

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

REMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS APLICANDO EL MÉTODO LANDFARMING EN EL SECTOR TRUCHA DE ORO, DISTRITO DE CATILLUC, PROVINCIA DE SAN MIGUEL – CAJAMARCA

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

Bachiller: MAURO GIANCARLO CENTURIÓN ZAMORA

Asesor:

Dr. WILFREDO POMA ROJA

Cajamarca, Perú

2023

COPYRIGHT © 2023 by
MAURO GIANCARLO CENTURIÓN ZAMORA
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

REMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS APLICANDO EL MÉTODO LANDFARMING EN EL SECTOR TRUCHA DE ORO, DISTRITO DE CATILLUC, PROVINCIA DE SAN MIGUEL – CAJAMARCA

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

Bachiller: MAURO GIANCARLO CENTURIÓN ZAMORA

JURADO EVALUADOR

Dr. Wilfredo Poma Rojas
Asesor

Dr. Valentín Víctor Paredes Oliva
Jurado Evaluador

Dr. Alejandro Claudio Lagos Manrique
Jurado Evaluador

Dr. Juan Francisco Huamán Vidaurre
Jurado Evaluador

Cajamarca, Perú

2023



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16:00 horas, del día 15 de marzo de dos mil veintitrés, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. VALENTIN VICTOR PAREDES OLIVA**, **Dr. ALEJANDRO CLAUDIO LAGOS MANRIQUE**, **Dr. JOSE FRANCISCO HUAMÁN VIDAURRE** y en calidad de Asesor el **Dr. WILFREDO POMA ROJAS**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: **“REMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS APLICANDO EL MÉTODO LANDFARMING EN EL SECTOR TRUCHA DE ORO, DISTRITO DE CATILLUC, PROVINCIA DE SAN MIGUEL -CAJAMARCA”**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó A. P. A. B. S. O. con la calificación de MEJORADO EXCELENTE la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bachiller en Ingeniería Ambiental MAURO GIANCARLO CENTURIÓN ZAMORA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en Gestión Ambiental.

Siendo las 17:15 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Wilfredo Poma Rojas
Asesor

.....
Dr. Valentin Victor Paredes Oliva
Jurado Evaluador

.....
Dr. Alejandro Claudio Lagos Manrique
Jurado Evaluador

.....
Dr. Juan Francisco Huamán Vidaurre
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza y voluntad para superarme día a día.

A mis padres Mauro Centurión Vargas y Elizabeth Zamora Abanto, por su tiempo de dedicación y sacrificio en cada etapa de mi vida académica y profesional.

A mi hija Ivanna Centurión Chávez, que me motiva a perseguir los objetivos trazados en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor, Dr. Wilfredo Poma Rojas por su constante apoyo y aporte de conocimientos aportados para el desarrollo de cada etapa de esta investigación.

Al ingeniero Julio Olivera Vega, que constantemente fue dirigiéndome en el desarrollo del proyecto, como líder y mentor para la toma de decisiones.

Igualmente, a cada una de las personas que influyeron de manera positiva para concluir satisfactoriamente este proyecto.

CONTENIDO

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes de la Investigación	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales	5
2.1.3. Antecedentes Locales.....	7
2.2. Bases teóricas	7
2.2.1. El suelo.....	7
2.2.2. Componentes del suelo	8
2.2.3. Horizontes del suelo.....	9

2.2.4. La contaminación del suelo.....	10
2.2.5. Tipos de contaminación del suelo.....	11
2.2.6. Los hidrocarburos de petróleo.....	12
2.2.7. Contaminación de suelos por hidrocarburos.....	13
2.2.8. Fracciones de hidrocarburos.....	14
2.2.9. Los efectos del petróleo en el suelo.....	14
2.2.10. La calidad ambiental del suelo.....	15
2.2.11. Estándar de la Calidad Ambiental (ECA).....	16
2.2.12. Estándar de Calidad Ambiental para Suelo.....	16
2.2.13. La remediación ambiental.....	17
2.2.14. Métodos de remediación ambiental de suelos.....	18
2.2.15. El Landfarming.....	19
CAPÍTULO III.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Ubicación del trabajo de investigación.....	21
3.2. Descripción de las zonas de muestreo.....	23
3.2.1. Clima.....	23
3.2.2. Geología.....	25
3.2.3. Suelos.....	27
3.2.4. Geomorfología.....	28

3.2.5. Hidrología	29
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.3.1. Identificación del área impactada	31
3.3.2. Muestreo de identificación.....	32
3.3.3. Determinación de los niveles de profundidad.....	33
3.3.4. Muestreo de zonas contaminadas.....	34
3.3.5. Movimiento de tierras	34
3.3.6. Adecuación de zona de tratamiento	35
3.3.7. Proceso de Landfarming	37
3.3.8. Control del proceso de Landfarming	38
3.4. Equipos, materiales e insumos	39
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	42
3.5.1. Identificación de procesamiento y análisis de datos	42
3.5.2. Muestreo de identificación.....	43
3.5.3. Muestreo de evaluación	43
3.5.4. Representación de resultados	44
3.5.5. Experiencia de remediación	45
CAPÍTULO IV.....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. Determinación del área afectada	46

4.2. Determinación de los niveles de profundidad.....	50
4.3. Control de movimiento de tierras.....	62
4.4. Monitoreo del proceso de Landfarming.....	63
4.5. Monitoreo de calidad ambiental de suelo	71
4.5.1. Segundo monitoreo de calidad suelo	73
4.5.2. Tercer monitoreo de calidad de suelo	75
4.5.3. Cuarto monitoreo de calidad de suelo.....	77
4.6. Experiencia de remediación	78
4.7. Discusión de resultados.....	79
4.8. Contrastación de hipótesis	80
CAPÍTULO V.....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
CAPÍTULO VI.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
CAPÍTULO VII	90
APÉNDICE.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Horizontes del suelo	10
Figura 2. Contaminación local y difusa del suelo.....	11
Figura 3. Contaminación local y difusa del suelo.....	12
Figura 4. Métodos distintos de aplicación de la técnica de Landfarming.....	20
Figura 5. Croquis de ubicación de la zona del derrame de petróleo	22
Figura 6. Croquis de ubicación de la zona del tratamiento.....	22
Figura 7. Unidades Geológicas en Zonas de Accidente y tratamiento	26
Figura 8. Unidades de suelos en zona de accidente y tratamiento.....	288
Figura 9. Unidades geomorfológicas de la Zona de accidentes y tratamiento.....	29
Figura 10. Cuerpo de agua superficial en el entorno de la zona de incidencia y tratamiento.....	30
Figura 11. Modelo de cadena de custodia empleada para la toma de muestras.....	33
Figura 12. Vista de horizonte de suelo, calicata 03	36
Figura 13. Acondicionamiento de cancha de tratamiento.....	37
Figura 14. Proceso de volteo mecánico en zona 02	38
Figura 15. Valores máximos obtenidos para BTEX en zona de tratamiento 01	65
Figura 16. Valores máximos obtenidos para BTEX en zona de tratamiento 02.....	67
Figura 17. Valores máximos obtenidos para BTEX en zona de tratamiento 03.....	69
Figura 18. Valores máximos obtenidos para BTEX en zona de tratamiento 04.....	71
Figura 19. Resultados del monitoreo de calidad de suelo inicial vs. ECA suelo.....	73
Figura 20. Resultados del segundo monitoreo de calidad de suelo vs ECA suelo	75
Figura 21. Resultados del tercer monitoreo de calidad de suelo vs. ECA suelo.....	76
Figura 22. Resultados del cuarto monitoreo de calidad de suelo vs. ECA suelo.....	78
Figura 23. Camión cisterna en lugar de incidencia.....	89

Figura 24. Zona de drenaje de zona 02	89
Figura 25. Camión cisterna en lugar de la incidencia	91
Figura 26. Acciones de contingencia	91
Figura 27. Toma de muestras zona 02 luego de producido el accidente	92
Figura 28. Toma de muestras zona 02 luego de producido el accidente	92
Figura 29. Toma de muestras zona 02 en segunda etapa	93
Figura 30. Toma de muestras zona 02 en segunda etapa	93
Figura 31. Adición de pacas de arroz para evitar la escorrentía del contaminante.....	94
Figura 32. Movimiento de tierras.....	94
Figura 33. Movimiento de tierras.....	95
Figura 34. Movimiento de tierras.....	95
Figura 35. Mapas	129

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estándares de calidad ambiental de suelo.....	17
Tabla 2 . Vías de exposición comunes en sitios contaminados con petróleo	19
Tabla 3. Coordenadas de punto de accidente y tratamiento.....	21
Tabla 4. Ubicación de la estación meteorológica “Quilcate”	23
Tabla 5. Valores de precipitación mensual (mm).	24
Tabla 6. Valores de temperatura media mensual (°C)	24
Tabla 7. Valores de humedad relativa media mensual (%)	25
Tabla 8. Identificación y descripción de unidades geológicas en las zonas de incidencia y tratamiento.	26
Tabla 9. Identificación y descripción de suelos en la zona de estudio	27
Tabla 10. Identificación y descripción de unidades geomorfológicas en la zona de estudio.	29
Tabla 11. Formato de características e identificación de zonas de muestreo	32
Tabla 12. Determinación del nivel de profundidad de infiltración del Diesel – B5 en zona impactada	33
Tabla 13. Ficha de registro de unidades vehiculares	35
Tabla 14. Formato control de elementos físicos durante actividad de Landfarming.....	39
Tabla 15. Equipos empleados durante la investigación	39
Tabla 16. Equipos empleados durante la investigación	40
Tabla 17. Materiales empleados durante la investigación	41
Tabla 18. Insumos empleados durante la investigación.....	42
Tabla 19. Tipo de ensayo según parámetro de evaluación	43
Tabla 20. Método de ensayo empleado según D.S. N° 011-2017-MINAM.....	44
Tabla 21. Ficha de identificación de área impactada.....	46

Tabla 22. Ubicación de las zonas en función de sus características físicas y el componente ambiental afectado.....	50
Tabla 23. Ficha de determinación de niveles de profundidad en zona 01	51
Tabla 24. Ficha de determinación de niveles de profundidad en zona 02	52
Tabla 25. Ficha de determinación de niveles de profundidad en Zona 03.	54
Tabla 26. Ficha de registro de movimiento de tierras (resumen).	63
Tabla 27. Ficha de registro de control de BTEX en zona de tratamiento 01	64
Tabla 28. Ficha de registro de control de BTEX en zona de tratamiento 02	66
Tabla 29. Ficha de registro de control de BTEX en zona de tratamiento 03	68
Tabla 30. Ficha de registro de control de BTEX en zona de tratamiento 04	70
Tabla 31. Resultados de monitoreo inicial de calidad de suelos.....	72
Tabla 32. Resultados de segundo monitoreo de calidad de suelos	74
Tabla 33. Resultados del tercer monitoreo de calidad de suelos	76
Tabla 34. Resultados del cuarto monitoreo de calidad de suelos	77
Tabla 35. Resultados de concentración inicial y final F2 y F3.....	78
Tabla 36. Resultados de la experiencia de remediación (%)	79
Tabla 37. Registro de movimiento de tierras	96

LISTA DE ABREVIACIONES

BTEX: Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno.

D.S.: Decreto Supremo

MINAM: Ministerio del Ambiente

OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

PAHs: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

pH: Potencial de Hidrógeno.

TPH: Hidrocarburos totales de petróleo.

RESUMEN

La investigación se basó en la identificación del nivel de contaminación de suelos agrícolas contaminados con hidrocarburos en el sector Trucha de Oro (San Miguel – Cajamarca) y su remediación a través de la aplicación del método de Landfarming. De esta forma se determinó que existió un derrame de 6 995 gls. de hidrocarburo, afectando una totalidad de 17779 m² de suelo agrícola. Por esta razón se establecieron tres (03) zonas de identificación, evaluación y remoción de suelo agrícola contaminado, el cual contenía concentraciones iniciales de 2108 mg/kg de fracciones de hidrocarburos F2 y F3 y alcanzó un volumen total de 14130 m³. Todo el material fue trasladado hacia una zona alterna para la aplicación del método de Landfarming ex situ (fuera del lugar del accidente). Las actividades principales desarrolladas en este proceso de tratamiento fue el volteo mecánico a través del empleo de maquinaria pesada, la medición y seguimiento de las concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y concentraciones de hidrocarburos F2 y F3 respectivamente hasta lograr concentraciones menores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) suelo. Todo este procedimiento tuvo una duración aproximada de 3 meses desde el movimiento de la totalidad del volumen de suelo agrícola contaminado. Finalmente, se pudo determinar que la eficiencia de remediación de suelos agrícolas contaminados con hidrocarburos fue de 91.32 % y 99.53% para los parámetros Fracción de Hidrocarburos F2 y F3, garantizando la aplicación de este método en futuras experiencias relacionadas al derrame de hidrocarburos en zonas alto andinas.

Palabras clave: Derrame, hidrocarburos, tratamiento, remediación, estándares, eficiencia.

ABSTRACT

The research was based on the identification of the level of contamination of agricultural soils contaminated with hydrocarbons in the Trucha de Oro sector (San Miguel - Cajamarca) and its remediation through the application of the Landfarming method. In this way it was determined that there was a spill of 6 995 gls. of hydrocarbon, affecting a total of 17779 m² of agricultural soil. For this reason, three (03) zones were established for identification, evaluation and removal of contaminated agricultural soil, which contained initial concentrations of 2108 mg/kg of F2 and F3 hydrocarbon fractions and reached a total volume of 14130 m³. All the material was moved to an alternate area for the application of the ex situ Landfarming method (outside the accident site). The main activities developed in this treatment process were the mechanical turning through the use of heavy machinery, the measurement and monitoring of the concentrations of Volatile Organic Compounds (VOC) and concentrations of hydrocarbons F2 and F3 respectively until achieving concentrations below the Environmental Quality Standards (EQS) soil. This whole procedure lasted approximately 3 months from the movement of the entire volume of contaminated agricultural soil. Finally, it was determined that the remediation efficiency of agricultural soils contaminated with hydrocarbons was 91.32 % and 99.53% for the parameters F2 and F3 hydrocarbon fraction, guaranteeing the application of this method in future experiences related to hydrocarbon spills in high Andean zones.

Key words: Spill, hydrocarbons, treatment, remediation, standards, efficiency.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El empleo de combustibles fósiles ha aumentado el riesgo por contaminación de aire, agua, suelo y el medio biótico, debido a la gran toxicidad de estos compuestos hidrocarbonados. Por esta razón es que la tecnología ambiental continúa variando y mejorando los procedimientos para lograr la disminución del nivel de concentración de fracciones de hidrocarburos.

En el sector Trucha de Oro, ubicado en el distrito de Catilluc, provincia de San Miguel y departamento de Cajamarca, se vio afectado por un accidente que ocasionó el derrame de hidrocarburos (Diesel-B5), afectando suelos agrícolas en grandes extensiones (6 995 gal), por lo que se planteó el empleo de la metodología de Landfarming para disminuir la concentración de las fracciones de hidrocarburos presentes en el suelo y evitar un nivel toxicológico elevado para el ambiente, cuya finalidad fue conocer cómo actúan las condiciones ambientales de las zonas altoandinas y generar un precedente para investigaciones futuras relacionados al estudio de la microbiota presente en este tipo de suelos con elevado contenido de materia orgánica.

Con la finalidad de determinar el nivel de concentración de hidrocarburos en el suelo agrícola, se realizó la evaluación de concentraciones de fracciones de hidrocarburos 2 y 3, indicando el exceso de los Estándares de Calidad Ambiental de Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM). De esta forma se realizó la extracción del suelo contaminado para su tratamiento por el mencionado método de Landfarming hacia una zona cercana a la del accidente (ex situ), aplicando el volteo mecánico y aireación, realizando el seguimiento y control necesarios hasta lograr la reducción de los niveles de concentración de hidrocarburos. Esta zona además fue dividida en 03 sectores teniendo en cuenta los niveles de concentración. Siguiendo con las mediciones del nivel de concentración de fracciones

de hidrocarburos se empleó un equipo de muestreo de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) o PDI Keywords: Spill, oil, components, biodiversity, hydrocarbons, emulsion, bacteria, treatment, remediation, standards para luego ser comparado con el monitoreo de calidad de suelo por un laboratorio acreditado por INACAL.

Debido a la elevada eficiencia de remediación en suelos agrícolas contaminados por hidrocarburos en la zona altoandina, resulta conveniente crear mayor investigación sobre la biota nativa que habita en estos suelos, lo cual presume la alta eficiencia del método de Landfarming, ya que en otras regiones de nuestro país no existen experiencias de remediación que presenten tan elevada eficiencia. A su vez, resulta como un precedente de investigación en la región Cajamarca, lo cual evitará así generar impactos ambientales significativos sobre nuestro entorno y creará una alternativa de fácil acceso para remediar zonas alteradas por hidrocarburos en tiempos cortos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Remediar suelos agrícolas contaminados con Hidrocarburos aplicando el método Landfarming en el sector Trucha de Oro, distrito de Catilluc, provincia de San Miguel – Cajamarca.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel de concentración inicial y final de fracciones de hidrocarburos 2 y 3 en suelo agrícola contaminado con hidrocarburos.
- Determinar el volumen (m³) de suelo agrícola contaminado.
- Medir la concentración de compuestos volátiles (COV) presentes en el suelo agrícola contaminado durante el proceso de Landfarming.

- Conocer la importancia de los suelos a nivel alto andino, como principal factor para la remediación de concentraciones elevadas de hidrocarburos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Estudios relacionados a la remediación ambiental de suelos contaminados con hidrocarburos se han generado en el contexto internacional y nacional, desde hace ya algunos años, por lo que se describen a continuación los siguientes:

2.1.1. Antecedentes Internacionales

La investigación llevada a cabo por S. Peng et al. (2020) en China demostró que la combinación de métodos de descontaminación de suelos contaminados con hidrocarburos pueden ser herramientas óptimas para mejorar los tiempos de degradación de estos compuestos; haciendo referencia a la combinación de los métodos físicos y biológicos, la evaluación empleó la fitorremediación como medio de tratamiento especial, acoplado a la evaluación in situ en un proceso físico como es el Landfarming. Es importante mencionar que existen especies vegetales que pueden tolerar concentraciones elevadas de hidrocarburos para su desarrollo; sin embargo, fue necesario mantener condiciones ambientales óptimas en el suelo como los rangos de temperatura, humedad y nivel de aireación para lograr un proceso eficiente.

En un artículo científico realizado por E. Sanz-Prat et al. (2019), llevada a cabo en la localidad de Burgos – España, se realizó la evaluación del nivel de eficacia generado por un proceso de Landfarming, complementado por aplicación de la biorremediación de suelos contaminados con residuos de hidrocarburos. Para el desarrollo de esta investigación fue necesario evaluar la presencia de los hidrocarburos por un periodo de 12 (doce) meses, identificando a su vez las variaciones de las características físicas, químicas y biológicas de los suelos impactados, así como del estímulo microbiano para la disminución de concentraciones

de hidrocarburos. Como resultado de esta evaluación, el conjunto de evaluadores pudo determinar que el proceso microbiano contribuyó con la generación de poblaciones de microorganismos con elevada capacidad de degradación de hidrocarburos que facilitó al proceso de desarrollo de Landfarming, logrando la eficacia esperada.

