menor de 55 galones dio un total de 21 establecimientos y entre 55 y 200

galones un total de 17 establecimientos; solo cinco establecimientos conocen las normas técnicas y procedimientos para el manejo de estos residuos, posteriormente se preguntó si contaban con un plan de manejo de los aceites y solo tres establecimientos afirmaron tenerlo y uno de ellos contaba con los manifiestos. El autor concluyó la existencia de déficit en la gestión municipal debido a que el 84 % establecimientos realizan comercios con empresas informales, por otro lado, el 97 % de los establecimientos tienen la disponibilidad de cumplir con las normas técnicas legales y ordenanzas municipales.

Gonzáles (2018) realizó una investigación que tuvo por objetivo el evaluar la contaminación de los suelos producida por los residuos de hidrocarburo que eran generados en los talleres de mecánica automotriz localizados en la vía expresa del distrito de San Jerónimo-Cusco, y proponer buenas prácticas ambientales. La metodología empleada fue de tipo experimental y estuvo basada en el método científico, asimismo, las muestras fueron tomadas bajo el protocolo y normas del país considerando las guías y métodos de la ASTM y US EPA. El diseño de la investigación fue realizado en base a muestras aleatorias, considerando tres muestras por zona (3) y una muestra de control, todas con una profundidad de 20 centímetros a distancias de cinco metros del taller, 10 metros del taller y 20 metros del taller. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: en la zona 1 tuvo el pH ligeramente básico en un rango de 7,28 a 8,20, en cambio la capacidad de intercambio catiónico mostró una variación irregular hasta 10 meq/100 en zona 1, 9,90 meq/100 en la zona 2 y 8,40 meq/100 en la zona 3, esta última zona presentó anomalías ligadas al efecto de adsorción de hidrocarburos. La identificación de hidrocarburos fue realizada mediante cromatógrafo de gases acoplado con espectrometría de masa, el cual dio como resultado los siguientes compuestos: 2-metilnaftaleno, n-pentadecano, 5-propiltridecano, n-heptadecano, tetrametilpentadecano, ciclopentadecano, n-tetatriacontano y n-heptaeicosano.

Reátegui (2016) realizó una investigación referente al lavado de vehículos automotores en la ciudad y su efecto sobre el uso del agua y el ambiente. Iquitos, Loreto. La hipótesis que postuló buscaba demostrar que las empresas dedicadas al servicio de lavado de vehículos automotores en la ciudad de Iquitos utilizan el agua de manera adecuada y responsable, con tecnologías que

no generan impacto en el ambiente. El diseño de la investigación fue paramétrico, debido a que la situación está basada en la distribución de datos reales de las variables en estudio. Para ello utilizó una metodología de evaluación simple con base en la recolección de datos numéricos (entrevistas). Para el análisis estadístico empleó el programa Excel y el SPSS23, asimismo utilizó la estadística descriptiva (media) y pruebas estadísticas no paramétricas. Los insumos más utilizados para el lavado fueron el detergente industrial, cera y silicona en conjunto con un 39,3 % y solo detergente un 31 %. Entre los impactos generados logró identificar que el problema era originado por el derrame de aguas residuales provenientes del proceso, las cuales tienen como destino final las alcantarillas, calles asfaltadas y pistas. El autor llegó a la conclusión de que la aplicación de insumos no biodegradables es una actividad que tiene un impacto negativo en el ambiente.

Navarro (2014) realizó una investigación que tuvo por objetivo determinar el estado situacional del manejo del aceite usado en la ciudad de Ayacucho y proponer alternativas de uso y/o disposicional final segura. La hipótesis postulada fue el manejo del aceite lubricante usado en la ciudad de Ayacucho, no cumple con lo establecido por las normas técnicas peruanas, por lo que su gestión es inadecuada. El método de la investigación fue descriptivo, debido a que basó en buscar información, especificar características y propiedades significativas que sean viables para un análisis, para ello se utilizó encuestas realizando previo recorrido de la zona para identificar donde se brindan los servicios. El análisis de los resultados fue procesado con el programa SPSS y se expresaron por frecuencias porcentuales y gráficas. Los resultados de los establecimientos según el tipo de generador de aceite lubricado usado fueron de 12 medianos y 23 grandes, asimismo las condiciones de almacenamiento son 14 buenos, 16 regular y 5 malos, en relación a ello se presenció que solo tres establecimientos contaban con contenedores secundarios y 32 establecimientos no contaban con ellos. El autor llegó a la conclusión que todas las empresas generadoras de aceites usados incumplen con las normas, asimismo no tienen las condiciones adecuadas para la recolección, almacenamiento y transporte de aceites usados.

## **1.2. Bases teóricas especializadas**

### **1.2.1. Suelo**

#### **Definición**

La FAO (2015) define al suelo como un recurso finito cuya pérdida es no renovable y su degradación es irreversible en el periodo de tiempo de la vida humana. Asimismo, señala que los daños que sufre el suelo ocurren como consecuencia de las múltiples actividades que desarrolla el ser humano.

Para la Consejería de transición ecológica, lucha contra el cambio climático y planificación territorial (2021), el suelo es una capa situada en la superficie de la corteza terrestre, en un medio muy complejo, voluble, vivo y particularmente vulnerable. Asimismo, es un hábitat y base para otros hábitats, por ello sirve como soporte para el desarrollo de actividades y como proveedor del ser humano.

Por su parte, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2015), considera que el suelo es un manto superficial de la tierra y es el soporte donde crece la vegetación, por lo que es capaz de brindar los nutrientes principales para el crecimiento de los vegetales y puede contener el agua de lluvia, la cual se brinda a las plantas a razón de su necesidad; además, las raíces encuentran en él el oxígeno necesario para poder vivir.

### **1.2.2. Importancia del suelo**

La FAO (2013) considera que el suelo es sumamente importante para el ser humano debido a que en él crecen las plantas y de ellas adquiere alimentos y materia prima para su comodidad.

Por otro lado, Burbano (2016) señala que, si bien el suelo es un recurso no renovable, es importante porque se encarga de suministrar servicios ecosistémicos como, por ejemplo, los ciclos biogeoquímicos de los elementos fundamentales para la vida, los cuales pasan de ser un elemento a formar parte de los nutrientes del ser humano o materia prima para su comodidad.

### 1.2.3. Contaminación de suelos

Según la FAO (2018) el suelo es un recurso importante para la vida debido a que, sin él, no podríamos producir los alimentos. En tal sentido, se calculó que un 95 % de los alimentos que son producidos indirecta o directamente provienen del suelo. Por ello, la contaminación del suelo no es focalizada en sus reacciones, sino es una cadena larga que afecta al ser humano. Además, sus alteraciones por contaminación están relacionadas a su biodiversidad, la cual afecta tanto a la materia orgánica como también a su capacidad de filtración, dando paso a la contaminación de aguas subterráneas. En tal sentido, con el fin de profundizar en el tema de la contaminación del suelo, Pineda (2014) resalta los siguientes subtemas:

- **La contaminación es irreversible:** Actualmente, los suelos están siendo muy afectados por factores naturales como la erosión, salinización y acidificación. Así como también, por el uso inadecuado y la contaminación indiscriminada a manos de las personas, quienes no respetan el tiempo de recuperación del suelo y lo dañan constantemente (Ritoré, 2021).
- **La contaminación afecta la capacidad del suelo:** El suelo tiene múltiples funciones entre las cuales están las funciones de filtro, que se ven afectadas por sobrepasar los límites que el suelo puede tolerar con respecto a los contaminantes presentes en él, de esta forma, los contaminantes se trasladan a las plantas o a las aguas subterráneas (Pimentel, 2021).
- **La contaminación puede estar ligada a las malas prácticas:** El uso indebido del suelo ya sea por las malas prácticas agrícolas, industriales o domésticas, afectan su capacidad para degradar contaminantes, por ello se aumenta el riesgo de que el contaminante llegue a las plantas o a las aguas subterráneas. Algunos países ya ven el efecto del agotamiento del suelo en su producción agrícola como consecuencia de las malas prácticas mencionadas.

#### **1.2.4. Petróleo**

De acuerdo con lo que afirma García (2006), el petróleo es un combustible fósil que sirve como una fuente de energía fundamental para la sociedad y la industria. Al comienzo del milenio el petróleo tenía tal importancia que llegó a alcanzar el 85 % de la energía en el mundo. A mitad del siglo XX la utilización de petróleo llegó a representar el 40 % del uso total, situación que se extendió hasta el año 2001 a consecuencia de su concentración energética, transporte factible y variedad de usos. En tal sentido, la civilización actual aún depende de una fuente de energía limitada y agotable a corto tiempo (Pari y Yacolca, 2019).

#### **La importancia del petróleo**

El petróleo cobró gran importancia dentro de la sociedad porque empezó a ser utilizado en la industria de la limpieza como uno de los componentes clave para la fabricación de productos de aseo (Masías *et al.*, 2017). Al respecto, Nieves (2011) señala que los detergentes cuentan con una molécula tensioactiva, la cual tiene dos partes: una hidrófila, parte polar que interactúa con las moléculas de agua, y otra hidrófoba, cadena apolar de hidrocarburo que tiene poca interacción con las moléculas de agua. Asimismo, los productos comerciales de limpieza, tanto líquidos como sólidos, están formados por una o varias mezclas tensioactivas que aumentan la acción detergente. En otras palabras, un detergente está formado por varios compuestos que dan una sinergia con mayor poder detergente pues, sin importar la variedad del estado del detergente, contiene entre un 5 y 20 % en peso de tensioactivos.

#### **El petróleo como contaminante**

Para Velásquez (2017), el desarrollo y expansión poblacional tiene como consecuencia el consumo excesivo de los recursos naturales. En ese sentido, afirma que el recurso más afectado es el suelo, pues se trata de un recurso no renovable con relación a la vida del ser humano. Según Hurtado (2022) la contaminación ocasionada por petróleo se da mayormente cuando este se comercializa, produce, transporta o almacena. Como consecuencia de esta contaminación se pueden llegar a generar condiciones anóxicas.

### 1.2.5. Hidrocarburos del petróleo

#### a. Definición de hidrocarburos

Se denomina hidrocarburos a todos aquellos productos compuestos principalmente por carbono e hidrógeno. Estos compuestos de origen geológico natural, extraídos como líquidos son denominados como petróleo, mientras que los extraídos en forma gaseoso se denominan gas natural (Comerma, 2004).

Por otro lado, la Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades (ATSDR, 2016) señala que los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) son una mezcla de muchos productos químicos compuestos principalmente de hidrógeno y carbono, llamados hidrocarburos. Los especialistas han dividido a los TPH en grupos de hidrocarburos de petróleo que se comportan en forma similar en el suelo o el agua. Estos grupos se llaman fracciones de hidrocarburos de petróleo (Bosede, *et al.*, 2021).

#### b. Tipos de hidrocarburos

Según Comerma (2004) los hidrocarburos del petróleo se clasifican en dos grandes familias. Los hidrocarburos saturados y los no saturados, asimismo, en cada grupo familiar se identifican compuestos de cadena abierta o cerrada, dando lugar a los cuatro tipos de hidrocarburos más conocidos en la industria. A continuación, se detallan los grupos:

- **Hidrocarburos saturados:** Se encuentran los hidrocarburos de cadena abierta llamados parafínicos (metano, propano) y los de cadena cerrada llamados nafténicos (ciclo-pentano).
- **Hidrocarburos no saturados:** Se encuentran los hidrocarburos de cadena abierta llamados oleofínicos (propeno) y los de cadena cerrada llamados aromáticos (benceno, naftaleno).

Es importante señalar, que los hidrocarburos derivados del petróleo más abundantes, pertenecen al grupo saturado, es decir los parafínicos y los nafténicos (Adenii y Afolabi, 2002).

También existen tres categorías de crudos: ligero, medio y pesado, estos se determinan en función del contenido de carbonos que lo constituyen. Por ejemplo, un crudo ligero oscila entre 1 y 10 carbonos, el medio varía entre 11 y 22 carbonos y el pesado es mayor a 22 carbonos. Es importante señalar que los compuestos ligeros son más volátiles que los pesados, asimismo, su toxicidad puede ser a corto o a largo plazo dependiendo del canal de contaminación en la persona (Andrade, 2015).

### **c. Aceites lubricantes**

Los aceites lubricantes son derivados del petróleo y están compuestos por varios hidrocarburos con el fin de minimizar la fricción, dar protección por corrosión, refrigeración y limpieza. Asimismo, cabe mencionar que los lubricantes, como aceites y grasas, que se utilizan para conservar la parte interna de los vehículos también cuentan con petróleo en su composición por lo que es posible afirmar que este es indispensable para el buen funcionamiento de los mismos.

En ese sentido, García y López (2010) señalan que los aceites cumplen con las funciones de refrigerar, ya que absorben el calor generado en el motor; limpiar y proteger, puesto que arrastran las impurezas y protegen las superficies con los aditivos; reducir la fricción, dado que crean una capa lubricante para impedir el roce y, por último, evitar el desgaste del motor porque lo limpian y lo protegen de la corrosión generada por el contacto con el oxígeno.

Según Estíbaliz (2014), los aceites se pueden clasificar en base mineral y base sintética. Los aceites con base mineral provienen de la destilación del petróleo y están formados por parafínicos que son resistentes a la oxidación y nafténicos que son buenas en bajas temperaturas. Por otro lado, los aceites con base sintética provienen de moléculas simples derivadas de petróleo o aceite vegetal y están formados por polialfaolefinas, ésteres, poliglicoles, siliconas y

perfluoropolietileno. Es importante decir que, este último, es muy nocivo para el ambiente por su alta volatilización y posterior afectación a la capa de ozono.

A continuación, se muestra en la Tabla 1, la composición media de los hidrocarburos presentes en los aceites bases:

**Tabla 1**

*Composición media de aceites bases*

<b>Sustancia</b>	<b>Hidrocarburo</b>	<b>Composición (%)</b>
Parafinas	Alcanos	47 – 76
Naftenos	Ciclo alcanos	13 – 45
Aromáticos	Aromáticos	10 – 30

*Nota.* MINAM (2014)

Por otro lado, los aceites usados presentan características típicas de los aceites usados, ya sean industriales como automotriz, tal y como se puede observar en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Características típicas de los aceites usados*

<b>Características</b>	<b>Automotriz</b>	<b>Industrial</b>
Viscosidad a 40 °C, SSU	97 – 120	143 – 330
Gravedad a 15,6 °C, API	19 – 22	25,7 – 26,2
Peso específico a 15,6 °C	0,9396 – 0,8692	0,9002 – 0,8972
Agua, % volumen	0,2 – 33,8	0,1 – 4,6
Insoluble en benceno % peso	0,1 – 4,2	0,0
Soluble en gasolina, % volumen	0,56 – 33,3	0,0
Punto de ignición, °C	78 – 220	157 – 179
Potencia calorífica, Mj/kg	31,560 – 44,880	40,120 – 41,840

*Nota.* MINAM (2014)

## **Peligrosidad en el aceite usado**

Según Cabrera (2018), la peligrosidad del lubricante se determina mediante varios aspectos:

- Bioacumulación
- Biodegradación
- Toxicidad
- Emisión de gases
- Degradación química
- Tiempo requerido para ser eliminado del agua
- Ecotoxicidad

Asimismo, Adebisi *et al.* (2015) señala que las peligrosidades del aceite serían las siguiente:

Los aceites puros contienen o pueden contener cantidades mínimas de PHA (compuestos aromáticos policíclicos) que son controlados durante la operación del lubricante a través de la descomposición de varios componentes, así como catalizadores metálicos, aumentando su presencia en el aceite utilizado. Varios de estos PHA tienen efectos cancerígenos bien probados y bien documentados y de alguna manera se liberan en el aire que respiramos.

El petróleo tiene tendencia a acumularse en el medio ambiente, todo lo que se pierde en la calle, en las montañas, en la lluvia, será arrastrado a los ríos y lagos, acumulándose como sedimento. También existe una acumulación significativa en la atmósfera que respiramos, por ejemplo, los motores de dos tiempos liberan alrededor de 25 litros de aceite lubricante junto con el gas. Del 40 al 70 % del PHA emitido en el gas proviene del aceite de motor, un 30 a 60 % proviene de la combustión del combustible, el uso de ésteres sintéticos reduce en gran medida estas emisiones. Lógicamente según la tendencia a utilizar lubricantes sintéticos y aceites vegetales, por su superioridad de rendimiento frente a aceites de base mineral, requiere menos aditivos, pero son más caros que ellos.

#### **d. Aditivos en los aceites lubricantes**

Son compuestos químicos que se agregan a los lubricantes y aceites con el fin de mejorar sus propiedades existentes y/o agregar nuevas características al producto final. Según Cronaser (2018) existen cuatro aditivos que son más usados en los aceites lubricantes:

- **Antioxidantes:** Tienen la función de detener y ralentizar el proceso de oxidación, prevenir la formación de ácidos, lodos y el aumento de la viscosidad del lubricante.
- **Antiespumantes:** Son aditivos diseñados para evitar la formación de burbujas de aire, ya que estas burbujas podrían acelerar el proceso de oxidación del lubricante.
- **Los diluyentes:** Son aditivos utilizados para facilitar el flujo del lubricante a bajas temperaturas, donde suele ser más difícil que se desplace con facilidad.
- **Los anticorrosivos:** Se encargan de prevenir la condensación de agua dentro de las máquinas, formando una película lubricante que evita la corrosión.

#### Funciones de los aceites lubricantes

Los aditivos tienen la capacidad de mejorar el desempeño del lubricante base, realzando sus propiedades existentes o añadiendo otras complementarias al mismo tiempo que eliminan las que no son adecuadas (Cronaser, 2018). Sin embargo, en términos generales, los aditivos cumplen funciones principales que incluyen la prevención de la oxidación del aceite para evitar daños en la maquinaria, la retardación del desgaste, el bloqueo de los filtros y otros efectos negativos, la mejora en la fluidez del lubricante, y la protección de la maquinaria contra posibles fallas en el lubricante o combustiones.

### **e. Grasas lubricantes**

Entre los lubricantes también se encuentran las grasas que cumplen la función de disminuir el desgaste entre las superficies por un tiempo prolongado. Estas grasas son muy fáciles de remover pues, luego de cumplir con su función, pasan a estado líquido por el continuo uso que se les da, estas grasas lubricantes están compuestas aproximadamente por un 65 a 95 % de aceite lubricante, un 5 a 35 % de espesante, y un 0 a 10 % de aditivos (tanto líquidos como sólidos) (Cabrera, 2018).

Según Cabrera (2018) las grasas lubricantes ofrecen diversas ventajas, entre las cuales se incluyen:

- Mayor capacidad de adherencia a las superficies.
- Mejor capacidad de sellado y aislamiento del entorno circundante.
- Excelente protección contra el desgaste.
- Lubricación superior en condiciones de altas cargas y bajas velocidades.
- Mayor protección contra la corrosión.
- Absorción más efectiva del ruido y las vibraciones.

### **1.2.6. Fuente de contaminación por hidrocarburos**

#### **Generalidades**

El sector de hidrocarburos se ha expandido de manera importante en los últimos años, convirtiéndose en pieza clave del crecimiento de la economía mundial, el consumo de energía, la exploración, las reservas y la producción han aumentado de manera considerable y este es actualmente considerado como motor del crecimiento económico en varios países del mundo (Zamora *et al.*, 2012).

Debido al crecimiento que han tenido los hidrocarburos, la contaminación por estos ha sido de igual forma, significativa. Los hidrocarburos impiden el intercambio gaseoso con la atmosfera, iniciando una serie de procesos fisicoquímicos simultáneos, como evaporación y penetración, que, dependiendo del tipo de hidrocarburo, temperatura, humedad, textura del suelo y cantidad vertida pueden ser procesos más o menos lentos lo que ocasiona una mayor toxicidad (ITOPF, 2018).

Además, los derrames de petróleo y sus derivados constituyen una de las principales causas de contaminación de suelos y aguas, generando alteraciones en los ecosistemas al afectar tanto su estructura como sus procesos biológicos (Zamora *et al.*, 2012). Este tipo de contingencias ambientales originan efectos directos sobre la biota, ya que el petróleo contiene compuestos químicos tóxicos que producen daños a plantas, animales y humanos, pero principalmente sobre las poblaciones de microorganismos, los cuales representan parte importante del ecosistema y son claves para los procesos biogeoquímicos (Zamora *et al.*, 2012).

### **Efecto de la presencia de hidrocarburos en el suelo**

Las consecuencias ambientales causadas por los hidrocarburos en el suelo pueden manifestarse en diversas etapas, desde la exploración y extracción de petróleo en pozos hasta la ocurrencia de accidentes, que pueden ocurrir tanto terrestres como acuáticas. Estas situaciones resultan en daños ecológicos y efectos negativos para la flora y fauna. Una afectación importante sucede cuando dañan suelos agrícolas, provocando un perjuicio económico y social debido a la inutilización de estos suelos para la producción de cultivos o ganadería (Cavazos *et al.*, 2014).

Según la ATSDR (2016), los hidrocarburos liberados en el suelo debido a accidentes, industrias u uso comercial y privado pueden ocasionar contaminación. Esta contaminación de las aguas subterráneas tiene un impacto directo en la flora, fauna y microorganismos del suelo, así como en la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas. Además, pone en riesgo la existencia y supervivencia de los animales que dependen de estas fuentes de agua para su alimentación.

## **Peligrosidad de los aceites y grasas lubricantes**

Según la Oficina de Control de la Magistratura (OCMA, 2009) los aceites y grasas lubricantes usados están catalogados como residuos peligrosos por los efectos que pueden tener sobre la salud y el medio ambiente. Entre los riesgos directos que pueden tener los aceites y las grasas se encuentran los:

- **Desechos vertidos en el agua:** Provoca la formación de una capa impermeable entre la atmósfera y la superficie acuática, lo que conlleva a una disminución del nivel de oxígeno disuelto en el agua.
- **Desechos vertidos en el suelo:** Resulta en su cobertura y ocasiona una reducción del oxígeno disponible. Conforme la materia orgánica vegetal se descompone, se produce una disminución en la fertilidad del suelo.
- **Las emisiones liberadas a la atmósfera:** En la quema de aceites usados incluyen la presencia de metales como el plomo, así como gases tóxicos que contienen compuestos de cloro, azufre, fósforo y otros elementos.

### **1.2.7. Impacto ambiental de los hidrocarburos**

#### **Contaminación del agua**

Según Velásquez (2017), los cuerpos de agua cuentan con recursos y especies amenazadas por la contaminación de hidrocarburos de petróleo. El contaminante forma una película en la parte superior del cuerpo de agua debido a su densidad con relación a la del agua, es decir, inhibe la penetración de la luz y de los gases. Asimismo, Adams *et al.* (2008), mencionan que la solubilidad del contaminante afecta de manera directa a los microorganismos que viven en zonas profundas.

Al respecto, González *et al.* (2011) y Chan *et al.* (2012), señalan que los hidrocarburos de petróleo tienen efectos negativos en los seres que habitan el cuerpo de agua.

## **Contaminación del suelo**

Yu *et al.* (2013), quienes afirman que el tipo de suelo y la proporción de materia orgánica tienen una relación con el destino final y con la extensión del daño a los seres autótrofos. Según Velásquez, el suelo es blanco fácil de este contaminante dado que ocasiona pérdida de la fertilidad, bajo rendimiento y consecuencias nocivas para el ambiente y los seres humanos.

Por su parte, Serrano *et al.* (2013) dan a conocer que los suelos de textura arenosa con altas concentraciones de hidrocarburos pierden la permeabilidad o la compactación y reducen notablemente su carga.

### **Riesgos para la salud de la persona según Serrano *et al.* (2013)**

- Irritación del tejido respiratorio debido a la presencia de gases que contienen aldehídos, cetonas, compuestos aromáticos, entre otros.
- Presencia de elementos químicos como el cromo (Cr), níquel (Ni), cadmio (Cd) y cobre (Cu), que afectan las vías respiratorias superiores y los tejidos pulmonares.
- Producción de efectos asfixiantes al obstaculizar el transporte de oxígeno, debido a la presencia de monóxido de carbono y disolventes halogenados.
- Efectos cancerígenos en la próstata, vejiga y pulmones debido a la presencia de metales como el plomo y el cadmio.

#### **1.2.8. Estación de lavado y servicio**

Según, Life Minaqua (2016), el lavado de vehículos es una actividad negativa para el ambiente pues, para poder llevarla a cabo, las estaciones de lavado necesitan consumir y, posteriormente, desechar el agua utilizada. El problema radica en que estas empresas no suelen contar con un sistema que permita tratar esas aguas residuales, las mismas que quedan contaminadas con restos de los productos de limpieza utilizados y, a pesar de ello, son vertidas directamente en el alcantarillado o en el suelo, lo que genera la alteración y contaminación del mismo. Además,

las instalaciones consumen cantidades muy altas de agua y no cuentan con un sistema de reciclaje. En ese sentido, el agua desechada por los lavaderos puede estar compuesta de contaminantes específicos como metales, detergentes, hidrocarburos, etc., los cuales tienen un impacto nocivo en el cuerpo receptor y, a la vez, afectan el proceso y la calidad de los lodos en las estaciones depuradoras de aguas residuales. Según, Life Minaqua (2016), en el proceso de lavados de vehículos se pueden considerar las siguientes etapas:

### **Prelavado**

Consiste en la aplicación de desincrustantes en el vehículo, los cuales remueven la suciedad más adherida (mosquitos, heces de aves, etc.) a través de medios mecánicos, como el cepillado o el lavado a presión. Una vez rociado el producto desincrustante se aplica agua a presión mediante una lanza, cuyo objetivo es dejar el vehículo con la superficie húmeda, lo que permite la eliminación de suciedades de mayor volumen. Además, este proceso de prelavado suele incluir la aplicación de un producto de limpieza en las llantas, ya sea por pedido del cliente o porque esté comprendido dentro del servicio (Life Minaqua, 2016).