Una investigación llevada a cabo por Barajas, Delgado & Balderas (2019) empleó la combinación del método de Landfarming y la fitorremediación con especies nativas de una zona contaminada con diesel desde hace más de 20 años en México. Este estudio tuvo un periodo de evaluación de 6 meses (tratamiento), logrando la disminución de un total del 61% de Hidrocarburos totales de petróleo. Es allí donde los investigadores resaltan el empleo de organismos vivos nativos que debido a sus condiciones de adaptación filogénicas en zonas contaminadas o impactadas, logran disminuir el nivel de toxicidad de contaminantes presentes en el ambiente. A su vez, resaltan que la combinación de técnicas de remediación de suelos poco invasivas mejora las condiciones de microorganismos y eficiencia en el proceso de degradación de los hidrocarburos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En el estudio realizado por Arteaga (2021) en la ciudad de Talara – Piura, se planteó un tratamiento físico para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos en ocasionales derrames y algunos afloramientos de yacimientos petroleros en esta parte de la región norte de Perú. Este tratamiento o fase de remediación de suelos contaminados fue la volatilización y se dividió en tres parcelas según el nivel de afección (leve, media y moderada). Asimismo, el periodo de tratamiento fue considerado dentro de un plazo de 05 meses y para ello se realizaron evaluaciones del nivel de humedad de los suelos, así como de el muestreo del mismo para la evaluación de Fracciones de Hidrocarburos 1, 2 y 3, obteniendo resultados de concentraciones

menores a los ECA para suelos aplicables a la actividad petrolera, haciendo de este estudio, un precedente para la investigación en desarrollo por sus condiciones de similitud ante derrame de hidrocarburos.

La aplicación del método de Landfarming realizado en un estudio elaborado por Cruz, Peña & Osorio (2020) en la Amazonía peruana, demuestran el potencial de degradación de compuestos con contenido de hidrocarburos sobre suelos impactados y la forma en que puede ser aplicado dentro de cualquier parte del territorio nacional por su eficiencia, tiempo corto de proceso de remediación y reducción de pérdidas económicas significativas. Asimismo, concluyen que será necesario aplicar estos métodos de tratamiento en distintas zonas donde se evidencien derrame de combustibles con contenido de hidrocarburos, para determinar el nivel de eficiencia en las distintas regiones, ya que pueden existir elementos ambientales que perjudiquen o beneficien la aplicación de este método novedoso para el Perú.

En una investigación realizada por Pisfil (2019), en la ciudad de Piura, se determinaron algunas tecnologías que resultarían eficaces en la remediación de suelos y acuíferos contaminados con hidrocarburos en la zona Nor-Oeste y la Selva, en las regiones costa y sierra del Perú, respectivamente. Para ello se realizaron descripciones y comparaciones en experiencias piloto llevadas a cabo in situ y ex situ, aplicando las distintas tecnologías y a distintas concentraciones de hidrocarburos, siendo estas: compostaje, biopilas, air stripping, extracción dual por alto vacío, Landfarming, bioventing, extracción de vapor del suelo, aspersión por aire y atenuación natural. De estas comparativas se logró determinar que es importante definir el tipo de estructura de suelo, tanto en su composición como en su clasificación; componentes ambientales externos como la humedad, temperatura, altitud con respecto al nivel del mar, entre otros. Finalmente, las tecnologías que consiguen mayor

eficiencia en la degradación de compuestos hidrocarbonados en gran parte de condiciones naturales fueron el compostaje, biopilas y Landfarming, logrando reducir los hidrocarburos, hasta ser inocuos para el ambiente y la salud humana.

El estudio realizado por

2.1.3. Antecedentes Locales

En la región Cajamarca no se han generado investigaciones de aplicación del método de Landfarming para procesos de remediación de suelos contaminados con hidrocarburos, por lo que esta investigación resultará como un precedente en la localidad.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El suelo

Según Bhattacharyya (2015) el suelo representa la secuencia de procesos de conversión de las composiciones minerales y orgánicas sobre la superficie terrestre, influenciado por factores ambientales, los cuales definen la morfología, el tipo de plantas superiores e inferiores, siendo la base de sostenimiento de la vida humana y animal. (p.2)

Asimismo, Burbano, (2016) afirma que el suelo es un recurso natural finito y no renovable, que presta diversos servicios ecosistémicos o ambientales, entre ellos y a manera de ejemplo, el relacionado con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como carbono, nitrógeno, fósforo, etc. (p.118)

García et al. (2012) menciona que en los últimos años se han propuesto nuevas definiciones que integran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, así como su capacidad de ser sostenibles, producir alimentos sanos y mitigar la polución medioambiental. (p.125)

2.2.2. Componentes del suelo

En la investigación proporcionada por Sassenrath et al. (2018) nos describen las características de los componentes físicos, químicos y biológicos del suelo, por lo que se detallan a continuación:

a. Componentes físicos.

Los componentes físicos comprenden la fractura de rocas y minerales, produciendo elementos de menores dimensiones, siendo estas la arena, limo y arcilla. Estos compuestos son medidos para clasificar la textura del suelo. La arena es el material más grueso (50 μm - 2 mm) y se pueden ver o sentir fácilmente en una muestra de suelo como partículas rugosas. Las partículas de limo son más pequeñas que la arena (2-50 μm), mientras que las partículas de arcilla son muy pequeñas (menos de 2 μm). Las proporciones relativas de arena, limo y arcilla determinan la clasificación de textura del suelo. El viento y el agua pueden transportar tierra y depositarla en nuevas áreas, creando suelos arrastrados por el viento o aluviales (por agua). Un suelo franco limoso contiene 20 a 50% de arena, 75 a 90% limo y 0 a 30% arcilla. En contraste, un franco arcilloso limoso tiene 0 a 20% de arena, 60 a 70% limo y de 25 a 40% de arcilla. (p.1)

b. Componentes químicos.

Estos componentes están referidos al pH, los nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y agua. Además, están determinados también de acuerdo a las características físicas, como el agua, ya que llena los espacios entre las partículas minerales del suelo y se retiene en los poros por la superficie de las partículas. (p.3)

c. Componentes biológicos.

Los componentes químicos y físicos del suelo dependen en cierta medida de los elementos minerales del suelo, asimismo sobre los componentes biológicos. Las raíces de las plantas, los microbios del suelo (bacterias y hongos) y la vegetación en descomposición forman una parte importante del suelo y ayudan a darle una buena estructura al suelo. Hsiao et al. (2018), “La actividad biológica del suelo es más difícil de medir que las propiedades físicas o químicas. Se han observado cambios en la actividad microbiana para diferentes sistemas de producción” (p.4)

Para Ingham (2018), la comunidad biológica es un componente muy importante de la salud del suelo. Si bien gran parte es visible, como las lombrices de tierra, gran parte del componente biológico es demasiado pequeño para ser visto sin aumento. Esta comunidad microscópica, la comunidad microbiana, es responsable de gran parte del reciclaje y transporte de nutrientes y agua que se encuentra en el suelo. Una cucharada de suelo puede contener mil millones de células bacterianas, de varios a cientos de yardas de hifas de hongos, miles de protozoos y 10-20 nemátodos (p.4)

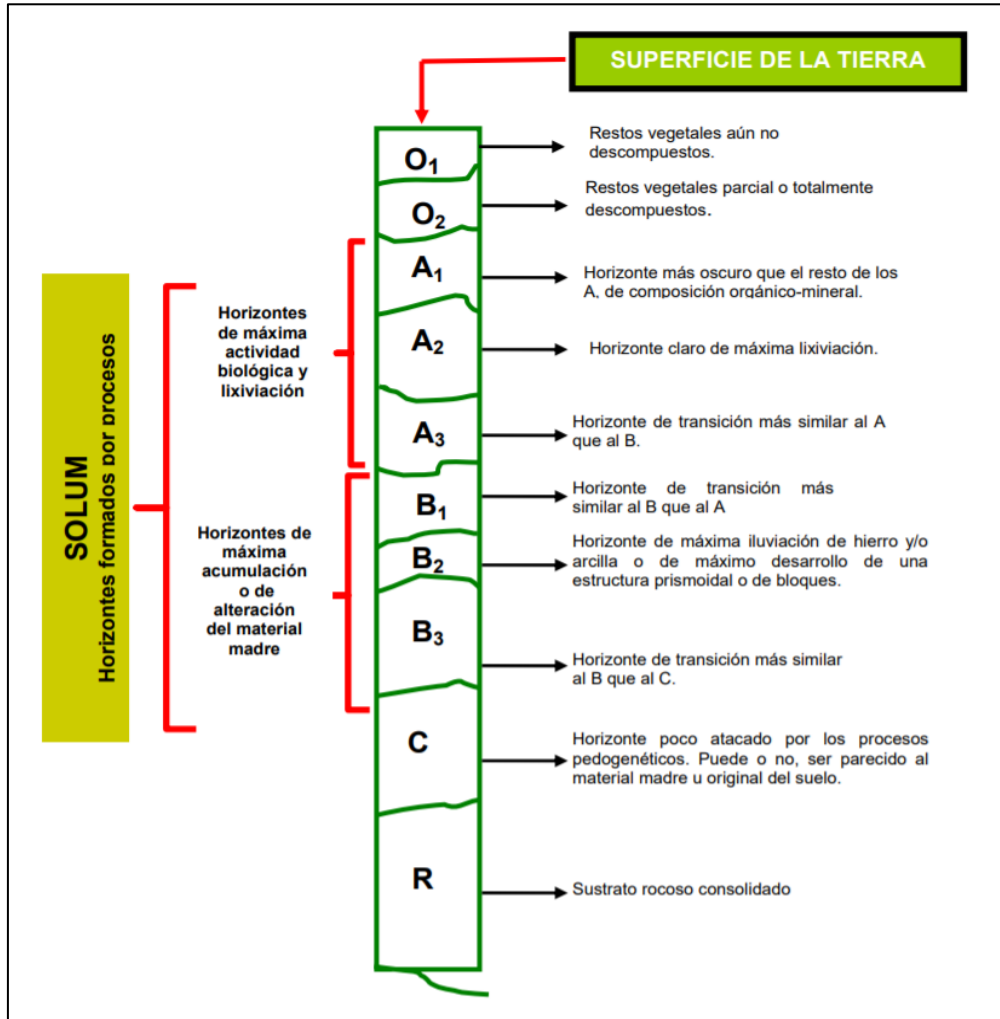
2.2.3. Horizontes del suelo

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA,2015), el suelo se extiende tanto en superficie como en profundidad; consta de varias capas llamadas horizontes, aproximadamente paralelas a la superficie. Cada uno de los horizontes del suelo tiene distintas propiedades físicas y químicas, lo que se refleja en su aspecto. Al conjunto de horizontes se le llama perfil. El perfil de un suelo se puede observar en un corte de caminos o en una barranca.

Estos horizontes están denominados por letras, de acuerdo al nivel de profundidad y características presentes, las cuales se describen en la siguiente figura:

Figura 1.

Horizontes del suelo



Nota. Scalone (2008).

2.2.4. La contaminación del suelo

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019) afirma que la contaminación del suelo ocurre cuando la concentración de un químico o sustancia es más alta de la que ocurriría naturalmente **sin** que necesariamente cause un daño. Al respecto, Shaltami et al. (2020), mencionan que “esta degradación es típicamente causada por actividad industrial, agricultura o inapropiada disposición de aguas residuales” (p. 44)

La contaminación ha incrementado severamente en los últimos años, siendo una de las más degradantes, los derrames de hidrocarburos. Pascucci (2019) refiere que, ante la crecida inminente de contaminación del suelo, la investigación en cuanto a aplicaciones tecnológicas ha aumentado de forma paralela, tomando consideraciones con el fin de evaluar, remediar y reducir los efectos contaminantes que diversos compuestos tienen sobre el suelo. (p. 24)

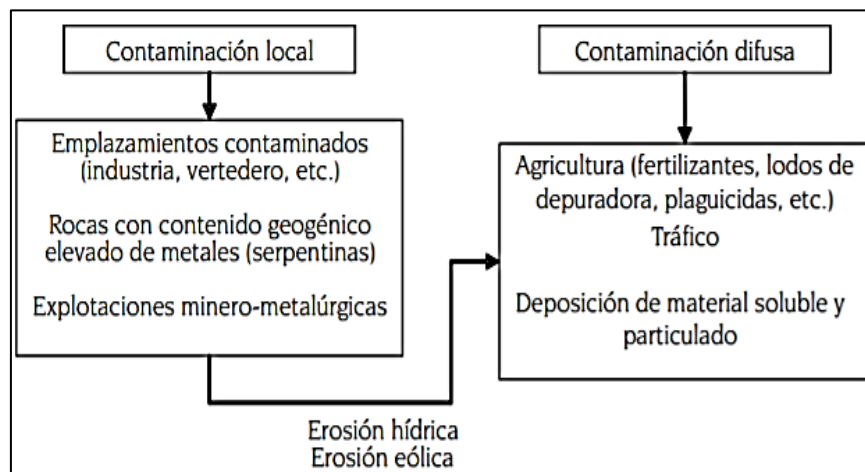
De esta manera, se puede decir que un suelo está contaminado cuando las características físicas, químicas o biológicas originales han sido alteradas de manera negativa, debido a la presencia de componentes de carácter peligroso para el ecosistema; en este caso, la productividad que el suelo tenía, se pierde total o parcialmente. (Cepeda, 2003, p. 42)

2.2.5. Tipos de contaminación del suelo

Existen dos variantes relacionadas con la contaminación del suelo, y están definidas como: contaminación local y contaminación difusa.

Figura 2.

Contaminación local y difusa del suelo



Nota. AEMA (2002).

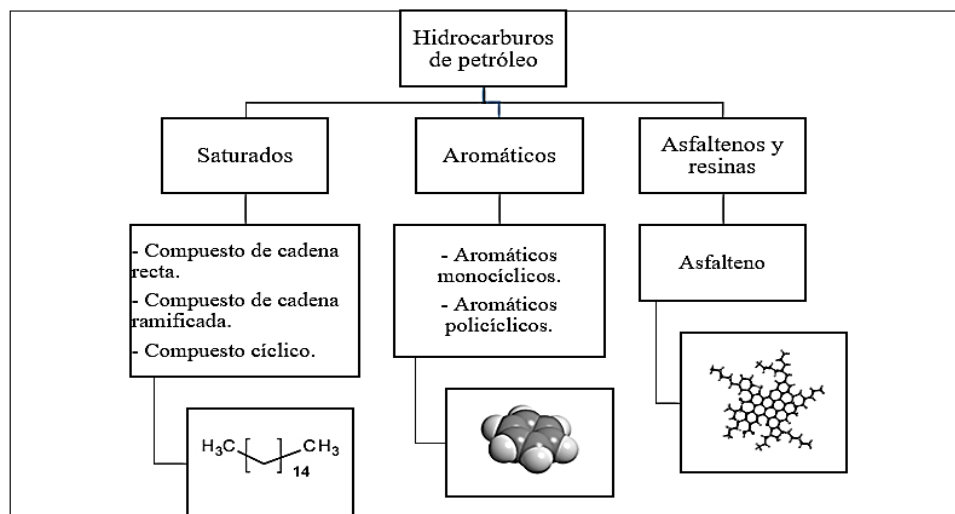
En la investigación realizada por Martínez et al. (2005) se hace mención que las actividades antrópicas con potencial de contaminación local están directamente relacionadas a los botaderos, vertederos, fábricas y minería. En todas estas actividades, la generación de compuestos lixiviados podría afectar tanto el suelo de la zona de influencia, así como aguas subterráneas y superficiales. Por otra parte, la contaminación difusa cuenta con dos componentes básicos tales como el material particulado y material soluble, los cuales se distribuyen por el entorno de forma exponencial y distante a la fuente principal. (p. 107)

2.2.6. Los hidrocarburos de petróleo

El petróleo es una combinación intrincada de varios hidrocarburos. Incluye combinación variable de alcanos cíclicos, lineales y ramificados, hidrocarburos aromáticos (incluidos compuestos mono, bi y policíclicos), asfaltenos y resinas. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) son mayormente estables, tóxicos y carcinogénicos. (Abdel-Shafy y Mansour, 2016, p. 107)

Figura 3.

Contaminación local y difusa del suelo



Nota. AEMA (2022)

El petróleo es una mezcla compleja de compuestos hidrófobos (p. Ej. Alcanos, sustancias aromáticas, asfáltenos y resinas). La mayoría de estos componentes (entre el 60% y el 90%) son biodegradables, mientras que el 10 al 40 % de estos componentes se encuentran en petróleo crudo o refinado a moléculas recalcitrantes. (Yang et al., 2017, p. 230)

2.2.7. Contaminación de suelos por hidrocarburos

Hoy en día, la contaminación por hidrocarburos, provocada por diversas aplicaciones de las industrias petroquímicas es uno de los problemas ambientales más complejos de resolver. El petróleo como producto de sus refinaciones (gasolina y diesel) es parte de muchos accidentes y preocupa en gran medida al ambiente. Durante muchas décadas, se creyó que los hidrocarburos solo eran biológicamente degradados en la presencia de aire u oxígeno; sin embargo, a lo largo de las últimas tres décadas, se ha descubierto su perdurabilidad en el tiempo. (Widdel y Rabus, 2001, p. 271)

Según Martínez et al. (2011), el crecimiento exponencial de las actividades industriales ha generado como parte de la propia expansión, el empleo de hidrocarburos (petróleo) para distintas actividades, desde la producción de insumos y pequeños materiales, así como fuente de combustible para la movilidad de los vehículos y maquinarias de mayor envergadura. Con este aumento de actividades, las implicancias ambientales han ido creciendo de forma proporcional, generando una serie de impactos ambientales negativos sobre los componentes terrestres. Es así que los derrames de hidrocarburos representan uno de los principales causantes de la contaminación de los suelos, a través de la ruptura de oleoductos, falla de tanques, volcaduras y accidentes durante su transporte. (p. 241)

2.2.8. Fracciones de hidrocarburos

Las fracciones de hidrocarburos son componentes de petróleo crudo que se separan durante el proceso de refinación. Estas fracciones se dividen en diferentes categorías según su punto de ebullición y su composición química, y se utilizan para producir diversos productos, como gasolina, diésel. (Cengel y Boles, 2013)

Las fracciones de hidrocarburos F1 o fracción ligera es la mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen entre cinco a diez átomos de carbono (C5 a C10). Los hidrocarburos de fracción ligera deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, gasavión, gasolvente, gasolinas, gas nafta. (MINAM, 2016)

Las fracciones de hidrocarburos 2 se refieren generalmente a una gama específica de hidrocarburos con puntos de ebullición comprendidos entre 70°C y 180°C aproximadamente. Estas fracciones suelen obtenerse durante el refinado del petróleo crudo y son importantes fuentes de combustibles y materias primas químicas. (Smith, 2010, p.87)

Las fracciones de hidrocarburos F3 o hidrocarburos fracción pesada son una mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen entre veintiocho y cuarenta átomos de carbono (C28 a C40). Los hidrocarburos fracción pesada deben analizarse en los siguientes productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, combustible, parafinas, petrolatos, aceites derivados del petróleo. (MINAM, 2016)

2.2.9. Los efectos del petróleo en el suelo

Los hidrocarburos en el suelo impiden el intercambio gaseoso con la atmósfera, iniciando una serie de procesos fisicoquímicos simultáneos, entre ellos evaporación y

penetración, que dependen del tipo de hidrocarburo, temperatura, humedad, textura del suelo y cantidad vertida; estos procesos pueden ser lentos, debido a la difusión lenta de los contaminantes, los cuales se redistribuyen por toda la superficie del suelo y hacia el interior de este, lo que ocasiona una mayor toxicidad tanto para microorganismos y las plantas presentes. (Eugenio y Oliver, 2018, p. 9)

Del mismo modo, el suelo alberga un sin número de especies biológicas, las mismas que logran realizar una simbiosis con los componentes propios del suelo, y su afectación perjudicará directamente en su desarrollo, reproducción y funciones vitales.