### **Lavado**

Es un proceso por el cual se limpia un vehículo utilizando agua y shampoo, los cuales son aplicados con equipos pulverizadores o rociadores que cumplen con las funciones de limpiar y suavizar la superficie del auto, aportar mayor eficacia a los cepillos y evitar las raspaduras. Además, de manera habitual, se aplica otro detergente denominado espuma activa que permite generar una espuma más densa para proteger la pintura del vehículo de posibles rayaduras. Esto asegura una mejor limpieza de la superficie y facilita el aclarado de la misma. En esta etapa se incluyen arcos para las ruedas, los cuales permiten alcanzar una limpieza profunda del vehículo. Estos arcos cuentan con cepillos verticales y/u horizontales elaborados con materiales como nailon, carlite (polietileno) o sistemas de cortinas textiles. Los cepillos de nailon son los que dan resultados más efectivos en el lavado, pero pueden ocasionar surcos o raspaduras; sin embargo, si se les brinda un buen uso, mantenimiento y reemplazo regular a estos cepillos, las raspaduras serán limitadas. Además, es fundamental que tengan abundante agua y un mínimo de detergente.

Por otro lado, el carlite es muy suave, pero al usarse necesita de abundante agua y jabón. En el caso de las cortinas textiles es necesario que se combinen con una solución y alta presión de agua pues, de esta manera, no dejan marcas; sin embargo, absorben una gran cantidad de agua, por lo que es preferible utilizar las cortinas verticales ya que las horizontales, al absorber tanta agua, aumentan demasiado su peso (Life Minaqua, 2016).

### **Acabado**

En esta etapa del proceso se remueven los detergentes y los jabones mediante la aplicación de agua. Una vez hecho esto, de forma opcional, se unta cera al vehículo ya sea manualmente o a través de maquinarias. Para realizar el aplicado de cera es necesario comenzar cubriendo las raspaduras que pueda tener la superficie con el fin de alisarla. Después, se aplica una cera protectora o secante que, al entrar en contacto con la humedad, une las gotas para formar otras de mayor tamaño y facilitar su eliminación. Por otro lado, algunas estaciones aplican una fase final de aclarado con agua blanda (sin calcio y otros iones) para evitar que se generen manchas por las gotas en el secado (Life Minaqua, 2016).

### **Secado**

Se trata de la última etapa por la que pasa el vehículo durante el proceso de limpieza. El secado se ofrece de manera opcional en los lavados y puede ser de tipo manual o de tipo túnel. Para el secado manual se realiza la remoción de las gotas mediante telas absorbentes en las partes de la pintura y mediante el uso de papel en las partes de vidrio. El secado de tipo túnel, por su parte, se da mediante el uso de sopletes o de turbos ventiladores que remueven las gotas de agua que se encuentran en la superficie (Life Minaqua, 2016).

### **Mantenimiento**

Dentro de los servicios que prestan algunas estaciones de servicio y lavado se encuentra la lubricación de las piezas rotatorias que es esencial para mantener el buen estado del vehículo. Según Andrade (2015), este proceso se lleva a cabo para disminuir los roces, evitar desgastes y

dar protección a las piezas. Para ello existen diferentes tipos de lubricantes como sólidos, líquidos, gases y grasas. El lubricante está constituido por el aceite base y el aditivo.

La mayoría de vehículos en el parque automotor no cuenta con las condiciones de uso requeridas para mantener un aceite por largo tiempo. Por tal motivo, el uso del vehículo se define por dos rendimientos dados por los conductores, tales como la conducción normal y la conducción severa. La conducción normal es un trayecto largo y sin paradas intermitentes, mientras que, la conducción severa, se trata de un trayecto exigible en donde existen muchas paradas de manera intermitente.

Andrade (2015), señala que los vehículos adquiridos vienen con recomendaciones del fabricante, entre las cuales se menciona el tipo de aceite a usar en la maquinaria en base al año de fabricación. Por otra parte, el cambio de un aceite de especificación reciente a uno de alta calidad trae consigo la remoción de lodos poco densos y partículas de carbón y, por ende, causa el bloqueo de los filtros, los cuales requieren de un aproximado de tres cambios. Esto genera un aumento en la concentración de los hidrocarburos en los residuos destinados comúnmente al suelo.

### **1.2.9. Normatividad de calidad ambiental del recurso suelo**

#### **Ámbito internacional**

Martínez *et al.* (2005) con relación a la problemática del manejo de aceites usados el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PANUMA) durante la última década y media, dio a conocer un proceso especial a las sustancias químicas y los residuos peligrosos. Dentro del marco indican tres acuerdos multilaterales, los cuales proponen medidas totales para la protección de la salud y el ambiente con referencia a los ciclos de vida de las sustancias y los residuos. Los convenios son de Basilea, Róterdam y Estocolmo.

El convenio de Basilea hace referencia al traslado de los residuos peligrosos y su eliminación, el mismo que se convirtió en un acuerdo multilateral acerca de los residuos con mayor prioridad, dando pase a un régimen normativo global para la disminución de la generación, los procedimientos ambientales adecuados y el control de sus traslados fronterizos, teniendo como principal objetivo el manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos y otros residuos (Martínez *et al.*, 2005).

EL convenio de Róterdam se centra en el consentimiento previo de productos químicos con el objetivo de comercio internacional. Teniendo como objetivo principal fomentar la responsabilidad distribuida entre los países exportadores e importadores durante el comercio y manejo de los productos químicos con alto riesgo de esta forma se salvaguarda la salud humana y el ambiente (Martínez *et al.*, 2005).

El convenio de Estocolmo tiene como objetivo la reducción y con periodo de tiempo la eliminación total de 12 contaminantes orgánicos persistentes especialmente tóxicos, entre los cuales nueve de ellos son plaguicidas (Martínez *et al.*, 2005).

### **Ámbito Nacional**

En la actualidad el Perú no cuenta con una normativa legal para el manejo respectivo y cuidadoso de los residuos de aceites lubricantes usados, sin embargo, cuenta con el Reglamento de la Ley N° 27314 Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos aprobada por el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM (Diario Oficial El Peruano, 2017).

En relación con lo mencionado el estado peruano brinda autonomía a las municipalidades provinciales y distritales para aprobar y ejecutar ordenanzas que ayuden a regular el manejo

de los residuos de aceites lubricantes usados según la Ley 27972 Ley Orgánica de Municipalidades (Diario Oficial El Peruano, 2003).

Asimismo, existen otras leyes, decretos y normas vinculadas al tema las cuales son:

#### Constitución Política del Perú

- En el Inc. 22 Art. 2 la constitución señala que toda persona tiene derecho, a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida.
- En el Art. 67 la constitución señala que el estado determina la política nacional.

#### Ley General del Ambiente N° 28611

- **Derechos y principios:** Se fundamentan en la integración equilibrada de los elementos sociales, ambientales y económicos del progreso del país, y en la satisfacción de las necesidades presentes y futuras de las generaciones (Art. V). La gestión del medio ambiente tiene como objetivo principal prevenir, monitorear y evitar el deterioro del entorno. Cuando no sea factible eliminar las causas de dicho deterioro, se aplicarán medidas de reducción, restauración o compensación, según sea necesario (Art. VI).
- **Política nacional del ambiente y gestión ambiental:** Se encargan de desarrollar e implementar políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones necesarios para asegurar el pleno ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades establecidas en la Ley (Art. 3).
- **De los sujetos de la gestión ambiental:** Respecto a los actores involucrados en la gestión ambiental, el artículo establece las entidades gubernamentales, autoridades y entidades del sector privado que participan en dicho proceso.
- **Integración de la gestión ambiental:** El título señala el uso sostenible de los recursos naturales.

- **Responsabilidad por daño ambiental:** El título señala la fiscalización, control y sanción con respecto al daño ambiental.

#### Ley de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Ley N° 1278

- Disposiciones generales, principios y lineamientos: Establece las disposiciones generales como los objetivos y el ámbito, asimismo los principios y lineamientos que rigen la ley.
- Eficiencia de los materiales: En el artículo 9 menciona que los insumos con propiedades peligrosas son considerados materiales peligrosos, debiendo contar con la aplicación del acondicionamiento, tratamiento y transporte adecuado.
- Responsabilidad extendida del productor: Los productores deben estar involucrados en todo el proceso de su producto dando cumplimiento al marco legal.
- Gestión de manejo económico y ambiental de los residuos: Referente a la gestión de residuos sólidos municipales, no municipales y peligrosos, asimismo la clasificación de ellos.
- Información sobre el manejo de residuos sólidos, educación y participación ciudadana: Brinda información para la gestión de residuos para el ámbito municipal y no municipal, asimismo hace referencia a la educación ambiental en acción.
- Régimen de supervisión, fiscalización y sanción: Hace mención a las competencias que tienen los organismos allegados a esta ley.

#### Ley General de la Salud N° 29889

- De los derechos, deberes y responsabilidades concernientes a la salud individual. Las personas tienen el derecho de escoger y recibir el servicio de salud de su preferencia.
- De los deberes, restricciones y responsabilidades en consideración a la salud de terceros: En el Capítulo VIII indica que el estado es responsable de la protección ambiental y de las personas sean naturales o jurídicas.
- Del fin de la vida de la persona: Establece el parámetro que certifica el fin de la vida y los casos donde se aplica la necropsia.

- De la autoridad de salud: La autoridad coordina y ejecuta de forma nacional y descentralizada.
- De las medidas de seguridad, infracciones y sanciones: Las medidas de seguridad varían dependiendo de la intensidad de la afectación a la salud, al igual que las sanciones e infracciones.

#### Reglamento nacional

- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314. Aprobado mediante el Decreto Supremo N° 057-2004-PCM (El Peruano, 2004).
- Reglamento de la Ley General de la Salud N° 29889. Aprobado mediante el Decreto Supremo N° 033-2015-SA (El Peruano, 2015).

#### Normatividades

- Norma Técnica Peruana N° 900.050.2001 Gestión Ambiental. Manejo de Aceites usados. Generalidades (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2014a).
- Norma Técnica Peruana N° 900.051.2008 Gestión Ambiental. Manejo de Aceites usados. Generación, Recolección y Almacenamiento (INACAL, 2019).
- Norma Técnica Peruana N° 900.058.2019 Gestión de Residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2019).
- Norma Técnica Peruana N° 399.015:2014 Símbolos Pictóricos para Manipuleo de Mercancía Peligrosa (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2014b).

### **1.2.10. Buenas prácticas y ecoeficiencia**

#### **Buenas prácticas**

Según el MINAM (2016), son procedimientos simples y aprovechables que pueden seguir todo el personal y las empresas con el fin de minimizar el impacto ambiental negativo de las actividades.

Según la Fundación Promoción Social (2017), son actividades enfocadas a minimizar el impacto ambiental negativo causadas por el funcionamiento de la empresa mediante renovaciones y optimizaciones de las actividades de la empresa y su desarrollo. La productividad ha sido comprobada y se origina en lo sencillo y su bajo precio para su ejecución.

### **Ecoeficiencia**

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA, 2016), la ecoeficiencia es el conjunto de acciones que busca generar que las producciones o el suministro de bienes o servicios tengan poco impacto ambiental. Esto implica que debe existir una responsabilidad social por parte de las empresas con la finalidad de contribuir con una mejor calidad de vida para la sociedad y reducir la contaminación.

En ese sentido, el MINAM (2009) considera que la ecoeficiencia está relacionada con el desarrollo sostenible porque maximiza el crecimiento económico, la igualdad social y, además, brinda valor ecológico. Es por ello que les propone a los municipios los lineamientos a seguir para realizar acciones ecoeficientes como, por ejemplo, el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales.

### **Gestión de aceites usados**

Martínez *et al.* (2005) y Navarro (2014) señalan que para reducir de manera efectiva los riesgos contra la salud y contra el medio ambiente, asociados con la gestión de residuos peligrosos, es fundamental desarrollar planes de gestión de residuos orientados a la prevención. Los mismos que deben considerar tanto la reducción de la generación de residuos peligrosos como sus peligros intrínsecos y la garantía de un medio ambiente saludable.

### Orientación jerárquica en la gestión de residuos:

- Las acciones de las entidades públicas, tanto nacionales como locales, deben orientarse a facilitar la adopción de prácticas de reducción de residuos en origen, reciclaje y valorización de residuos, además de establecer normas mínimas de tráfico, disposición y disposición final y controlar que se cumplan todos los pasos de gestión llevados a cabo de una manera ambientalmente racional.
- El reciclaje y otras formas de valorización deben prevalecer sobre la alternativa de disposición final y destrucción si existe un mercado para la ubicación de los reciclables y si el reciclado de residuos asegura que operan en las condiciones adecuadas desde el punto de vista ambiental. Si este no es el caso, la disposición final y la opción de disposición pueden elegirse como una medida provisional, mientras se implementa simultáneamente un programa de desarrollo de mercado para aumentar las oportunidades de reciclaje de materiales.
- El reciclaje, aunque en general tiene una gran aceptación por parte de la sociedad, en determinadas circunstancias puede tener aspectos negativos o indeseables. No debe verse como un objetivo en sí mismo, sino como una parte integral del sistema general de gestión de residuos. Para promover eso es fundamental que se implemente la segregación total de los residuos en la fuente, ya que esto permite tratar los residuos de mejor calidad desde el punto de vista de la salud y el medio ambiente.

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Diseño de la investigación**

La investigación fue de tipo descriptivo y estuvo basada en un método de recolección, organización, análisis y presentación de los resultados obtenidos. La información fue compilada y presentada de manera gradual para dar a conocer una idea clara de la situación representativa de los puntos muestreados. Baena (2017) refiere que este tipo de investigación no experimental puede ser documental o de campo. Como se trata de un estudio de campo, estuvo basado en la exploración y en la observación, es decir, ha sido realizado mediante un contacto directo con el área de estudio. Además, se realizó una investigación con enfoque cuantitativo por lo que fue necesario hacer una comparación con el estándar de calidad ambiental (ECA) para poder fundamentar la propuesta de una guía y del manejo de los residuos peligrosos que contienen el hidrocarburo total de petróleo. Para Baena (2017) el enfoque cuantitativo basa sus teorías en hechos para poder describirlos y dar una explicación de los fenómenos ocurridos.

#### **2.1.1. Lugar y fecha de ejecución**

El presente estudio fue realizado en el distrito de Piura, el cual pertenece a la provincia de Piura. El distrito está ubicado a una altitud promedio de 27 m.s.n.m., con coordenadas UTM WGS 84 norte 9425825,21 y este 540691,53 en la zona 17 S. Además, cuenta con una superficie de 185 km<sup>2</sup> y una temperatura promedio de 25,6 °C. La región de Piura, abarca un amplio territorio en el noroeste del Perú, el cual se compone de dos elementos geográficos principales: por un lado, una extensa área de llanuras desérticas al oeste; y, por otro lado, una zona montañosa correspondiente a las cordilleras occidental y de Sallique, separadas por la depresión de Huancabamba, que se encuentra a altitudes que varían desde los 200 hasta los 3800 m.s.n.m. (Campos, 2011)

Según Campos (2011) La ciudad de Piura se encuentra en el extremo norte de la Cuenca Sechura. Su estratigrafía corresponde a una secuencia de sedimentos dispuestos en alternancia de rocas. Estas formaciones en la parte superior de Zapayal consisten en capas discontinuas de limolita y arenisca; mientras que la parte inferior está compuesta por lutitas y lutitas bentónicas con abundante presencia de yeso, pirita y diatomeas. Los depósitos eólicos se componen de arenas con presencia de limo y arcilla. Por debajo de las altitudes de 21 y 23 m.s.n.m, se encuentra una capa arcillosa compacta e impermeable de 4 a 6 metros de espesor, que se extiende debajo de gran parte de la ciudad.

Algunas de las principales características físicas y geológicas del suelo de Piura son las siguientes:

- Textura: el suelo de Piura varía en su textura, desde arena gruesa en las zonas costeras hasta arcilla en las tierras más altas de la cordillera de los Andes.
- Color: el color del suelo también varía, siendo predominantemente marrón oscuro a lo largo de la costa, mientras que en las partes más altas de la cordillera se pueden encontrar suelos rojizos y amarillos.
- Potencial de hidrogeno (pH): en general, los suelos de la región de Piura son ligeramente ácidos, con un rango de pH entre 5,5 y 6,5.
- Capacidad de retención de agua: el suelo de Piura es generalmente seco debido a las altas temperaturas y la falta de lluvia en la región. Sin embargo, algunos suelos tienen una buena capacidad de retención de agua debido a su contenido de arcilla.
- Composición geológica: el suelo de Piura está compuesto principalmente de rocas sedimentarias como la arenisca, la arcilla y el limo. También se pueden encontrar depósitos de minerales como el oro y el cobre en la región.
- Erosión: la región de Piura es vulnerable a la erosión debido a la falta de vegetación y la intensidad de la lluvia durante los eventos climáticos extremos, como el fenómeno de El Niño.

Las áreas en las que se realizó el muestreo de identificación están distribuidas en todo el distrito de Piura (Figura 1), pues comprende ocho locales de lavado y servicio de vehículos, los cuales se detallan a continuación:

**Carwash Zapata:** Ubicación UTM WGS84- Zona 17S X: 539955,1 – Y:9426924,6. Localizado en la Zona Industrial Mz. 231 Lt. 2A, Gálvez Velarde, Piura. Actualmente solo tiene un portón que es la única entrada de acceso al local y, en su interior, cuenta con piso de concreto y paredes de material noble. En la parte externa tiene con una pista de asfalto sin área verde alrededor.

**Mister FIX:** Ubicación UTM WGS84- Zona 17S X:541289,8 – Y:9426779,9. Localizado en la Av. San Cristóbal Mz. A Lt. 7, Urbanización Santa Isabel, Piura. Actualmente solo cuenta con un portón que es la única entrada de acceso al local y, en su interior, tiene piso de concreto y paredes de material noble. En la parte externa cuenta con una pista de asfalto sin área verde alrededor.

**Carwash “DAKAR-WASH”:** Ubicación UTM WGS84- Zona 17S X:541159,9 – Y:9424979,3. Localizado en la Av. Circunvalación N° 458, Urbanización Barrio Tradicional Sur la Gallinacera, Piura. Actualmente solo tiene un portón que es la única entrada de acceso al local y, en su interior, cuenta con piso de concreto y paredes de material noble. En la parte externa cuenta con una pista de asfalto sin área verde alrededor.

**Wash moto Spa “IÑAKI”:** Ubicación UTM WGS84- Zona 17S X:540573,2 – Y:9424578,7. Localizado en el Asentamiento Humano 18 de mayo Mz. U Lt. 19, Piura. Actualmente tiene una rampa en la entrada y cuenta con un portón de rejas que es el único acceso al local. En su interior tiene piso de concreto y paredes de material noble y, en la parte externa, cuenta con una pista de asfalto sin área verde alrededor.

**Jumbo autoservicios:** Ubicación UTM WGS84- Zona 17S X:538722,4 – Y:9428976,2. Localizado en el Jr. C.L Mz. N Lt.27, Urbanización los Jardines, Piura. Actualmente cuenta con un frontis abierto y se accede mediante una rampa. En su interior cuenta con piso de concreto y paredes de material noble tanto en el área de oficina como de tienda. En la parte externa cuenta con una pista de bloques de concreto y no tiene área verde alrededor.

**Carwash Bruno:** Ubicación UTM WGS84- Zona 17S X:538386,0 – Y:9428942,0. Localizado en la Av. Prolongación Chulucanas Mz. C Lt. 13, Urbanización los Jardines, Piura. Actualmente tiene un frontis abierto y el acceso es mediante una rampa. En su interior cuenta con piso de concreto y paredes de material noble tanto en el área de oficina como de tienda. En la parte externa cuenta con una pista de bloques de concreto y no tiene área verde alrededor.

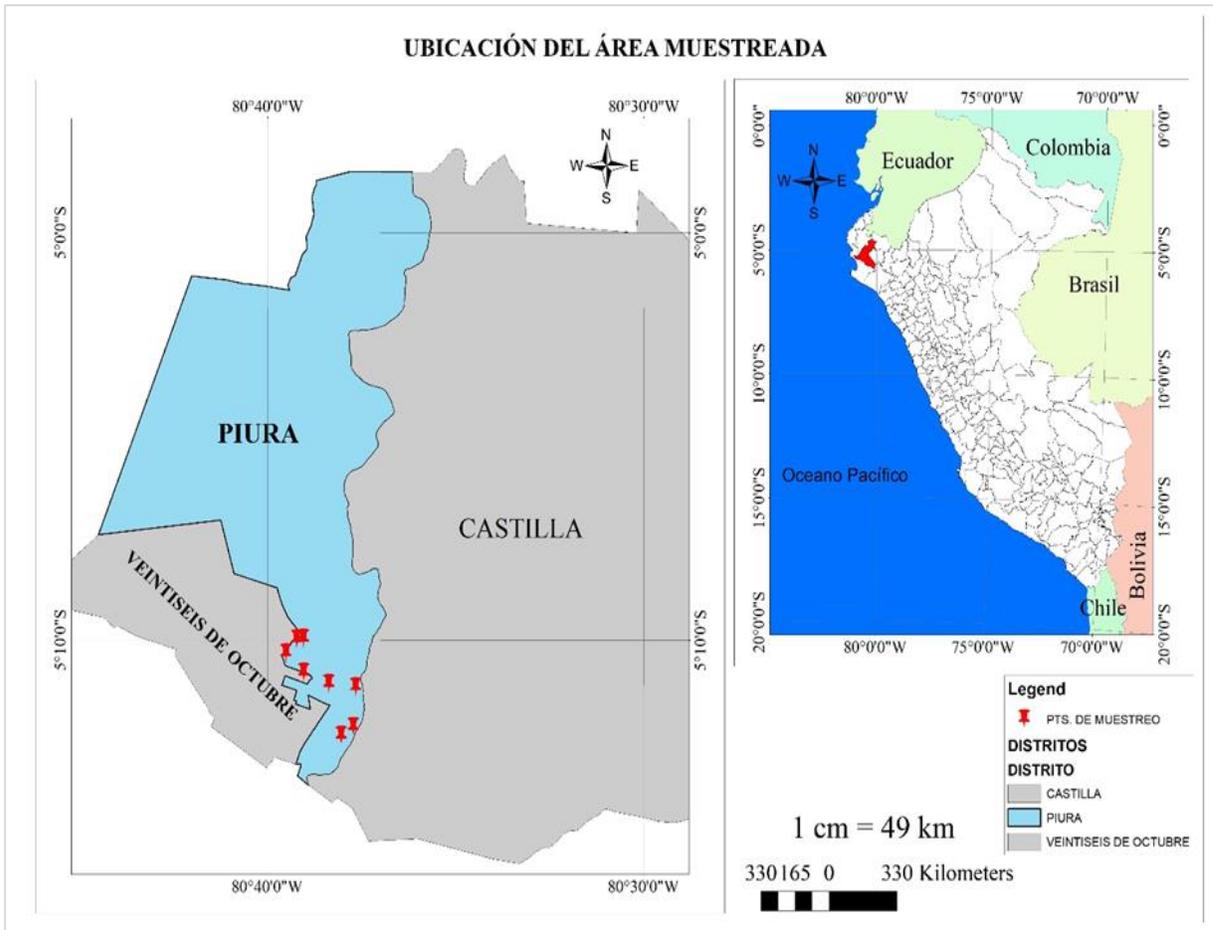
**Carwash R&R:** Ubicación UTM WGS84- Zona 17S X:537851,6 – Y:9428310,6. Localizado en la Av. Prolongación Chulucanas Mz. B Lt. 16, Urbanización Santa Margarita de Piura, Piura. Actualmente tiene una rampa en la entrada y cuenta con un portón de rejas que es el único acceso al local. En su interior cuenta con un piso de concreto y paredes de material rústico. En la parte externa cuenta con una pista de bloques de concreto y no tiene área verde alrededor.

**Sin nombre:** Ubicación UTM WGS84- Zona 17S X:538734,7 – Y:9427442,7. Localizado en la Av. Los Diamantes Mz. C Lt. 6, Urbanización Entel Perú, Piura. Actualmente tiene una rampa en la entrada y cuenta con un portón que es el único acceso al local. En su interior cuenta con un piso de concreto y paredes de material noble. En la parte externa cuenta con una pista de asfalto y no tiene área verde alrededor.

La investigación se desarrolló en un periodo de cuatro meses, empezó en mayo del año 2021 y finalizó en setiembre de ese mismo año.

**Figura 1**

*Ubicación de las áreas de muestreo y sus puntos en la ciudad de Piura*



*Nota.* Elaboración propia

### 2.1.2. Población y muestra

La población que se requirió para esta investigación tiene como característica común brindar el servicio de lavado y mantenimiento de automóviles, dando un total de 17 establecimientos. Para el proceso de selección, primero, se contó con una lista de empresas que tienen el servicio de agua potable activo; después, se usó como criterio de selección de muestra el suelo adyacente al local elegido. En la lista utilizada para la selección había empresas tanto formales como informales, por lo cual la muestra que se consideró fue dada por la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{D^2 \times (N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

**Tabla 3**

*Datos estadísticos para el cálculo de la muestra*

<b>Apartado</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Cantidad</b>
Tamaño de muestra	n	-
Nivel de confianza	Z	1.96
Probabilidad de ocurrencia	P	0.05
Probabilidad de no ocurrencia	Q	0.95
Error de estimación	D	5
Población	N	17

*Nota.* Elaboración propia.

Desarrollo de la fórmula:

$$n = \frac{17 \times 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95}{5^2 \times (17 - 1) + 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95} = 7.75 \cong 8$$

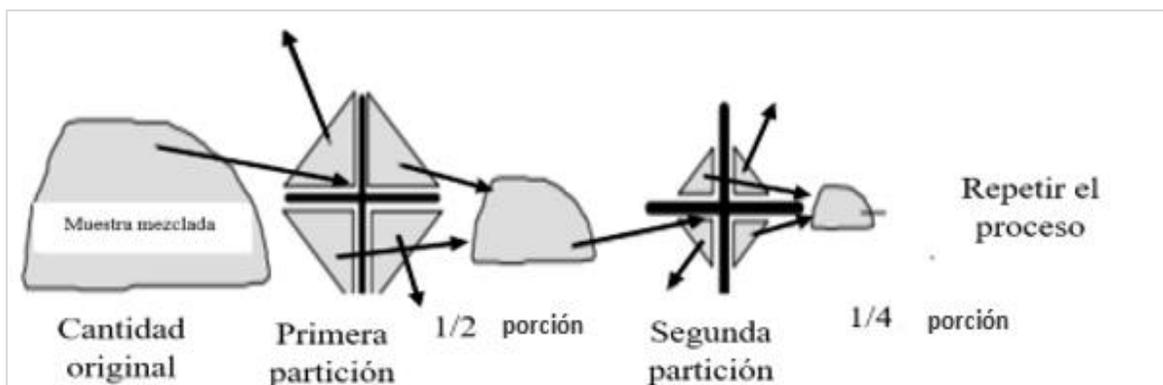
### **2.1.3. Técnicas e instrumentos**

El muestreo, extracción, recolección y transporte de las muestras fue realizado en base a la Guía para muestreos de suelos. Se optó por el método de muestreo de identificación (MI) porque, en la Guía para el muestreo de suelos de la Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM en el Apéndice 1, se menciona que el MI se realiza en áreas donde se presume la existencia de contaminantes con el fin de obtener las porciones de suelos para compararlas con el estándar de calidad ambiental (ECA). Asimismo, para el traslado de las porciones de suelo se usó un recipiente de aislamiento con las muestras previamente etiquetadas con la ficha de muestreo; posteriormente a ello, se completó el documento de cadena de custodia. Además, se utilizó el patrón de muestreo de rejillas regulares, por lo que se aplicó la metodología para muestras superficiales, la cual implica realizar sondeos manuales de los cuales se obtiene una muestra mediante la extracción por hoyos. En la mayoría de los casos se extraen grandes volúmenes de tierra para aumentar las porciones de suelo y poder darles más validez y, posteriormente, la

extracción de porción de suelo se fracciona varias veces hasta lograr obtener una porción representativa (Figura 2).

**Figura 2**

*Partición de porción de suelo*



*Nota.* Diario Oficial El Peruano (2014)

Por otro lado, el laboratorio encargado de los análisis envió su procedimiento para la toma de muestras (Apéndice 2), el cual consiste en los siguientes pasos:

### **Muestreo (Llenado de viales VOA)**

- Como primer paso, graduar la jeringa de acuerdo al tipo de suelo: en caso el suelo fuese arcilloso (lodo o sedimento), situar el émbolo entre los 2,5 a 3,0 cc/ml; si fuese limoso o arenoso, situarlo entre los 3,0 a 3,5 cc/ml (Apéndice 2).
- Evitar mover el émbolo de su posición, presionar el suelo (lodo o sedimento) con el borde cortado de la jeringa hasta que la muestra ingrese y ocupe todo el espacio hasta el émbolo. No agitar ni sacudir la jeringa durante el proceso (Apéndice 2).
- En el menor tiempo posible y sin sacudirla, trasvasar la muestra al vial VOA, empujando delicadamente el émbolo. Cerrar rápidamente y herméticamente el vial (Apéndice 2).

- Para coleccionar las muestras de control es necesario tomar 2 por cada 20 muestras. Repetir los pasos 1 y 2 para llenar los 2 viales VOA adicionales (Apéndice 2).

### **Guardado y etiquetado de muestras**

- Para el primer punto de muestreo es necesario llenar los 3 viales numerados VOA (1 muestra y 2 controles) más el vial para humedad en una bolsa (Apéndice 2).
- Para los demás puntos de muestreo colocar un solo vial numerado VOA y un vial para humedad en una bolsa (Apéndice 2).
- Completar los datos solicitados en el rótulo y guardar en la bolsa.

### **Preservación de muestras**

- Disponer las muestras en un cooler y refrigerarlas a una temperatura menor de 6 °C (Apéndice 2).

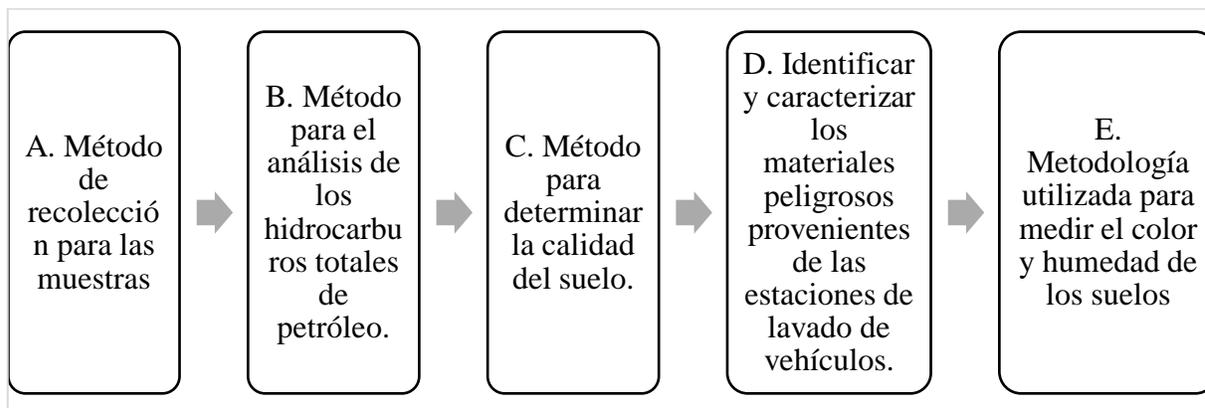
Para la realización de la identificación y caracterización de los materiales peligrosos se realizó la observación y determinación de los productos utilizados en los distintos establecimientos de servicio de lavado y mantenimiento de automóviles y posterior a ello se realizó la comparación con las características indicadas en el Decreto Legislativo N° 1278.- Ley de Gestión Integrada de Residuos Sólidos (MINAM, 2017).

#### **2.1.4. Descripción de la investigación**

La investigación cuenta con los procesos metodológicos que se describen a continuación (Figura 3) y que están basados en la Guía para el muestreo de suelos de la Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM (Diario Oficial El Peruano, 2014) en anexo 1:

### Figura 3

*Descripción del proceso de la investigación*



*Nota.* Diario Oficial El Peruano (2014)

### Procedimiento de la toma de muestras

En la Guía para el muestreo de suelos en el Perú, la cual establece los procedimientos y criterios para la toma de muestras de suelos en diferentes escenarios se han considerado los siguientes puntos más importantes:

**Selección del lugar de muestreo:** De acuerdo a esta guía, el lugar de muestreo debe ser representativo del área de interés, considerando la naturaleza del suelo, la topografía, la vegetación y las actividades humanas en la zona, es por ello que se tuvo en consideración las ocho estaciones de lavado más representativas de Piura.

**Selección del punto de muestreo:** El punto de muestreo fue seleccionado cuidadosamente para garantizar que la muestra del suelo sea representativa para cada lugar de las estaciones de lavado, en función a ello, que se consideró un punto de muestreo global por cada estación dentro de un área de 200 m<sup>2</sup> tomando como referencia a la guía según sus parámetros de selección.

**Preparación del equipo de muestreo:** El equipo de muestreo estuvo compuesto por elementos que no afectaron la calidad de la muestra, como palas, cucharas, bolsas de plástico, entre otros.

**Toma de la muestra:** La muestra fue tomada con cuidado para evitar la contaminación y asegurar que la muestra sea representativa en el lugar de muestreo. Es por ello, que se han tomado cinco muestras por estación de lavado.

**Preservación de la muestra:** La muestra fue preservada de acuerdo a su naturaleza y el tipo de análisis que se iba a realizar.

**Transporte y almacenamiento de la muestra:** La muestra fue transportada y almacenada adecuadamente para garantizar la integridad de la muestra y la calidad del análisis.

A continuación, se procede a describir el proceso que se aplicó para tomar las muestras:

**a. Método de recolección para las muestras**

Paso 1: Medidas de seguridad

La Guía para el muestreo de suelos de la Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM (Diario Oficial El Peruano, 2014) menciona que es importante cuidar la seguridad con respecto al área contaminada y a las muestras, puesto que, es posible que estas últimas puedan tener propiedades tóxicas.

Por ese motivo, durante la manipulación de muestras, se evitó en todo momento que se diera cualquier tipo de contacto a través de la piel o de las mucosas. Con ese fin, se requirió de un equipo de protección personal (Tabla 4), el cual se utilizó todo el tiempo que duró el proceso de muestreo, tal como se detalla a continuación:

**Tabla 4***Equipos de protección personal para la toma de muestras*

Nombre	Cantidad	Marca	Talla o volumen
Casco de seguridad	1	3 M	Estándar
Botines punta de acero	1	Caterpillar	Talla 42
Respirador de partículas	1	3 M	Estándar
Guantes antideslizantes	1	3 M	Talla 9

*Nota.* Elaboración propia

En el caso de los guantes antideslizantes se optó por el uso de manoplas para el contacto directo, ya que estas permitían una mejor manipulación y mayor comodidad. Por otro lado, se cambió el respirador por la mascarilla KN95 para dar prioridad a la bioseguridad.

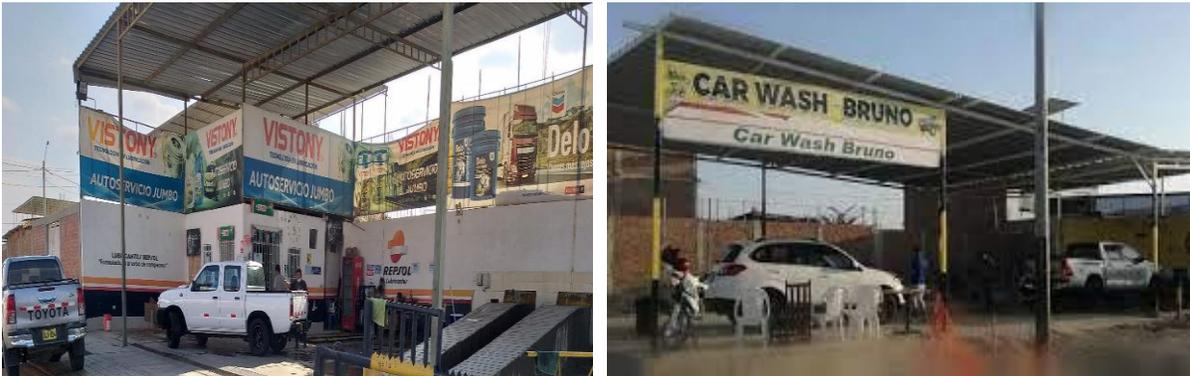
#### Paso 2: Puntos de muestreo

Se realizó el reconocimiento de los lugares para llevar a cabo la delimitación de cada zona. A continuación, se mencionan los puntos de negocios seleccionados:

- Carwash Zapata
- Mister FIX
- Carwash "DAKAR-WASH"
- Wash moto Spa "IÑAKI"
- Jumbo autoservicios
- Carwash Bruno
- Carwash R&R
- Sin nombre

En las Figuras 4, 5, 6 y 7 se muestran los negocios que se seleccionaron para realizar la investigación.

**Figura 4***Carwash Zapata y carwash Mister FIX**Nota.* Elaboración propia**Figura 5***Carwash DAKAR-WASH y carwash moto spa "IÑAKI"**Nota.* Elaboración propia

**Figura 6***Jumbo autoservicios y carwash Bruno**Nota.* Elaboración propia**Figura 7***Carwash R&R y carwash sin nombre**Nota.* Elaboración propia

### Paso 3: Técnica de muestreo

La técnica que se utilizó es la de muestreo superficial, esta técnica está relacionada con los objetivos de la investigación, asimismo, se dejaron cinco centímetros por limpieza del área. La profundidad del muestreo se detalla en la Tabla 5.

**Tabla 5***Profundidad de muestreo*

<b>Uso del suelo</b>	<b>Profundidad de muestreo (capas)</b>
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm

*Nota.* Diario Oficial El Peruano (2014)

## Paso 4: Toma de muestras

Las muestras analizadas fueron tomadas de los suelos adyacentes a las estaciones de lavado de vehículos. El procedimiento consiste en medir el área afectada con una cinta métrica, una vez obtenido ese dato, se representa el área total en un papel para luego dividirla en celdas y poder obtener la muestra. La suma de todas las muestras pasó por una homogenización en plástico y luego cernió y se depositó en un plástico para obtener una muestra representativa con la jeringa, midiendo los centímetros cúbicos cc requeridos por cada tipo de suelo. Finalmente, cada muestra fue almacenada en botellas de vidrio. Los materiales que se utilizaron se detallan a continuación (Tabla 6):

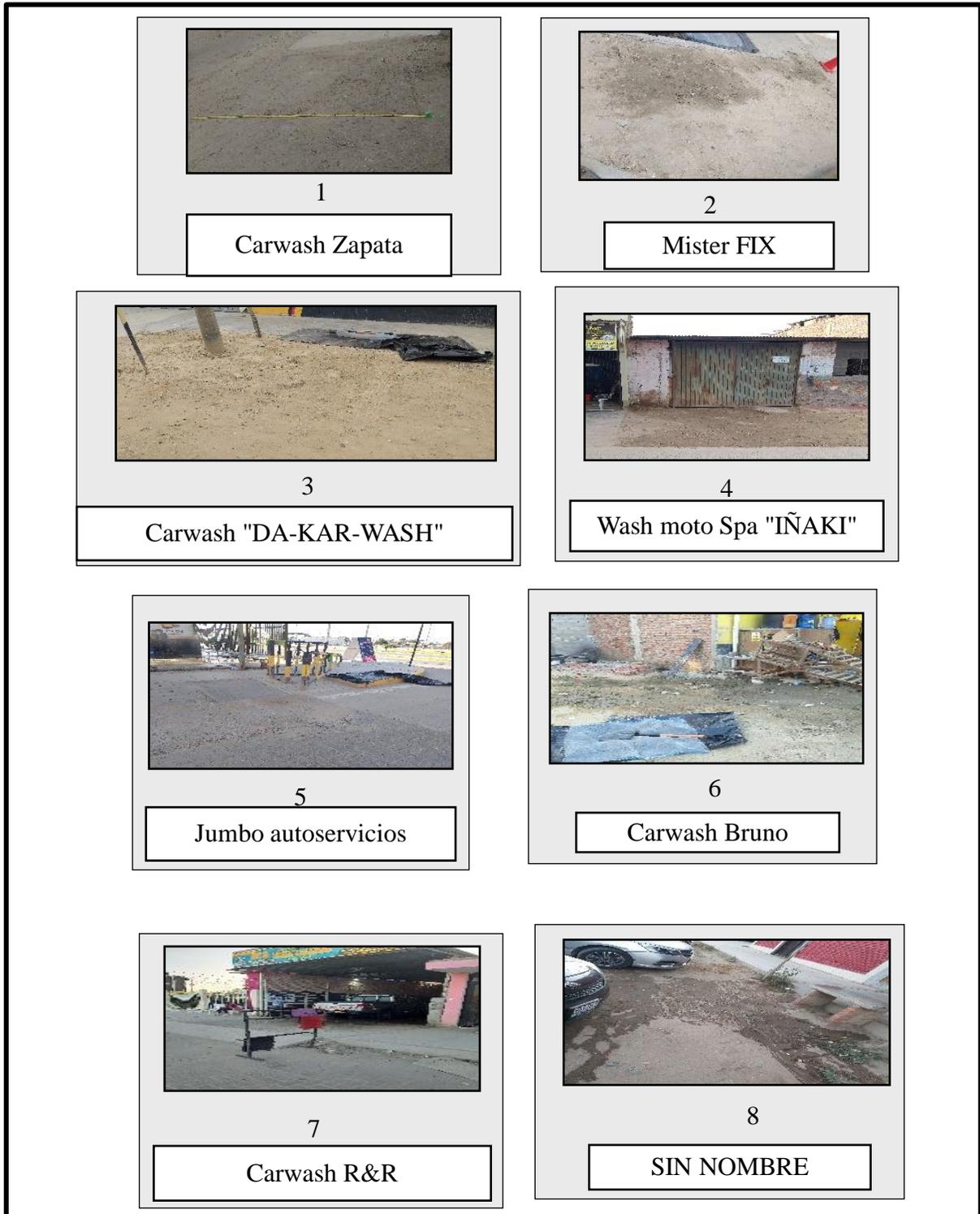
**Tabla 6***Materiales*

<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad o marca</b>
Frasco de vidrio boca ancha color ámbar	24	120 ml y 40 ml
Tapa de plástico	24	Anchas
Palana	1	Recta
Plástico	8	De 2 m <sup>2</sup>
Tamizador	8	1 m x 0,90 m x 1 mm
Huinchas	1	Max Profesional
Cooler	1	Tecnopor

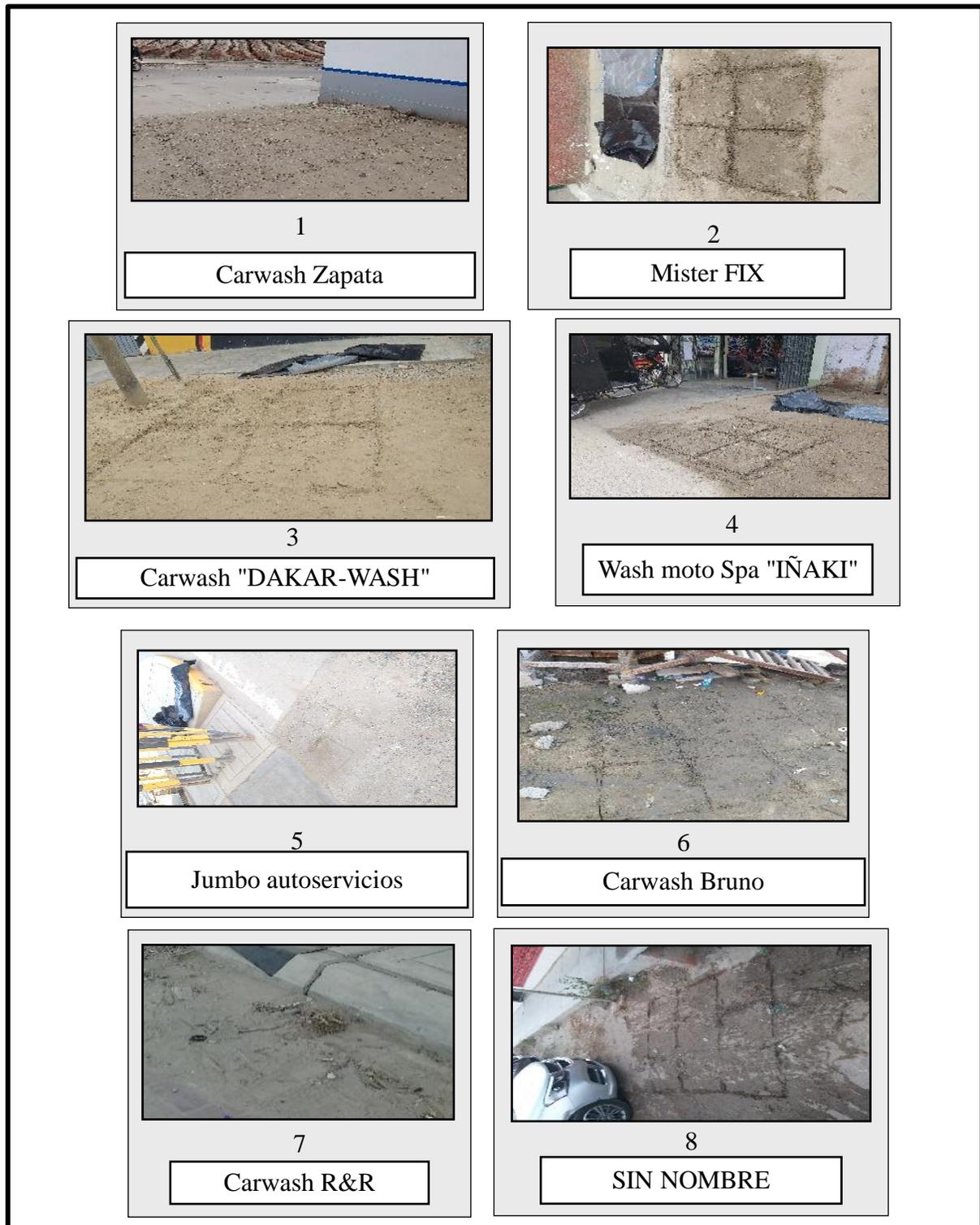
*Nota.* Elaboración propia.

## Figura 8

### Reconocimiento de suelo afectado



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 9***Delimitación de las áreas por celda**Nota.* Elaboración propia

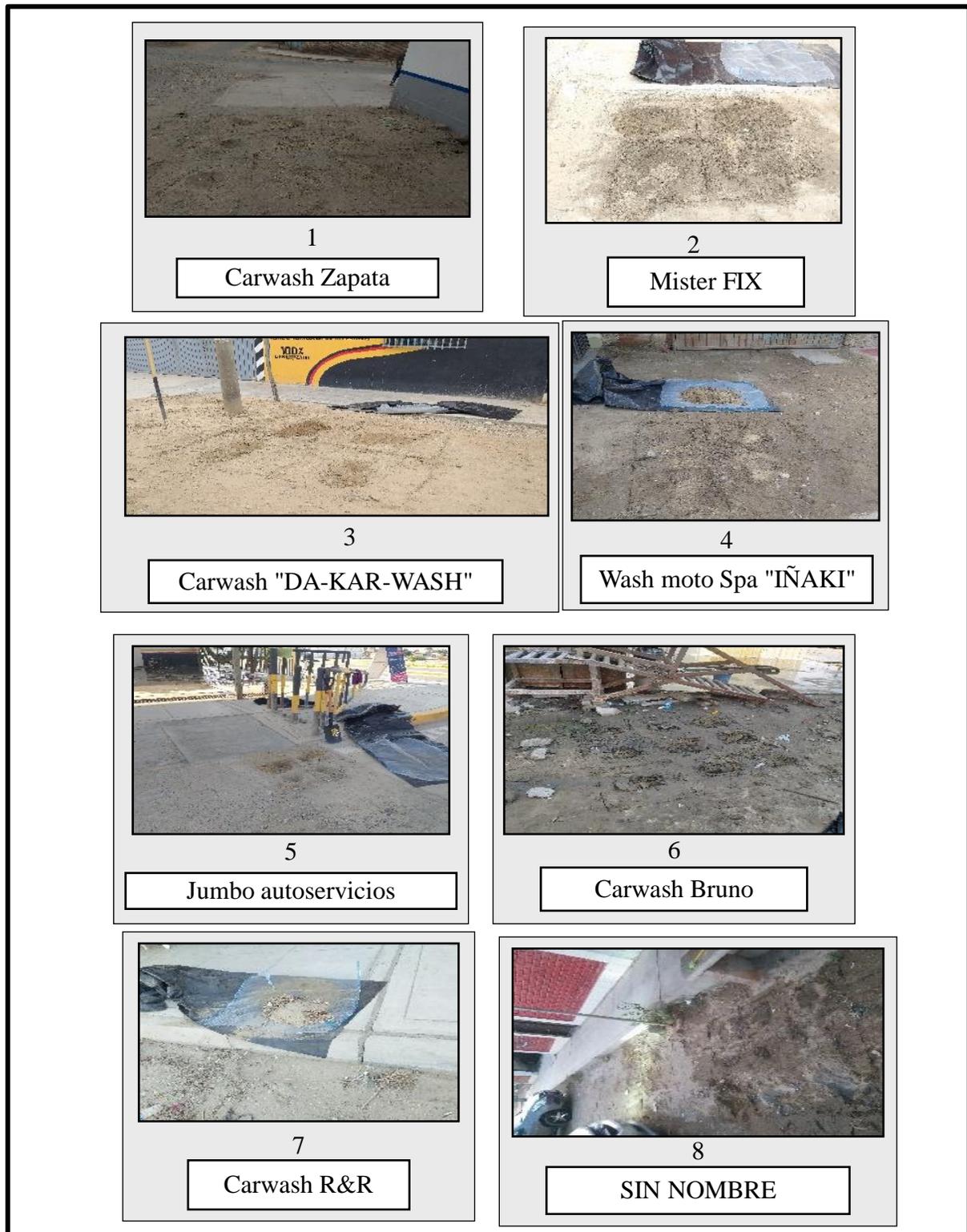
**Tabla 7**

Delimitación de las áreas por celdas

<b>Local</b>	<b>Ubicación UTM WGS84 – Zona 17S</b>	<b>Área contaminada</b>	<b>Cantidad de celdas</b>
Carwash Zapata	X: 539955,1 Y: 9426924,6	3m x 3 m = 9 m <sup>2</sup>	9
Mister FIX	X: 541289,8 Y: 9426779,9	1 m x 1 m = 1 m <sup>2</sup>	4
Carwash “DAKAR- WASH”	X: 541159,9 Y: 9424979,3	2 m x 2 m = 4 m <sup>2</sup>	4
Carwash y Wash moto Spa “IÑAKI”	X: 540573,2 Y: 9424578,7	1 m x 1 m = 1 m <sup>2</sup>	4
Jumbo autoservicios	X: 538722,4 Y: 9428976,2	0,7 m x 0,7 m = 0,49 m <sup>2</sup>	4
Car wash Bruno	X: 538386,0 Y: 9428942,0	1,5 m x 1,5 m = 2,25 m <sup>2</sup>	9
Car wash R&R	X: 537851,6 Y: 9428310,6	3 m x 0,30 m = 0,9 m <sup>2</sup>	3
Sin nombre	X: 538734,7 Y: 9427442,7	1,5 m x 1,5 m = 2,25 m <sup>2</sup>	9

*Nota.* Elaboración propia.

El área contaminada refiere a la porción de suelo adyacente al establecimiento en el cual se evidencia una coloración más oscura que el resto de la superficie. La cantidad de celdas refiere al número de celdas de las cuales se obtuvo una muestra.

**Figura 10***Localización del centro y extracción**Nota.* Elaboración propia

**Tabla 8***Submuestras y profundidad*

<b>Local</b>	<b>Ubicación UTM WGS84 – Zona 17S</b>	<b>Submuestra</b>	<b>Profundidad</b>
Carwash Zapata	X: 539955,1 Y: 9426924,6	9	10 cm
Mister FIX	X: 541289,8 Y: 9426779,9	4	10 cm
Carwash “DA-KAR- WASH”	X: 541159,9 Y: 9424979,3	4	10 cm
Carwash y Wash moto Spa “IÑAKI”	X: 540573,2 Y: 9424578,7	4	7 cm a 10 cm
Jumbo autoservicios	X: 538722,4 Y: 9428976,2	4	5 cm a 6 cm
Car wash Bruno	X: 538386,0 Y: 9428942,0	9	10 cm
Car wash R&R	X: 537851,6 Y: 9428310,6	3	3 cm
Sin nombre	X: 538734,7 Y: 9427442,7	9	5 cm a 7 cm

*Nota.* Elaboración propia.