2.2.10. La calidad ambiental del suelo

A pesar de la preocupación creciente acerca de la degradación del suelo, de la disminución en su calidad y de su impacto en el bienestar de la humanidad y el ambiente, aún no hay criterios universales para evaluar los cambios en la calidad del suelo. Para hacer operativo este concepto, es preciso contar con variables que puedan servir para evaluar la condición del suelo. Estas variables se conocen como indicadores, pues representan una condición y conllevan información acerca de los cambios o tendencias de esa condición. (Astier et al., 2002. p. 606)

Nuestro país cuenta con un marco regulatorio que permite evaluar la calidad ambiental de componentes, tal es el caso de las matrices aire, agua, niveles de ruido y suelo. De esta última matriz, podemos mencionar la aplicabilidad de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), aprobados mediante el D.S. N°011-2017-MINAM, sobre toda actividad productiva regulada dentro del marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Esta evaluación de la calidad ambiental tiene como fin, evitar la generación de impactos ambientales negativos significativos sobre el entorno.

2.2.11. Estándar de la Calidad Ambiental (ECA)

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. En el Perú tenemos cinco tipos de Estándares de Calidad Ambiental que son para Agua, Aire, Suelo, Ruido y Radiaciones No Ionizantes.

Para el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2019), este instrumento de gestión es importante porque permite tener una meta de calidad ambiental cuya evaluación periódica permite saber su cumplimiento y tomar las medidas de manejo ambiental respectivas.

2.2.12. Estándar de Calidad Ambiental para Suelo

A través del Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM se aprobaron y establecieron los Estándares de Calidad Ambiental para suelo, señalando al pie de la letra que “De superarse los ECA para Suelo, en aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios, las personas naturales y jurídicas a cargo de estas deben realizar acciones de evaluación y, de ser el caso, ejecutar acciones de remediación de sitios contaminados, con la finalidad de proteger la salud de las personas y el ambiente”.

Con la finalidad de procesar la presente investigación se tomarán de referencia, 02 de los 21 parámetros establecidos por la ley, los cuales se representan a continuación:

Tabla 1.*Estándares de calidad ambiental de suelo*

Parámetros en mg/kg PS	Uso del suelo		
	Suelo agrícola	Suelo residencial / parques	Suelo comercial / industrial / extractivo
<i>Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)</i>	200	200	500
<i>Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28)</i>	1200	1200	5000
<i>Fracción de hidrocarburos F3 (C10-C40)</i>	3000	3000	6000

*Nota. Datos tomados del D.S. N°011-2017-MINAM***2.2.13. La remediación ambiental**

La remediación consiste en un conjunto de técnicas que tienen como objetivo hacer la recuperación de suelos o cuerpos de agua contaminados, con miras a restaurar las características de ciertas propiedades de la matriz ambiental, de tal modo que se conserven o se mejoren sus características, se mantenga el equilibrio ecosistémico y se evite que se genere un peligro para animales, plantas y seres humanos. (Manual de Legislación Ambiental, s.f.).

En la remediación ambiental se hace una distinción entre la remediación ex situ e in situ. En el lugar la remediación se refiere a técnicas como la biorrestauración, lavado o extracción del suelo y ventilación del suelo, mientras que las técnicas ex situ se refiere a la excavación de suelo contaminado, limpiar este suelo en un lugar independiente y volver a colocarlo después de la limpieza. (Rulkens, Grotenhuis, & Soczóm, 1993, p. 120)

Para llevar a cabo la remediación de un suelo es necesario conocer las condiciones - físicas, químicas y microbiológicas que tiene, pues estas varían de acuerdo con la zona en que

se encuentre localizado, además de aspectos climáticos y meteorológicos, tales como pluviosidad, radiación solar, entre otros, variables que son relevantes para caracterizar la zona que se va a intervenir y las condiciones de los procesos que se van a usar. También es importante conocer el contaminante por tratar, incluso su toxicidad, ya que esto es significativo teniendo en cuenta que no todos poseen las mismas características fisicoquímicas y es preciso saber sobre el comportamiento de este frente al medio en el que se presenta la contaminación u afectación. Una vez culminada esta fase de análisis preliminares de condiciones del territorio y de características de la sustancia, se puede tomar la decisión del método de remediación adecuado, que puede llegar a incluir alternativas biológicas o microbiológicas, dependiendo de los resultados de los análisis previos. La efectividad del tratamiento empleado se encuentra ligada tanto a las características del suelo como a las del contaminante, por ello, es conveniente caracterizarlos al iniciar una intervención. (Volke y Velasco, 2002, p. 18)

2.2.14. Métodos de remediación ambiental de suelos

La remediación consiste en acciones destinadas a la remoción, control, contención o reducción de contaminantes de modo que el sitio contaminado, teniendo en cuenta su uso actual y el uso futuro aprobado, ya no suponga riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente. (Zhu, Venosa y Makram, 2004, p. 3).

“Los métodos convencionales utilizados en la rehabilitación de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo se dividen ampliamente en métodos físicos, químicos y biológicos”. (Venny, Gan y Ng, 2012, p. 1).

Tabla 2.

Vías de exposición comunes en sitios contaminados con petróleo

Sitio contaminado	Tipo de exposición
<i>Suelo</i>	Contacto directo al suelo; lixiviación al agua subterránea subyacente o al agua superficial cercana; escorrentía / erosión en aguas superficiales cercanas, contacto directo de plantas y animales; migración de vapores en estructuras superpuestas.
<i>Agua subterránea</i>	Uso de agua potable; migración de vapores a estructuras superpuestas; descarga a la superficie aguas.
<i>Agua superficial</i>	Contacto con personas y organismos acuáticos con sedimentos contaminados y agua superficial; consumo de pescado, mariscos y otros organismos acuáticos.
<i>Aire / vapor</i>	Respiración de vapor por trabajadores/ residentes; exposición a trabajadores de servicios públicos.

Nota. Datos tomados de Adipah, (2018).

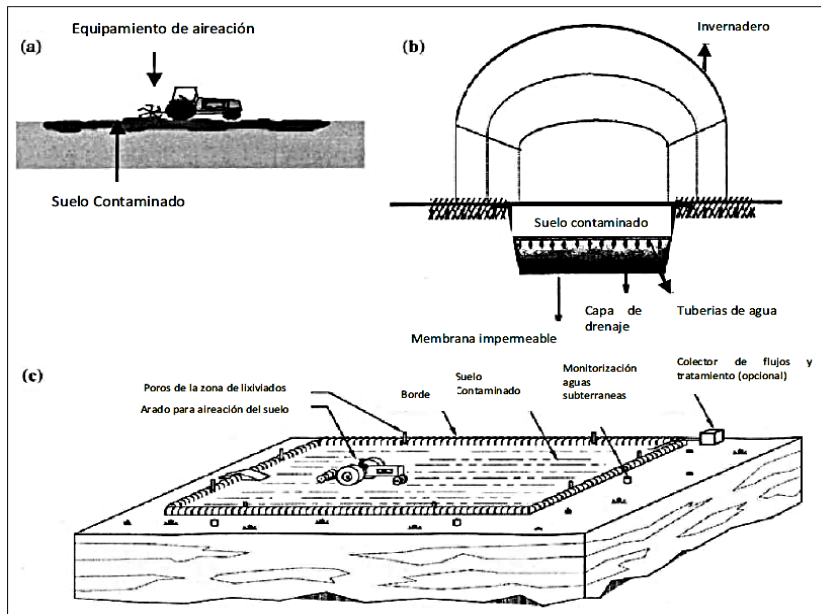
2.2.15. El Landfarming

Landfarming o tratamiento superficial en tierra es una técnica utilizada para el tratamiento y la reducción de hidrocarburos, sustancias oleosas y fangos aceitosos procedentes de refinerías. Esta técnica aprovecha la capacidad de biodegradación del contaminante y lo dispersa sobre la superficie de un terreno dispuesto para este fin. El Landfarming ha tratado con éxito suelos contaminados con hidrocarburos policíclicos aromáticos (HAPs), diesel, aceites, preservantes de madera y algunos pesticidas. (Del Río et al., 2009, p. 1)

“En la superficie cultivable ocurre la máxima degradación del contaminante, constituye generalmente una profundidad de 10 a 20 cm, sin embargo, también resulta efectiva una aireación y mezcla más profunda (mayor a 50 cm., utilizando equipos de arado)”. (Fernández, 2012, p. 22)

Figura 4.

Métodos distintos de aplicación de la técnica de Landfarming



Nota. *Rodríguez (2013).*

“La efectividad de esta metodología depende de innumerables factores como hemos mencionado anteriormente, tales como tipo y concentración de contaminante, nutrientes, aireación, condiciones ambientales, presencia de inhibidores, concentración de microorganismos, etc”. (Ercoli y Gálvez, 2001, p. 58)

El proceso de landfarming tiene una serie de ventajas como son: su bajo costo, no dejar residuos posteriores y no provocar (si se realiza en condiciones controladas) riesgos de contaminación tanto superficial como subterránea. Debido a la baja migración de los hidrocarburos, su impacto ambiental es mínimo cuando, el proceso está bien realizado y puede resultar una técnica susceptible de emplearse en una gran variedad de condiciones climáticas. (Marín et al., 2006, p. 251)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del trabajo de investigación

El estudio fue realizado en el caserío Trucha de oro, distrito de Catilluc, provincia de San Miguel y departamento de Cajamarca, localizado a una altitud de 3722 msnm. Tanto la zona de producido el derrame de combustible Diesel, como la zona de tratamiento se encuentran ubicadas en las siguientes coordenadas (UTM WGS 84):

Tabla 3.

Coordenadas de punto de accidente y tratamiento

Ítem	Punto	Descripción	Este (X)	Norte (Y)	Altitud (msnm)
01	PI-01	Punto de Accidente	757104.29	9247467.95	3723
02	PT-01	Punto de tratamiento	756669.62	9246725.24	3695

Además, la zona de tratamiento se encuentra a una distancia de 1.20 km. de la zona del derrame de combustible; el acceso a esta zona se realiza a través de la carretera Cajamarca – Hualgayoc, a la altura del Km. 71, este tramo de carretera se encuentra asfaltado por zonas, siendo la mayor parte a nivel de afirmado.

La representación geográfica de la ubicación de las zonas de derrame y tratamiento, respectivamente se muestran a continuación:

Figura 5.

Croquis de ubicación de la zona del derrame de petróleo

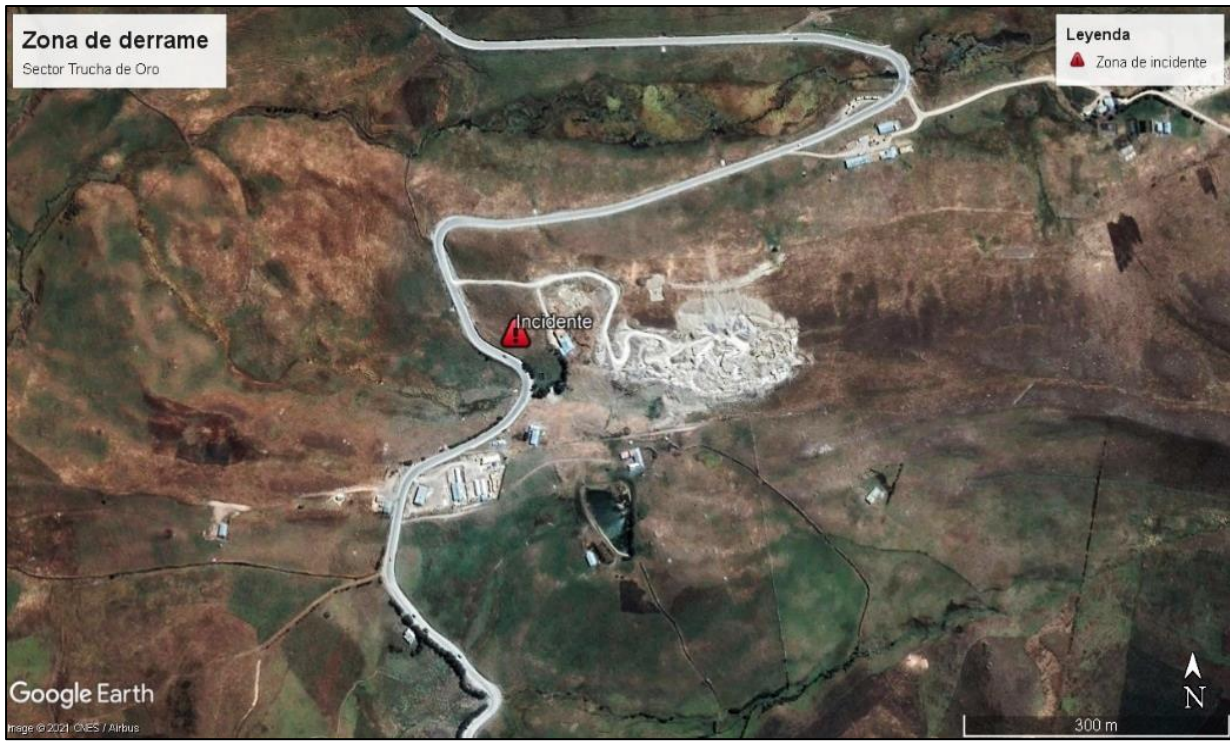


Figura 6.

Croquis de ubicación de la zona del tratamiento



3.2. Descripción de las zonas de muestreo

3.2.1. Clima

Los datos meteorológicos recopilados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) a través de la Estación Meteorológica “Chirinos” (más cercana a las zonas de impacto y tratamiento) nos brinda características climáticas representativas. A continuación, se representa la ubicación de la mencionada estación:

Tabla 4.

Ubicación de la estación meteorológica “Quilcate”

Estación	Tipo	Departamento	Provincia	Distrito	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)
QUILCATE	Convencional Meteorológica	Cajamarca	San Miguel	Catilluc	749343.26	9245253.97	3082

La recopilación de información histórica climática en esta estación nos brinda factores importantes relacionados con los efectos orográficos y oscilaciones de temperatura, humedad y vientos. La estación “Quilcate” se encuentra a una distancia de 4 Km. de las zonas de impacto y tratamiento. A continuación, se describen los parámetros:

a. Precipitación mensual.

El comportamiento estacional de la estación “Quilcate” en relación con los periodos de precipitaciones pluviales, periodos secos y de transición se describen a continuación: El periodo de lluvias de mayor magnitud inicia a partir del mes de diciembre, prolongándose hasta mayo; mientras que el periodo seco (invierno) comprende los meses de junio a noviembre.

Tabla 5.*Valores de precipitación mensual (mm).*

<i>PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)</i>												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	3.8	1.7	4.6
2018	3.9	5.0	2.9	3.5	4.1	0.2	0.0	0.0	1.6	4.1	5.2	2.5
2019	1.7	7.2	7.4	4.4	3.1	0.3	0.3	0.0	0.8	4.3	5.1	4.7
2020	1.8	2.4	6.6	5.3	1.77	0.57	2.63	0.04	0.6	1.8	2.2	2.3

Nota. Datos obtenidos de SENAMHI (2020)

b. Temperatura.

El comportamiento de variación de la temperatura en la zona de estudio se representa con mayor intensidad los meses de setiembre y enero con valores medios de hasta 12.2 °C, mientras que en la temporada más fría se encuentran los meses de febrero a agosto con temperaturas medias mínimas de 9.4 °C.

Tabla 6.*Valores de temperatura media mensual (°C)*

<i>TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)</i>												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	11.6	11.7	11.5	11.3
2018	11.2	11.2	11.5	11.3	10.9	10.3	9.4	11.3	11.4	11.2	11.6	11.1
2019	12.0	12.0	11.4	11.5	11.0	11.2	10.6	11.0	11.5	11.0	11.3	11.7
2020	12.0	12.4	11.9	12.2	12.15	11.12	10.03	10.94	10.2	10.8	11.1	10.9

Nota. Datos obtenidos de SENAMHI (2020).

c. Humedad relativa.

La ubicación latitudinal y longitudinal de la zona de estudio representada también por la estacionalidad de temperatura y precipitaciones determina la humedad relativa en el

ambiente y entorno circundante, la cual se caracteriza por tener mayor porcentaje de humedad relativa los meses diciembre a abril, mientras que las menores concentraciones de humedad se encontraron los meses de mayo a noviembre.

Tabla 7.

Valores de humedad relativa media mensual (%)

<i>HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (°C)</i>												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	85.9	90.0	83.0	90.0
2018	91.0	89.0	94.0	93.0	93.0	88.0	84.0	81.0	86.0	87.0	88.0	85.0
2019	87.0	93.0	95.0	91.0	89.0	81.0	82.0	72.0	79.0	89.0	86.0	90.0
2020	85.0	91.0	90.0	91.0	88.0	86.0	87.0	81.0	83.0	85.0	85.0	88.0

Nota. Datos obtenidos de SENAMHI (2020)

3.2.2. Geología

Se ha representado e identificado las unidades geológicas en relación las zonas de incidencia y tratamiento respectivamente, con la finalidad de conocer la influencia del tipo de unidad geológica predominante en las áreas, esto fue obtenido del estudio de Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial en Cajamarca (2017).

Las unidades geológicas encontradas en ambas zonas son las siguientes:

Tabla 8.

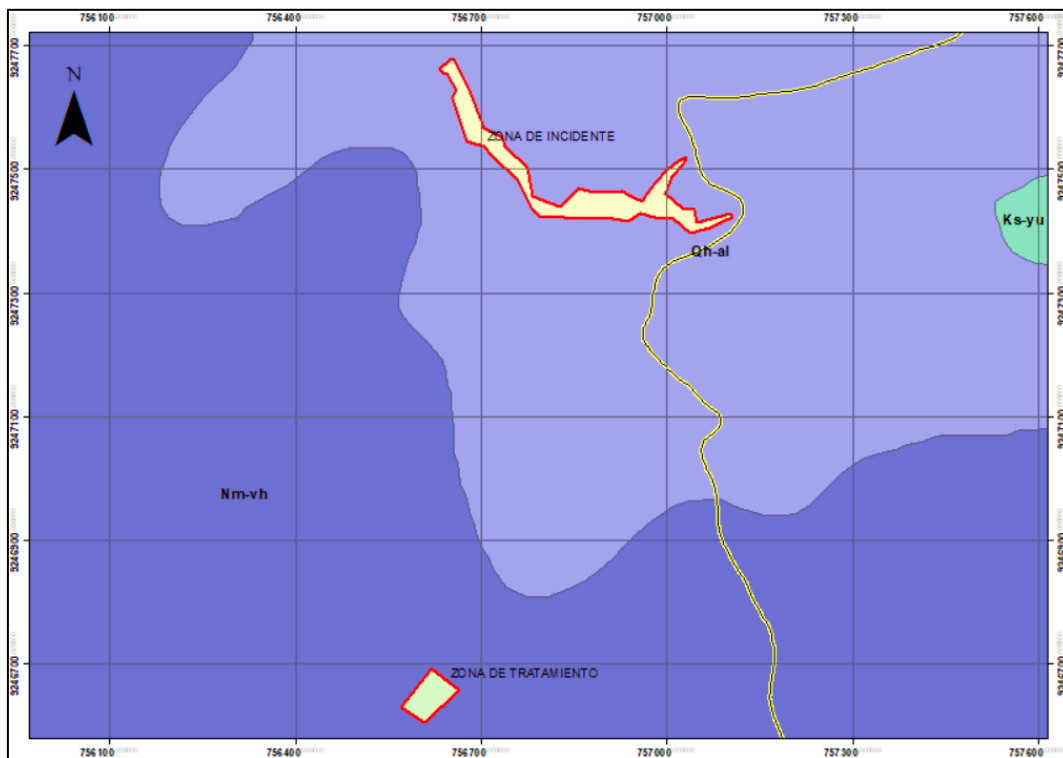
Identificación y descripción de unidades geológicas en las zonas de incidencia y tratamiento.