Con respecto a la profundidad según la Guía para muestreo de suelos de la Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM (Diario Oficial El Peruano, 2014) puede variar entre cero a 10 centímetros. La profundidad varió por el tipo de suelo en el cual obtuvo la submuestra.

#### Paso 5: Manejo de muestras

Después de obtenida cada muestra, el etiquetado fue inmediato. Este se realizó con un sticker que fue rotulado con tinta indeleble con los siguientes datos: número de identificación, lugar de la muestra, nombre del proyecto, fecha y hora del muestreo y nombre de quién tomó la muestra. Para asegurar cada sticker, se le colocó cinta adhesiva por encima; posteriormente, se colocó cada muestra en una bolsa térmica para poder preservarlas a una temperatura de 4 °C, con un tiempo máximo de 14 días según indica la Guía para el muestreo de suelos de la Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM (Diario Oficial El Peruano, 2014).

Por otro lado, el laboratorio encargado del análisis de las muestras envió los materiales (Tabla 8) que incluían los stickers (Figura 1) previamente impresos con los datos no variables, esto se hizo con el fin de poder dar facilidad y rapidez en la toma de muestras; asimismo, envió el cooler respectivo con un gel para congelar y poder brindar la temperatura requerida (-6 °C). Además, el laboratorio se encargó de brindar la cadena custodia para poder rellenarla de manera óptima y con fluidez. Cabe mencionar que las muestras requeridas para los análisis podían soportar diferentes lapsos de tiempo dependiendo del análisis (ver Apéndice 3).

### Figura 11

#### *Sticker para rotular*

**SGS** DIVISIÓN MEDIO AMBIENTE

OC: 548268-1 PREACTA: 1152366

CLIENTE: JERRY KENTZ VERTIZ ABAD

LUGAR DE INSPECCIÓN: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE LA MUESTRA: \_\_\_\_\_

FECHA DE MUESTREO: \_\_\_\_\_ HORA DE MUESTREO: \_\_\_\_\_

MUESTREADO POR: \_\_\_\_\_

ANÁLISIS REQUERIDO: Fracción de Hidrocarburos F1

PRESERVADO DE ACUERDO A DR. 18  ENTREGADO

*Nota.* Elaboración propia

- La ficha de muestreo acompañó a cada muestra junto con la técnica utilizada, las condiciones del muestreo y la descripción de las muestras.
- La cadena custodia proporcionó la siguiente información:

La hoja de custodia fue proporcionada por el laboratorio acreditado e incluía los datos requeridos, tales como nombre del responsable del muestreo, coordenadas UTM, fecha y hora del muestreo, las claves de las muestras, nombre del laboratorio, el análisis requerido, número de envases, observaciones e identificación de cada persona que recibe o transporta la muestra. La cadena de custodia tuvo dos copias que acompañaron a las muestras desde su obtención hasta su traslado e ingreso al laboratorio (ver Apéndice 1).

## **b. Método para el análisis de los hidrocarburos totales de petróleo**

Para poder realizar el análisis de los hidrocarburos totales de petróleo, se utilizó la metodología EPA – 8015c que se encuentra en la Guía para el muestreo de suelos de la Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM (Diario Oficial El Peruano, 2014). Siguiendo la metodología mencionada, se determinaron las concentraciones de diversos compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, mediante un cromatógrafo de gases. Esto permitió determinar el tipo de fracción que tiene por los carbonos presentes en el compuesto.

## **c. Método para determinar la calidad del suelo**

Con los resultados que se obtuvieron se realizó la comparación con los estándares de calidad ambiental para suelo incluidos en el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM (MINAM, 2017), en la categoría de suelo comercial/industrial y extractivo.

## **d. Identificar y caracterizar los materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado de vehículos**

Los residuos peligrosos debido a su manipulación o características como: autofusión, explosividad, corrosividad, reactividad, tienen un alto riesgo para la salud y el ambiente así lo establece el Decreto Legislativo N° 1278.- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

En el contexto antes mencionado los insumos utilizados en los establecimientos de lavado de vehículos encajan en su mayoría en las características descritas por el MINAM, entre ellos tenemos el detergente granulado, shampoo, cera, silicona líquida, lubricantes y aceites.

## **e. Metodología utilizada para medir el color y humedad de los suelos**

**Evaluación del color:** El color se medirá haciendo uso de las tablas de color Munsell (Figura 11), que incluyen todos los matices del rango visible del espectro electromagnético, en suelos se utiliza sólo alrededor de la quinta parte del rango total de matices (Domínguez *et al.*, 2012).

## Figura 12

### Tablas de color Munsell



*Nota.* Domínguez *et al.* (2012)

**Evaluación de la humedad:** Este parámetro se medirá mediante el método gravimétrico, el cual consiste en tomar una muestra de suelo, pesarla antes y después de su desecado y calcular su contenido de humedad. La muestra de suelo se considera seca cuando su peso permanece constante a una temperatura de 105 °C (Flore y Alcalá, 2010).

### 2.1.5. Variables y mensuración

En la investigación se tomaron en cuenta los tipos de variables que estuvieron presentes durante todo el proceso. La variable independiente fueron los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en el suelo adyacente a las estaciones de lavado de vehículo y, la variable dependiente fue la guía de buenas prácticas de manejo de residuos de hidrocarburos para las estaciones de lavado de vehículos en el distrito de Piura para evitar la contaminación en los suelos con hidrocarburos de petróleo (Tabla 9). Estas variables se llegaron a identificar mediante sus escalas de medición y sus características (Villasís y Miranda, 2016). Asimismo, se midió cómo afecta la variable independiente de la calidad del ambiente y como mejorarla en relación a la variable dependiente.

**Tabla 9***Variables, indicadores y mediciones*

<b>Variables</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medición</b>
Independiente	HTP	Se midió en mg/kg de peso seco de la muestra
Dependiente	Materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado	Indicadores establecidos en el Decreto Legislativo N° 1278.- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
	Parámetros fisicoquímicos de los suelos adyacentes	Porcentaje de humedad

*Nota.* Elaboración propia

### 2.1.6. Análisis estadístico de la investigación

El análisis estadístico utilizado fue de tipo descriptivo. Se empleó la prueba de la hipótesis para realizar la comparación de la calidad de los suelos adyacentes a los lavaderos de vehículo. Esta prueba consistió en plantear hipótesis basadas en la medición de los parámetros fisicoquímicos de las muestras analizadas, en contraste al estándar de calidad ambiental con respecto a los hidrocarburos totales de petróleo (fracción 1,2 y 3). Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

Fracción 1:

Ho:  $X1 \geq 500$  mg/kg PS.H1:  $X1 < 500$  mg/kg PS.

Fracción 2:

Ho:  $X1 \geq 5000$  mg/kg PS.H1:  $X1 < 5000$  mg/kg PS.

Fracción 3:

Ho:  $X1 \geq 6000$  mg/kg PS.H1:  $X1 < 6000$  mg/kg PS.

Con esta metodología se logró comprobar que los análisis están dentro de los parámetros establecidos por el Estado peruano, sin embargo, se detectó la carencia de vegetación en las zonas y la mala filtración en el suelo.

## 2.2. Materiales

En la Tabla 10 se describen los materiales que se han utilizado en el desarrollo correcto de la investigación.

**Tabla 10**

*Materiales utilizados en la investigación*

<b>Descripción</b>
Casco de seguridad
Botines punta de acero
Mascarilla KN95
Guantes de látex
Frascos de vidrio color ámbar boca ancha
Palana
Plástico
Tamizador
Huíncha
Cooler
Cinta adhesiva
Stickers
Lapiceros
Bolsa plástica rotulada
Gel congelado

*Nota.* Elaboración propia.

## **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

Con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados en este trabajo de investigación, se realizó el muestreo y el envío de las muestras al laboratorio para poder hacer la comparación de la concentración de hidrocarburo total del petróleo (HTP) y el estándar de calidad ambiental (ECA). Para ello se procedió a recopilar los resultados emitidos por el laboratorio contratado, cuyos informes indicaban, de manera cuantitativa, la cantidad de hidrocarburo según la fracción (1, 2 y 3) y el ensayo correspondiente para cada uno. Posteriormente, se dio a conocer la guía de manejo de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles del distrito de Piura en la cual se detalla la identificación y caracterización de los materiales peligrosos provenientes de las mismas, con el fin de minimizar la contaminación latente de estas empresas.

### **3.1. Determinación y comparación de concentraciones de los hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos de las estaciones de lavado de vehículos**

#### **3.1.1. Concentraciones de los hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos de las estaciones de lavado de vehículo**

Las concentraciones de los hidrocarburos totales de petróleo se realizaron en los ocho puntos de muestreo. Para ello se solicitó el envío del equipo a utilizar, así como también el envío de las muestras para el análisis. Después de haberse cumplido el tiempo acordado, el laboratorio envió los resultados de las muestras donde se especificó cada fracción (1, 2 y 3) y los ensayos realizados para cada uno. Los análisis efectuados están detallados en las tablas que se muestran a continuación conforme a su recolección:

## Carwash ZAPATA

El laboratorio contratado procesó las muestras extraídas del suelo adyacente del local Carwash ZAPATA, donde se obtuvo como resultado que la fracción con mayor valor es la fracción 3 de hidrocarburo con 1 232 mg/kg (Tabla 11), debido al uso continuo de lubricantes y aceites.

Con respecto a la cera puede estar distribuida entre la fracción 2 y 3 dependiendo de que producto predomine durante el proceso de aplicación. Asimismo, el valor para la fracción 2 de hidrocarburos es de 268 mg/kg (Tabla 11), debido al uso continuo de detergente y shampoo.

Información de identificación de la muestra del carwash Zapata:

Ubicación	: 8426924,661295N / 539955,149814E
Profundidad (m)	: 0,1
Fecha de muestreo	: 02/07/2021
Hora de muestreo	: 10:56:00
Matriz	: Suelos
Producto descrito como	: Suelos

**Tabla 11**

*Resultados de carwash Zapata*

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Fracción de Hidrocarburos</b>					
F2 (> C10 - C28)	ES_EPA8015_DRO_MG_KG	mg/kg	5	15	268
F1 (C6 - C10)	ES_EPA8015_F1_MG_KG	mg/kg	0,08	0,24	<0,24
F3 (> C28 - C40)	ES_EPA8015_F3_MG_KG	mg/kg	5	15	1 232

*Nota.* Elaboración propia

## Mister FIX

El laboratorio contratado procesó las muestras extraídas del suelo adyacente del local Mister FIX, dando como resultado que la fracción con mayor valor es la fracción 3 de hidrocarburo con 111 mg/kg (Tabla 12), debido al uso continuo de lubricantes y aceites.

Con respecto a la cera puede estar distribuida entre la fracción 2 y 3 dependiendo de que producto predomine durante el proceso de aplicación. Asimismo, el valor para la fracción 2 de hidrocarburos es de 31 mg/kg (Tabla 12), debido al uso continuo de detergente y shampoo.

Información de identificación de la muestra del carwash Mister FIX:

Ubicación	: 9426799,928366N / 341289,844867E
Profundidad (m)	: 0,1
Fecha de muestreo	: 02/07/2021
Hora de muestreo	: 12:15:00
Matriz	: Suelos
Producto descrito como	: Suelos

**Tabla 12**  
*Resultados de Mister FIX*

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
	<b>Fracción de Hidrocarburos</b>				
F2 (> C10 - C28)	ES_EPA8015_DR O_MG_KG	mg/kg	5	15	31
F1 (C6 - C10)	ES_EPA8015_F1_ MG_KG	mg/kg	0,08	0,24	<0,24
F3 (> C28 - C40)	ES_EPA8015_F3_ MG_KG	mg/kg	5	15	111

*Nota.* Elaboración propia.

## Carwash “DAKAR-WASH”

El laboratorio contratado procesó las muestras extraídas del suelo adyacente del local Carwash “DA-KAR-WASH”, donde se pudo obtener como resultado que la fracción con mayor valor es la fracción 3 de hidrocarburo con 110 mg/kg (Tabla 13), debido al uso continuo de lubricantes y aceites.

Con respecto a la cera puede estar distribuida entre la fracción 2 y 3 dependiendo de que producto predomine durante el proceso de aplicación. Asimismo, el valor para la fracción 2 de hidrocarburos es de 27 mg/kg (Tabla 13), debido al uso continuo de detergente y shampoo.

Información de identificación de la muestra del carwash “DAKAR-WASH”:

Profundidad (m)	: 0,1
Fecha de muestreo	: 02/07/2021
Hora de muestreo	: 13:10:00
Matriz	: Suelos
Producto descrito como	: Suelos

**Tabla 13**

*Resultados de carwash “DAKAR-WASH”*

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Fracción de Hidrocarburos</b>					
F2 (> C10 - C28)	ES_EPA8015_DRO_MG_KG	mg/kg	5	15	<b>27</b>
F1 (C6 - C10)	ES_EPA8015_F1_MG_KG	mg/kg	0,08	0,24	<b>&lt;0,24</b>
F3 (> C28 - C40)	ES_EPA8015_F3_MG_KG	mg/kg	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>110</b>

*Nota.* Elaboración propia.

## Wash moto spa “IÑAKI”

El laboratorio contratado procesó las muestras extraídas del suelo adyacente del local Wash moto spa “IÑAKI”, dichos estudios arrojaron como resultado que la fracción con mayor valor es la fracción 3 de hidrocarburo con 621 mg/kg (Tabla 14), debido al uso continuo de lubricantes y aceites.

Con respecto a la cera puede estar distribuida entre la fracción 2 y 3 dependiendo de que producto predomine durante el proceso de aplicación. Asimismo, el valor para la fracción 2 de hidrocarburos es de 101 mg/kg (Tabla 14), debido al uso continuo de detergente y shampoo.

Información de identificación de la muestra del carwash Wash moto spa “IÑAKI”

Ubicación	: 9424578,183794N / 340573,249737E
Profundidad (m)	: 0,1
Fecha de muestreo	: 02/07/2021
Hora de muestreo	: 15:35:00
Matriz	: Suelos
Producto descrito como	: Suelos

**Tabla 14**

*Resultados del carwash Wash moto spa “IÑAKI”*

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Fracción de Hidrocarburos</b>					
F2 (> C10 - C28)	ES_EPA8015_DRO_MG_KG	mg/kg	5	15	101
F1 (C6 - C10)	ES_EPA8015_F1_MG_KG	mg/kg	0,08	0,24	<0,24
F3 (> C28 - C40)	ES_EPA8015_F3_MG_KG	mg/kg	5	15	621

*Nota.* Elaboración propia.

## Jumbo autoservicios

El laboratorio contratado procesó las muestras extraídas del suelo adyacente del local Jumbo Autoservicios, en el cual se pudo obtener como resultado que la fracción con mayor valor es la fracción 3 de hidrocarburo con 1 863 mg/kg (Tabla 15), debido al uso continuo de lubricantes y aceites.

Con respecto a la cera puede estar distribuida entre la fracción 2 y 3 dependiendo de que producto predomine durante el proceso de aplicación. Asimismo, el valor para la fracción 2 de hidrocarburos es de 57 mg/kg (Tabla 15), debido al uso continuo de detergente y shampoo.

### Información de identificación de la muestra del carwash Jumbo Autoservicios

Ubicación	: 9428976,20648N / 538722,426944E
Profundidad (m)	: 0,07
Fecha de muestreo	: 02/07/2021
Hora de muestreo	: 14:25:00
Matriz	: Suelos
Producto descrito como	: Suelos

**Tabla 15**

*Resultados de Jumbo autoservicios*

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Fracción de Hidrocarburos</b>					
F2 (>C10-C28)	ES_EPA8015_DRO _MG_KG	mg/kg	5	15	57
F1 (C6- C10)	ES_EPA8015_F1_M G_KG	mg/kg	0,08	0,24	< 0,24
F3 (>C28-C40)	ES_EPA8015_F3_M G_KG	mg/kg	5	15	1 863

*Nota.* Elaboración propia

## Car wash Bruno

El laboratorio contratado procesó las muestras extraídas del suelo adyacente del local Car wash Bruno, dando como resultado que la fracción con mayor valor es la fracción 3 de hidrocarburo con 134 mg/kg (Tabla 16), debido al uso continuo de lubricantes y aceites.

Con respecto a la cera puede estar distribuida entre la fracción 2 y 3 dependiendo de que producto predomine durante el proceso de aplicación. Asimismo, el valor para la fracción 2 de hidrocarburos es de 42 mg/kg (Tabla 16), debido al uso continuo de detergente y shampoo.

### Información de identificación de la muestra del carwash Bruno

Profundidad (m)	: 0,07
Fecha de muestreo	: 02/07/2021
Hora de muestreo	: 15:15:00
Matriz	: Suelos
Producto descrito como	: Suelos

**Tabla 16**

*Resultados de carwash Bruno*

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Fracción de Hidrocarburos</b>					
Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28)	ES_EPA8015_DRO_MG_KG	mg/kg	5	15	42
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6- C10)	ES_EPA8015_F1_MG_KG	mg/kg	0,08	0,24	<0,24
Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)	ES_EPA8015_F3_MG_KG	mg/kg	5	15	134

## Car wash R&R

El laboratorio contratado procesó las muestras extraídas del suelo adyacente del local Car wash R&R, estos estudios dieron como resultado que la fracción con mayor valor es la fracción 3 de hidrocarburo con 469 mg/kg (Tabla 17), debido al uso continuo de lubricantes y aceites.

Con respecto a la cera puede estar distribuida entre la fracción 2 y 3 dependiendo de que producto predomine durante el proceso de aplicación. Asimismo, el valor para la fracción 2 de hidrocarburos es de 124 mg/kg (Tabla 17), debido al uso continuo de detergente y shampoo.

### Información de identificación de la muestra del carwash R&R

Ubicación	: 9428310,6N / 537851,6E
Profundidad (m)	: 0,1
Fecha de muestreo	: 02/07/2021
Hora de muestreo	: 15:55:00
Matriz	: Suelos
Producto descrito como	: Suelos

**Tabla 17**

*Resultado de carwash R&R*

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Fracción de Hidrocarburos</b>					
F2 (> C10 - C28)	ES_EPA8015_DRO_ MG_KG	mg/kg	5	15	124
F1 (C6 - C10)	ES_EPA8015_F1_M G_KG	mg/kg	0,08	0,24	<0,24
F3 (> C28 - C40)	ES_EPA8015_F3_M G_KG	mg/kg	5	15	469

*Nota.* Elaboración propia

## Sin nombre

El laboratorio contratado procesó las muestras extraídas del suelo adyacente del local Sin nombre, donde se obtuvo como resultado que la fracción con mayor valor es la fracción 3 de hidrocarburo con 84 mg/kg (Tabla 18), debido al uso continuo de lubricantes y aceites.

Con respecto a la cera puede estar distribuida entre la fracción 2 y 3 dependiendo de que producto predomine durante el proceso de aplicación. Asimismo, el valor para la fracción 2 de hidrocarburos es de 20 mg/kg (Tabla 18), debido al uso continuo de detergente y shampoo.

### Información de identificación de la muestra del carwash sin nombre

Ubicación	: 9427442,7N / 538734,7E
Profundidad (m)	: 0,07
Fecha de muestreo	: 02/07/2021
Hora de muestreo	: 18:45:00
Matriz	: Suelos
Producto descrito como	: Suelos

**Tabla 18**

*Resultados del carwash sin nombre*

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
	<b>Fracción de Hidrocarburos</b>				
F2 (>C10-C28)	ES_EPA8015_DRO_M G_KG	mg/kg	5	15	20
F1 (C6- C10)	ES_EPA8015_F1_MG_ KG	mg/kg	0,08	0,24	<0,24
F3 (>C28-C40)	ES_EPA8015_F3_MG_ KG	mg/kg	5	15	84

*Nota.* Elaboración propia

### 3.1.2. Comparación de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo con los estándares de calidad ambiental

Debido a que las fracciones no superaron los estándares de calidad ambiental (ECAs), se procedió a evaluar y diseñar la guía de manejo de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles del distrito de Piura (Tabla 19).

**Tabla 19**

*Comparación de resultados obtenidos con los estándares de calidad ambiental (ECAs)*

MUESTRA	RESULTADO			ECAs			INDICA
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	DOR
Carwash Zapata	< 0,24	268	1 232	500	5 000	6 000	NO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	SUPERA
Mister FIX	< 0,24	31	111	500	5 000	6 000	NO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	SUPERA
Carwash “DA-KA-WASH”	< 0,24	27	110	500	5 000	6 000	NO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	SUPERA
Carwash y Wash moto Spa “INAKI”	< 0,24	101	621	500	5 000	6 000	NO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	SUPERA
Jumbo autoservicios	< 0,24	57	1 863	500	5 000	6 000	NO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	SUPERA
Car wash Bruno	< 0,24	42	134	500	5 000	6 000	NO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	SUPERA
Car wash R&R	< 0,24	124	469	500	5 000	6 000	NO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	SUPERA
Sin nombre	< 0,24	20	84	500	5 000	6 000	NO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	SUPERA

*Nota.* Elaboración propia.

Donde, F1 refiere a fracción ligera (números de átomos de carbonos entre cinco a 10), F2 refiere a fracción media (números de átomos de carbonos entre 10 a 28) y F3 refiere a fracción pesada (números de átomos de carbonos entre 28 a 40).

### **3.2. Identificación y caracterización los materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado de vehículos según la guía de manejo de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles del distrito de Piura**

Las sustancias peligrosas utilizadas en las estaciones de servicio, como detergentes, champús, ceras, siliconas líquidas, lubricantes y aceites usados, deben ser manejadas de forma apropiada de acuerdo con lo estipulado en el artículo 43 y en el Anexo III del Decreto Legislativo N° 1278, conocido como la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

#### **Datos técnicos de los materiales generados en el lavadero**

##### **Detergente granulado**

- Propiedades fisicoquímicas: Cuenta con un aspecto granulado, color blanco azulado.
- Riesgo para la salud: Causa irritabilidad a la vista y no se ha comprobado efectos crónicos.
- Información ecológica: Se espera que los productos sean seguros para el ambiente en dosificación y derrames, asimismo se indica realizar un pretratamiento o dilución adecuada para las descargas

##### **Shampoo**

- Propiedades fisicoquímicas: cuenta con un estado en gel que posee tensoactivos solubles, color variado y un pH entre seis y ocho.
- Riesgo para la salud: mayormente irritante al contacto y no se comprobó efectos crónicos a la salud.
- Información ecológica: Se recomienda evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

## **Cera**

- Propiedades fisicoquímicas: solvente alifático con un estado en pasta.
- Riesgo para la salud: Producto alifático que causa irritación intoxicación, dermatitis, náuseas, vómitos o vertigo, gastritis y dolor de cabeza.
- Información ecológica: Producto alifático que se sugiere que no tenga contacto con el suelo y las fuentes de agua, además no se cuentan con datos suficientes para el producto.

## **Silicona líquida**

- Propiedades fisicoquímicas: Está compuesto por agua desionizada, silicona emulsionable, Polidimetil Siloxano y Tensoactivos. El estado es líquido con un pH de 7 a 10.
- Riesgo para la salud: Debido a que cuenta con tensoactivos puede casuar náuseas, vómitos, irritación, diarrea y dolor de estómago, a pesar de ello no la Normativa General de Clasificación no lo etiqueta.
- Información ecológica: Al tener contacto con el suelo el producto se adhiere a la partícula de tierra y no se moviliza, asimismo los datos eco toxicológicos, persistencia y bioacumulación no han sido determinados.

## **Lubricantes**

- Propiedades fisicoquímicas: Producto a base de aceite mineral compuesto por parafínica, estado líquido con un índice de viscosidad de 140.
- Riesgo para la salud: la exposición prolongada y constante de los vapores que causa el producto causa de forma crónica inflamación pulmonar o cáncer.
- Información ecológica: se adhiere a las partículas y no se moviliza. La toxicidad con respecto a los cuerpos es de agua la toxicidad es aguda.

## **Grasas**

- **Propiedades fisicoquímicas:** Cuenta con un aspecto viscoso, que puede ser líquida, semisólida y sólida.
- **Riesgo para la salud:** Puede provocar síntomas como tos, dolor de cabeza, mareos, dificultad para respirar y trastornos respiratorios.
- **Información ecológica:** Son sustancias en general extremadamente inflamables, que pueden causar efectos secundarios para el ambiente.

## **Aceites**

- **Propiedades fisicoquímicas:** compuesto por aceite mineral refinado, estado líquido con una viscosidad de 25 a 33 de color ámbar y un pH de 7.5 a 8.5.
- **Riesgo para la salud:** la exposición prolongada y constante de los vapores que causa el producto causa de forma crónica inflamación pulmonar o cáncer.
- **Información ecológica:** se adhiere a las partículas y no se moviliza. La toxicidad con respecto a los cuerpos de agua la toxicidad es aguda.

## **Aceites usados**

Se define como aceite lubricante usado a cualquier lubricante utilizado en motores, transmisiones o sistemas hidráulicos que ha llegado al final de su vida útil y ha perdido sus propiedades fundamentales de lubricación y protección para los usos mencionados anteriormente. Estos aceites pueden ser de base mineral o sintética, y se descartan una vez que han cumplido su período de funcionamiento inicial para el cual fueron diseñados.

En ese sentido, el tipo de aceite más utilizado en las estaciones de lavado de autos, suele ser el aceite mineral convencional, también conocido como aceite mineral de petróleo. Este tipo de aceite es ampliamente utilizado en la industria automotriz debido a su bajo costo y su capacidad para lubricar y proteger los componentes del motor.

No obstante, también es importante destacar que en los últimos años ha habido un creciente interés en el uso de aceites sintéticos en la industria automotriz. Estos aceites sintéticos son fabricados a partir de compuestos químicos y tienen una composición molecular más uniforme que los aceites minerales convencionales, lo que les confiere ventajas en términos de protección y rendimiento del motor.