Punto	Código	Descripción	Era	Periodo	Época	Tipo de Roca	Litología
Zona de Incidencia	Qh-al	Depósitos Aluviales	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Sedimentaria	Arenas, gravas, arcillas
Zona de tratamiento	Nm-vh	Volcánico Huambos	Cenozoico	Neógeno	Miocena	Volcánica	Tobas, aglomerados, brechas

Nota. Datos obtenidos de ZEE (2017)

Figura 7.

Unidades Geológicas en Zonas de Accidente y tratamiento



Nota. Obtenido de ZEE (2017).

3.2.3. Suelos

Los suelos representados en la zona de estudio se han desarrollado en base al documento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) del departamento de Cajamarca, 2017. Estas unidades se describen a continuación:

Tabla 9.

Identificación y descripción de suelos en la zona de estudio

Característica	Punto	
	Zona de Accidente	Zona de tratamiento
Código	Ps	Pa
Descripción	Paramosol	Paramo andosol
Origen	Depósitos aluviales	Montañas extrusivas formadas sobre una brecha andesítica bien compactada
Pendiente	Fuertemente inclinada	Moderadamente empinada
Profundidad	Superficial	Superficial
Drenaje	Algo excesivo	Algo excesivo
Textura	Moderadamente gruesa	Media
pH	Fuertemente ácido	Fuertemente ácido
Fertilidad	Baja	Media
Materia orgánica	Alta	Alta
Pedregosidad	Moderadamente pedregoso	Ligeramente pedregoso
Perfil	A (B) C AR	A(B)C

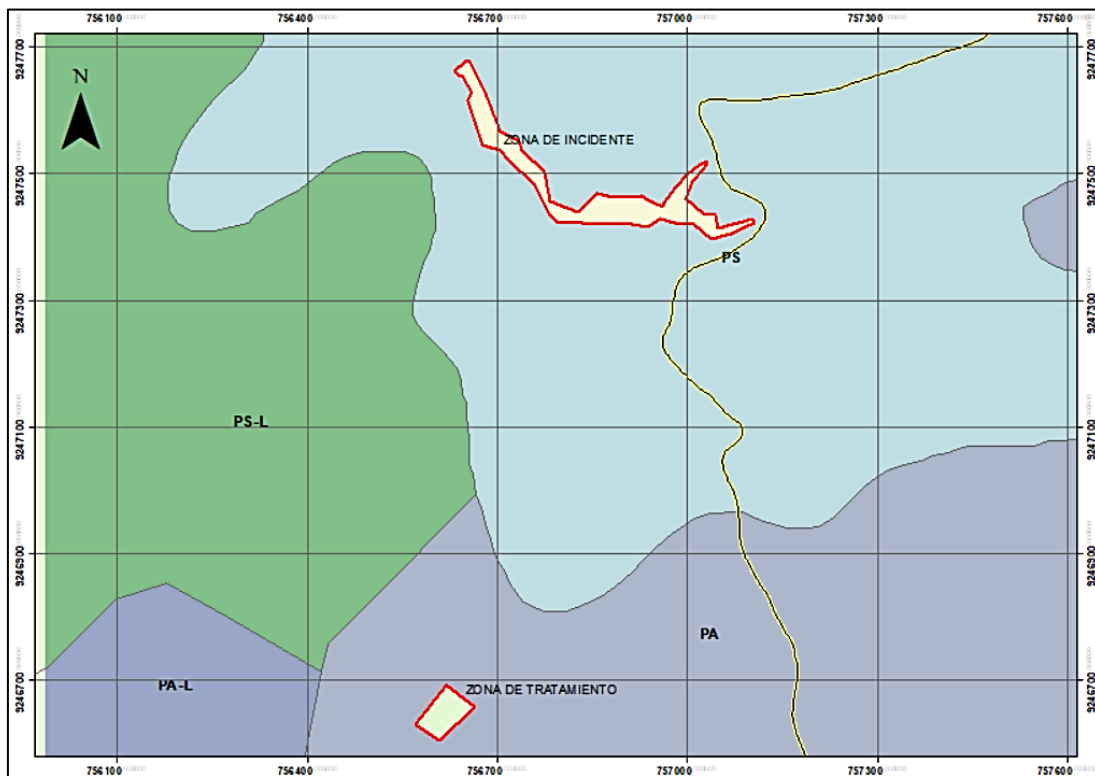
Nm - vh

Relieve montañoso o colinado
en rocas volcánicas.

Nota. Datos tomados de ZEE (2017)

Figura 8.

Unidades de suelos en zona de accidente y tratamiento



Nota. ZEE, 2017

3.2.4. Geomorfología

Las unidades geomorfológicas representadas en la zona de estudio se han desarrollado en base al documento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) del departamento de Cajamarca, 2017. Estas unidades se describen a continuación:

Tabla 10.

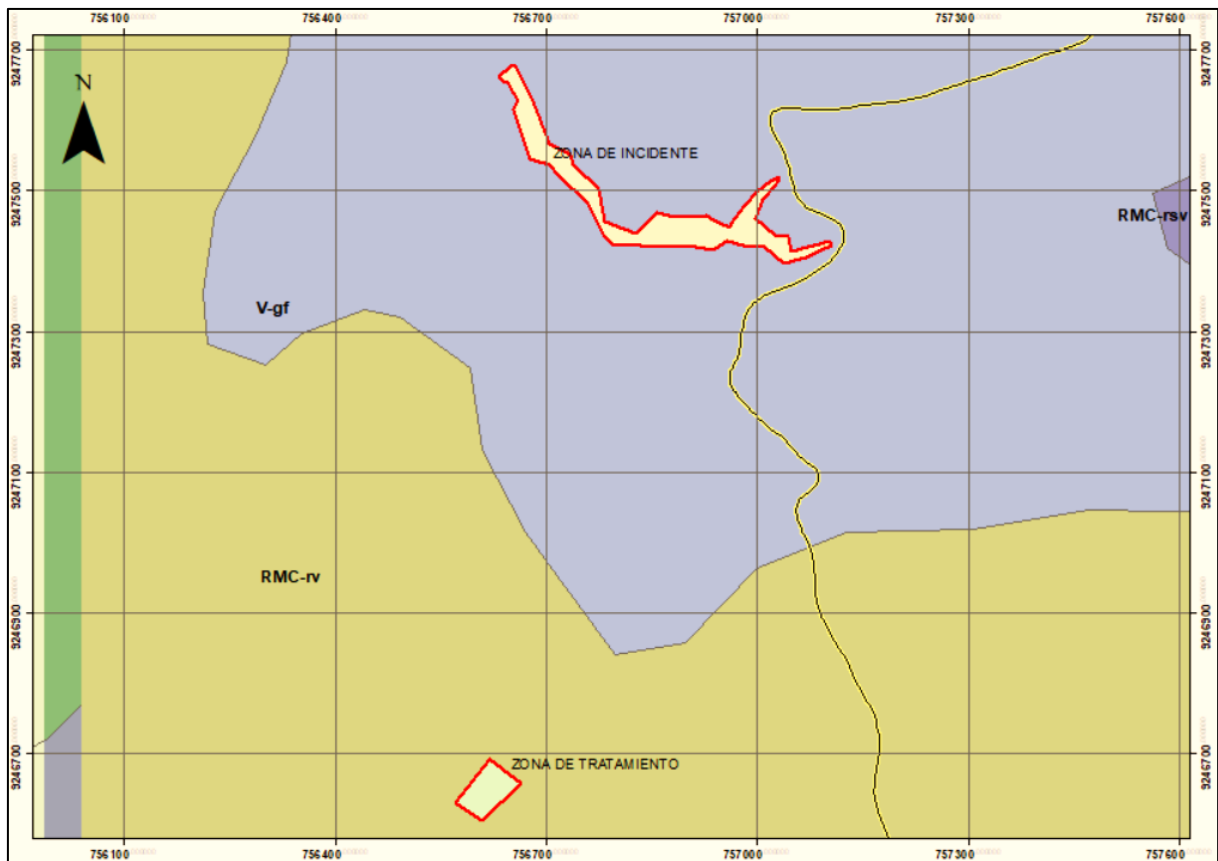
Identificación y descripción de unidades geomorfológicas en la zona de estudio.

Punto	Código	Descripción
PI-01	V-gf	Vertientes glacio - fluviales
PT-01	Nm-vh	Relieve montañoso o colinado en rocas volcánicas.

Nota. Datos tomados de ZEE (2017).

Figura 9.

Unidades geomorfológicas de la Zona de accidentes y tratamiento



3.2.5. Hidrología

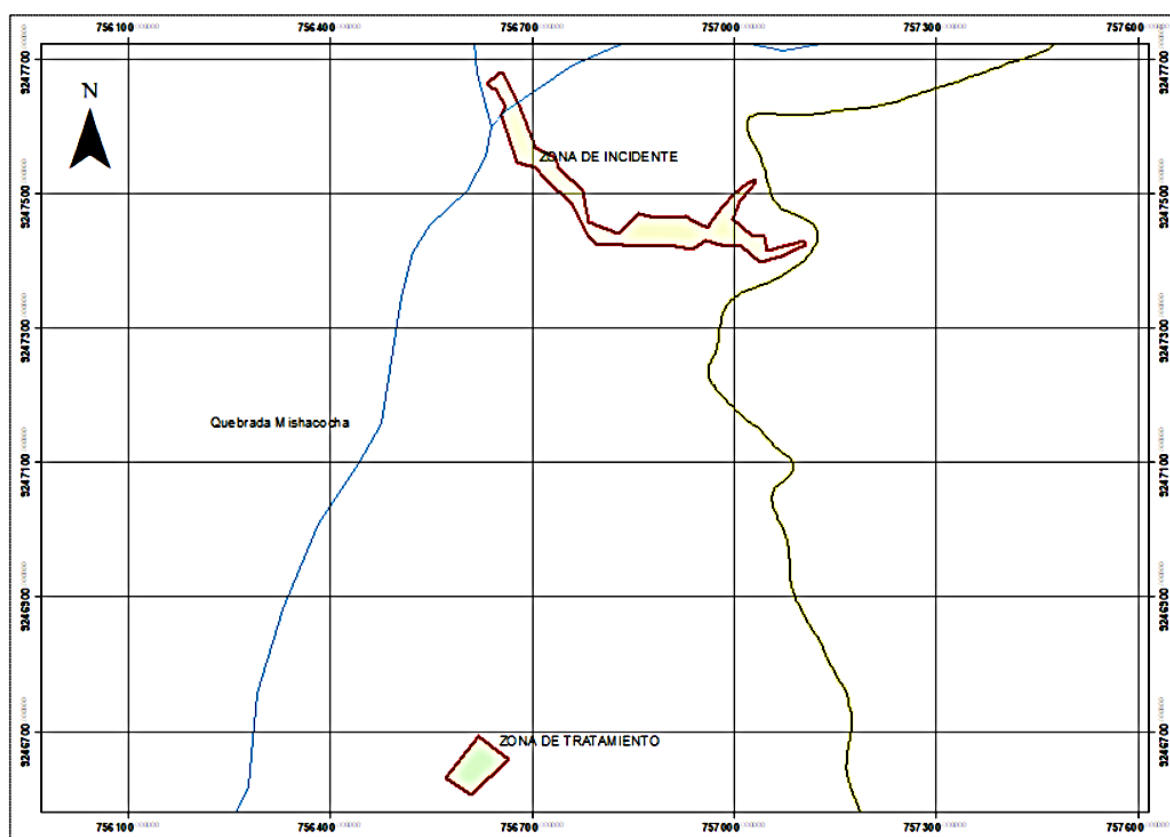
Según el Mapa de Regiones Hidrográficas del Perú (2008), la zona de estudio se encuentra ubicada en la región hidrográfica del Pacífico, en la cuenca hidrográfica Chancay –

Lambayeque, misma que ocupa un área de 4022.26 Km² del territorio peruano. Los causes hídricos más próximos a la zona de incidencia son las quebradas Mishacocha y Los Chicos respectivamente; siendo la primera, la afluente de la quebrada Los Chicos, la que a su vez es una afluente del Río Llantén.

Todas estas fuentes Hídricas superficiales benefician a la formación del río Reque, el cual desemboca en el océano pacífico en el departamento de Lambayeque.

Figura 10.

Cuerpo de agua superficial en el entorno de la zona de incidencia y tratamiento.



3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación fue realizada en función al conjunto de actividades necesarias para lograr un proceso de Landfarming satisfactorio y eficiente, por lo que se contemplaron las etapas de

recolección de datos a través de una fase de identificación para suelos contaminados, determinación de los niveles de profundidad de suelos agrícolas afectados, monitoreos de calidad ambiental de suelos, movimiento de tierras, adecuación de zona de tratamiento (ex situ), proceso y control del Landfarming. La descripción de estas técnicas e instrumentos de recolección de datos se encuentran contenidas en los siguientes puntos:

3.3.1. Identificación del área impactada

Con la finalidad de determinar el espacio potencialmente afectado por el derrame, se aplicaron metodologías de recolección de datos de identificación indicados en la Guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos, aprobada por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el año 2019. Para ello fue necesario tomar datos espaciales debidamente georreferenciados en Dátum UTM WGS 84 para la zona 17 Sur. A su vez, a través del método de observación directa se delimitó un área mayor a la visiblemente afectada. Una vez delimitada el área general, se procedió a delimitar en tres (03) zonas en función al nivel de presencia de contaminante a nivel superficial y a la forma del relieve.

Para este fin se empleó un formato (ficha) de identificación de área impactada, que corresponde a la siguiente tabla:

Tabla 11.

Formato de características e identificación de zonas de muestreo

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE IMPACTO				
Punto	Zona	Descripción del área	Componente Ambiental Afectado	Coordenadas UTM WGS 84 Este - Norte

3.3.2. Muestreo de identificación

El muestreo de identificación se desarrolla en función a la Guía para muestreo de suelos aprobada por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el año 2014. Para ello fue necesario desplazar la logística mínima requerida para la toma de muestras. Los parámetros analizados fueron de carácter físico y químico, con la finalidad de conocer la granulometría y textura de los suelos, así como su conductividad y niveles de concentración de Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40). Para asegurar el adecuado procedimiento de toma de muestras, se empleó el llenado de una cadena de custodia procedente del laboratorio acreditado por INACAL.

Figura 11.

Modelo de cadena de custodia empleada para la toma de muestras

DATOS DEL CLIENTE										Análisis Requeridos										LABORATORIO			
Cliente : Lugar de Inspección : Proyecto : Contacto : E-mail : Teléfono : Fecha de inicio : Hora de inicio : Muestreado por : EMP. <input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> N° de OI : N° de Pre-Acta :										Fecha de finalización : Hora de finalización : Frecuencia del Muestreo : Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/>										OBSERVACIONES			
Niveles de profundidad (Profundidad / Vértice)										(Español / Valdivia)													
Item	Estación de Monitoreo	Descripción de la Estación	Profundidad (m)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m.)	Matriz	Tipo de Muestra		Fecha	Hora	P	V										
				WGS 84	PSAD			Simple	Compuesta														

3.3.3. Determinación de los niveles de profundidad

La determinación de niveles de profundidad de suelo agrícola contaminado con Diesel B5 se realizó a través de la ejecución de calicatas y zanjas, en función de los lineamientos establecidos en la Guía para el muestreo de Suelos contaminados del Ministerio del Ambiente (MINAM), aprobada en el año 2014. Para el registro de estos niveles de profundidad se aplicó un formato de campo, el mismo que se presenta a continuación:

Tabla 12.

Determinación del nivel de profundidad de infiltración del Diesel – B5 en zona impactada

FICHA DE DETERMINACIÓN DE NIVEL DE PROFUNDIDAD				
Zona	Punto	Coordenadas UTM WGS 84		Profundidad (mts).
		Este - Norte		

3.3.4. Muestreo de zonas contaminadas

Con la finalidad de determinar el nivel de afectación hacia el componente ambiental suelo, se desarrolló el monitoreo de su calidad ambiental empleando los procedimientos establecidos en la Guía para el Muestreo de Suelos, elaborada por el Ministerio del Ambiente (MINAM) aprobada en el año 2014. Del mismo modo en que se obtuvieron las muestras de identificación se contó con la participación de un laboratorio acreditado por el INACAL, siguiendo un adecuado llenado de la cadena de custodia. El muestreo realizado para estas etapas del proyecto de investigación fue del modo aleatorio teniendo en cuenta las 03 zonas de afectación.

Las temporalidades para la toma de muestras en el área impactada se desarrollaron en tres etapas; la primera de ellas se desarrolló posterior al retiro de suelos hasta los niveles de afectación más profundos, con la finalidad de conocer si se requiere realizando la remoción del suelo agrícola o proceder al transporte del material excavado hacia la zona de tratamiento; el segundo de ellos se desarrolló en la zona de tratamiento para verificar el nivel de concentración inicial previo al inicio del proceso de Landfarming y el tercero de ellos se desarrolló en la etapa final del proceso de Landfarming, con la finalidad de evaluar el porcentaje de eficiencia de degradación durante toda la temporalidad de estudio.

3.3.5. Movimiento de tierras

Debido a que el suelo agrícola contaminado con hidrocarburos no pudo tratarse “in situ”, por las condiciones presentes en la zona (relieve, topografía y nivel de humedad del suelo), este fue removido y transportado hacia una zona que presente condiciones aptas para el desarrollo de la investigación, por lo que se empleó maquinaria pesada que tuvo la capacidad de transportar el material desde el punto de incidencia, hasta la zona de tratamiento, la misma

que fue ubicada en un sector cercano (como se observa en el capítulo 3.1) con la finalidad de reducir costos y disminuir la posible afectación del entorno.

Por esta razón, se empleó un nuevo formato de registro para el control de las unidades vehiculares, el mismo que tuvo la siguiente identificación y fue empleada en una base de datos de Excel, para la recopilación de información.

Tabla 13.

Ficha de registro de unidades vehiculares

FICHA DE CONTROL VEHICULAR – MOVIMIENTO DE TIERRAS						
Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)

3.3.6. Adecuación de zona de tratamiento

Para la selección del área de emplazamiento de la zona de tratamiento se realizó la caracterización de zonas cercanas con la finalidad de hallar espacios con presencia de suelos arcillosos y que eviten la infiltración de posibles contaminantes sobre capas subyacentes de suelo y fuentes hídricas subterráneas. Para ello, se delimitó un predio cercano, a una distancia próxima de 1.2 km en la misma comunidad de Trucha de oro, el que contemplaba características propicias en cuanto a estructura física del suelo y ausencia de cobertura vegetal, con fines de evitar la remoción del mismo.

Esta área fue evaluada mediante la excavación de cuatro (04) calicatas para determinar los horizontes del suelo y determinar su textura. En todos los casos se evidenciaron suelos del tipo arcilloso a una profundidad de 0.75 m. subyacente al top soil, con una potencia promedio de 38 cm., seguido de macizo rocoso.

Figura 12.