En síntesis, el aceite más usado en los lavaderos fue el aceite Shell Helix, cuyo manejo fue el siguiente:

Luego de cumplir su tiempo de funcionamiento el aceite, fue almacenado, transportado, reciclado, reprocesado y eliminado de la estación, evitando en todo momento la contaminación del ambiente y la afectación a los seres vivos de su entorno.

### **3.3. Elaboración de la guía de manejo de residuos de hidrocarburos provenientes de las estaciones de lavado de automóviles del distrito de Piura**

Posterior a la comparación y dando cumplimiento con el objetivo, procederá a realizar la guía de manejo de aceites utilizados en el distrito de Piura. El objetivo será reducir parcial o totalmente la contaminación de los suelos de las áreas adyacentes a los lavaderos de vehículos.

#### **3.3.1. Propuesta de manejo de residuos sólidos**

#### **Guía de buenas prácticas de manejo de residuos de hidrocarburos para las estaciones de lavado de vehículos en el distrito de Piura**

##### **Datos generales**

Autor: Jerry K. Vertiz Abad

Lugar: Piura

Año: 2021

## **Introducción**

El distrito de Piura perteneciente a la provincia de Piura, se encuentra ubicado en el sur de la ciudad de Piura, limitando con los distritos de Veintiséis de Octubre y Castilla. En la limitación con el distrito de castilla es marcada por el río Piura. El distrito cuenta con población urbana y rural (Distrito, 2022).

Debido a su ubicación céntrica y a la alta productividad en la actividad comercial (valor agregado bruto de 13,3 %) con relación a la formalidad e informalidad de la actividad, la cual trae como consecuencia la generación de la contaminación del ambiente (Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación [SINEACE] (2020).

En el caso de los establecimientos de lavado de automóviles del distrito de Piura cuyas actividades son el lavado y en algunos casos el mantenimiento de los vehículos en general utiliza productos a base de hidrocarburos, generando residuos líquidos y semisólidos de ceras, grasas, gasolina, aceites, siliconas, en cantidades razonables. El problema que se ocasiona con respecto al ambiente resalta aún más cuando los efluentes residuales de las actividades no son desechados de manera correcta y son vertidos de forma indiscriminada a los suelos adyacentes.

En marco de lo descrito, se propone la guía de buenas prácticas de manejo de residuos de hidrocarburos para las estaciones de lavado de vehículos en el distrito de Piura a partir del uso de insumos a base de hidrocarburos, los cuales son establecidos para las actividades que realizan de forma cotidiana los establecimientos de lavado de vehículos, y promover cultura ambiental en las actividades mencionadas, el objetivo no solo debe ser la utilidad económica en cuyo caso puede ser otro, en la cual tengan como objetivo el uso razonable de los insumos y recursos, lo que conlleva a un ambiente más saludable y una responsabilidad por parte de la jerarquía empresarial y de la Gerencia de Gestión Ambiental y Sub-Gerencia de residuos sólidos de la Municipalidad de Piura.

## **Objetivo**

Proporcionar la aplicación de prácticas más limpias en las estaciones de lavado de vehículos dentro del ámbito de estudio del distrito de Piura, el cual coopere con la reducción en el impacto del suelo debido a la actividad.

## **Alcance**

La guía incluye una muestra de las estaciones de lavado de vehículos del distrito de Piura, que cuentan con los servicios de lavado y mantenimiento, en las actividades emplean insumos a base de hidrocarburos.

## **Responsables**

Debe ser dividida en una parte están los propietarios de las estaciones de lavado de vehículos, los cuales de forma voluntaria deberán asumir la guía, y por la otra se encuentra la Sub Gerencia Regional de Gestión Ambiental, la cual tendrá la función de fiscalizar su aplicación y capacitar a los propietarios y colaboradores para generar conciencia.

La realización de malas prácticas de manejo de residuos sólidos a base de hidrocarburos que son originadas por los colaboradores de las entidades, provoca impacto ambiental en el suelo, la acción es respaldada por los resultados del laboratorio. La guía de buenas prácticas incluirá procedimientos sencillos para poder ser aplicados en cualquier establecimiento.

## **I. Aspectos generales**

Las buenas prácticas para las funciones de lavado y mantenimiento deberán ser aquellas técnicas sobresalientes en su eficiencia, comerciales, que no disminuyan la calidad del servicio, pero sostienen y aumentan las condiciones del ambiente.

Propiedades a tener en cuenta:

- Disminuir los residuos de hidrocarburos
- Impulsar la recuperación
- Incentivar a la eliminación de forma segura
- Minimizar el uso insumos

### **Objetivo**

Reducir la contaminación del suelo por los residuos de hidrocarburos procedentes de los establecimientos de lavado de vehículos.

### **Marco legal**

La toma de decisiones se basa en los principios de las leyes ambientales, centrándose principalmente en la prevención de la contaminación.

### **Legislación Nacional**

#### a. Constitución Política del Perú

- Según el Inciso 22 del Artículo 2 de la Constitución, toda persona tiene el derecho de disfrutar de un ambiente equilibrado y adecuado para su desarrollo.
- En el Artículo 67 de la Constitución se establece que el estado define la política nacional.

#### b. Ley General del Ambiente N° 28611

La ley tiene la siguiente estructura

- Derechos y principios: La gestión del ambiente y sus elementos, así como la protección y ejercicio de los derechos establecidos en esta ley, se fundamentan en la integración

equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, y en la satisfacción de las necesidades tanto presentes como futuras de las generaciones (Art. V). La gestión ambiental tiene como objetivos principales prevenir, supervisar y evitar el deterioro del entorno. En los casos en los que no sea posible eliminar las causas de dicho deterioro, se aplicarán medidas de mitigación, recuperación, restauración o compensación, según corresponda (Art. VI).

- Política nacional del ambiente y gestión ambiental: El Estado, a través de sus entidades y organismos correspondientes, es responsable de elaborar e implementar las políticas, normativas, herramientas, incentivos y sanciones necesarios para asegurar el pleno ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades establecidas en esta ley (Art. 3).
  - De los sujetos de la gestión ambiental: El título establece las entidades públicas, autoridades y entidades privadas que participan en la gestión ambiental.
  - Integración de la gestión ambiental: El título señala el uso sostenible de los recursos naturales.
  - Responsabilidad por daño ambiental: El título señala la fiscalización, control y sanción con respecto al daño ambiental.
- c. Decreto Legislativo N° 1278.- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

La ley tiene la siguiente estructura

- Disposiciones generales: La legislación establece los derechos, obligaciones, competencias y responsabilidades de la sociedad de manera conjunta, con el propósito de fomentar la maximización constante de la eficiencia en la utilización de materiales y garantizar una gestión y manejo apropiados de los residuos sólidos, con enfoque en la salud y el medio ambiente (Art. 1).
- Gestión Ambiental de Residuos: El título señala los lineamientos de la gestión ambiental y sus autoridades.
- Manejo de Residuos Sólidos: En el capítulo I señala que el Ministerio del Ambiente (MINAM) tiene la facultad de supervisar, coordinar, formular, gestionar, normar, promover, evaluar regular sobre el manejo de residuos sólidos (Art. 15), en el capítulo II da a conocer

la definición de los residuos sólidos peligrosos, asimismo menciona que se deberá manejar de forma seguro los residuos a través de las competencias sectoriales que tienen como fin regular, evaluar y aprobar para el buen manejo de residuos sólidos (Art. 18).

- Prestaciones de servicio y comercialización de residuos sólidos: Las empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS), deberán estar registradas y contar con un profesional colegiado y calificado, así como con una estructura adecuada (Art. 28).
- Información sobre el manejo de residuos sólidos: De forma anual, los generadores de residuos sólidos peligrosos están obligados a remitir una declaración y manifiesto de residuos sólidos a la autoridad de su sector (Art. 55).
- Población y Participación ciudadana: Los ciudadanos tiene el derecho de la protección a su salud y entorno ambiental, así como en el proceso de aprobación de las gestiones de los residuos sólidos (Art. 69).

d. Ley General de la Salud N° 26842

La ley tiene la siguiente estructura

- De los derechos, deberes y responsabilidades concernientes a la salud individual. Las personas tienen el derecho de escoger y recibir el servicio de salud de su preferencia que cumplan con los estándares de calidad.
- En cuanto a los deberes, restricciones y responsabilidades relacionados con la salud de terceros, el Capítulo VIII establece que el Estado tiene la responsabilidad de proteger tanto el medio ambiente como a las personas, ya sean individuos o entidades jurídicas. Es su obligación mantener los estándares necesarios para salvaguardar la salud de las personas.
- Del fin de la vida de la persona: Establece el parámetro que certifica el fin de la vida y los casos donde se aplica la necropsia.
- De la información en salud y su difusión: Es responsabilidad del estado difundir la información acorde a la salud y a su difusión para mantenerla.
- De la autoridad de salud: La autoridad coordina y ejecuta de forma nacional y descentralizada.

- De las medidas de seguridad, infracciones y sanciones: Las medidas de seguridad varían dependiendo de la intensidad de la afectación a la salud, al igual que las sanciones e infracciones.

### **Reglamento nacional de residuos sólidos**

Decreto Legislativo N° 1278 a través del Decreto supremo N°014- MINAM y sus modificatorias, aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Reglamento de la Ley General de la Salud N° 29889. Aprobado mediante el Decreto Supremo N° 033-2015-SA (Diario Oficial El Peruano, 2015).

### **Normatividades**

- Norma Técnica Peruana N° 900.050.2001 Gestión Ambiental. Manejo de Aceites usados. Generalidades (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2014a).
- Norma Técnica Peruana N° 900.051.2008: Gestión Ambiental. Procedimientos para el manejo de aceites usados. Generación, recolección y almacenamiento (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2019).
- Norma Técnica Peruana N° 900.058.2019: Gestión de Residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2019).
- Norma Técnica Peruana N° 399.015:2014: Símbolos Pictóricos para el manejo de mercancía peligrosa (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2014b).

## **II. Residuos provenientes de los establecimientos de lavado de automóviles**

En los establecimientos en donde se realizaron los muestreos se evidencio que no vierten el agua residual al alcantarillado, ya que existe una regulación por parte de las Empresa Prestadoras de Servicios que a su vez son supervisadas por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, algunos no poseen un drenaje adecuado y tampoco trampa de grasas por ello el efluente va directamente al suelo o a la alcantarilla. Debido a las condiciones presentes, los

efluentes vertidos en los suelos son absorbidos por el suelo para posteriormente ser transportados nuevamente por la lluvia y expandirse. También se observó que los envases de los productos químicos son descartados de forma común sin ser segregados al igual que los residuos de los mismos, pudiendo causar segregaciones y lixiviaciones.

### **Funciones a realizar**

Los servicios realizados en los establecimientos de lavado de automóviles y requiriendo el uso de insumos a base de hidrocarburos son:

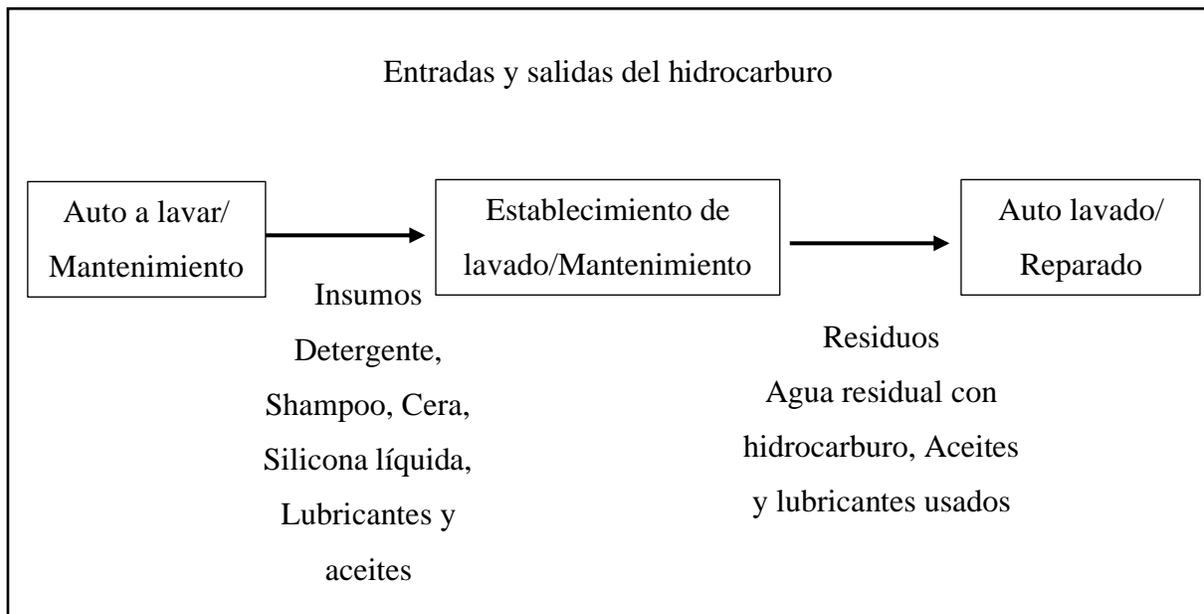
- Prelavado
- Lavado
- Acabado
- Secado
- Mantenimiento

### **Insumos del servicio**

- Detergente
- Shampoo
- Cera
- Silicona líquida
- Lubricantes
- Aceites

### Figura 13

*Flujo del proceso de lavado y mantenimiento*



*Nota.* Elaboración propia

Teniendo en cuenta que la tasa de valor agregado bruto antes mencionada, proporciona una rentabilidad económica del establecimiento y a su vez una generación continua y en aumento de los residuos de hidrocarburo.

**Prelavado:** Consiste en la aplicación de agua y detergente en el vehículo, los cuales remueven la suciedad más adherida (mosquitos, heces de aves, etc.) a través de medios mecánicos, como el cepillado o el lavado a presión. Además, este proceso de prelavado suele incluir la aplicación de un producto de limpieza en las llantas, ya sea por pedido del cliente o porque esté comprendido dentro del servicio.

**Lavado:** Proceso por el cual se limpia un vehículo utilizando agua y shampoo, mediante equipos pulverizadores o rociadores que cumplen con las funciones de limpiar y suavizar la superficie del auto, aportar mayor eficacia a los cepillos y evitar las raspaduras. Además, de manera habitual, se aplica otro detergente denominado espuma activa que permite generar una espuma más densa para proteger la pintura del vehículo de posibles ralladuras.

**Acabado:** El proceso se remueven los detergentes y los jabones mediante la aplicación de agua. Una vez hecho esto, de forma opcional, se unta cera al vehículo ya sea manualmente o a través de maquinarias.

**Secado:** El secado puede ser de tipo manual o de tipo túnel. Para el secado manual se realiza la remoción de las gotas mediante telas absorbentes en las partes de la pintura y mediante el uso de papel en las partes de vidrio, posteriormente se descartan en residuos comunes. El secado de tipo túnel, por su parte, se da mediante el uso de sopletes o de turbos ventiladores que remueven las gotas de agua de la superficie dejándolas caer al suelo.

**Mantenimiento:** La lubricación de las piezas rotatorias que es esencial para mantener el buen estado del vehículo, por lo general se realiza el cambio de aceite y filtro de la gasolina. Este proceso se lleva a cabo para disminuir los roces, evitar desgastes y dar protección a las piezas. Para ello existen diferentes tipos de lubricantes como sólidos, líquidos, gases y grasas.

En los resultados de laboratorio realizados a los suelos adyacentes de los establecimientos de lavado de vehículo, se pudo verificar la presencia de hidrocarburos. Asimismo, en el Apéndice 4 se puede constatar que los propietarios de los establecimientos no cuentan con permisos comerciales, por ello que tampoco pagarían la compensación por contaminación de efluentes de aguas servidas. El constante vertimiento de los efluentes con residuos de hidrocarburo y la carencia de responsabilidad por parte de las autoridades de la Municipalidad de Piura, Empresas Prestadoras de Servicios y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, quienes debían proveer, ejecutar y monitorear las descargas al suelo o a la laguna de oxidación.

### **Impacto ambiental**

Las funciones realizadas en los establecimientos de lavado de vehículos y en algunos casos mantenimiento produciendo impacto ambiental en el suelo, teniendo como consecuencia la alteración de la propiedades del suelo, la infiltración hacia acuíferos debido a las diferentes funciones realizadas en los establecimientos los cuales generan efluentes con carga de

hidrocarburos: efluente de aceites o lubricantes, detergente, shampoo, cera y silicona, también generan residuos sólidos como: envases, trapos, cepillos, etc.

En este contexto los residuos generados por los establecimientos son categorizados como residuos peligrosos para la salud debido a su peligrosidad e inflamabilidad, por consiguiente, no se evidencio un manejo adecuado y disposición intermedia y final de ellos, además podría afectar a los colaboradores de los establecimientos.

### **III. Buenas Prácticas**

#### **Aspecto Ambiental**

##### Encargado o Responsable

Entre los establecimientos muestreados se evidencio que algunos de ellos no cuentan con espacio suficiente para poder realizar los servicios de lavado y mantenimiento, el colaborador con más alto cargo o dueño del establecimiento tendría la responsabilidad con soporte de todos los colaboradores que tienen conocimiento de mecánica y de los materiales o insumos que se aplican en las funciones.

##### Pacto Ambiental

Los establecimientos de forma voluntaria escribirán una declaración donde se comprometen a desarrollar y aumentar su desempeño ambiental, con el fin de tener un manejo responsable de los residuos generados. La declaración debe tener:

- Los establecimientos deben cumplir con el alcance de la guía.
- Fomentar la responsabilidad y compromiso ambiental.
- Capacitar a los colaboradores en temas ambientales.

##### Capacitaciones Ambientales

Los establecimientos facilitarán las capacitaciones acerca de los efectos negativos que genera el hidrocarburo en el ambiente y en la salud para ello se implementará un plan de capacitación, en temas relacionados al ambiente, contaminación ambiental, residuos sólidos y buenas prácticas ambientales. Las capacitaciones serán dictadas cada dos meses durante un año (Tabla 20), luego se realizarán de forma semestral, y posteriormente a mitad de año. Asimismo, se realizará una supervisión anual por parte de Sub-Gerencia de residuos sólidos para constatar el cumplimiento de ellas.

**Tabla 20**

*Cronograma de capacitaciones anual*

<b>Meses</b>	<b>Hora</b>	<b>Temas</b>	<b>Capacitador</b>
Enero	7:30 am – 8: 30 am	Ambiente, contaminación ambiental, residuos sólidos y buenas prácticas ambientales	Sub-Gerencia de residuos sólidos - Municipalidad de Piura.
Marzo	7:30 am – 8: 30 am	Ambiente, contaminación ambiental, residuos sólidos y buenas prácticas ambientales	Sub-Gerencia de residuos sólidos - Municipalidad de Piura.
Mayo	7:30 am – 8: 30 am	Ambiente, contaminación ambiental, residuos sólidos y buenas prácticas ambientales	Sub-Gerencia de residuos sólidos Municipalidad de Piura.
Julio	7:30 am – 8: 30 am	Ambiente, contaminación ambiental, residuos sólidos y buenas prácticas ambientales	Sub-Gerencia de residuos sólidos - Municipalidad de Piura.
Septiembre	7:30 am – 8: 30 am	Ambiente, contaminación ambiental, residuos sólidos y buenas prácticas ambientales	Sub-Gerencia de residuos sólidos - Municipalidad de Piura.
Noviembre	7:30 am – 8: 30 am	Ambiente, contaminación ambiental, residuos sólidos y buenas prácticas ambientales	Sub-Gerencia de residuos sólidos - Municipalidad de Piura.

*Nota.* Elaboración propia

## **Buenas prácticas de manejo de residuos sólidos**

### Infraestructura de los establecimientos

La infraestructura debe ser adaptada, zonificada e identificadas para poder tener una adecuada segregación de los residuos de forma que no se genere una mezcla entre ellos. Para ello se debe considerar las siguientes zonas: mantenimiento, lavado, almacenamiento y disposición intermedia zonificada.

Además, deben de contar con:

- Permiso de funcionamiento.
- Permiso de defensa civil
- Recomendable contar con el certificado 14001 de la Organización Internacional de Normalización.
- Zona de mantenimiento adecuada para las funciones.
- Los pisos impermeables, se recomienda cemento.
- Se debe respetar la segregación y queda prohibido el vertimiento de residuos al piso, alcantarilla o suelos adyacentes.
- No se debe de contar con puntos de alcantarillado en las zonas.
- Las zonas deben estar debidamente techadas.
- Las zonas deberán tener estar organizadas para el libre tránsito.
- Se debe de contar con el flujo de aire adecuado para su ventilación.
- Las zonas deben estar correctamente señalizadas en especial los almacenes.
- Solo los establecimientos están autorizados a realizar las funciones, quedando prohibido las funciones fuera del establecimiento

## Lavado completo

La mayoría de establecimientos son de espacio reducido por ellos en el lavado de los vehículos el colaborador deberá utilizar el agua de manera racional en las etapas: pre lavado y lavado, no solo para el móvil sino también para aseado del área, debido a que los insumos a utilizar generan abundante espuma y desprenden residuos que contienen hidrocarburos. Es recomendable contar con un pequeño sistema de retención de hidrocarburos en los suelos para poder desecharlos adecuadamente. Además de la aplicación de productos en pasta al finalizar el lavado se realiza el rocío de silicona mediante aspersion el cual desprende partículas que caen al piso. En todo el proceso los colaboradores deberán contar con el equipo de protección personal para evitar el contacto directo del producto

## Mantenimiento

El mantenimiento de los vehículos abarca muchos cambios de líquidos, pero los más cotidianos es el cambio de aceite y la lubricación de piezas externas.

Para realizar el cambio de aceite en general el colaborador del establecimiento coloca debajo del vehículo para retirar el perno de tal forma que el aceite usado pueda salir de manera controlado recibiendo en un envase en su mayoría ineficiente, por ello se recomienda por seguridad la utilización de gato mecánico o hidráulico y envases adecuados con la capacidad suficiente para recibir el residuo, asimismo evitar el riesgo para la salud del colaborador y el ambiente.

En el caso de la lubricación de piezas externas en su mayoría se realiza la aplicación mediante chisquetes o grasa en pasta, por ello se recomienda por seguridad la utilización de equipos de protección personal y envases adecuados para contener los líquidos sobrantes de la aplicación.

### Trapos, franelas o paños

El material se deberá utilizar para la limpieza de vehículos, herramientas, áreas de trabajo y derrames. Se recomienda la utilización de paños en caso de líquidos no viscosos, waype para líquidos que tengas cierto grado de viscosidad y franelas para la limpieza de herramientas.

### Envases de plástico y de metal

- Los envases se utilizarán como medio de transporte para su almacenamiento y disposición final.
- Se deberá aprovechar los envases que se encuentren en buen estado.
- En caso los envases estén deteriorados se deberán desechar para evitar derrames (Naciones Unidas, 2011).
- Para realizar los trasvases se deberá utilizar embudos o envases con mayor apertura de entrada.

### Equipo de protección personal

- Lentes de seguridad
- Overol o mameluco
- Casco con barbiquejo
- Guantes
- Zapatos antideslizantes
- Botas de caña alta
- Respirador de media cara con cartuchos para gases

### Extintores

Según la Norma Técnica Peruana N° 350.043-1 (INACAL, 2017):

- Se recomienda el extintor como máximo de una capacidad de 18 kg bruto.
- La recarga debe ser anual.

- El contenido de ser para la clasificación B. Recomendable de material polvo químico seco (PQS).
- La distancia de colocación debe estar relacionado al área a cubrir.
- La etiqueta debe ser legible con referente al tamaño y color.
- El lugar debe estar libre para el fácil acceso.

### **Buenas prácticas en las funciones**

La recolección y segregación de los residuos peligrosos deberán de darse acorde al lugar y tiempo requerido.

#### **Lavado de vehículos**

El lavado es la actividad que genera más residuos, debido a que se realizan varias actividades para realizar una limpieza profunda y completa, los residuos pueden ser de material de plástico (polietileno) y metal. La disposición intermedia se encontrará dentro del establecimiento y contará con una zona específica para los desechos hasta la recolección por medio de los EPSRS las cuales deberán llevarlas a su disposición final.

#### **Mantenimiento de vehículos**

La actividad demanda de mucho tiempo para poder realizarla, debido a que se realizan reemplazos lo cual genera residuos que deberán tener un lapso de tiempo para desecharlos adecuadamente. La disposición intermedia deberá contar con una zona específica para los residuos generados en la actividad, posteriormente serán llevado por las EPSRS a su disposición final.

#### **Limpieza del establecimiento**

La actividad genera residuos que deberán llevarlos a la disposición intermedia, para disminuir acumulación, derrames o sobre pasar el límite de los contenedores.

## Recolección, almacenamiento y transporte

- Los residuos deben ser adecuadamente manejados con el fin de evitar la contaminación e intoxicación dentro y fuera del establecimiento.
- La zona de almacenamiento estará zonificada con relación a las características del residuo.
- Los contenedores de almacenamiento deberán ser de material resistente y buen espesor con el fin de evitar filtraciones, asimismo deberán contar con su rotulo de identificación

## Manejo y disposición de residuos peligrosos y lodos provenientes del del lavado de vehículos

- Los efluentes generados durante el lavado de vehículos serán sometidos a tratamiento para retener sólidos o hidrocarburos antes de ser vertidos al sistema de desagüe.
- En caso de que los vertidos superen los límites establecidos de contaminantes, se llevarán a cabo pretratamientos en las instalaciones para garantizar el cumplimiento de dichos límites.
- Los residuos líquidos resultantes de la limpieza y mantenimiento, que contengan hidrocarburos y/o detergentes, no serán descargados directamente al sistema de desagüe sin pasar previamente por un proceso de pretratamiento.
- Los residuos sólidos contaminados, como trapos, arena, filtros, lodos, envases contaminados con aceite, aditivos, combustibles y otros solventes, se almacenarán en cilindros metálicos de 200 litros con tapa, con una señalización adecuada, en una zona bien ventilada y protegida de la exposición solar y la lluvia, lejos de fuentes de calor y del tránsito de personas.
- Los residuos peligrosos serán gestionados, almacenados y retirados por una empresa autorizada, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa vigente y siguiendo el correspondiente manifiesto.
- Se implementarán buenas prácticas de operación y mantenimiento en los sistemas de canaletas para separar las arenas y decantadores para los lodos.
- Se buscará reemplazar los solventes utilizados por desengrasantes biodegradables, siempre que sea posible.
- Se procurará en lo posible sustituir la utilización de hidrocarburos en la limpieza de motores por productos hidrosolubles biodegradables.

- Finalmente, se procurará en todo momento aplicar las buenas prácticas ecológicas a lo largo de todo el proceso de lavado, procurando así, reducir el impacto negativo al ambiente.

#### IV. Matriz de evaluación del impacto ambiental

Tabla 21

*Matriz de evaluación del impacto ambiental*

FACTORES AMBIENTALES			ACTIVIDADES DE LOS LAVADEROS DE AUTOS						
			Lavado de vehículos	Silicona	Aceites	Grasas	Cera	Lubricantes	Shampoo
Categoría	Componente	Elemento							
		Partículas		X	X	X	X	X	X
	Aire	Gases			X	X	X	X	X
		Ruido	X						
		Residuos sólidos	X	X	X	X	X	X	X
	Suelo	Residuos líquidos	X	X	X	X	X	X	X
Antrópica	Sociocultural	Salud	X	X					

*Nota.* Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV: DISCUSIONES**

Los lavaderos de automóviles son empresas de trabajo diario donde se hace uso de abundante agua y de materiales fabricados a base de petróleo. Durante la elaboración de esta investigación se pudo conocer cuáles son los productos que se utilizan y se venden en los lavaderos de autos de la ciudad de Piura. Entre dichos productos están la cera, la silicona líquida, el detergente industrial y, en algunos casos, la grasa y los aceites lubricantes. El 60 % de los materiales mencionados están relacionados con la investigación de Reátegui (2016), quien detalla que en el 39 % de los lavaderos que visitó se utiliza, los cuales son los productos básicos para poder realizar un lavado económico y rápido.

### **4.1. Determinación y comparación de las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos adyacentes de las estaciones de lavado de vehículos con los estándares de calidad ambiental del suelo**

#### **4.1.1. Determinación de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los suelos adyacentes de las estaciones de lavado de vehículos**

El tipo de análisis que se utilizó para poder determinar los hidrocarburos totales de petróleo durante la investigación fue el EPA 8015C, el cual es considerado como el análisis óptimo para la búsqueda de las distintas fracciones existentes y, además, es capaz de determinar los compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles. Cabe mencionar que dicho tipo de análisis está basado en la Guía para muestreos de suelo de la Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM (Diario Oficial El Peruano, 2014). Por el contrario, en la investigación de Castellanos *et al.* (2015) se hizo uso las metodologías EPA 3540c y EPA 3550c, las cuales solo emiten resultados de compuestos orgánicos no volátiles y semivolátiles. En tal sentido, es posible afirmar que dichos resultados no le proporcionaron la información suficiente para poder concretar su objetivo que era el de evaluar los hidrocarburos totales de petróleo.

Por otro lado, los lugares de donde se extrajeron las muestras presentaron, en su mayoría, un tono de color opaco y, en algunos casos, humedad y viscosidad (Figura 5), lo que ha generado una lixiviación del hidrocarburo al subsuelo. Es posible que esto ha ocurrido debido a que gran parte de las zonas de donde se extrajeron la mayoría de las muestras con fracciones elevadas, no cuentan con un sistema de alcantarillado. Tal como lo explica Parra *et al.* (2008), la mayoría de la población que no cuenta con alcantarillado arroja sus desechos a una cámara séptica o simplemente a las vías. Asimismo, al examinar los locales es posible identificar que, por lo general, no cuentan con una reja de retención de agua o con un canal que desvíe el agua usada hacia el alcantarillado, es decir, no cuentan con un sistema de alcantarillado de ningún tipo. Ese es el motivo por el cual las empresas arrojan las aguas utilizadas, de uso doméstico o industrial, a las vías o terrenos aledaños, sin tomar conciencia ambiental sobre los daños colaterales que puedan estar causando.

Además, la ausencia de sistemas de alcantarillado explica por qué en los lugares cercanos a las estaciones de lavado de vehículos existe una carencia total de vegetación (Figura 5) y presencia de grava, motivo por el cual hubo dificultades para la extracción primaria de la muestra. En ese sentido, Carvazos *et al.* (2014) confirma con su investigación que el petróleo causa en el suelo esterilidad, contaminación de agua subterránea, afectación vegetal y daño a la salud. Parra *et al.* (2019) concuerda con este último e indica que el petróleo o sus derivados cuentan con contaminantes extras, tales como cadmio, plomo, mercurio, arsénico y bario. Siguiendo la misma línea, Serrano *et al.* (2013) hace referencia a la degradación del suelo y señala que existe un cambio en la mecánica del mismo, lo que produce una disminución de la gravedad, de la densidad y de la absorción, a la vez que ocasiona un aumento en la finura del grano y su permeabilidad.

Por su parte Mohamed *et al.* (2021) establece en su investigación llevado a cabo en Libia, que la contaminación por metales pesados estudiados para la concentración promedio de cadmio en las muestras de suelo dentro y fuera de las estaciones de lavado osciló entre 0,013 y 0,018 ppm y 0,013 y 0,25 ppm respectivamente. Asimismo, la concentración de plomo en las muestras de

suelo dentro y fuera de las estaciones osciló entre 0,21-0,85, 0,19-1,06. Por otra parte, los niveles de concentración de hidrocarburos de petróleo totales obtenidos en este estudio estuvieron entre 389-7000 mg/kg para las muestras de suelo dentro de las estaciones, mientras que fuera de las estaciones la concentración osciló entre 27000-55000 mg/kg. En función a estos resultados se puede afirmar que los valores se encuentran por arriba de los resultados encontrados en esta investigación, cuya concentración de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) variaron entre los 104,24 mg/kg HTP (el más bajo) y 1920,24 mg/kg HTP (el más alto), afirmándose de esta manera que los resultados de esta investigación se encuentran dentro del rango permitido por los estándares de dicho país. O, en otras palabras, los lavaderos estudiados en Piura generan menos contaminación que los lavaderos del país de Libia.

#### **4.1.2. Comparación de la concentración de hidrocarburo total de petróleo con los estándares de calidad del suelo**

Viñas (2005) afirma que cuando se realiza la sumatoria de las fracciones de hidrocarburo (F1+F2+F3) se obtiene el resultado del hidrocarburo total de petróleo (HTP). En la presente investigación los resultados de los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en los lavaderos varía entre los 104,24 mg/kg HTP (el más bajo) y 1920,24 mg/kg HTP (el más alto). Este cálculo permitió evidenciar que las mediciones de HTP presentes en esta investigación se encuentran dentro de los parámetros establecidos en los estándares de calidad ambiental (ECAs). De forma similar, los resultados hallados por Jara (2019) reportaron que en el sector 1 fue de 14,766 mg/kg en HTP; en el sector 2 fue de 9,822 mg/kg en HTP; en el sector 3 fue de 3,966 mg/kg en HTP, y en el sector 4 fue de 3,980 mg/kg en HTP. Estos resultados permitieron demostrar que el hidrocarburo total de petróleo puede ser degradado y/o puede desplazarse dependiendo del suelo y microorganismos en los que se encuentre, lo cual está estrechamente relacionado con la cantidad de tiempo que lleve el contaminante en el suelo y el tiempo de existencia de las empresas Velásquez (2017).

Los locales en donde se evidenció el aumento de la fracción 3 están ubicados en puntos de la ciudad donde es común el comercio del rubro automotriz (Figura 1). Por ello, es posible afirmar

que existe una relación directa entre la ubicación de las empresas y la cantidad de hidrocarburo total de petróleo hallado. Al respecto, Barrera y Velecela (2015) explican en su investigación que los materiales que contienen en mayor proporción la fracción 3, presentan mayor cantidad de hidrocarburos totales de petróleo; asimismo, indican que el reciclaje indebido de los aceites y las grasas son los mayores contaminantes generados por estas empresas porque no pueden ser retirados de manera segura en su totalidad. Por lo tanto, cuando se realiza un cambio de aceite, grasa u otro proceso que requiera de estos materiales, siempre se caerán al suelo partículas que serán arrastradas por el agua.

#### **4.1.3. Identificar y caracterizar los materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado de vehículos del distrito de Piura**

Los materiales peligrosos presentes en las estaciones serán identificados y caracterizados de acuerdo con el Decreto Legislativo N° 1278, conocido como la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Esta normativa establece que los materiales peligrosos pueden ser inflamables, explosivos, corrosivos, reactivos, tóxicos y patógenos. Además, diversas organizaciones como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016), las Naciones Unidas (2011) y el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (2020) clasifican, dividen y agrupan sustancias y objetos en categorías como sustancias oxidantes o peróxidos orgánicos, sustancias perjudiciales y contagiosas, material radioactivo, sustancias corrosivas, y una variedad de sustancias y objetos peligrosos. Estas clasificaciones y categorizaciones son respaldadas tanto por la ley mencionada como por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, y tienen como objetivo mejorar la calidad de vida y garantizar la seguridad en la gestión de dichas sustancias y objetos.

Por otro lado, para identificar y manipular los materiales peligrosos se debe tener en cuenta que cada producto químico contiene un rombo de seguridad determinado por la Norma Técnica Peruana N°399.015:2014 del Instituto Nacional de Calidad (2014), donde indica la característica según el color, el nivel de riesgo de forma cuantitativa, el nombre del producto y el equipo de protección personal que se debe utilizar.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. La concentración de hidrocarburo total de petróleo (HTP) en los lavaderos de autos analizados fueron los siguientes: Carwash Zapata tiene 1500,24 mg/kg HTP, Mister FIX tiene 142,24 mg/kg HTP, Carwash “DA-KAR-WASH” tiene 137,24 mg/kg HTP, Wash moto Spa “IÑAKI” tiene 722,24 mg/kg HTP, Jumbo autoservicio tiene 1920,24 mg/kg HTP, Car wash Bruno tiene 176,24 mg/kg HTP, Car wash R&R tiene 593,24 mg/kg HTP, Sin nombre tiene 104,24 mg/kg HTP.
2. Los resultados de HTP de cada lugar evaluado no superó el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.
3. El carwash que más concentración de HTP presentó en la fracción 3 fue el carwash Jumbo autoservicio con 1 863 mg/kg HTP seguido del carwash Zapata con 1 232 mg/kg HTP.
4. Los materiales peligrosos provenientes de las estaciones de lavado fueron identificados y caracterizados de forma correcta haciendo uso la guía de manejo de residuos de hidrocarburos propuesta.

## **CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES**

- 1.** Se recomienda que en todos los lavaderos de autos de Piura se deberían realizar análisis de suelos y en función de sus resultados plantear propuestas adecuadas que permitan prevenir, controlar y reducir el nivel de contaminación de dichos lugares. Generando de esta manera un lugar más seguro tanto para los involucrados (clientes, vecinos, etc.) y para el ambiente, así como imagen positiva de una empresa con mayor responsabilidad ambiental.
- 2.** Se aconseja promover estudios de impacto ambiental sobre los lavaderos de autos de la ciudad de Piura, y poder conocer más en profundidad el nivel de contaminación que pueden generar estos lugares en el suelo, agua, aire y la persona misma. Asimismo, se recomienda seguir investigando más a profundidad el tema de los hidrocarburos totales de petróleo (HTP), ya que, estas sustancias en la actualidad siguen generando problemas graves al ambiente y a la salud de los seres vivos.
- 3.** Se sugiere evaluar el apoyo y compromiso que tienen las entidades públicas en la implementación de la guía y propuestas para la reducción de contaminantes nocivos en los negocios y empresas.

## REFERENCIAS

- Adams, R., Zavala, J. y Morales, F. (2008). Concentración residual de hidrocarburos en suelo trópico. II: Afectación a la fertilidad y su recuperación. *Interciencia*, 33 (7), 483-489  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442008000700005&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442008000700005&script=sci_arttext)
- Adebiyi, F., Oluyemi, E. y Akande, A. (2015). Mediciones de contenidos de hidrocarburos de petróleo totales, elementales, y fisicoquímicos como indicadores de contaminación de suelos en áreas aledañas a estaciones de venta de productos petrolíferos. *Energy Sources*, 37 (3), 299 – 308. <https://doi.org/10.1080/15567036.2011.585385>
- Adenii, A. y Afolabi, J. (2002). Determinación de hidrocarburos totales de petróleo y metales pesados en suelos cercanos a instalaciones que manejan productos refinados de petróleo en la metrópolis de Lagos. *Medio ambiente internacional*, 28 (2), 79 - 82. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(02\)00007-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(02)00007-7)
- Andrade, C. (2015). *Propuesta de un plan de manejo sustentable de los aceites usados provenientes de los talleres automotrices y lubricadores del cantón cañar*. [Trabajo de grado, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador]. Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7683>
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2017). Glosario ambiental. <https://espanol.epa.gov/espanol/terminos>
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2016). Hidrocarburos totales de petróleo (TPH). [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts123.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts123.html)
- Baena G. (2017). Metodología de la investigación. Grupo editorial patria. <https://cutt.ly/e36HwIw>

- Barrera, L., y Velecela, F. (2015). *Diagnóstico de la contaminación ambiental causada por aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el gobierno autónomo descentralizado del cantón Azogues* [Trabajo de grado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7691>
- Bosede, A., Festus, A. y Ayodele, I. (2021). Evaluación cualitativa y cuantitativa de hidrocarburos en perfiles de suelo de taller de mecánica automotriz: un estudio de caso de la ciudad de Akure, Nigeria. *Compuestos aromáticos policíclicos*, 41 (1), 1 – 14. <https://doi.org/10.1080/10406638.2019.1567559>
- Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de ciencias agrícolas*, 33 (2), 117-124. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Cabrera, J. (2018). *Elaboración de un diagnóstico de la gestión de aceites automotrices usados generados en lubricadoras y estaciones de servicio para el planteamiento de una propuesta de manejo adecuado ciudad de Quevedo, provincia de Los Rios, 2016* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio de la Universidad Nacional de Tumbes. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/275>
- Calderón, P. (2018). *Propuesta de gestión de aceites lubricantes usados de generadores en la municipalidad provincial de Tacna, 2018* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4113>
- Castellanos, M., Isaza, R. y Torres, J. (2015). Evaluación de los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) sobre suelos urbanos en Maicao, Colombia. *Revista Colombiana de Química*. 44 (3), 11-17. <http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v44n3.55605>

- Campos, D. (2011). *Estudio de la viabilidad del suelo de Piura a través del SPT para la valoración del F.S.* [Trabajo de grado, Universidad de Piura]. Repositorio de la Universidad de Piura. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1356/ICI\\_189.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1356/ICI_189.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cavazos, J., Pérez, B. y Mauricio, A. (2014). Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de Acatzingo, Puebla, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 11 (4), 539-550. <https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v11n4/v11n4a6.pdf>
- Chan, J., Ochoa, S., Pérez, I., Gutiérrez M. y Sarangos, J. (2012). Germinación y sobrevivencia de especies arbóreas que crecen en suelos contaminados por hidrocarburos. *Teoría y Praxis*, 1 (12), 1-19. <https://www.redalyc.org/pdf/4561/456145106006.pdf>
- Comerma, E. (2004). Comportamiento de los hidrocarburos derramados en el medio marino. <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6404/TECP3de4.pdf?sequence=3>
- Constitución Política del Perú. [Const.]. Art. 67. 29 de diciembre de 1993 (Perú).
- Consejería de transición ecológica, lucha contra el cambio climático y planificación territorial. (2021). Qué es el suelo. <https://cutt.ly/P36XImu>
- Cronaser (2018). Aditivos para lubricantes usados en los lavaderos de autos tipos y funciones. <https://cronaser.com/blog/aditivos-para-lubricantes-tipos-funciones/>
- Dancé, J. y Sáenz, D. (2013). Estado de la situación y gestión ambiental en Perú. <https://www.usmp.edu.pe/contabilidadyeconomia/images/pdf/investigacion/Estado.pdf>
- Decreto legislativo 1278 de 2017. Ley de gestión integral de residuos sólidos. (2017) D.O. No. 014. <https://cutt.ly/536I0ge>

Decreto Supremo N° 011 del 2017. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo. (2017). Diario Oficial El Peruano.

Decreto Supremo N° 014 de 2017. Aprueban reglamento de la Ley N° 27314 ley de gestión integral de residuos sólidos. (2017). Diario Oficial El Peruano

Decreto Supremo N° 057 de 2004. Aprueban reglamento de la ley general de residuos sólidos N° 27314. (2004). Diario Oficial El Peruano

Decreto legislativo 1278 de 2017. Ley de gestión integral de residuos sólidos. (2017) D.O. No. 014. <https://cutt.ly/536I0ge>

Departamento de Transporte de los Estados Unidos. (2020). Guía de respuesta en caso de emergencia. <https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/2020-07/GRE2020-WEB.pdf>

Distrito (2022). Ubicación de la municipalidad de Piura. <https://www.districto.pe/districto-piura.html>

Domínguez, J., Román, A., Prieto, F. y Acevedo, O. (2012). Sistema de notación Munsell y cielab como herramienta para evaluación de color en suelos. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, 3 (1), 141-155. <https://cutt.ly/k36YNKx>

Estíbaliz, A. (2014). Grasas lubricantes. <https://cutt.ly/336VKvF>

Flore, L. y Alcalá, J. (2010). Manual de procedimientos Analíticos. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://cutt.ly/I36IdB4>

Fundación Promoción Social (2017). Guía de Buenas Prácticas Ambientales. <https://cutt.ly/Y36V0s6>

- Gamma. (2017). Manual de uso. <https://cutt.ly/S36NRd6>
- García, E. (2006). Del pico del petróleo a las visiones de una sociedad post-fosilista. *Mientras tanto*, 1 (98), 25-47. <http://www.jstor.org/stable/27821161>
- García, G. y López, D. (2010). *Análisis del desgaste de aceites lubricantes de motor a gasolina* [Trabajo de grado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio del Instituto Politécnico Nacional. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/24989>
- González, J. (2018). *Estudio de la contaminación de suelos por residuos de hidrocarburos y propuesta de manejo ambiental de los talleres de mecánica automotriz del distrito de san Jerónimo – Cusco* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6544>
- Hurtado, S. (2022). *Estado situacional del manejo de aceite lubricante usado en los talleres de mecánica automotriz de la ciudad de Chota – 2020* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/299>
- Instituto Nacional de Calidad (2014). Norma Técnica Peruana N° 399.015:2014. INACAL. <https://minercode.org/normastecnicasperuanas/399015-2014.pdf>
- Instituto Nacional de Calidad (2014). Norma Técnica Peruana N° 900.050:2001. INACAL. <https://biblioteca.upc.edu.pe/c.php?g=1128559&p=8236306>
- Instituto Nacional de Calidad (2017). Norma Técnica Peruana N° 350.043-1:2011. INACAL. <https://cutt.ly/F361dn6>
- Instituto Nacional de Calidad (2019). Norma Técnica Peruana N° 900.051:2008. INACAL. <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=30958>

Instituto Nacional de Calidad (2019). Norma Técnica Peruana N° 900.058:2019. INACAL.  
<https://cutt.ly/q361jiU>

Instituto Nacional de Innovación Agraria (2015). *Semana de la ciencia y tecnología*.  
<https://cutt.ly/V361c5x>

ITOPF. (2018). Efectos de la contaminación por hidrocarburos en el medio marino.  
<https://cutt.ly/E36cV2R>

Jara, R. (2019). *Caracterización de suelos afectados por derrame de hidrocarburos en el centro poblado Nueva Esperanza, distrito de Nieva, Amazonas, Perú, 2018* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.  
<http://hdl.handle.net/20.500.14077/1762>

Ley 28256 de 2017. Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. (2017) D.O. No. 46341. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28256.pdf>

Ley 1278 de 2016. Ley de gestión integrada de residuos sólidos. (2016). Diario Oficial EL Peruano

Ley 26842 de 2015. Ley general de salud, en el que garantiza los derechos de las personas con problemas de salud mental. (2015) Diario Oficial El Peruano

Ley 28611 de 2005. Ley general del ambiente. (2005). Diario Oficial El Peruano

Ley 27972 de 2003. Ley orgánica de municipalidades. (2003). Diario El Peruano.

Ley 27314 de 2000. Ley general de residuos sólidos. (2000). Diario Oficial El Peruano

Ley 26842 de 1997. Ley general de salud. (1997). Diario Oficial El Peruano.

Life MinAqua. (2016). Guía de buenas prácticas para instalaciones de lavado de vehículos. Grupo Fundación Ramón Noguera. <https://cutt.ly/936n3jF>

Luna, Y. y Bastidas, I. (2010). *Grasas y aceites lubricantes con grado alimenticio para las industrias* [Trabajo de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4670>

Masías, R., Pichuca, E. y Pariona, R. (2017). *Implementación del plan de manejo de reciclaje de lubricantes en el taller mecánico de motos Ssenda para reducir la contaminación ambiental en el distrito de Ate Vitarte, 2017* [Trabajo de grado, Instituto de Educación Superior Privada “Red Avansys”]. Repositorio del Instituto de Educación Superior Privada “Red Avansys”. <http://repositorio.avansys.edu.pe/handle/AVANSYS/23>

Ministerio del Ambiente. (2017). Guía para muestreo de suelos. [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO\\_MINAM1.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf)

Ministerio de Ambiente. (2016). Guía de buenas prácticas ambientales. <https://cutt.ly/v368xvD>

Ministerio del Ambiente. (2014). Manual técnico para el manejo de aceites lubricantes usados de origen automotor e industrial. <https://cutt.ly/E363Zlw>

Ministerio de Ambiente. (2006). *Manual técnico para el manejo de aceites lubricantes usados*. <https://cutt.ly/V368OT6>

Ministerio de Salud. (2010). Registro o Ampliación de servicio de empresas prestadoras de servicio de residuos sólidos (EPS-RS). <https://cutt.ly/e364tA0>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). Manejo seguro de sustancias y residuos peligrosos. <https://cutt.ly/i364bZN>

- Mohamed, E., Mohamed, A., Adel, A. y Howell, E. (2021). Evaluación de las concentraciones totales de hidrocarburos de petróleo y metales pesados en los suelos alrededor de las estaciones de lavado de automóviles en Misurata, Libia. *International Journal of New Chemistry*, 8 (4), 453-473. [http://www.ijnc.ir/article\\_47820.html](http://www.ijnc.ir/article_47820.html)
- Nwankwoala, H. y Ememu A. (2018). Índices de contaminación y concentraciones de metales pesados en suelos en Okpoko y alrededores, sureste de Nigeria. *Journal of Environmental Science and Public Health*, 2 (2), 77-95. 10.26502/jesph.96120031
- Naciones Unidas. (2011). Transporte de mercancía peligrosa. <https://cutt.ly/h364IRW>
- Navarro, W. (2014). *Estado situacional del manejo del aceite lubricante usado en la ciudad de Ayacucho y propuesta de disposición final* [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. Repositorio institucional de la Universidad de Piura. <https://hdl.handle.net/11042/2792>
- Nieves, A. (2011). Fabricación de detergentes en polvo. *Universidad Politécnica de Cataluña*. <http://hdl.handle.net/2099.1/13097>
- OCMA (2009). Guía para la reducción del impacto Ambiental de los aceites usados. <https://cutt.ly/V36nuJ7>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro. <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015). El suelo es un recurso no renovable. <https://www.fao.org/3/i4373s/i4373s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013). El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas. <https://www.fao.org/3/i3361s/i3361s.pdf>

- Ordenanza Municipal N° 475. Regulan el manejo ambiental sostenible de aceites, lubricantes industriales usados y aceites vegetales usados en el distrito de Comas. Diario Oficial El Peruano
- Parra, F., Manrique, H. y Martínez, V. (2019). Derrames de petróleo y afectación a la salud materno infantil en pueblos indígenas de la amazonia peruana: un análisis exploratorio desde los determinantes de la salud. *CIES*. <https://cies.org.pe/investigacion/derrames-de/>
- Parra, S., Niño, V. y Diaz, R. (2008). La baja cobertura del servicio de alcantarillado en la vereda El Pórtico, corregimiento de San Pedro, municipio de Cúcuta y su afectación al medio ambiente. *Universidad Libre*. <https://hdl.handle.net/10901/9363>
- Pari, G. y Yacolca, K. (2019). *Afectación de la calidad del suelo por la incorrecta manipulación y almacenamiento de las fracciones de hidrocarburos F1 y F3, en la empresa Bike Tuning, Arequipa- 2018* [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio de la Universidad Tecnológica del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/1882>
- Pimentel, G. (2021). *Aplicación de prácticas sostenibles en suelo contaminado por hidrocarburo de un taller mecánico, Chilca, 2019* [Trabajo de grado, Universidad Continental]. Repositorio de la Universidad Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/9783>
- Pineda, J. (2014). *Evaluación de riesgos en suelos afectados por hidrocarburos de petróleo* [Tesis de doctorado, Universidad de Cantabria]. Repositorio institucional de la Universidad de Cantabria. <http://hdl.handle.net/10902/4564>
- Reátegui, K. (2016). *Lavado de vehículos automotores en la ciudad y su efecto sobre el uso del agua y el ambiente. Iquitos. Loreto – 2016* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3250>

Real Academia Española. (2020). El diccionario. <https://dle.rae.es/>

Resolución Ministerial N° 085 de 2014. Aprueban guía de muestreo de suelos y la guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos. (2014). Diario Oficial El Peruano

Ritoré, E. (2021). *Desarrollo de tecnologías de recuperación de subsuelos contaminados por hidrocarburos derivados del petróleo* [Tesis de doctorado, Universidad de Sevilla]. Repositorio de la Universidad de Sevilla. <https://hdl.handle.net/11441/128277>

Serrano, M., Torrado, L. y Pérez, D. (2013). Impacto de los derrames de crudo en las propiedades mecánicas de suelos arenosos. *Revista científica General José María Córdova*, 11 (12), 233-244. <http://www.scielo.org.co/pdf/recig/v11n12/v11n12a12.pdf>

Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación. (2020). Caracterización de la Región Piura. <https://cutt.ly/N8qwSg8>

Sistema Nacional de Información Ambiental. (2016). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. <https://cutt.ly/J8qwL0X>

Velásquez, J. (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), 1-18. <https://doi.org/10.22490/21456453.1846>

Villasís, M. y Miranda, M. (2016). Las variables de estudio. *Revista alegría México*, 63 (3), 303-310. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755025003.pdf>

Viñas, M. (2005). *Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos: caracterización microbiológica, química y ecotoxicológica* [Tesis de doctorado, Universidad de Barcelona]. Repositorio institucional de la Universidad de Barcelona. <https://www.tdx.cat/handle/10803/2396>

Yu, Y., Liu, Y. y Wu, L. (2013). Sorción y degradación de productos farmacéuticos y de cuidado personal (PPCP) en suelos. *Environ sci pollut res*, 20 (1), 4261–4267. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-1442-7>

Zamora, A., Ramos, J. y Arias, M. (2012). Efecto de la contaminación por hidrocarburos sobre algunas propiedades químicas y microbiológicas de un suelo de sabana. *Bioagro*, 24 (1), 5-12. <https://cutt.ly/j36xV3O>

## TERMINOLOGÍA

**Adsorber.** Capta y conserva en la superficie sustancias de otra materia (Real Academia Española [RAE], 2014).

**Aguas residuales.** Aguas con modificación antropogénicas direccionadas con o sin tratamiento previo a cuerpos de aguas o tratamiento para su posterior reutilización (SINIA, 2016).