Vista de horizonte de suelo, calicata 03



El suelo arcilloso representa un estrato óptimo para el proceso de Landfarming, puesto que permite impermeabilizar las capas subyacentes y evitar así, posibles procesos de infiltración de hidrocarburos procedentes de la tierra agrícola contaminada transportada. Es así que el área fue delimitada tomando en cuenta el volumen de material contaminado, así como de la maniobrabilidad que debería tener la maquinaria pesada, llegando a intervenir un área total de 3877.55 m².

Esta área fue excavada hasta encontrar los niveles máx próximos del suelo arcilloso, y con la acumulación del material inerte (top soil) se adecuaron barreras en todo el perímetro, para luego ser impermeabilizadas con geomembrana HDPE PVC Geotextil 2mm.

Figura 13.

Acondicionamiento de cancha de tratamiento



3.3.7. Proceso de Landfarming

Con las condiciones propicias para el inicio del tratamiento y con el transporte total de la tierra agrícola contaminada (desde zona de accidente), se dividió la zona en cuatro (04) sectores con la finalidad de aplicar el volteo mecánico con el empleo de cargador frontal y cargador oruga. Estas zonas uniformes tuvieron periodos de oxigenación de material en intervalo de tiempos regulares de 03 horas diarias, dispuestos en periodo diurno y nocturno.

La intención de generar cuatro (04) zonas de tratamiento estuvo basada en la capacidad de degradación del material, ya que se formaron conos de tierra de una altura de 2.5 mts, con la finalidad de remover de forma homogénea los contaminantes presentes en la base de dichos conos y llevarlos a la parte superficial, generando así su evaporación, la que, apoyada de las condiciones físicas de la tierra como humedad y temperatura, aceleran el proceso de remediación.

Figura 14.

Proceso de volteo mecánico en zona 02



3.3.8. Control del proceso de Landfarming

Durante el desarrollo de las actividades de remediación ambiental de suelos agrícolas contaminados con hidrocarburos, se emplearon herramientas y equipos necesarios para determinar la relación de significancia y prevalencia de elementos ambientales físicos de la zona donde se realizó el tratamiento, tal es el caso de la temperatura del suelo, humedad y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) que se encontraron en el suelo. Por esta razón, se

contempló el empleo de equipos adecuados para el monitoreo continuo de parámetros BTEX, llevando un registro adecuado que fue monitoreado a través del siguiente formato:

Tabla 14. *Formato control de elementos físicos durante actividad de Landfarming*

FICHA DE CONTROL DE ELEMENTOS FÍSICOS						
Ítem	Fecha	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Benceno (mg/kg)	Tolueno (mg/kg)	Xileno (mg/kg)

Este proceso de monitoreo para controlar las condiciones del proceso de Landfarming, sumado al monitoreo de calidad ambiental de suelo coadyuvieron a disminuir las concentraciones de los parámetros para Fracciones de Hidrocarburos F2 y F3 en relación a los ECA (Estándares de Calidad Ambiental), logrando así el éxito del tratamiento físico por Landfarming.

3.4. Equipos, materiales e insumos

Tabla 15.

Equipos empleados durante la investigación

<i>Equipos</i>	<i>Imagen</i>
----------------	---------------

- GPS

Marca Garmin, modelo eTrex 30. Especial para uso personal, Posee altímetro barométrico que rastrea cambios de presión para determinar altitud precisa y ubicación con margen de error +/- 1.0 m.



- PDI Muestreador de Gases COV.

Marca Rae, modelo MINI RAE 3000 con detector de fotoionización.



- Termohigrómetro

Marca coolbox, modelo 968H de doble pantalla.



Tabla 16.

Equipos empleados durante la investigación

Maquinaria	Imagen
<p>- Cargador Frontal Marca Volvo, modelo L150H, de capacidad de 48 m³.</p>	

- Volquete

Marca Volvo, modelo FMX 500 8x4, con tolva – Caja, 30 m³ capacidad.



- Tractor Oruga

Marca Volvo, modelo 380, de capacidad de 2.8 m³.



Tabla 17.

Materiales empleados durante la investigación

Materiales
- Geomembrana HDPE PVC Geotextil 2mm.
- Tanque de almacenamiento dino de 1000 Lts.
- Palanas
- Manguera de 60 mts.
- Cilindros para residuos sólidos (03)
- Mascarillas quirúrgicas
- Rociadores
- Bandejas de desinfección

-
- Señalética
 - EPPs (botas, tyvex, guantes, lentes, bloqueador)
 - Paños absorbentes
 - Salchichas anti derrames
-

Tabla 18.

Insumos empleados durante la investigación

Insumos
- Pacas de arroz
- Aceite torticula
- Combustible Diesel y Gasolina
- Lubricantes y aditivos
- Alcohol en gel
- Alcohol líquido
- Amonio cuaternario
- Jabón líquido

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Identificación de procesamiento y análisis de datos

Una vez producido el derrame de combustible Diesel B-5 se determinó el área potencialmente afectada por hidrocarburos a través de la inspección ocular del sentido y dirección de su recorrido a través de zonas de alcantarilla denominadas 01 y 02 respectivamente. Esta etapa de identificación, a su vez, fue desarrollada en función de la Guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM). Estos datos fueron procesados mediante el empleo de la herramienta informática Excel y a nivel cartográfico mediante el software ArcMap 10.9. La aplicación de estos

softwares permitió delimitar el área total de afectación del suelo agrícola y su sub división en tres (03) zonas.

3.5.2. *Muestreo de identificación*

El muestreo de identificación siguió el protocolo de toma de muestras indicada en la Guía de muestreo de suelos y Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, ambos aprobados por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el año 2014.

A través de la colecta de muestras de suelos agrícolas contaminados con hidrocarburos, se procedió a su lacrado, transporte y recepción de muestras en el laboratorio acreditado por INACAL. Este mismo, empleó las siguientes técnicas para el procesamiento y análisis de muestras:

Tabla 19.

Tipo de ensayo según parámetro de evaluación

Tipo de ensayo	Norma de referencia	Título
Hidrocarburos totales de Petróleo Fracción F2 (>C10-C28)	EPA Method 8015 C, Rev 3. 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos totales de Petróleo Fracción F3 (>C28-C40)	EPA Method 8015 C, Rev 3. 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography

Nota. Datos tomados de Informe de Ensayo MA2007477.

3.5.3. *Muestreo de evaluación*

Del mismo modo que el muestreo de evaluación (ítem 3.5.2. Muestreo de identificación), se emplearon cadenas de custodia y analizada por un laboratorio acreditado por INACAL, siguiendo el tipo de ensayo nombrado en la Tabla 18. El análisis de Fracciones de

Hidrocarburos F2 y F3 se desarrolló en función a las recomendaciones brindadas por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), mediante comparación con los parámetros (F2 y F3) indicados en el D.S N° 011-2017-MINAM, que regulan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo que presentan los siguientes valores de concentración máxima admisible y tipo de ensayo:

Tabla 20.

Método de ensayo empleado según D.S. N° 011-2017-MINAM

Parámetro en mg/kg	Suelo Agrícola	Residencial / Parques	Comercial / Industrial / Extractivo	Método de ensayo
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015

Nota. Datos tomados del D.S. N° 011-2017-MINAM.

Como se señaló en párrafos precedentes, el número de temporalidades de muestreos ambientales de calidad de suelo se desarrolló en tres (03) oportunidades en la zona de impacto y en dos (02) oportunidades en la zona de tratamiento de tierra contaminada con hidrocarburos. Los procedimientos realizados por los laboratorios están sujetos a los métodos de ensayo aprobados por el INACAL.

3.5.4. Representación de resultados

Los resultados procedentes de las actividades de Remediación de Suelos Agrícolas Contaminados con Hidrocarburos son expresados a través del análisis de las muestras acumuladas en las temporalidades de estudio y emitidas mediante un Informe de Ensayo,

acreditado por el registro del laboratorio adscrito al INACAL. Cada uno de estos resultados han sido analizados mediante la aplicación de la herramienta informática Microsoft Excel 2010, para generar gráficos que detallen el nivel de variación de las concentraciones de las Fracciones de Hidrocarburos Totales F2 y F3 en cada punto de muestreo, a través del tiempo.

3.5.5. Experiencia de remediación

La Experiencia de Remediación fue evaluada a través de una constante de variación de las concentraciones iniciales del contaminante, en sus fracciones de hidrocarburos totales de petróleo F2 y F3, versus las concentraciones finales de los mismos, en los periodos de muestreo de suelos agrícolas contaminados. Los valores fueron expresados porcentualmente, para identificar con mayor precisión el nivel de remediación que existió a través del empleo del método de Landfarming. La fórmula empleada es la siguiente:

$$R = \left(1 - \frac{Cf}{Co}\right) \times 100\%$$

Donde:

R = Eficiencia de remediación (%)

Cf = Concentración final de F2 y F3 ($\frac{mg}{kg}$)

Co = Concentración inicial de F2 y F3 ($\frac{mg}{kg}$)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de la remediación de suelos agrícolas contaminados con hidrocarburos se obtuvieron resultados en función de la metodología empleada, siendo estos resultados obtenidos de la siguiente forma:

4.1. Determinación del área afectada

El área afectada, según la identificación de campo se encontró en la siguiente ubicación:

Tabla 21.

Ficha de identificación de área impactada

Punto	Zona	Descripción del área	Componente Ambiental Afectado	Coordenadas UTM WGS 84 Este - Norte	
I-01	Z-1		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757033.00	9247515.00
I-02	Z-1		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757031.00	9247521.00
I-03	Z-1	El área presenta cultivos de tallo bajo representada	Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757019.00	9247514.00
I-04	Z-1	por pastos de siembra para la alimentación del	Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757000.00	9247498.00
I-05	Z-1	ganado vacuno con una pendiente de inclinación	Cobertura vegetal y suelo agrícola.	756984.00	9247480.00
I-06	Z-1	aproximada de 4°.	Cobertura vegetal y suelo agrícola.	756965.00	9247454.00
I-07	Z-1		Suelo agrícola.	756982.00	9247422.00
I-08	Z-1		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	756997.00	9247460.00

Punto	Zona	Descripción del área	Componente Ambiental Afectado	Coordenadas UTM WGS 84 Este - Norte	
I-09	Z-1		Suelo agrícola.	757009.00	9247489.00
I-10	Z-1		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757026.00	9247507.00
I-11	Z-2		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757025.00	9247438.00
I-12	Z-2		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757045.00	9247436.00
I-13	Z-2		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757050.00	9247414.00
I-14	Z-2	El área presenta cultivos de tallo bajo representada por pastos de siembra para la alimentación del ganado vacuno con una pendiente de inclinación aproximada de 5°.	Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757105.00	9247429.00
I-15	Z-2		Suelo agrícola.	757107.00	9247423.00
I-16	Z-2		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757091.00	9247416.00
I-17	Z-2		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757071.00	9247405.00
I-18	Z-2		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757038.00	9247398.00
I-19	Z-2		Cobertura vegetal y suelo agrícola.	757011.00	9247420.00
I-20	Z-3	El área presenta cultivos de tallo bajo representada por pastos de siembra para la alimentación del ganado vacuno y presencia de bofedales con una pendiente de inclinación inferior de 3°.	Cobertura vegetal y suelo agrícola.	756962.00	9247448.00
I-21	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756927.00	9247465.00
I-22	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756901.00	9247464.00
I-23	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756883.00	9247462.00
I-24	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756857.00	9247470.00


Punto	Zona	Descripción del área	Componente Ambiental Afectado	Coordenadas UTM WGS 84 Este - Norte	
I-25	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756829.00	9247439.00
I-26	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756784.00	9247456.00
I-27	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756775.00	9247504.00
I-28	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756739.00	9247537.00
I-29	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756735.00	9247553.00
I-30	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756705.00	9247567.00
I-31	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756680.00	9247633.00
I-32	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756663.00	9247666.00
I-33	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756656.00	9247677.00
I-34	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756649.00	9247677.00
I-35	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756633.00	9247663.00
I-36	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756638.00	9247656.00
I-37	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756645.00	9247655.00
I-38	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756660.00	9247628.00
I-39	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756654.00	9247616.00
I-40	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756678.00	9247546.00

Punto	Zona	Descripción del área	Componente Ambiental Afectado	Coordenadas UTM WGS 84 Este - Norte	
I-41	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756704.00	9247537.00
I-42	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756718.00	9247522.00
I-43	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756758.00	9247485.00
I-44	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756783.00	9247436.00
I-45	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756796.00	9247423.00
I-46	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756835.00	9247422.00
I-47	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756869.00	9247420.00
I-48	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756912.00	9247421.00
I-49	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756939.00	9247416.00
I-50	Z-3		Cobertura vegetal, agua superficial y suelo agrícola.	756958.00	9247429.00

Con la delimitación del área impactada, se formaron tres (03) zonas en función de sus características físicas y el componente ambiental afectado. Los cuales contienen la siguiente información relevante:

Tabla 22.

Ubicación de las zonas en función de sus características físicas y el componente ambiental afectado.

Zona	Área (m²)	Perímetro (m)	Imagen referencial
Zona 01	1759.00	245.00	
Zona 02	2663.00	320.00	
Zona 03	13522.00	1041.00	

La zona que tuvo mayor impacto fue la zona 03, debido a que, por sus características morfológicas y geométricas, el agua fluyó hacia su parte media debido a la diferencia de pendientes entre las zonas 01 y 02 respectivamente. Asimismo, es importante señalar que estas dos zonas mencionadas, derivan aguas provenientes de alcantarillas de la infraestructura vial principal (carretera Cajamarca – Hualgayoc). Las zonas afectadas sumaron un total de 17,944 m².

4.2. Determinación de los niveles de profundidad

Una vez determinada la dimensión del área afectada se realizaron calicatas en cada una de las zonas indicadas en función de su extensión y ubicadas de forma aleatoria con la finalidad de conocer la profundidad de infiltración del contaminante. Cada una de ellas fueron debidamente georreferenciadas y se indican a continuación:

Tabla 23.*Ficha de determinación de niveles de profundidad en zona 01*

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
1	757025.00	9247520.00	3716	1.5	0.85	0.65
2	757019.00	9247510.00	3712	1.5	1.1	0.9
3	757021.00	9247504.00	3710	1.5	0.9	2
4	757013.00	9247498.00	3710	1.3	1	0.85
5	757008.00	9247501.00	3710	1.5	0.9	1.65
6	757009.00	9247492.00	3709	1.5	1.3	0.9
7	756981.00	9247459.00	3709	1	0.65	0.6
8	756971.00	9247451.00	3709	1.1	0.7	0.70
9	756999.00	9247497.00	3708	1.5	0.9	1.1
10	756986.00	9247479.00	3708	1.2	1.2	1.55
11	756993.00	9247475.00	3708	1.45	0.9	2.06
12	757001.00	9247490.00	3707	1.7	1.1	0.6
13	757005.00	9247479.00	3707	1.8	0.9	0.9
14	756996.00	9247482.00	3707	1.5	1.2	1.8
15	756991.00	9247485.00	3707	1.9	1.4	1.9
16	756981.00	9247482.00	3707	1.2	0.65	0.7
17	757001.00	9247475.00	3707	1.8	1	1.8
18	757000.00	9247467.00	3707	1.1	0.75	0.8

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
19	756987.00	9247461.00	3707	0.8	0.6	0.5
20	756989.00	9247470.00	3706	1.9	1	1.5
21	756994.00	9247463.00	3706	2	0.7	0.9
22	756974.00	9247460.00	3706	0.85	0.8	0.9
23	756983.00	9247433.00	3706	0.7	0.5	0.6
24	756984.00	9247443.00	3706	1.1	0.6	0.5
25	756977.00	9247455.00	3706	0.4	0.4	0.5
26	757006.00	9247484.00	3705	1.4	1.1	0.7
27	756986.00	9247465.00	3705	1.2	1.1	0.9
28	756988.00	9247452.00	3705	1	0.65	0.7
29	756978.00	9247461.00	3705	1.1	0.7	0.8
30	756977.00	9247440.00	3705	0.85	0.5	0.4
31	756979.00	9247469.00	3704	1.2	0.75	1

El nivel de profundidad en la zona 01 fue variable, obteniendo niveles de profundidad máximo de 2.06 m., mínimo de 0.4 m. y promedio de 1.01 m.

Tabla 24.

Ficha de determinación de niveles de profundidad en zona 02

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
1	757101.00	9247423.00	3714	1	0.4	0.70
2	757060.00	9247406.00	3713	1.2	0.7	0.40
3	757086.00	9247415.00	3712	1.2	0.5	0.55

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
4	757085.00	9247420.00	3712	1	0.45	0.75
5	757077.00	9247414.00	3712	0.75	0.65	0.50
6	757045.00	9247405.00	3712	1	0.5	0.70
7	757069.00	9247405.00	3711	0.8	0.5	0.50
8	757067.00	9247416.00	3710	1.1	0.7	1.05
9	757069.00	9247412.00	3710	0.9	0.45	0.65
10	757048.00	9247413.00	3710	1	0.5	0.45
11	757060.00	9247409.00	3709	0.6	0.45	0.50
12	757059.00	9247414.00	3709	1.25	0.45	0.45
13	757036.00	9247428.00	3709	1.2	0.6	0.60
14	757026.00	9247424.00	3709	1.2	0.7	0.60
15	757021.00	9247419.00	3709	1.1	0.6	0.45
16	757047.00	9247409.00	3708	0.95	0.4	0.50
17	757030.00	9247405.00	3708	1.3	0.7	0.65
18	757036.00	9247414.00	3708	1.4	0.4	0.60
19	757014.00	9247418.00	3708	1.7	0.8	0.70
20	757033.00	9247423.00	3708	1.3	0.5	0.60
21	757008.00	9247446.00	3708	1.2	0.6	0.60
22	757002.00	9247436.00	3708	1.2	0.5	0.55
23	756999.00	9247422.00	3708	1.1	0.7	0.40
24	757045.00	9247424.00	3707	1.7	0.4	0.50

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
25	757042.00	9247431.00	3707	1.2	0.5	0.40
26	757031.00	9247433.00	3707	1.4	0.7	0.70
27	757029.00	9247419.00	3707	0.6	0.6	0.60
28	757025.00	9247410.00	3707	1.2	0.45	0.30
29	757008.00	9247424.00	3707	0.55	0.5	0.55
30	757015.00	9247439.00	3707	1.5	0.7	0.70
31	757014.00	9247444.00	3707	0.95	0.5	0.50
32	756996.00	9247447.00	3705	0.9	0.55	0.60
33	756997.00	9247444.00	3705	1.1	0.6	0.80
34	756994.00	9247419.00	3705	1.2	0.8	0.85
35	756999.00	9247456.00	3704	1	0.85	0.60

El nivel de profundidad en la zona 02, al igual que en la zona 01 fue variable, obteniendo niveles de profundidad máximo de 1.05 m., mínimo de 0.3 m. y promedio de 0.59 m.

Tabla 25.

Ficha de determinación de niveles de profundidad en Zona 03.