**Biodegradable.** Materia con características de fácil asimilación por microorganismos en un periodo corto (SINIA, 2016).

**Calidad ambiental.** Balance natural relacionado con los factores físicos, químicos y biológicos y sus reacciones entre sí, pero, sensible a los impactos antropogénicos (SINIA, 2016).

**Combustóleo.** Combustible derivado del petróleo, se compone de productos reciclados o mezclados o subproductos, en cualquier estado (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA], 2017).

**Contaminación ambiental.** Condición resultante que sobre pasa los estándares de calidad ambiental por la interacción del hombre con el ambiente (SINIA, 2016).

**Diesel.** Combustible derivado del petróleo, mediante destilación con ebullición aproximada de 150 a 360 grados centígrados (EPA, 2017).

**Ejidatario.** Dueño de una porción de tierra, donde el ganado puede realizar sus funciones (RAE, 2014).

**Escorrentía.** Líquido que se desliza en una superficie (RAE, 2014).

**Estándar de calidad ambiental.** Valor de los parámetros físico, químico y biológico que presenta un cuerpo y no son nocivos para la salud y el ambiente (SINIA, 2016).

**Estándar de calidad ambiental del suelo.** Valor de los parámetros físico, químico y biológico que presenta el suelo y no afectan a la salud y el ambiente (SINIA, 2016).

**Gasolina.** Combustible derivado del petróleo con alta concentración de compuestos aromáticos (EPA, 2017).

**Hidrolavadora.** Máquina que facilita la limpieza y ahorra agua en el proceso. Eliminando la materia adherida mediante detergente y agua (Gamma, 2017).

**Lixiviado.** Materia en estado líquido que contiene que contiene diversas sustancias dentro de sí misma (SINIA, 2016).

**Reciclaje.** Reutilización de la materia desechada con el objetivo de darle otro uso (EPA, 2017).

**Recurso suelo.** Agrupación de materia en sus tres estados que da origen a la parte superficial de la corteza, los elementos encontrados pueden ser orgánicos e inorgánicos de forma agrupada o unitaria (SINIA, 2016).

**Plan.** Proceso sistemático de elaboración previa para guiar, prevenir y encaminar un proyecto (RAE, 2014).

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Cadena custodia de suelos, sedimentos y lodos

### Muestra N°1

**SGS** CADENA DE CUSTODIA DE SUELOS, SEDIMENTOS Y LODO N° 007884

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jerry K. Verduz Albal  
 Lugar de Provenencia: Corcovado Zapatera  
 Proyecto: Tesis  
 Contacto:  
 E-mail: jverduz@sgs.com.ec  
 Teléfono: 974632033  
 Fecha de inicio: 02/09/2021  
 Hora de inicio: 10:00 AM  
 Fecha de finalización: 02/09/2021  
 Hora de finalización: 10:15 AM  
 Frecuencia de Muestreo:  
 Periódico   
 No Periódico   
 Especial

**ANÁLISIS REQUERIDOS**

**NUMERO DE MUESTRA (Folios / Viales)**  
 Folios de laboratorio 1  
 Folios de laboratorio 2  
 Folios de laboratorio 3

**MUESTROS LABORATORIOS**

Laboratorio Culler  
 Avenida General Francisco O'Leary, Calle 1  
 Teléfono: (01) 317 1900  
 E-mail: pm.laboratorio@sgs.com

Laboratorio Analisa  
 Ermita Guzmán N° 275, Parque Industrial  
 Teléfono: (05) 233500  
 E-mail: lab.analisa@sgs.com

Laboratorio Copacabana  
 Calle Aníbal Marquetti 207, Barrio San Antonio  
 Teléfono: (07) 387722  
 E-mail: lab.hidro@sgs.com

N° de Estación de Muestreo	Descripción de la Estación	Profundidad (m)	Coordenadas UTM (Easting, Northing)	Altitud (m s.n.m.)	MATRIZ	Tipo de Muestra	Fecha	Hora	P	V
1	Corcovado Zapatera Parte exterior del local	0.00	835574.000E 1035170.000N	1035	Suelo	Suelo	02/09/2021	10:15 AM	4	1

Inspector responsable: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
 Representante del Cliente: \_\_\_\_\_ Firma: *ABR*

Responsable de la recepción de las muestras: \_\_\_\_\_ Fecha y hora de recepción: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Condiciones en que se recibieron las muestras:  
 Refrigeradas:  Temperatura:   
 Preservadas:  N° de recipientes:   
 Dentro del tiempo de conservación:  N° de recipientes:   
 N° de recipientes totales:  N° de cubetas:   
 Otros (especificar):

SGS-E15.64  
 4.02  
 F.A. Enero 2020

Nota. Laboratorio SGS

### Muestra N°2

**SGS** CADENA DE CUSTODIA DE SUELOS, SEDIMENTOS Y LODO N° 007885

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jerry K. Verduz Albal  
 Lugar de Provenencia: Mistera Piz  
 Proyecto: Tesis  
 Contacto:  
 E-mail: jverduz@sgs.com.ec  
 Teléfono: 974632033  
 Fecha de inicio: 02/09/2021  
 Hora de inicio: 11:45 PM  
 Fecha de finalización: 02/09/2021  
 Hora de finalización: 12:15  
 Frecuencia de Muestreo:  
 Periódico   
 No Periódico   
 Especial

**ANÁLISIS REQUERIDOS**

**NUMERO DE MUESTRA (Folios / Viales)**  
 Folios de laboratorio 1  
 Folios de laboratorio 2  
 Folios de laboratorio 3

**MUESTROS LABORATORIOS**

Laboratorio Culler  
 Avenida General Francisco O'Leary, Calle 1  
 Teléfono: (01) 317 1900  
 E-mail: pm.laboratorio@sgs.com

Laboratorio Analisa  
 Ermita Guzmán N° 275, Parque Industrial  
 Teléfono: (05) 233500  
 E-mail: lab.analisa@sgs.com

Laboratorio Copacabana  
 Calle Aníbal Marquetti 207, Barrio San Antonio  
 Teléfono: (07) 387722  
 E-mail: lab.hidro@sgs.com

N° de Estación de Muestreo	Descripción de la Estación	Profundidad (m)	Coordenadas UTM (Easting, Northing)	Altitud (m s.n.m.)	MATRIZ	Tipo de Muestra	Fecha	Hora	P	V
2	Mistera Piz Brca Norte	0.10	834475.000E 1034170.000N	1037	Suelo	Suelo	02/09/2021	12:15 PM	3	1

Inspector responsable: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
 Representante del Cliente: \_\_\_\_\_ Firma: *Verduz*

Responsable de la recepción de las muestras: \_\_\_\_\_ Fecha y hora de recepción: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Condiciones en que se recibieron las muestras:  
 Refrigeradas:  Temperatura:   
 Preservadas:  N° de recipientes:   
 Dentro del tiempo de conservación:  N° de recipientes:   
 N° de recipientes totales:  N° de cubetas:   
 Otros (especificar):

SGS-E15.64  
 4.02  
 F.A. Enero 2020

Nota. Laboratorio SGS

Muestra N°3

**SGS** CADENA DE CUSTODIA DE SUELOS, SEDIMENTOS Y LODO **N° 007886**

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jenny K. Vertés Abad  
 Lugar de Imposición: Car Wash DA-K&D-Wash  
 Proyecto: FAV  
 Contacto: \_\_\_\_\_  
 E-mail: jenny.vertes@sgs.com  
 Teléfono: 721632032  
 Fecha de Inicio: 02/09/2021  
 Hora de Inicio: 12:45 pm  
 Muestreado por: \_\_\_\_\_

**ANÁLISIS REQUERIDOS**

Analisis Requeridos: \_\_\_\_\_

**NUMEROS LABORATORIOS**

Laboratorio Calles  
 Avenida Elmer Fournier 2548, Calle 1  
 Teléfono: (51) 511 1300  
 E-mail: pa.international@sgs.com

Laboratorio Arequipa  
 Ernesto Cortés N° 276, Pucallpa Industrial  
 Teléfono: (054) 212006  
 E-mail: arequipa@sgs.com

Laboratorio Cuzco  
 Calle Anacleto Mariscal 237, Av. San Juan Areano  
 Teléfono: (074) 387713  
 E-mail: gpb.hurtado@sgs.com

**OBSERVACIONES**

Item	Estación de Muestreo	Descripción de la Estación	Profundidad (m)	Comentarios STM	Altitud (m s.n.m.)	Matriz	Tipo de Muestra (Sólida / Líquida)	Fecha	Hora	P	V
3	Car Wash DA-K&D	Parte externa del local	0.10		37	Sólido		02/09/21	12:45	3	1

Responsable de la recepción de las muestras: \_\_\_\_\_ Fecha y hora de recepción: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Condiciones en que se recibieron las muestras:  
 Refrigeración:  Temperatura:   
 Protección:  N° de sacos:   
 Dentro del tiempo de conservación:  N° de muestras rotas:   
 N° de recipientes rotos:  N° de codos:   
 Otros (especificar): \_\_\_\_\_

SGS-4195.64  
 4.02  
 F.A. Enero 2020

Nota. Laboratorio SGS

Muestra N°4

**SGS** CADENA DE CUSTODIA DE SUELOS, SEDIMENTOS Y LODO **N° 007887**

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jenny K. Vertés Abad  
 Lugar de Imposición: Wash moto spa J&K  
 Proyecto: FAV  
 Contacto: \_\_\_\_\_  
 E-mail: jenny.vertes@sgs.com  
 Teléfono: 491632033  
 Fecha de Inicio: 02/09/2021  
 Hora de Inicio: 3:00 pm  
 Muestreado por: \_\_\_\_\_

**ANÁLISIS REQUERIDOS**

Analisis Requeridos: \_\_\_\_\_

**NUMEROS LABORATORIOS**

Laboratorio Calles  
 Avenida Elmer Fournier 2548, Calle 1  
 Teléfono: (51) 511 1300  
 E-mail: pa.international@sgs.com

Laboratorio Arequipa  
 Ernesto Cortés N° 276, Pucallpa Industrial  
 Teléfono: (054) 212006  
 E-mail: arequipa@sgs.com

Laboratorio Cuzco  
 Calle Anacleto Mariscal 237, Av. San Juan Areano  
 Teléfono: (074) 387713  
 E-mail: gpb.hurtado@sgs.com

**OBSERVACIONES**

Item	Estación de Muestreo	Descripción de la Estación	Profundidad (m)	Comentarios STM	Altitud (m s.n.m.)	Matriz	Tipo de Muestra (Sólida / Líquida)	Fecha	Hora	P	V
4	Wash moto spa J&K	Parte externa del estacionamiento	0.10		37	Sólido		02/09/21	3:00	3	1

Responsable de la recepción de las muestras: \_\_\_\_\_ Fecha y hora de recepción: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Condiciones en que se recibieron las muestras:  
 Refrigeración:  Temperatura:   
 Protección:  N° de sacos:   
 Dentro del tiempo de conservación:  N° de muestras rotas:   
 N° de recipientes rotos:  N° de codos:   
 Otros (especificar): \_\_\_\_\_

SGS-4195.64  
 4.02  
 F.A. Enero 2020

Nota. Laboratorio SGS

Muestra N°5

**SGS** CADENA DE CUSTODIA DE SUELOS, SEDIMENTOS Y LODO N° 007888

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jerry K. Vargas Nolas  
 Lugar de Instalación: Simba Nolas 14510  
 Proyecto: Foz's  
 Contacto: jerry.vargas@sgs.com  
 Teléfono: 916 520 332  
 Fecha de Inicio: 02/02/2021  
 Hora de Inicio: 2:55 pm  
 Muestreado por: SGS  Cliente   
 Nº de CI: Nº de Pro-Acto

**Fecha de Realización:** 02/02/2021  
**Horario de Realización:** 4:25 pm

**Preservación del Muestreo:** Peridico  No Peridico  Especial

**ANÁLISIS REQUERIDOS**

**MIESTROS LABORATORIOS**

Laboratorio Cufas  
 Avenida Elmer Fausti 2048, Calle 1  
 Teléfono: (011) 547 1360  
 E-mail: ja.laboratorio@sgs.com

Laboratorio Arequipa  
 Ermita Cuellar N° 275, Pucallpa Industrial  
 Teléfono: (070) 212008  
 E-mail: arequipa@sgs.com

Laboratorio Cajamarca  
 Calle Anacleto Márquez 257, Barrera Sur Arequipa  
 Teléfono: (070) 267723  
 E-mail: jca.jan@sgs.com

Nº de CI	Nº de Pro-Acto	Descripción de la Estación	Profundidad (m)	Coordenadas UTM (Easting, Northing)	Altitud (m s.n.m.)	Materia	Tipo de Muestra (Sólida, Líquida)	Fecha	Hora	P	V
5		Puerto externo del subestacionamiento	0.07	9 358 026 000	5 700	Solo	✓	02/02/2021	3	1	1

Inspector responsable: Firma \_\_\_\_\_ Representante del Cliente: Firma \_\_\_\_\_

Responsible de la recepción de las muestras: Fecha y hora de recepción: Firma \_\_\_\_\_

Condiciones en que se recibieron las muestras:  
 Refrigeración:  Temperatura:   
 Preservación:  Nº de botellas:   
 Dentro del tiempo de conservación:  Nº de contenedores:   
 Otros (especificar):  Nº de contenedores:

SGS-R-016-04  
 8 02  
 F.A. Enero 2020

Nota. Laboratorio SGS

Muestra N°6

**SGS** CADENA DE CUSTODIA DE SUELOS, SEDIMENTOS Y LODO N° 007889

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jerry K. Vargas Nolas  
 Lugar de Instalación: Cerro Wash Cerro  
 Proyecto: Foz's  
 Contacto: jerry.vargas@sgs.com  
 Teléfono: 916 520 332  
 Fecha de Inicio: 02/02/2021  
 Hora de Inicio: 4:55 pm  
 Muestreado por: SGS  Cliente   
 Nº de CI: Nº de Pro-Acto

**Fecha de Realización:** 02/02/2021  
**Horario de Realización:** 5:15 pm

**Preservación del Muestreo:** Peridico  No Peridico  Especial

**ANÁLISIS REQUERIDOS**

**MIESTROS LABORATORIOS**

Laboratorio Cufas  
 Avenida Elmer Fausti 2048, Calle 1  
 Teléfono: (011) 547 1360  
 E-mail: ja.laboratorio@sgs.com

Laboratorio Arequipa  
 Ermita Cuellar N° 275, Pucallpa Industrial  
 Teléfono: (070) 212008  
 E-mail: arequipa@sgs.com

Laboratorio Cajamarca  
 Calle Anacleto Márquez 257, Barrera Sur Arequipa  
 Teléfono: (070) 267723  
 E-mail: jca.jan@sgs.com

Nº de CI	Nº de Pro-Acto	Descripción de la Estación	Profundidad (m)	Coordenadas UTM (Easting, Northing)	Altitud (m s.n.m.)	Materia	Tipo de Muestra (Sólida, Líquida)	Fecha	Hora	P	V
6		Cerro Wash Cerro	0.07	9 358 026 000	5 700	Solo	✓	02/02/2021	5:15	3	1

Inspector responsable: Firma \_\_\_\_\_ Representante del Cliente: Firma \_\_\_\_\_

Responsible de la recepción de las muestras: Fecha y hora de recepción: Firma \_\_\_\_\_

Condiciones en que se recibieron las muestras:  
 Refrigeración:  Temperatura:   
 Preservación:  Nº de botellas:   
 Dentro del tiempo de conservación:  Nº de contenedores:   
 Otros (especificar):  Nº de contenedores:

SGS-R-016-04  
 8 02  
 F.A. Enero 2020

Nota. Laboratorio SGS



## Apéndice 2. Procedimientos del laboratorio

Procedimiento del laboratorio para el muestreo, guardo y etiquetado, presentación, control de calidad y recomendaciones

### CARACTERÍSTICAS DE LOS PRESERVANTES ENVIADOS

PRESERVANTE	COMPOSICIÓN	COLOR DE ETIQUETA	FORMA DE EMPAQUE
Bisulfato de Sodio al 20%	PBS		

### MATERIALES POR CADA PARÁMETRO

- 01 Vial VOA numerado para muestra (PBS), conteniendo preservante bisulfato de sodio al 20%, agua y magneto. Uno por cada punto de muestreo
- 02 Viales VOA numerados para muestras de control (PBS), conteniendo preservante bisulfato de sodio al 20%, agua y magneto. Un juego de estos viales por cada 20 puntos de muestreo
- 01 Vial VOA vacío, para la muestra de humedad por cada punto de muestreo
- 01 Blanco Viajero (Vial con agua purificada entregado por el Laboratorio)
- Jeringa de plástico de 10 ml cortada para toma de muestra
- Bolsa de plástico
- Guantes de látex

### 1. MUESTREO

#### Llenado de Viales Numerados VOA

1. Como primer paso, gradúe la jeringa de acuerdo al tipo de suelo; si el suelo fuese arcilloso (lodo o sedimental), sítele el émbolo entre los 2.5 a 3.0 cc (ml); si fuese limoso o arenoso, sítele entre los 3.0 a 3.5 cc (ml).

2. Evitando mover el émbolo de su posición, presione el suelo (lodo o sedimental) con el borde cortado de la jeringa hasta que la muestra ingrese y ocupe todo el espacio hasta el émbolo. No agite ni sacuda la jeringa durante el proceso.

3. En el menor tiempo posible y sin sacudirlo ni perturbarlo, trasvase la muestra al vial VOA, empujando delicadamente el émbolo. Cierre rápida y herméticamente el vial.

4. Si va a coleccionar las muestras de control (debe tomar 2 por cada 20 muestras), repita los pasos 1 y 2 para llenar los 2 viales VOA adicionales.

#### Llenado de Vial para Humedad

Utilizando otra jeringa limpia y procurando coleccionar un volumen mayor, repita el mismo proceso de toma de muestra las veces necesarias hasta llenar completamente el Vial para humedad.

### 2. GUARDADO Y ETIQUETADO

- Para el primer punto de muestreo, llenar los 03 viales numerados VOA (1 muestra y 2 controles) más el Vial para humedad en una bolsa.
- Para los demás puntos de muestreo, colocar solo un VIAL numerado VOA y un VIAL para humedad en una bolsa.
- Completar los datos solicitados en el rótulo y pegarlo encima de las bolsas.

### 3. PRESERVACIÓN

Disponer las muestras en cooler y refrigerar a temperatura menor de 6°C.

### CONTROLES DE CALIDAD

- Por cada parámetro a analizar, entrega un Blanco Viajero que se encuentre debidamente rotulado y dentro de una bolsa de plástico.
- Entrega dos viales numerados VOA para control, por cada 20 puntos de muestras como máximo. A partir del punto 21, llena dos más.

### RECOMENDACIONES

- NO marcar o escribir en la tapa del vial VOA.
- NO pegar etiqueta, ni escribir sobre el Vial VOA NUMERADO preservado para muestra.
- Al introducir la muestra en la jeringa no compactar la muestra.
- Buscar una zona donde la muestra sea representativa, evitando la toma de grava ya que esta puede alterar el peso necesario para el análisis de 5 +/- 0.5 g.

Nota: Compuestos orgánicos volátiles: VOCs, gasolina, BTEX, en suelos, lodos y sedimentos

ENVIDI/CAR-05 R04 FA: Julio 2015

Nota. Laboratorio SGS

## Apéndice 3. Muestras y requisitos

Cantidad de muestras y requisitos mínimos para ensayos ambientales

CANTIDAD DE MUESTRA Y REQUISITOS MINIMOS PARA ENSAYOS DE MUESTRAS AMBIENTALES POR SERVICIO

Señores: JERRY KENTZ VERTIZ ABAD N° O.L: 345268

Fecha: 22 de Junio del 2021

Nro	Determinaciones (Servicio)	Matriz	Método de ensayo	Tipo Envase	Tamaño mínimo de muestra	Tipo Muestra	Preservación	Precauciones	Tiempo de Almacenamiento
1	F2 (kg-C19-C28) (mg/kg) (kg-C28-C41) (mg/kg)	SUELO	EPA Method 8015C, Rev.3, 2007, Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography, (8010) EPA Method 8015C, Rev.3, 2007, Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography, (8200).	Frasco vidrio ámbar 120 ml boca ancha (Tapa roja)	120	PUNTUAL	<= 6°C	Frasco lleno.	14 días
2	Fración de Hidrocarburos F1	SUELO	EPA Method 8015C, Rev.3, 2007, Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography, (8200).	Vial 40ml Ámbar	40	PUNTUAL	VER CARTILLA N°S	1 VIAL DE 40 ML CON AGUA PURIFICADA/BLANCO VIAJERO, POR CADA 20 MUESTRAS O VIALS ENVIAR UNA MUESTRA POR TRIPLICADO. 1 VIAL SIN PRESERVANTE COMPLETAMENTE LLENO DE MUESTRA (HUMEDAD)	7 días

Nota. Laboratorio SGS

## Apéndice 4. Consumo de los establecimientos

### Carwash Zapata – consumo detallado

		<b>ESTADO DE CUENTA</b>				
<b>N° SUMINISTRO</b>	: 6857187	<b>COD. CATASTRAL</b>	: 1-1-3-310-500-1	<b>N° CONTRATO</b>	: 76022	
<b>SERVICIO</b>	: AGUA Y DESAGUE	<b>ESTADO SUMINISTRO</b>	: HABILITADO	<b>VOLUMEN PROMEDIO</b>	: 25.0	
<b>CLIENTE</b>	: DNI 41016352 VELASQUEZ ORDINOLA GRACIELA LUZMILA	<b>ESTADO FACTURACIÓN:</b>	: ACTIVO	<b>ESTADO CONEX. DES.</b>	: ACTIVA	
<b>DIRECCIÓN</b>	: CALL. . 231 -SUB LOTE 2-B2A - ZN. ZONA INDUSTRIAL I	<b>ESTADO PREDIO</b>	: REAL			
<b>TOMA LECTURA</b>	: CORTADA	<b>ESTADO CON. AGUA</b>	: ACTIVA			
<b>MEDIDOR</b>	: 6AA200427	<b>CATEGORÍA</b>	: COM(1)			
<b>TIPO SUMINISTRO</b>	: UNIFAM	<b>CICLO</b>	: CICLO 4 - SECTORES 2,			

FECHA	SERIE NRO.	OPERACIÓN	ESTADO	CARGO	ABONO	SALDO
07/08/2021 23:48:22	S001-03736973-01	FACTURACION DE PENSIONES (08/21)	CANCELADO	136.90	0.00	136.90
02/09/2021 09:12:38	S001-03736973-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (08/21)	CANCELADO	0.00	136.90	0.00
06/09/2021 22:10:51	S001-039937067-01	FACTURACION DE PENSIONES (09/21)	CANCELADO	137.50	0.00	137.50
06/10/2021 08:19:18	S001-039937067-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (09/21)	CANCELADO	0.00	137.50	0.00
07/10/2021 22:41:02	S001-04139775-01	FACTURACION DE PENSIONES (10/21)	CANCELADO	143.90	0.00	143.90
03/11/2021 14:28:34	S001-04139775-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (10/21)	CANCELADO	0.00	143.90	0.00
05/11/2021 22:49:09	S001-04341048-01	FACTURACION DE PENSIONES (11/21)	CANCELADO	148.70	0.00	148.70
06/12/2021 22:58:33	S001-04544439-01	FACTURACION DE PENSIONES (12/21)	CANCELADO	148.80	0.00	297.50
05/01/2022 09:40:31	S001-04341048-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (11/21)	CANCELADO	0.00	148.70	148.80
06/01/2022 09:17:54	S001-04544439-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (12/21)	CANCELADO	0.00	148.80	0.00
06/01/2022 23:13:28	S001-04747209-01	FACTURACION DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	149.70	0.00	149.70
11/01/2022 10:33:15	S001-04747209-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	0.00	149.70	0.00
05/02/2022 22:43:30	S001-04949926-01	FACTURACION DE PENSIONES (02/22)	PENDIENTE	148.00	0.00	148.00
11/03/2022 23:26:50	S001-05153558-01	FACTURACION DE PENSIONES (03/22)	PENDIENTE	160.80	0.00	308.80
07/04/2022 22:38:49	S001-05357410-01	FACTURACION DE PENSIONES (04/22)	PENDIENTE	161.10	0.00	469.90
07/05/2022 23:16:39	S001-05561211-01	FACTURACION DE PENSIONES (05/22)	PENDIENTE	162.50	0.00	632.40
07/06/2022 23:14:27	S001-05786151-01	FACTURACION DE PENSIONES (06/22)	PENDIENTE	163.60	0.00	796.00
07/07/2022 22:58:02	S001-05968620-01	FACTURACION DE PENSIONES (07/22)	PENDIENTE	170.00	0.00	966.00

NEGOCIABLES:		NO NEGOCIABLES:		CONVENIOS:		CARGOS A FACTURAR:	
PENSIONES:	966.00	JUDICIALES:	0.00	NUEVA CONX.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS:	0.00	EN RECLAMO:	0.00	DEUDA	0.00	<b>SANEAMIENTO:</b>	
CUOTAS FACT:	0.00		0.00	D. U.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS COBRANZA:	0.00				0.00		
FACT. Y BOLET. ELEC:	0.00						
NOTAS ELEC:	0.00						
	<b>966.00</b>						

**Nro. de meses de deuda: 6**

Nota. Empresa prestadora de servicios Grau Piura

## Mister FIX – consumo detallado

 <b>ESTADO DE CUENTA</b>					
<b>N° SUMINISTRO</b>	: 7071612	<b>COD. CATASTRAL</b>	: 1-1-3-368-400-1	<b>N° CONTRATO</b>	: 73305
<b>SERVICIO</b>	: ADUJA Y DESAQUE	<b>ESTADO SUMINISTRO</b>	: HABILITADO	<b>VOLUMEN PROMEDIO</b>	: 12.0
<b>CLIENTE</b>	: CORRE. PRO-DIS 07071612 FONDO CASTELLANO JUAN CARLOS	<b>ESTADO FACTURACIÓN:</b>	: ACTIVO	<b>ESTADO CONEX. DES.</b>	: ACTIVA
<b>DIRECCIÓN</b>	: CALL. CRISTOBAL COLON SUB LOT A 7- A - CER. CERCADO	<b>ESTADO PREDIO</b>	: REAL		
<b>TOMA LECTURA</b>	: ACTIVA	<b>ESTADO CON. AGUA</b>	: ACTIVA		
<b>MEDIDOR</b>	: 0818000092	<b>CATEGORÍA</b>	: COM(1)		
<b>TIPO SUMINISTRO</b>	: UNIFAM	<b>CICLO</b>	: CICLO 4 - SECTORES 2.		