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
1	756974.00	9247435.00	3704	0.55	0.5	0.4
2	756968.00	9247427.00	3704	0.5	0.4	0.5
3	756967.00	9247438.00	3704	1.1	0.6	0.4
4	756964.00	9247444.00	3704	1.7	0.6	0.5

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
5	756954.00	9247445.00	3702	1.5	0.9	0.6
6	756954.00	9247441.00	3703	0.5	0.45	0.5
7	756955.00	9247432.00	3702	1.2	0.8	0.7
8	756922.00	9247425.00	3702	1	0.65	0.55
9	756928.00	9247444.00	3702	1.4	0.8	0.6
10	756935.00	9247457.00	3702	1.6	0.9	0.45
11	756914.00	9247462.00	3701	1.4	0.8	0.7
12	756916.00	9247453.00	3701	1.3	0.5	0.75
13	756914.00	9247446.00	3701	1.45	0.5	0.8
14	756910.00	9247429.00	3700	1.7	0.7	0.7
15	756882.00	9247420.00	3701	1	0.8	0.75
16	756885.00	9247426.00	3700	0.7	0.5	0.4
17	756883.00	9247432.00	3699	0.9	0.65	0.45
18	756891.00	9247450.00	3699	1.2	0.6	0.65
19	756892.00	9247458.00	3700	1.1	0.45	0.8
20	756865.00	9247466.00	3697	1.5	0.7	0.6
21	756863.00	9247455.00	3697	1.2	0.7	0.5
22	756863.00	9247433.00	3696	0.5	0.45	0.5
23	756861.00	9247429.00	3697	1.4	0.4	0.6
24	756860.00	9247423.00	3696	1.2	0.5	0.35
25	756847.00	9247431.00	3696	1.2	0.45	0.6

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
26	756849.00	9247437.00	3696	1.2	0.5	0.6
27	756847.00	9247450.00	3697	1.1	0.45	0.55
28	756845.00	9247455.00	3696	0.9	0.5	0.5
29	756829.00	9247436.00	3694	1.3	0.7	0.45
30	756828.00	9247424.00	3694	1.2	0.65	0.5
31	756811.00	9247423.00	3694	1.1	0.6	0.4
32	756812.00	9247431.00	3694	1	0.6	0.6
33	756813.00	9247436.00	3694	1	0.55	0.65
34	756795.00	9247445.00	3694	1.3	0.45	0.45
35	756789.00	9247440.00	3693	1.2	0.55	0.7
36	756783.00	9247434.00	3693	1.2	0.7	0.6
37	756761.00	9247453.00	3693	1.2	0.45	0.55
38	756778.00	9247456.00	3693	1	0.7	0.6
39	756772.00	9247478.00	3692	1.1	0.5	0.6
40	756767.00	9247477.00	3693	1.5	0.7	0.7
41	756754.00	9247487.00	3690	1.2	0.4	0.7
42	756763.00	9247493.00	3691	0.9	0.6	0.5
43	756769.00	9247500.00	3691	0.9	0.5	0.5
44	756751.00	9247515.00	3689	1.1	0.6	0.4
45	756745.00	9247509.00	3689	0.9	0.7	0.65
46	756737.00	9247500.00	3689	1.3	0.9	0.6

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
47	756725.00	9247509.00	3688	0.9	0.7	0.6
48	756730.00	9247516.00	3688	0.9	0.7	0.65
49	756739.00	9247524.00	3688	1.3	0.5	0.5
50	756733.00	9247535.00	3687	1	0.4	0.5
51	756723.00	9247528.00	3788	0.9	0.5	0.6
52	756717.00	9247525.00	3687	0.9	0.6	0.6
53	756711.00	9247533.00	3687	0.6	0.6	0.7
54	756718.00	9247538.00	3686	1.1	0.6	0.5
55	756733.00	9247551.00	3686	1.2	0.6	0.6
56	756700.00	9247562.00	3688	1.4	0.6	0.6
57	756694.00	9247557.00	3686	1	0.5	0.6
58	756672.00	9247549.00	3686	1.4	0.8	0.6
59	756670.00	9247569.00	3683	0.9	0.5	0.4
60	756681.00	9247574.00	3684	1.1	0.4	0.6
61	756692.00	9247578.00	3684	1.1	0.5	0.6
62	756688.00	9247597.00	3685	1.1	0.6	0.5
63	756681.00	9247594.00	3684	1.12	50	0.75
64	756668.00	9247589.00	3683	2.2	0.75	0.9
65	756980.00	9247422.00	3706	1.7	0.55	0.7
66	756670.00	9247580.00	3683	1.2	0.75	0.70
67	756671.00	9247571.00	3685	0.9	0.5	0.5

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
68	756661.00	9247606.00	3683	1.1	0.4	0.6
69	756655.00	9247613.00	3683	1.1	0.45	0.4
70	756667.00	9247607.00	3683	0.9	0.4	0.7
71	756673.00	9247611.00	3684	1.1	0.5	0.7
72	756681.00	9247612.00	3682	1.4	0.55	0.7
73	756688.00	9247615.00	3682	1.3	0.5	0.5
74	756676.00	9247634.00	3681	1	0.7	0.45
75	756668.00	9247632.00	3682	1.4	0.5	0.85
76	756664.00	9247630.00	3682	0.8	0.4	0.4
77	756667.00	9247640.00	3680	0.8	0.65	0.8
78	756673.00	9247643.00	3679	1.3	0.9	0.9
79	756668.00	9247649.00	3680	1.3	1	1
80	756663.00	9247647.00	3680	0.9	0.55	0.9
81	756657.00	9247647.00	3680	1.1	0.7	0.6
82	756648.00	9247655.00	3675	1	0.5	0.5
83	756658.00	9247660.00	3675	1	0.6	0.6
84	756664.00	9247664.00	3675	1.1	0.6	0.6
85	756664.00	9247675.00	3674	1	0.6	0.6
86	756659.00	9247671.00	3676	1.2	0.6	0.7
87	756652.00	9247666.00	3676	1.45	0.45	0.7
88	756642.00	9247657.00	3676	0.8	0.7	0.7

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
89	756653.00	9247672.00	3675	0.8	0.6	0.55
90	756659.00	9247678.00	3676	0.9	0.7	0.45
91	756926.00	9247428.00	3704	1	0.5	0.5
92	756919.00	9247421.00	3703	1.2	0.6	0.4
93	756909.00	9247425.00	3701	1.1	0.5	0.6
94	756903.00	9247430.00	3701	1.1	0.5	0.5
95	756900.00	9247425.00	3700	1.15	0.5	0.5
96	756893.00	9247420.00	3701	1.3	0.5	0.4
97	756894.00	9247429.00	3701	1.2	0.5	0.35
98	756877.00	9247434.00	3699	1.1	0.5	0.5
99	756877.00	9247428.00	3701	0.95	0.5	0.4
100	756874.00	9247420.00	3700	1.1	0.4	0.3
101	756866.00	9247421.00	3699	1.2	0.45	0.4
102	756869.00	9247429.00	3698	1.2	0.5	0.4
103	756872.00	9247439.00	3700	1.3	0.5	0.4
104	756849.00	9247428.00	3698	1.1	0.5	0.5
105	756837.00	9247433.00	3698	0.8	0.5	0.4
106	756840.00	9247425.00	3696	0.9	0.5	0.4
107	756819.00	9247427.00	3695	1	0.6	0.5
108	756820.00	9247436.00	3696	1.3	0.5	0.6
109	756803.00	9247442.00	3694	0.9	0.6	0.6

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
110	756801.00	9247432.00	3695	1.2	0.6	0.6
111	756796.00	9247425.00	3695	0.6	0.5	0.4
112	756777.00	9247444.00	3693	1	0.5	0.5
113	756787.00	9247453.00	3693	0.8	0.5	0.5
114	756779.00	9247471.00	3693	0.9	0.65	0.55
115	756770.00	9247469.00	3691	1.2	0.5	0.5
116	756760.00	9247485.00	3688	0.9	0.6	0.6
117	756765.00	9247488.00	3689	0.8	0.4	0.6
118	756773.00	9247492.00	3689	1.2	0.5	0.5
119	756760.00	9247506.00	3690	0.8	0.6	0.65
120	756748.00	9247497.00	3690	0.8	0.6	0.6
121	756730.00	9247509.00	3688	1.2	0.5	0.55
122	756724.00	9247521.00	3687	0.9	0.4	0.4
123	756733.00	9247530.00	3686	2	0.4	0.55
124	756746.00	9247521.00	3687	1.1	0.5	0.4
125	756723.00	9247545.00	3687	1	0.5	0.5
126	756714.00	9247547.00	3687	0.6	0.6	0.45
127	756702.00	9247537.00	3686	0.7	0.45	0.4
128	756687.00	9247542.00	3685	1	0.4	0.45
129	756692.00	9247548.00	3685	0.85	0.55	0.3
130	756701.00	9247553.00	3685	0.8	0.5	0.6

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
131	756708.00	9247558.00	3685	0.9	0.55	0.5
132	756696.00	9247570.00	3683	1.1	0.65	0.5
133	756692.00	9247567.00	3684	0.9	0.5	0.65
134	756683.00	9247563.00	3683	0.7	0.6	0.4
135	756676.00	9247560.00	3683	1.1	0.5	0.5
136	756672.00	9247566.00	3683	1	0.4	0.5
137	756672.00	9247581.00	3684	1.2	0.7	0.7
138	756679.00	9247583.00	3684	0.75	0.4	0.4
139	756690.00	9247588.00	3683	0.94	0.75	0.65
140	756835.00	9247441.00	3698	1.1	0.5	0.5
141	756838.00	9247440.00	3697	1.15	0.6	0.6
142	756842.00	9247443.00	3696	1	0.9	0.6
143	756856.00	9247445.00	3699	1.5	0.5	0.6
144	756854.00	9247463.00	3698	1.2	0.55	0.7
145	756873.00	9247465.00	3698	1.1	0.6	0.7
146	756872.00	9247456.00	3697	1.1	0.65	0.8
147	756879.00	9247455.00	3700	1.1	0.45	0.6
148	756880.00	9247461.00	3700	1.15	0.85	0.75
149	756886.00	9247459.00	3700	1	0.9	0.4
150	756884.00	9247453.00	3699	1.15	0.5	0.6
151	756904.00	9247440.00	3700	1.2	0.45	0.85

ID	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
152	756905.00	9247449.00	3700	1.1	0.5	0.7
153	756904.00	9247457.00	3701	1.1	0.55	0.6
154	756904.00	9247462.00	3701	1.2	0.8	0.6
155	756925.00	9247463.00	3703	1.5	0.8	0.65
156	756924.00	9247456.00	3703	1.1	0.9	0.6
157	756922.00	9247446.00	3702	1.2	0.6	0.4
158	756930.00	9247453.00	3703	1	0.75	0.5

El nivel de profundidad en la zona 03 fue el más predominante debido a la concentración del hidrocarburo tuvo un mayor esparcimiento; sin embargo, no obtuvo niveles de profundidad muy elevados en comparación con las dos (02) primeras zonas analizadas, obteniendo niveles de profundidad máximo de 1.0 m., mínimo de 0.3 m. y promedio de 0.57 m

4.3. Control de movimiento de tierras

La remoción de suelo agrícola contaminado con hidrocarburos se realizó mediante el empleo de maquinaria pesada para ser trasladada hacia la zona de tratamiento, por lo que se llevó a cabo el control del volumen del material removido por volquetes. El resumen del resultado del control se encuentra a continuación, puesto que el detalle de las fichas podrá encontrarse adjunta a la presente investigación, en los anexos.

Tabla 26.

Ficha de registro de movimiento de tierras (resumen).

Ítem	Placa del vehículo	Volumen (m³)
1	<i>T9I-910</i>	3222
2	<i>T9I-935</i>	3204
3	<i>T9I-938</i>	3294
4	<i>T6J-889</i>	1512
5	<i>T6J-879</i>	2898

Como se puede apreciar en la tabla precedente, existieron cinco (05) vehículos disponibles para realizar la movilización del suelo contaminado hacia la zona de tratamiento ex situ, por lo que se logró remover y transportar una totalidad de 14130 m³ de suelo agrícola contaminado.

4.4. Monitoreo del proceso de Landfarming

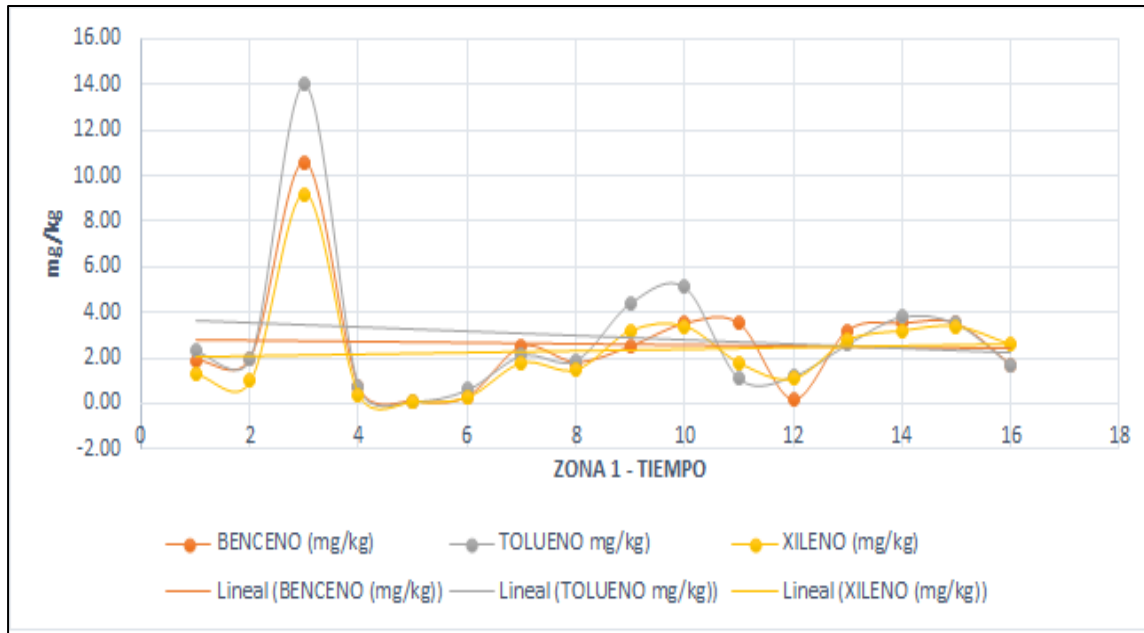
Mediante el empleo de un PDI Mini Rae 3000 se diagnosticó de forma continua la concentración de Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX) en las cuatro 04 zonas de tratamiento seleccionadas, estos resultados son indicados a continuación:

Tabla 27.*Ficha de registro de control de BTEX en zona de tratamiento 01*

ZONA	FECHA	BENCENO (mg/kg)			TOLUENO (mg/kg)			XILENO (mg/kg)		
		VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	PROM	VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	PROM	VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	PROM
ZONA 1	10/09/2020	0.3	1.9	0.82	0.3	2.3	0.88	0.2	1.3	0.59
ZONA 1	15/09/2020	0	2	0.7	0	2	0.57	0	1	0.44
ZONA 1	18/09/2020	0.3	10.6	3.61	0.3	14	3.5	0.3	9.2	3.23
ZONA 1	19/09/2020	0	0.7	0.2	0	0.7	0.2	0	0.4	0.13
ZONA 1	23/09/2020	0	0.1	0.03	0	0.1	0.01	0	0.1	0.03
ZONA 1	28/09/2020	0	0.3	0.08	0	0.6	0.08	0	0.3	0.07
ZONA 1	29/09/2020	0.3	2.5	1.18	0.6	2.1	0.96	0.2	1.8	0.81
ZONA 1	30/09/2020	0	1.8	0.31	0	1.9	0.29	0	1.5	0.25
ZONA 1	01/10/2020	0.5	2.5	1.23	0.3	4.4	1.48	0.4	3.2	1.38
ZONA 1	03/10/2020	0.2	3.5	1.13	0.2	5.1	1.38	0.2	3.4	1.09
ZONA 1	05/10/2020	0.3	3.5	0.98	0.3	1.1	0.57	0.2	1.8	0.61
ZONA 1	09/10/2020	0	1.7	0.17	0	1.2	0.1	0	1.1	0.09
ZONA 1	12/10/2020	0	3.2	0.59	0	2.6	0.51	0	2.8	0.62
ZONA 1	15/10/2020	0.2	3.5	1.1	0	4.4	1.17	0	3.2	1.12
ZONA 1	19/10/2020	0	3.5	0.81	0	5.1	1.26	0	3.4	0.88
ZONA 1	23/10/2020	0	1.7	0.19	0	1.7	0.76	0	2.6	0.79

Figura 15.

Valores máximos obtenidos para BTEX en zona de tratamiento 01



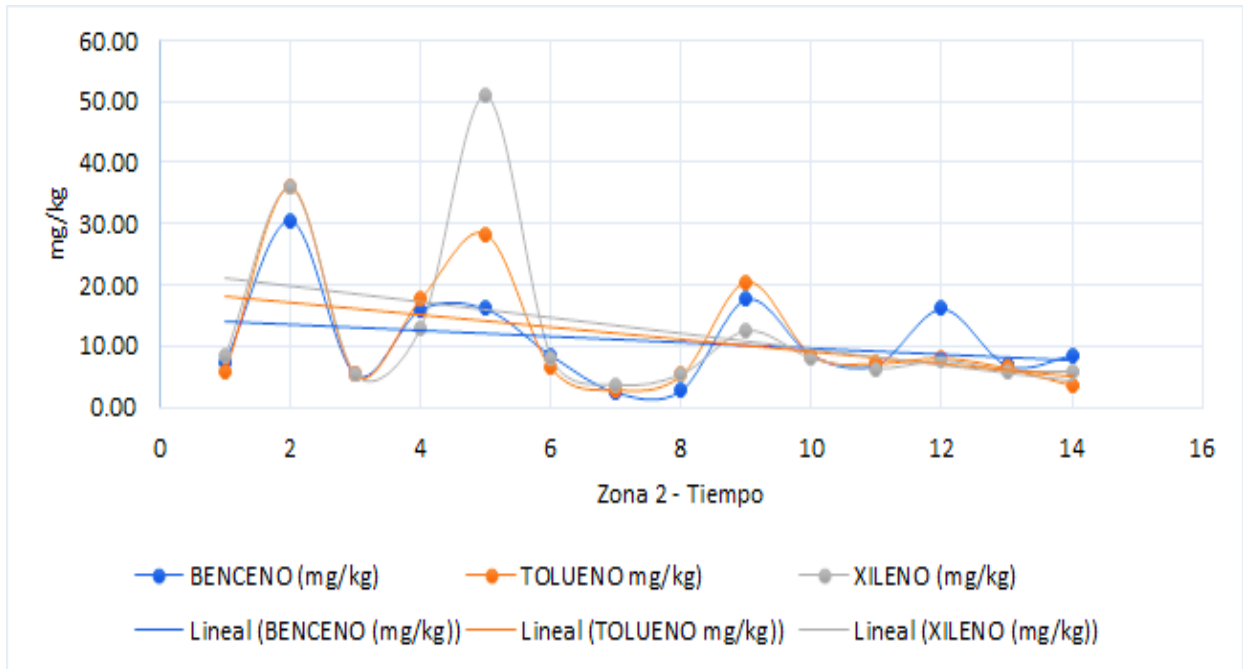
La zona 01 alcanzó valores máximos de concentración de Benceno, Tolueno y Xileno en los valores de 10.6, 14.0 y 9.2 mg/kg-ppm, respectivamente. Cada uno de estos valores fueron obtenidos en la etapa inicial de evaluación del proceso de Landfarming. Finalmente, al término de la etapa de Landfarming se evidenciaron niveles menores a 0.1 mg/kg – ppm en cada uno de estos parámetros.

Tabla 28.*Ficha de registro de control de BTEX en zona de tratamiento 02*

ZONA	FECHA	BENCENO (mg/kg)			TOLUENO (mg/kg)			XILENO (mg/kg)		
		VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	PROM	VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	PROM	VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	PROM
ZONA 2	09/09/2020	0	7.3	2.42	0	5.7	1.75	0	8.3	2.45
ZONA 2	11/09/2020	0.6	30.6	12.43	0.4	35.9	12.12	0.5	35.9	11.75
ZONA 2	18/09/2020	0.5	5.3	1.69	0.4	5.3	1.86	0.4	12.5	2.73
ZONA 2	28/09/2020	0.3	16	2.71	0.2	17.7	2.49	0	13	1.31
ZONA 2	29/09/2020	0.2	16.1	4.65	0.7	28.3	6.21	0.4	51	7.72
ZONA 2	30/09/2020	0.5	8.5	3.02	0.2	6.4	2.21	0.1	8.2	2.39
ZONA 2	01/10/2020	0	2.4	1.23	0	2.9	0.93	0	3.7	1
ZONA 2	03/10/2020	0.3	2.8	1.86	0.3	5.3	2.66	0.4	5.4	2.49
ZONA 2	05/10/2020	0.6	17.7	4.47	0.9	20.5	3.96	0.5	12.5	2.77
ZONA 2	15/10/2020	1.7	8.5	4.55	1.1	8.5	5.01	1.2	8	4.28
ZONA 2	17/10/2020	0.8	7	3.42	0.7	7.2	2.61	1.1	6.3	2.84
ZONA 2	19/10/2020	0.7	16.1	6.09	0.7	8.1	7.56	0	7.6	3.8
ZONA 2	24/10/2020	0.2	6.8	2.21	0.2	6.4	2.36	0.1	6	1.68
ZONA 2	26/10/2020	0	8.5	2.01	0	3.6	0.97	0	5.8	1.6

Figura 16.

Valores máximos obtenidos para BTEX en zona de tratamiento 02



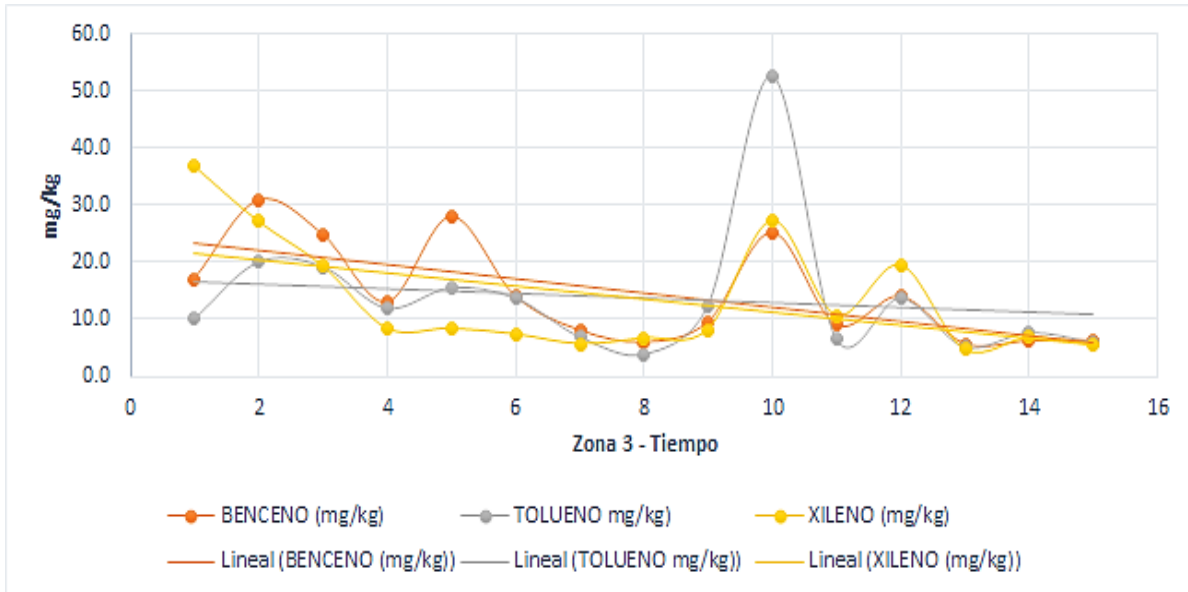
La zona 02 alcanzó valores máximos de concentración de Benceno, Tolueno y Xileno en los valores de 30.6, 35.9 y 51 mg/kg-ppm, respectivamente. Cada uno de estos valores fueron obtenidos en la etapa inicial de evaluación del proceso de Landfarming. Finalmente, al término de la etapa de Landfarming se evidenciaron niveles menores a 0.1 mg/kg – ppm en cada uno de estos parámetros.

Tabla 29.*Ficha de registro de control de BTEX en zona de tratamiento 03*

ZONA	FECHA	BENCENO (mg/kg)			TOLUENO (mg/kg)			XILENO (mg/kg)		
		VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	PROM	VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	PROM	VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	PROM
ZONA 3	09/09/2020	0.8	17	5.4	1	10	5.0	1	36.9	7.4
ZONA 3	11/09/2020	0.7	30.9	10.1	0.7	20	6.8	0.3	27.2	7.7
ZONA 3	18/09/2020	0.3	24.9	5.9	0.3	19.25	3.7	0.3	19.4	3.4
ZONA 3	28/09/2020	0.7	13	3.7	0.5	11.9	3.7	0.9	8.4	3.4
ZONA 3	29/09/2020	0.3	28	6.1	0.2	15.5	4.9	0.9	8.4	3.4
ZONA 3	30/09/2020	0.3	14.1	6.9	0.3	13.7	5.6	0.2	7.4	3.9
ZONA 3	01/10/2020	0.2	8.1	2.9	0.2	6.9	2.7	0.2	5.7	2.3
ZONA 3	03/10/2020	1.3	6	3.8	1.7	3.8	3.0	1	6.7	3.2
ZONA 3	05/10/2020	1.8	9.5	3.9	1.5	12.3	4.1	1.2	8.2	3.2
ZONA 3	06/10/2020	0.3	25.2	4.6	0.2	52.8	5.2	0.2	27.3	3.4
ZONA 3	14/10/2020	1.5	9	3.9	0.9	6.5	2.9	1.5	10.7	3.6
ZONA 3	15/10/2020	0.5	14	4.5	0.4	13.7	3.9	0.4	19.5	4.4
ZONA 3	17/10/2020	0.6	5.7	2.9	0.5	5.1	2.5	0.5	4.7	2.3
ZONA 3	20/10/2020	0.3	6.2	7.3	0.2	7.6	2.2	0.4	6.8	2.3
ZONA 3	23/10/2020	0.5	6.3	2.5	0.4	5.9	4.5	0.6	5.5	5.1

Figura 17.

Valores máximos obtenidos para BTEX en zona de tratamiento 03



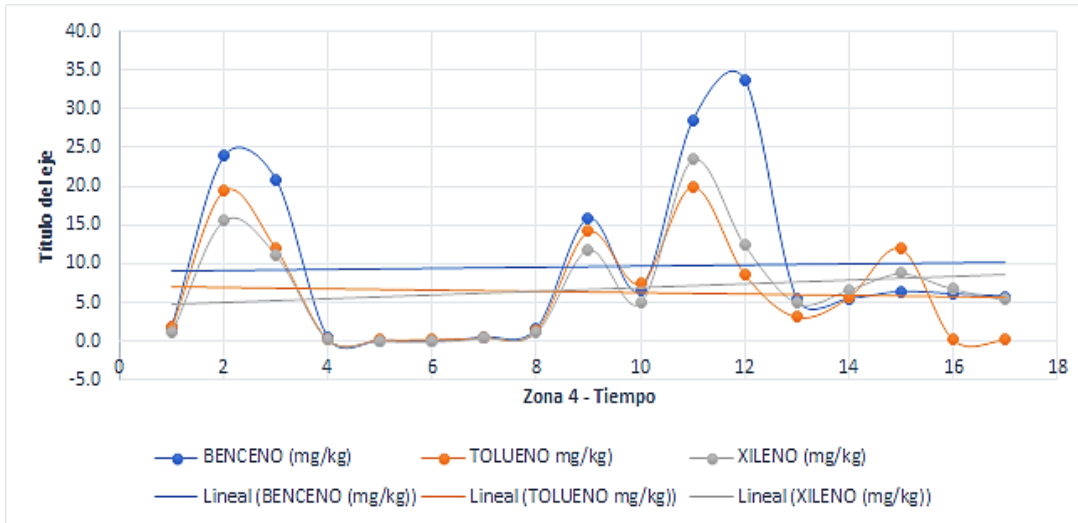
La zona 03 alcanzó valores máximos de concentración de Benceno, Tolueno y Xileno en los valores de 30.9, 52.8 y 36.9 mg/kg-ppm, respectivamente. Cada uno de estos valores fueron obtenidos en la etapa inicial de evaluación del proceso de Landfarming. Finalmente, al término de la etapa de Landfarming se evidenciaron niveles menores a 0.6 mg/kg – ppm en cada uno de estos parámetros.

Tabla 30.*Ficha de registro de control de BTEX en zona de tratamiento 04*

<i>ZONA</i>	<i>FECHA</i>	<i>BENCENO (mg/kg)</i>			<i>TOLUENO (mg/kg)</i>			<i>XILENO (mg/kg)</i>		
		<i>VALOR MÍN.</i>	<i>VALOR MÁX.</i>	<i>PROM</i>	<i>VALOR MÍN.</i>	<i>VALOR MÁX.</i>	<i>PROM</i>	<i>VALOR MÍN.</i>	<i>VALOR MÁX.</i>	<i>PROM</i>
ZONA 4	10/09/2020	0	1.9	0.61	0.1	1.9	0.61	0	1.2	0.39
ZONA 4	15/09/2020	0	23.9	2.44	0	19.4	2.44	0	15.6	1.61
ZONA 4	18/09/2020	0.7	20.9	3.76	0.5	12	3.65	0.5	11.2	3.14
ZONA 4	19/09/2020	0	0.4	0.11	0	0.3	0.12	0	0.2	0.06
ZONA 4	23/09/2020	0	0.1	0.01	0	0.2	0.02	0	0.1	0.02
ZONA 4	28/09/2020	0	0	0	0	0.3	0.03	0	0	0
ZONA 4	29/09/2020	0	0.5	0.05	0	0.5	0.06	0	0.5	0.06
ZONA 4	30/09/2020	0.4	1.6	0.89	0.4	1.4	0.65	0.2	1.2	0.59
ZONA 4	01/10/2020	0	15.9	2.69	0	14.2	3.03	0.1	11.9	2.64
ZONA 4	03/10/2020	0.2	6.6	1.39	0.3	7.5	1.48	0.2	5	1.18
ZONA 4	05/10/2020	0.3	28.5	4.33	0.2	20	3.58	0.2	23.5	3.75
ZONA 4	07/10/2020	0.2	33.8	3.32	0.2	8.7	1.40	0.2	12.5	1.98
ZONA 4	08/10/2020	0.5	5.5	1.70	0.3	3.2	1.01	0.3	5	1.22
ZONA 4	12/10/2020	0.1	5.5	0.92	0.1	5.7	0.96	0.1	6.7	0.96
ZONA 4	16/10/2020	0.2	6.4	3.3	0.2	7.6	3.19	0	8.8	4.4
ZONA 4	20/10/2020	0.2	6.1	3.15	0.3	6.8	3.55	0.2	6.8	3.5
ZONA 4	24/10/2020	0.1	5.8	2.95	0.1	6.9	3.5	0.1	5.4	2.75

Figura 18.

Valores máximos obtenidos para BTEX en zona de tratamiento 04



La zona 04 alcanzó valores máximos de concentración de Benceno, Tolueno y Xileno en los valores de 33.8, 20.0 y 23.5 mg/kg-ppm, respectivamente. Cada uno de estos valores fueron obtenidos en la etapa inicial de evaluación del proceso de Landfarming. Finalmente, al término de la etapa de Landfarming se evidenciaron niveles menores a 0.1 mg/kg – ppm en cada uno de estos parámetros.

4.5. Monitoreo de calidad ambiental de suelo

A través de la ejecución de monitoreos ambientales de calidad ambiental de suelo, se desarrollaron a través de procedimientos establecidos por la normativa ambiental vigente de nuestro país, haciendo el análisis de cada muestra en un laboratorio acreditado por INACAL. Los resultados obtenidos en cada etapa del proyecto se contemplan a continuación:

Tabla 31.*Resultados de monitoreo inicial de calidad de suelos*

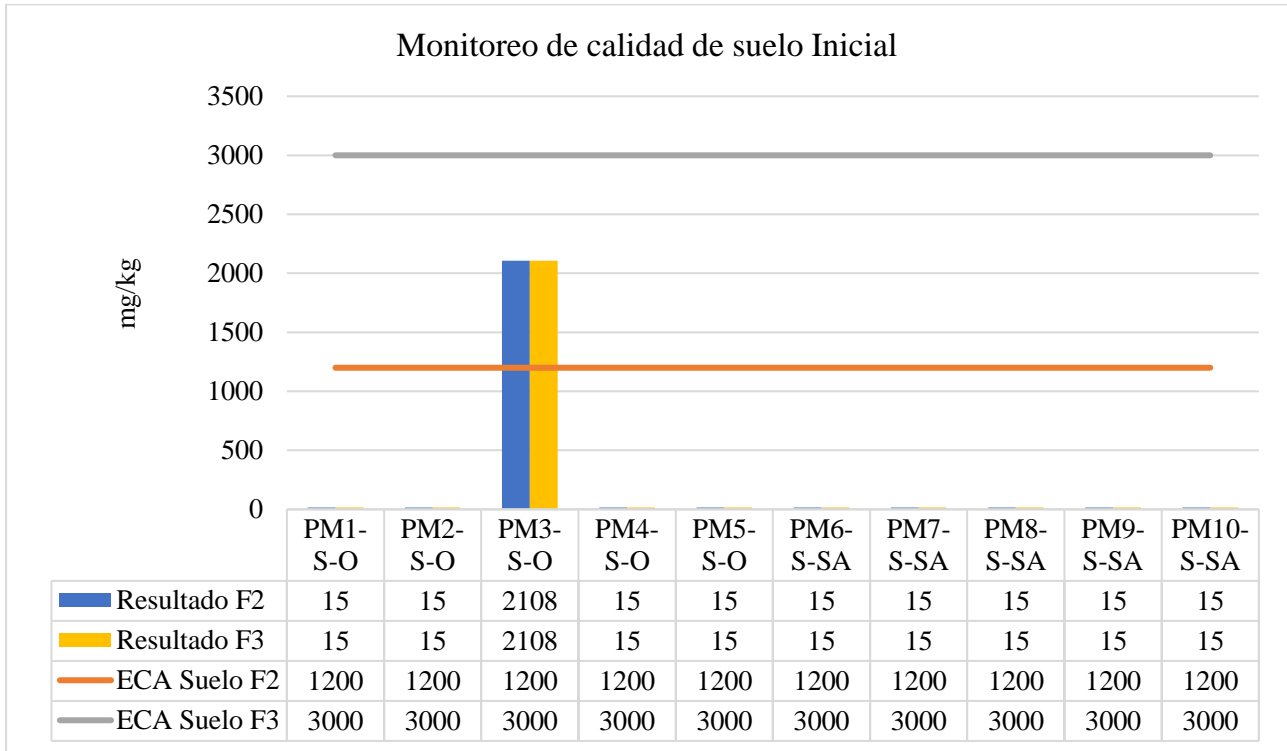
Puntos	Fracción de hidrocarburos F2		Fracción de hidrocarburos F3	
	Resultados obtenidos (mg/kg)	ECA Suelo Uso Agrícola	Resultados obtenidos (mg/kg)	ECA Suelo Uso Agrícola
PM1-S-O	<15	1200	<15	3000
PM2-S-O	<15	1200	<15	3000
PM3-S-O	2108	1200	2108	3000
PM4-S-O	<15	1200	<15	3000
PM5-S-O	<15	1200	<15	3000
PM6-S-SA	<15	1200	<15	3000
PM7-S-SA	<15	1200	<15	3000
PM8-S-SA	<15	1200	<15	3000
PM9-S-SA	<15	1200	<15	3000
PM10-S-SA	53	1200	53	3000

Nota. SGS del Perú S.A.C. (2020)

Del análisis y comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, se verifica que el punto PM3-S-O obtuvo una concentración de 2108 mg/kg para Fracción de hidrocarburos F2.

Figura 19.

Resultados del monitoreo de calidad de suelo inicial vs. ECA suelo



4.5.1. Segundo monitoreo de calidad suelo

Monitoreo de calidad de suelo realizado en la zona de accidente durante las actividades de movimiento de tierras, con la finalidad de conocer el nivel de concentración de hidrocarburos en las zonas adherentes removidas. El monitoreo ha sido desarrollado por la empresa Analytical Laboratory E.I.R.L., registrada por INACAL.

Tabla 32.*Resultados de segundo monitoreo de calidad de suelos*

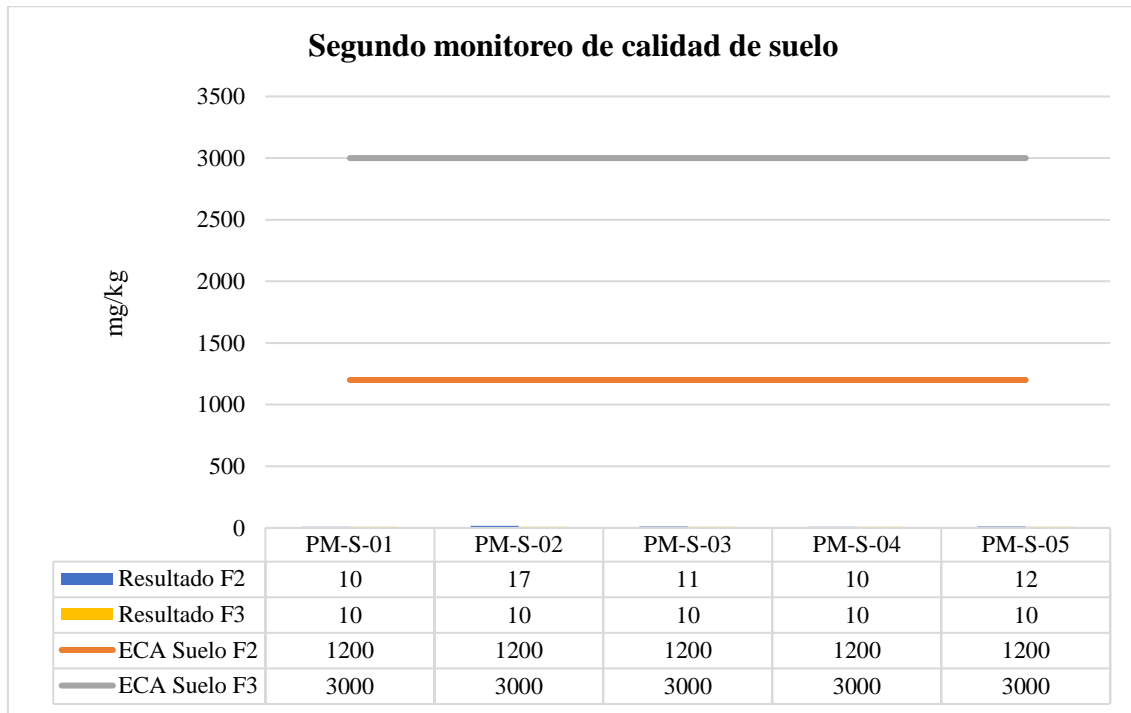
Puntos	Fracción de hidrocarburos F2		Fracción de hidrocarburos F3	
	Resultados obtenidos (mg/kg)	ECA Suelo Uso Agrícola	Resultados obtenidos (mg/kg)	ECA Suelo Uso Agrícola
PM-S-01	<10	1200	<10	3000
PM-S-02	17	1200	<10	3000
PM-S-03	11	1200	<10	3000
PM-S-04	<10	1200	<10	3000
PM-S-05	12	1200	<10	3000

Nota. Analytical Laboratory (2020)

Del análisis y comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, se verifica que las concentraciones de Fracción de hidrocarburos F2 y F3 se encuentran muy por debajo del estándar.