FECHA	SERIE NRO.	OPERACIÓN	ESTADO	CARGO	ABONO	SALDO
22/06/2021 10:09:12	5001-03338481-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (06/21)	CANCELADO	0.00	126.70	0.00
07/07/2021 22:28:52	5001-03539040-01	FACTURACION DE PENSIONES (07/21)	CANCELADO	72.80	0.00	72.80
17/07/2021 09:35:42	5001-03539040-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (07/21)	CANCELADO	0.00	72.80	0.00
07/08/2021 23:48:22	5001-03739619-01	FACTURACION DE PENSIONES (08/21)	CANCELADO	45.80	0.00	45.80
03/09/2021 09:20:53	5001-03739619-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (08/21)	CANCELADO	0.00	45.80	0.00
06/09/2021 22:10:51	5001-03940254-01	FACTURACION DE PENSIONES (09/21)	CANCELADO	46.00	0.00	46.00
07/10/2021 11:30:00	5001-03940254-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (09/21)	CANCELADO	0.00	46.00	0.00
07/10/2021 22:41:02	5001-04142619-01	FACTURACION DE PENSIONES (10/21)	CANCELADO	65.00	0.00	65.00
05/11/2021 22:49:09	5001-04344796-01	FACTURACION DE PENSIONES (11/21)	CANCELADO	67.20	0.00	132.20
11/11/2021 10:14:40	5001-04142619-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (10/21)	CANCELADO	0.00	65.00	67.20
11/11/2021 10:14:40	5001-04344796-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (11/21)	CANCELADO	0.00	67.20	0.00
06/12/2021 22:58:33	5001-04547288-01	FACTURACION DE PENSIONES (12/21)	CANCELADO	49.50	0.00	49.50
06/01/2022 23:13:28	5001-04750056-01	FACTURACION DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	113.60	0.00	163.10
20/01/2022 09:45:01	5001-04547288-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (12/21)	CANCELADO	0.00	49.50	113.60
20/01/2022 09:45:02	5001-04750056-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	0.00	113.60	0.00
05/02/2022 22:43:30	5001-04952226-01	FACTURACION DE PENSIONES (02/22)	CANCELADO	125.00	0.00	125.00
11/03/2022 23:26:50	5001-05156408-01	FACTURACION DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	110.50	0.00	235.50
16/03/2022 10:35:57	5001-04952226-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (02/22)	CANCELADO	0.00	125.00	110.50
16/03/2022 10:35:58	5001-05156408-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	0.00	110.50	0.00
07/04/2022 22:38:49	5001-05360265-01	FACTURACION DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	84.50	0.00	84.50
19/04/2022 16:54:38	5001-05360265-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	0.00	84.50	0.00
07/05/2022 23:16:39	5001-05564084-01	FACTURACION DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	53.30	0.00	53.30
06/06/2022 08:38:14	5001-05564084-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	0.00	53.30	0.00
07/06/2022 23:14:27	5001-05768002-01	FACTURACION DE PENSIONES (06/22)	CANCELADO	66.10	0.00	66.10
07/07/2022 22:58:02	5001-05971473-01	FACTURACION DE PENSIONES (07/22)	CANCELADO	49.10	0.00	115.20
20/07/2022 13:25:27	5001-05768002-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (06/22)	CANCELADO	0.00	66.10	49.10
20/07/2022 13:25:27	5001-05971473-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (07/22)	CANCELADO	0.00	49.10	0.00

Nota. Empresa prestadora de servicios Grau Piura

## Mister FIX – resumen de consumo

NEGOCIABLES:		NO NEGOCIABLES:		CONVENIOS:		CARGOS A FACTURAR:	
PENSIONES:	0.00	JUDICIALES:	0.00	NUEVA CONX.	0.00	TOTAL:	0.07
NOTAS:	0.00	EN RECLAMO:	0.00	DEUDA	0.00	<b>SANEAMIENTO:</b>	
CUOTAS FACT:	0.00		<b>0.00</b>	D. U.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS COBRANZA:	0.00				<b>0.00</b>		
FACT. Y BOLET. ELEC:	0.00						
NOTAS ELEC:	0.00						
	<b>0.00</b>						
<b>Nro. de meses de deuda: 0</b>							

*Nota.* Empresa prestadora de servicios Grau Piura

## Wash moto Spa "IÑAKI" – consumo detallado

		<b>ESTADO DE CUENTA</b>			
<b>N° SUMINISTRO</b>	: 10055788	<b>COD. CATASTRAL</b>	: 1-1-1-128-1500-1	<b>N° CONTRATO</b>	: 31318
<b>SERVICIO</b>	: AGUA Y DESAGUE	<b>ESTADO SUMINISTRO</b>	: HABILITADO		
<b>CLIENTE</b>	: DNI 02800289 PASAPERA PEÑA EDEIL	<b>VOLUMEN PROMEDIO</b>	: 28.0		
<b>DIRECCIÓN</b>	: CALL. JOSE GALVEZ MZA U LTE-19 - AH. 18 DE MAYO	<b>ESTADO FACTURACIÓN:</b>	: ACTIVO		
<b>TOMA LECTURA</b>	: CORTADA	<b>ESTADO CONEX. DES.</b>	: ACTIVA		
<b>MEDIDOR</b>	: 10AA103183	<b>CATEGORÍA</b>	: DOM-1(1)	<b>ESTADO PREDIO</b>	: REAL
<b>TIPO SUMINISTRO</b>	: UNIFAM	<b>CICLO</b>	: CICLO 02 - SECTORES 1,		

FECHA	SERIE NRO.	OPERACIÓN	ESTADO	CARGO	ABONO	SALDO
12/10/2021 22:18:15	S001-04194351-01	FACTURACION DE PENSIONES (10/21)	CANCELADO	48.00	0.00	48.00
20/10/2021 17:11:53	S001-04194351-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (10/21)	CANCELADO	0.00	48.00	0.00
11/11/2021 22:28:31	S001-04368552-01	FACTURACION DE PENSIONES (11/21)	CANCELADO	49.80	0.00	49.80
30/11/2021 12:24:50	S001-04368552-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (11/21)	CANCELADO	0.00	49.80	0.00
11/12/2021 01:17:40	S001-04569087-01	FACTURACION DE PENSIONES (12/21)	CANCELADO	49.80	0.00	49.80
28/12/2021 11:31:56	S001-04569087-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (12/21)	CANCELADO	0.00	49.80	0.00
11/01/2022 22:29:07	S001-04771847-01	FACTURACION DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	49.80	0.00	49.80
02/02/2022 11:41:59	S001-04771847-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	0.00	49.80	0.00
10/02/2022 22:37:28	S001-04974233-01	FACTURACION DE PENSIONES (02/22)	CANCELADO	49.80	0.00	49.80
02/03/2022 10:28:48	S001-04974233-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (02/22)	CANCELADO	0.00	49.80	0.00
12/03/2022 22:49:08	S001-05201252-01	FACTURACION DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	54.80	0.00	54.80
30/03/2022 10:42:35	S001-05201252-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	0.00	54.80	0.00
12/04/2022 22:21:53	S001-05382203-01	FACTURACION DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	54.80	0.00	54.80
04/05/2022 10:49:15	S001-05382203-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	0.00	54.80	0.00
12/05/2022 23:40:34	S001-05585985-01	FACTURACION DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	54.80	0.00	54.80
31/05/2022 11:59:46	S001-05585985-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	0.00	54.80	0.00
11/06/2022 23:20:50	S001-05812871-01	FACTURACION DE PENSIONES (06/22)	CANCELADO	54.80	0.00	54.80
02/07/2022 11:13:53	S001-05812871-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (06/22)	CANCELADO	0.00	54.80	0.00
12/07/2022 23:36:42	S001-05963451-01	FACTURACION DE PENSIONES (07/22)	CANCELADO	56.90	0.00	56.90
02/08/2022 10:45:45	S001-05963451-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (07/22)	CANCELADO	0.00	56.90	0.00

NEGOCIABLES:		NO NEGOCIABLES:		CONVENIOS:		CARGOS A FACTURAR:	
PENSIONES:	0.00	JUDICIALES:	0.00	NUEVA CONX.	0.00	TOTAL:	0.15
NOTAS:	0.00	EN RECLAMO:	0.00	DEUDA	0.00	SANEAMIENTO:	
CUOTAS FACT:	0.00		0.00	D. U.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS COBRANZA:	0.00				0.00		
FACT. Y BOLET. ELEC:	0.00						
NOTAS ELEC:	0.00						
	0.00						

**Nro. de meses de deuda: 0**

Nota. Empresa prestadora de servicios Grau Piura

## Jumbo autoservicios – consumo detallado

		<b>ESTADO DE CUENTA</b>				
<b>N° SUMINISTRO</b>	: 76036872	<b>COD. CATASTRAL</b>	: 1-1-12-125-750-1	<b>N° CONTRATO</b>	: 239331	
<b>SERVICIO</b>	: AGUA Y DESAGUE	<b>ESTADO SUMINISTRO</b>	: HABILITADO	<b>VOLUMEN PROMEDIO</b>	: 57.0	
<b>CLIENTE</b>	: DNI 02803750 MANUEL GREGORIO SANDOVAL JUAREZ	<b>ESTADO FACTURACIÓN:</b>	: ACTIVO	<b>ESTADO CONEX. DES.</b>	: ACTIVA	
<b>DIRECCIÓN</b>	: AV. SEPARADORA - URB. LOS JARDINES - EX-CORPIJURA MZ. MZA	<b>ESTADO PREDIO</b>	: REAL			
<b>TOMA LECTURA</b>	: CORTADA	<b>ESTADO CON. AGUA</b>	: ACTIVA			
<b>MEDIDOR</b>	: GA19004848	<b>CATEGORÍA</b>	: COM(1)			
<b>TIPO SUMINISTRO</b>	: UNIFAM	<b>CICLO</b>	: CICLO 3 - SECTORES 5, 8,			

FECHA	SERIE NRO.	OPERACIÓN	ESTADO	CARGO	ABONO	SALDO
19/07/2021 08:46:45	S001-035503750-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (07/21)	CANCELADO	0.00	319.20	0.00
12/08/2021 23:21:55	S001-03794483-01	FACTURACION DE PENSIONES (08/21)	CANCELADO	317.40	0.00	317.40
09/09/2021 12:18:54	S001-03794483-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (09/21)	CANCELADO	0.00	317.40	0.00
13/09/2021 22:12:35	S001-03989832-01	FACTURACION DE PENSIONES (09/21)	CANCELADO	318.90	0.00	318.90
12/10/2021 22:23:30	S001-04197283-01	FACTURACION DE PENSIONES (10/21)	CANCELADO	333.80	0.00	652.50
28/10/2021 17:00:48	S001-03989832-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (09/21)	CANCELADO	0.00	318.90	333.80
11/11/2021 22:38:34	S001-04399499-01	FACTURACION DE PENSIONES (11/21)	CANCELADO	378.80	0.00	712.40
15/11/2021 08:47:28	S001-04197283-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (10/21)	CANCELADO	0.00	333.80	378.80
11/12/2021 11:01:58	S001-04802044-01	FACTURACION DE PENSIONES (12/21)	CANCELADO	345.10	0.00	723.90
15/12/2021 09:23:59	S001-04399499-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (11/21)	CANCELADO	0.00	378.80	345.10
11/01/2022 14:22:28	S001-04802044-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (12/21)	CANCELADO	0.00	345.10	0.00
11/01/2022 22:29:59	S001-04804808-01	FACTURACION DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	345.30	0.00	345.30
10/02/2022 22:48:02	S001-05001808-01	FACTURACION DE PENSIONES (02/22)	CANCELADO	344.80	0.00	690.10
18/02/2022 08:13:33	S001-04804808-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	0.00	345.30	344.80
12/03/2022 22:49:30	S001-05198339-01	FACTURACION DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	372.70	0.00	717.50
30/03/2022 11:24:15	S001-05001808-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (02/22)	CANCELADO	0.00	344.80	372.70
12/04/2022 22:29:15	S001-05415243-01	FACTURACION DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	373.50	0.00	746.20
25/04/2022 15:40:37	S001-05198339-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	0.00	372.70	373.50
12/05/2022 23:48:51	S001-05619002-01	FACTURACION DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	372.80	0.00	746.10
24/05/2022 07:30:41	S001-05415243-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	0.00	373.50	372.80
11/06/2022 23:21:02	S001-05807024-01	FACTURACION DE PENSIONES (06/22)	CANCELADO	372.90	0.00	745.50
22/06/2022 07:15:28	S001-05619002-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	0.00	372.80	372.90
12/07/2022 23:43:38	S001-08028461-01	FACTURACION DE PENSIONES (07/22)	PENDIENTE	386.60	0.00	759.50
25/07/2022 18:09:10	S001-05807024-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (06/22)	CANCELADO	0.00	372.90	386.60

Nota. Empresa prestadora de servicios Grau Piura

## Jumbo autoservicios – resumen de consumo

NEGOCIABLES:		NO NEGOCIABLES:		CONVENIOS:		CARGOS A FACTURAR:	
PENSIONES:	386.60	JUDICIALES:	0.00	NUEVA CONX.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS:	0.00	EN RECLAMO:	0.00	DEUDA	0.00	<b>SANEAMIENTO:</b>	
CUOTAS FACT:	0.00		<b>0.00</b>	D. U.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS COBRANZA:	0.00				<b>0.00</b>		
FACT. Y BOLET. ELEC:	0.00						
NOTAS ELEC:	0.00						
	<b>386.60</b>						
<b>Nro. de meses de deuda: 1</b>							

*Nota.* Empresa prestadora de servicios Grau Piura

## Carwash Bruno

 <b>ESTADO DE CUENTA</b>		
N° SUMINISTRO : 7250040	COD. CATASTRAL : 1-1-12-298-50-1	N° CONTRATO : 81221
SERVICIO : AGUA Y DESAGUE	ESTADO SUMINISTRO : HABILITADO	VOLUMEN PROMEDIO : 19.0
CLIENTE : DNI 02825408 GARCIA PALACIOS EDUARDO	ESTADO FACTURACIÓN: ACTIVO	ESTADO CONEX. DES. : ACTIVA
DIRECCIÓN : CALL. LOS GLADIOLOS MAZ C LOT 13 - URB. LOS JARDINES - EX-	ESTADO CON. AGUA : ACTIVA	ESTADO PREDIO : REAL
TOMA LECTURA : CORTADA	CATEGORÍA : COM(1)	
MEDIDOR : 8742958	CICLO : CICLO 3 - SECTORES 5, 8,	
TIPO SUMINISTRO : UNIFAM		

FECHA	SERIE NRO.	OPERACIÓN	ESTADO	CARGO	ABONO	SALDO
16/12/2021 17:08:41	S001-04587020-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (12/21)	CANCELADO	0.00	113.80	0.00
11/01/2022 22:29:59	S001-04790895-01	FACTURACION DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	113.30	0.00	113.30
10/02/2022 22:48:02	S001-04989432-01	FACTURACION DE PENSIONES (02/22)	CANCELADO	113.80	0.00	227.10
03/03/2022 10:55:17	S001-04790895-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	0.00	113.30	113.80
12/03/2022 22:49:30	S001-05182173-01	FACTURACION DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	123.10	0.00	236.90
12/04/2022 22:29:15	S001-05401099-01	FACTURACION DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	123.50	0.00	360.40
13/04/2022 16:12:52	S001-04989432-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (02/22)	CANCELADO	0.00	113.80	246.60
13/04/2022 16:12:52	S001-05182173-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	0.00	123.10	123.50
13/04/2022 16:12:53	S001-05401099-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	0.00	123.50	0.00
12/05/2022 23:48:51	S001-05804889-01	FACTURACION DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	122.10	0.00	122.10
11/06/2022 23:21:02	S001-05793792-01	FACTURACION DE PENSIONES (06/22)	CANCELADO	122.80	0.00	244.90
28/06/2022 11:52:28	S001-05804889-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	0.00	122.10	122.80
28/06/2022 12:13:58	S001-05793792-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (06/22)	CANCELADO	0.00	122.80	0.00
12/07/2022 23:43:38	S001-08012339-01	FACTURACION DE PENSIONES (07/22)	PENDIENTE	127.10	0.00	127.10

NEGOCIABLES:		NO NEGOCIABLES:		CONVENIOS:		CARGOS A FACTURAR:	
PENSIONES:	127.10	JUDICIALES:	0.00	NUEVA CONX.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS:	0.00	EN RECLAMO:	0.00	DEUDA	0.00	<b>SANEAMIENTO:</b>	
CUOTAS FACT:	0.00		0.00	D. U.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS COBRANZA:	0.00				0.00		
FACT. Y BOLET. ELEC:	0.00						
NOTAS ELEC:	0.00						
	<b>127.10</b>						

Nro. de meses de deuda: 1

Nota. Empresa prestadora de servicios Grau Piura

## Carwash R&amp;R- consumo detallado

 <b>ESTADO DE CUENTA</b>					
N° SUMINISTRO	: 7264897	COD. CATASTRAL	: 1-1-11-278-950-1	N° CONTRATO	: 80480
SERVICIO	: AGUA Y DESAGUE	ESTADO SUMINISTRO	: HABILITADO	VOLUMEN PROMEDIO	: 30.0
CLIENTE	: DNI 10888087 GRANDEZ MORI ASUNTA MAGALI	ESTADO FACTURACIÓN:	: ACTIVO	ESTADO CONEX. DES.	: CORTADA
DIRECCIÓN	: CALL. MAZ B LOTE 16 - URB. SANTA MARGARITA V ETAPA	ESTADO CONEX. DES.	: CORTADA	ESTADO PREDIO	: REAL
TOMA LECTURA	: ACTIVA	ESTADO CON. AGUA	: CORTADA		
MEDIDOR	: FA18061189	CATEGORÍA	: DOM-2(1),COM(1)		
TIPO SUMINISTRO	: UNIFAM	CICLO	: CICLO 3 - SECTORES 5, 8,		

FECHA	SERIE NRO.	OPERACIÓN	ESTADO	CARGO	ABONO	SALDO
26/01/2022 14:33:47	S001-04790902-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (01/22)	CANCELADO	0.00	232.80	0.00
10/02/2022 22:48:02	S001-04989626-01	FACTURACION DE PENSIONES (02/22)	CANCELADO	209.70	0.00	209.70
12/03/2022 22:49:30	S001-05182379-01	FACTURACION DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	157.20	0.00	366.90
12/04/2022 22:29:15	S001-05401305-01	FACTURACION DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	103.40	0.00	470.30
27/04/2022 09:38:34	S001-04989626-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	0.00	209.70	260.60
27/04/2022 09:38:35	S001-05182379-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	0.00	157.20	103.40
12/05/2022 23:48:51	S001-05605076-01	FACTURACION DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	98.60	0.00	202.00
11/06/2022 23:21:02	S001-05793999-01	FACTURACION DE PENSIONES (06/22)	PENDIENTE	160.50	0.00	362.50
29/06/2022 14:00:57	S001-05401305-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (04/22)	CANCELADO	0.00	103.40	259.10
29/06/2022 14:00:57	S001-05605076-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (05/22)	CANCELADO	0.00	98.60	160.50
12/07/2022 23:43:38	S001-06012546-01	FACTURACION DE PENSIONES (07/22)	PENDIENTE	171.20	0.00	331.70

NEGOCIABLES:		NO NEGOCIABLES:		CONVENIOS:		CARGOS A FACTURAR:	
PENSIONES:	331.70	JUDICIALES:	0.00	NUEVA CONX.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS:	0.00	EN RECLAMO:	0.00	DEUDA	0.00	<b>SANEAMIENTO:</b>	
CUOTAS FACT:	0.00		0.00	D. U.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS COBRANZA:	0.00				0.00		
FACT. Y BOLET. ELEC:	0.00						
NOTAS ELEC:	0.00						
	<b>331.70</b>						

**Nro. de meses de deuda: 2**

Nota. Empresa prestadora de servicios Grau Piura

Sin nombre – consumo detallado

		<b>ESTADO DE CUENTA</b>				
<b>N° SUMINISTRO</b>	: 78036890	<b>COD. CATASTRAL</b>	: 1-1-11-458-2050-1	<b>N° CONTRATO</b>	: 239354	
<b>SERVICIO</b>	: AGUA Y DESAGUE	<b>ESTADO SUMINISTRO</b>	: HABILITADO			
<b>CLIENTE</b>	: DNI 42023872 DANTE YASMANY GARCÉS ABENDAÑO	<b>VOLUMEN PROMEDIO</b>	: 30.0			
<b>DIRECCIÓN</b>	: AV. LOS DIAMANTES - APV. ENTEL PERU MZ. MZA C LT. 04	<b>ESTADO FACTURACIÓN:</b>	: ACTIVO			
<b>TOMA LECTURA</b>	: ACTIVA	<b>ESTADO CON. AGUA</b>	: ACTIVA	<b>ESTADO CONEX. DES.</b>	: ACTIVA	
<b>MEDIDOR</b>	: FA19096880	<b>CATEGORÍA</b>	: DOM-2(1)	<b>ESTADO PREDIO</b>	: REAL	
<b>TIPO SUMINISTRO</b>	: UNIFAM	<b>CICLO</b>	: CICLO 3 - SECTORES 5, 8,			

FECHA	SERIE NRO.	OPERACIÓN	ESTADO	CARGO	ABONO	SALDO
28/03/2022 11:04:17	S001-05198341-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (03/22)	CANCELADO	0.00	126.10	197.30
12/04/2022 22:29:15	S001-05415245-01	FACTURACION DE PENSIONES (04/22)(F-1-24/209912)	CANCELADO	114.08	0.00	311.38
04/05/2022 22:25:45	S001-05415245-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (04/22)(F-1-24/209912)	CANCELADO	0.00	114.08	197.30
04/05/2022 22:25:45	S001-05415245-01	PAGO DE CUOTA DE FRACCIONAMIENTO POR DU (04/22)(F-1-24/209912)	CANCELADO	0.00	8.22	189.08
12/05/2022 23:48:51	S001-05819004-01	FACTURACION DE PENSIONES (05/22)(F-2-24/209912)	CANCELADO	134.58	0.00	323.66
11/06/2022 23:21:02	S001-05807026-01	FACTURACION DE PENSIONES (06/22)(F-3-24/209912)	PENDIENTE	85.58	0.00	409.24
03/07/2022 12:55:12	S001-05819004-01	PAGO RECIBO DE PENSIONES (05/22)(F-2-24/209912)	CANCELADO	0.00	134.58	274.66
03/07/2022 12:55:12	S001-05819004-01	PAGO DE CUOTA DE FRACCIONAMIENTO POR DU (05/22)(F-2-24/209912)	CANCELADO	0.00	8.22	266.44
12/07/2022 23:43:38	S001-06026483-01	FACTURACION DE PENSIONES (07/22)(F-4-24/209912)	PENDIENTE	118.68	0.00	385.12

NEGOCIABLES:		NO NEGOCIABLES:		CONVENIOS:		CARGOS A FACTURAR:	
PENSIONES:	204.28	JUDICIALES:	0.00	NUEVA CONX.	0.00	TOTAL:	0.00
NOTAS:	0.00	EN RECLAMO:	0.00	DEUDA	0.00	<b>SANEAMIENTO:</b>	
CUOTAS FACT:	18.44		0.00	D. U.	184.42	TOTAL:	0.00
NOTAS COBRANZA:	0.00				164.42		
FACT. Y BOLET. ELEC:	0.00						
NOTAS ELEC:	0.00						
	<b>220.70</b>						

**Nro. de meses de deuda: 2**

Nota. Empresa prestadora de servicios Grau Piura

## Apéndice 5. Evidencia fotográfica del proceso de muestreo y medición

### Medición - Carwash Zapata



*Nota.* Elaboración propia.

## Medición dos - Carwash Zapata



*Nota.* Elaboración propia.

## Toma de muestra – Jumbo autoservicio



*Nota.* Elaboración propia.

Toma de muestra – Sin nombre



*Nota.* Elaboración propia.

**Apéndice 6. Lista de cotejo de los insumos utilizados en el lavado de vehículos**

<b>Formato No. 01. Nivel de impacto al ambiente</b>						
<b>Nombre del Carwash:</b>						
<b>Fecha:</b>	<b>Nivel de impacto negativo al ambiente</b>					
<b>Insumo</b>	Nada (0)	Bajo (1)	Medio (2)	Alto (4)	Total	No aplica
Silicona						
Aceites						
Grasas						
Cera						
Lubricantes						
Shampoo						
<b>Puntuación</b>						
<b>Porcentaje de impacto</b>						
<b>Observaciones:</b>						
<b>Nombre y firma del encargado:</b>						

*Nota.* Elaboración propia.