Figura 20.

Resultados del segundo monitoreo de calidad de suelo vs ECA suelo



4.5.2. Tercer monitoreo de calidad de suelo

Monitoreo de calidad de suelo realizado en la zona de accidente durante la continuidad de actividades de movimiento de tierras, con la finalidad de conocer el nivel de concentración de hidrocarburos en las zonas adherentes removidas. El monitoreo ha sido desarrollado por la empresa Analytical Laboratory E.I.R.L., registrada por INACAL.

Tabla 33.

Resultados del tercer monitoreo de calidad de suelos

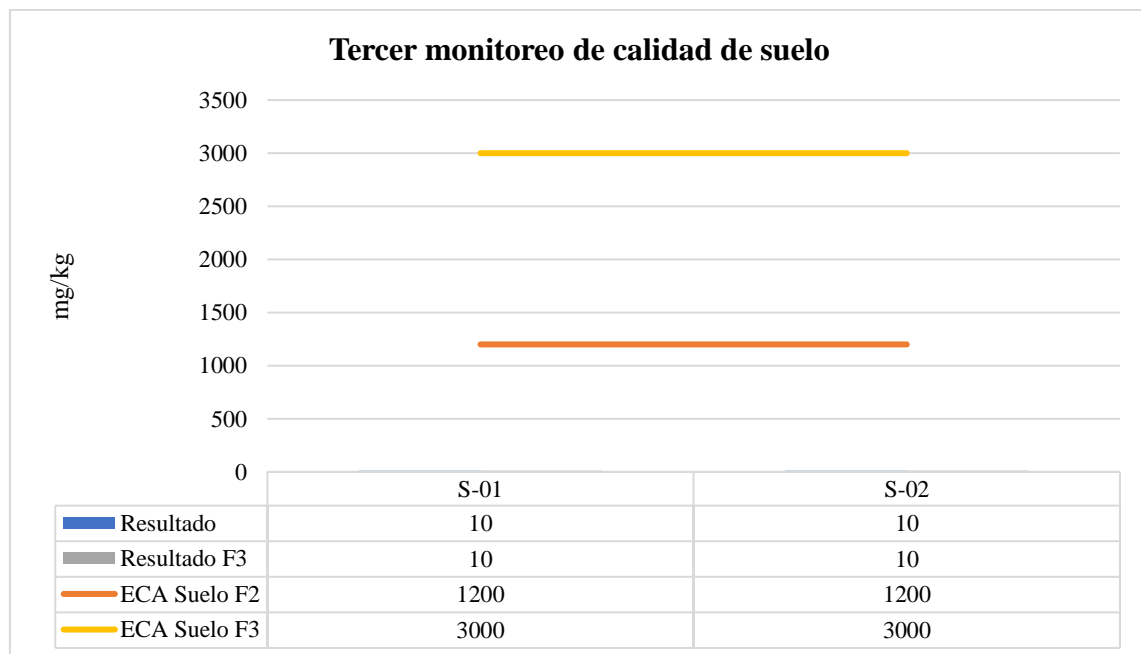
Puntos	Fracción de hidrocarburos F2		Fracción de hidrocarburos F3	
	Resultados obtenidos (mg/kg)	ECA Suelo Uso Agrícola	Resultados obtenidos (mg/kg)	ECA Suelo Uso Agrícola
S-01	<10	1200	<10	3000
S-02	17	1200	<10	3000

Nota. Analytical Laboratory (2020)

Del análisis y comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, se verifica que las concentraciones de Fracción de hidrocarburos F2 y F3 se encuentran muy por debajo del estándar.

Figura 21.

Resultados del tercer monitoreo de calidad de suelo vs. ECA suelo



4.5.3. Cuarto monitoreo de calidad de suelo

Monitoreo de calidad de suelo realizado en la zona de tratamiento durante el desarrollo del método Landfarming, con la finalidad de conocer el nivel de concentración de hidrocarburos con la tierra agrícola contaminada (indicada en el primer monitoreo). El monitoreo ha sido desarrollado por la empresa Analytical Laboratory E.I.R.L., registrada por INACAL.

Tabla 34.

Resultados del cuarto monitoreo de calidad de suelos

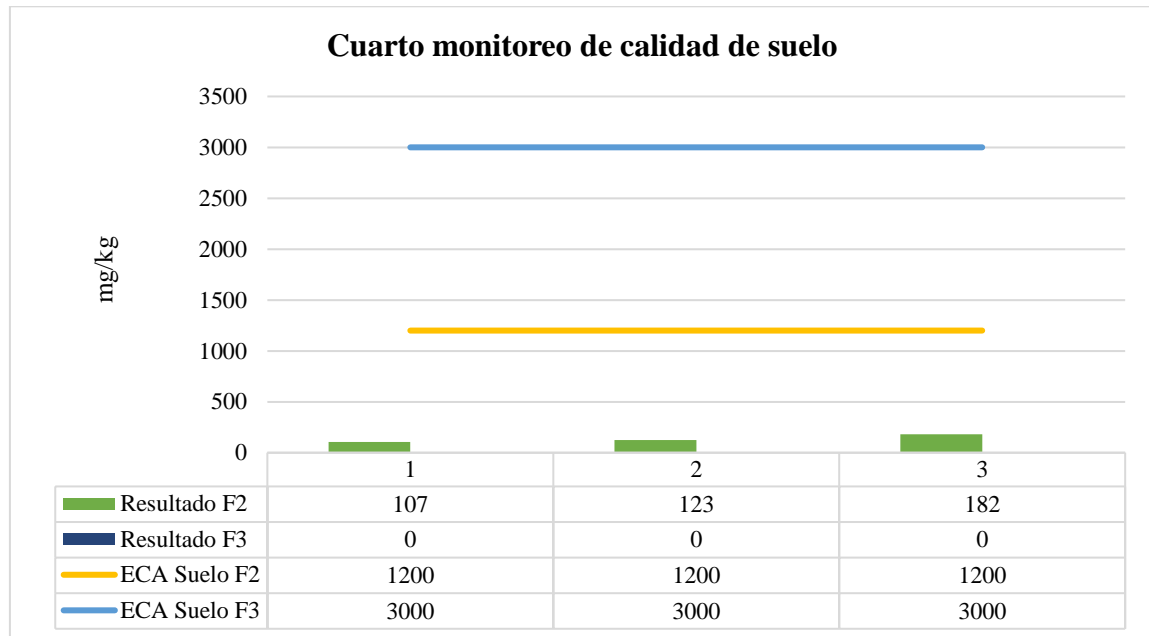
Puntos	Fracción de hidrocarburos F2		Fracción de hidrocarburos F3	
	Resultados obtenidos (mg/kg)	ECA Suelo Uso Agrícola	Resultados obtenidos (mg/kg)	ECA Suelo Uso Agrícola
PS – 01	107	1200	0	3000
PS – 02	123	1200	0	3000
PS - 03	182	1200	0	3000

Nota. Analytical Laboratory (2020)

Del análisis y comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, se verifica que las concentraciones de Fracción de hidrocarburos F2 y F3 redujeron considerablemente mediante el desarrollo del método de Landfarming.

Figura 22.

Resultados del cuarto monitoreo de calidad de suelo vs. ECA suelo



4.6. Experiencia de remediación

La experiencia de remediación estuvo determinada por el empleo de la fórmula indicada en el ítem 3.5.5., y se registró el siguiente resultado, en función al análisis de la Concentración inicial más elevada, y la concentración final más elevada, en todas las temporalidades de muestreo. Este resultado, se expresa a continuación:

Tabla 35.

Resultados de concentración inicial y final F2 y F3

Fracción de hidrocarburos F2		Fracción de hidrocarburos F3	
Concentración inicial (mg/kg)	Concentración final (mg/kg)	Concentración inicial (mg/kg)	Concentración final (mg/kg)
2108	183	2108	10

Tabla 36.*Resultados de la experiencia de remediación (%)*

Fracción de hidrocarburos F2	Fracción de hidrocarburos F3
Porcentaje de eficiencia (%)	Porcentaje de eficiencia (%)
$R = \left(1 - \frac{Cf}{Co}\right) \times 100\%$	$R = \left(1 - \frac{Cf}{Co}\right) \times 100\%$
R = 91.32 %	R = 99.53 %

4.7. Discusión de resultados

De las investigaciones indicadas en los antecedentes y en contraste con la presente investigación ha sido posible determinar que para potenciar la eficiencia de remediación de hidrocarburos es factible realizar combinación de métodos como Landfarming – Fitorremediación o Landfarming-Biorremediación (microbiológica), según lo indican S. Peng et al. (2020) y E.Sanza-Prat et al. (2019). Asimismo, se ha identificado que los periodos de remediación ambiental con Landfarming en las investigaciones internacionales tuvo una variación de 6 a 12 meses para lograr resultados óptimos, lo que indica la potencialidad del suelo altoandino para degradar los hidrocarburos y derivados en menor espacio de tiempo.

Otro beneficio encontrado del método de Landfarming, en concordancia con la investigación desarrollada por Cruz, Peña & Osorio (2020), fue que según el nivel de impacto y de extensión del área afectada, el financiamiento económico es relativamente reducido comparado con otras medidas de remediación.

Finalmente, la investigación de mayor similitud realizada se desarrolló en Piura (2019) ya que se desarrollaron procesos de Bioventing, biopilas dentro del método de Landfarming. Asimismo, el proceso fue llevado a cabo ex situ, para luego ser repuesto en la misma zona de

impacto, logrando eficiencia de un 42 a 43%, por lo que es necesario precisar que los suelos agrícolas procedentes de zonas altoandinas tienen un gran potencial para atender emergencias ambientales.

4.8. Contrastación de hipótesis

La hipótesis planteada afirma que se logrará una eficiencia de remediación de suelos contaminados con hidrocarburos mayor al 50%, por lo que, se cumple con la misma debido a que se determinó eficiencia de degradación del 91.32% y 99.53% para las Fracciones de Hidrocarburos F2 y F3 respectivamente (véase tabla 36).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se desarrolló la remediación de suelos agrícolas contaminados con Hidrocarburos aplicando el método Landfarming en el sector Trucha de Oro, distrito de Catilluc, provincia de San Miguel – Cajamarca en el año 2020, logrando una eficiencia de remediación de 91.32 % y 99.53 % para fracción de hidrocarburos F2 y F3 respectivamente.
2. Los niveles de concentración inicial de Fracciones de Hidrocarburos F2 y F3 fue de 2108.00 mg/kg, mientras que las concentraciones finales alcanzadas para ambos parámetros fueron de 183.00 mg/kg para F2 y 10 mg/kg para F3.
3. El volumen de suelo agrícola contaminado con hidrocarburos removido de la zona de accidente fue 14130 m³.
4. Las concentraciones de BTEX decrecieron en relación con el tiempo de tratamiento. El valor máximo promedio para Benceno, Tolueno y Xileno fue de 40.00 mg/kg, reduciendo posterior al tratamiento a concentraciones menores de 0.60 mg/kg.
5. La investigación resulta ser un precedente para realizar el análisis de la composición y distribución de microbiota en suelos altoandinos, debido a que cuentan con concentraciones elevadas de materia orgánica con potencial de degradación de fracciones de hidrocarburos y derivados.
6. La investigación podrá ser replicada a nivel nacional, logrando recopilar información amplia y precisa de los métodos de remediación más apropiados por tipo de región.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvaro, C., Arocena, L., Martínez, M & Nudelman, N. (2017). Biodegradación aerobia de fracciones de hidrocarburos provenientes de la actividad petrolera en un suelo de la región Patagonia Norte, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(2),247-257. Argentina.
- Altun O., Yalaz, M., Ozalkaya, E., Polat, D., Akisu, M., & Kultursay, N. (2010). *Kluyvera cruocrescens* in a preterm infant. *Japanese Journal of Infectious Diseases*. P. 165. Japón.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2007). *Toxicological Profile for Toluene*. Atlanta: US Public Health Services; 2000. <http://www.astdr.cdc.gov/tfacts56.html>
- Alexander, M. (1994). *Biodegradation and biorremediation*. Academic Press. p.56. San Diego, California, USA.
- Arteaga, A. (2021). *Remediación Mediante Volatilización de Suelos Contaminados por Derrames y Afloramiento de Hidrocarburos en Talara Piura*. Uniersidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco.
- Asfáltica (2007). *Pavimentar es un arte*. Asociación Mexicana de Asfalto. N° 8. p.30-48. México.
- Banco Mundial (1994). *Informe Sobre el desarrollo mundial: infraestructura y desarrollo*. Universidad de Oxford. p.16. USA.
- Barajas-Aceves, M., Delgado-Balbuena, L., & Balderas-Hernández, P. (2019). Remediation of oil-contaminated soil using landfarming and phytoremediation techniques: A case study in Mexico. *Journal of Environmental Management*, 233, 207-215.

- Brazkova, M. & Krastanov, A. (2013). Polycyclic aromatic hydrocarbons: Sources, effects and biodegradation. Universidad Científica Rusa del Trabajo. p.52. Rusia.
- Câmara, Jéssica M., Sousa, M., & B. Neto, E. (2019). Kinetics of the biodegradation of monoaromatics by *Pseudomonas aeruginosa*. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 36(1), 65-72. Brazil.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2013). Termodinámica: Una ingeniería de la energía. Mc Graw Hill.
- Chirre F., Jaqueline, P., Gabriel, A., y Erazo, R. (2019). Estudio de la biodegradación de residuos de aceite lubricante retenidos en bentonita usando el consorcio bacteriano Oil Eating Microbes (*Rhodococcus*, *Pseudomonas* y *Bacillus*). Revista de la Sociedad Química del Perú, 85(2), 163-174. Lima.
- Cruz-Crespo, E., Pena-Mendez, E. M., & Caselles-Osorio, A. (2020). Application of landfarming for the remediation of soil contaminated with petroleum hydrocarbons in the Peruvian Amazon. Environmental Science and Pollution Research, 27(21), 26475-26485.
- Das, K., & Mukherjee, A. (2007). Crude petroleum-oil biodegradation efficiency of *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa* strains isolated from a petroleum-oil contaminated soil from North-east India. Bioresource Technology. 98: 1339-1345. India.
- De Groot, B. & Brandt, C (2000). Health Safety and the Environment Aqueous Leaching of PAC-s From Bitumen. Eurasphalt & Eurobitume Congress Barcelona. P.752. España.
- De la Fuente, A. (2008). Diseño de una mezcla asfáltica de alto rendimiento para baches superficiales y profundos: tramo carretero Villahermosa – Teapa. Universidad de las Américas Puebla. p.9. México.

- Dhaker, A., & Jain, P. (2011). Sewage pollutants and their biorremediation by using different microorganism. *Recent Advances in Environmental Biotechnology*. Germany, p.189-204. Alemania.
- Días, L., Marín, J., Alburgue, D., Carrasquero, S., y Morales, E. (2008). Consorcio Microbiano Autóctono para el Tratamiento de Aguas Contaminadas con Gasoil del Puerto de Isla de Toa (Venezuela). *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(2), 5-27. Venezuela.
- Diez, M. (2010). Biological Aspects Involved in the Degradation of Organic Pollutants. *Journal of soil science and plant nutrition*, 10(3), 244-267. USA.
- Encinas, M. (2011). *Medio Ambiente y Contaminación, Principios básicos*. 1:4-79. España.
- Energy Technology Systems Analysis Programme (2011). *Road Transport Infrastructure*. Energy Technology Network. p.3. Estados Unidos.
- Essumang, D., Dodoo, D., & Adjei, J. (2013). Effect of smoke generation sources and smoke curing duration on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) in different suites of fish. *Food and Chemical Toxicology*. 58, 86-94. Ghana.
- Eweis J., Ergas, S., Chang, D., & Schroeder, E. (1998). Biodegradation of selected compounds. *Biorremediation Principles*. 6:120-135. Singapur.
- Fritsche, W. & Hofrichter, M. (1997). Aerobic Degradation by Microorganisms. *FEMS Microbiology Letters*. 152:227–234. Alemania.
- Gobierno Regional de Cajamarca (2017). *Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial en Cajamarca*. Tarea Asociación Gráfica Educativa. Cajamarca.

- Head, I., Jones, D., & Röling, W. (2006). Marine microorganisms make a meal of oil. *Nature's Review Microbiology*. 4:173. Inglaterra.
- Hermeza, M. (2018). Determinación de la Capacidad de Biodegradación de Diésel Efectuada por Microorganismos Acidófilos Aislados de Suelos Contaminados con Hidrocarburos. Universidad Católica de Santa María. Arequipa.
- Hernández, L., Sánchez, V., Castillo, I., Damián, S., y Téllez, R. (2001). Impacto Ambiental de proyectos carreteros. Efectos por la construcción y conservación de superficies de rodamiento: I Pavimentos Flexibles. Instituto Mexicano del Transporte.p.14-50 México.
- Instituto Venezolano de Asfalto (1998). Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente. 22: 48-132. Estados Unidos.
- Ivanova, E., Masarova, J. (2013). Importance of Road Infrastructure in the Economic Development and Competitiveness. Alexander Dubcek University of Trencin. p.264. Slovakia.
- Koneman, E. (2001). Diagnóstico microbiológico: Texto y atlas de color. Editorial Médica Panamericana. p.19. Argentina.
- Lindgren, A. (1996). Asphalt Wear and Pollution Transport. *The Science of the Total Environment*, 189-190, 281-286. Estados Unidos.
- Lopardo, H., Predari, S., y Vay, C. (2017). Bacterias de Importancia Clínica. Manual de la Microbiología Clínica de la Asociación Argentina de Microbiología. p.224. Argentina.
- Marinescu, M., Dumitru, M., & Lacatusu, A. (2009). Biodegradation of Petroleum Hydrocarbons in an Artificially Polluted Soil. *Research Journal of Agricultural Science*. p.41. Estados Unidos.

- Mercado, R., Bracho, C., y Avendaño J. (2008). Emulsiones Asfálticas: Usos – Rompimiento. Universidad de los Andes.p.1. Venezuela.
- Ministerio del Ambiente (2016). Aprende a Prevenir los Efectos del Mercurio. Dirección de Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental. p.10. Perú.
- Ministerio del Ambiente (2016). Definiciones ambientales. Extraído de:
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/definiciones/>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Registro Nacional de Carreteras. Lima, Perú.
Recuperado en: <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/renac.html>.
- Miranda, R. (2010). Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos. Universidad Austral de Chile. p.4.Chile.
- Mohamad, F., Abdul, R., Bakar, A., & Basri, M. (2004). Biodegradation of hydrocarbons in soil by microbial consortium. *International Biodeterioration & Biodegradation*, pp. 61-67. Malaysia.
- Musa, A., Mohammed, M., Yousof, M. & Omer, M. (2015). Flexible Pavement Design Suitable for Sudan. University of Khartoum. p.9. Sudan.
- Neff, J., Lee, K., & De Bois, E. (2011). Produced water: overview composition, fates, and effects. *Produced Water: Environmental Risks and Advances in Mitigation Technologies*. 3-54. Estados Unidos.
- Nicholson, C. & Fathepure, B. (2004). Biodegradation of benzene by halophilic and halotolerant bacteria under aerobic conditions. *Application of Environmental Microbiologic*. 70: 1222-1225. USA.

- Olajire, A., & Essien, J. (2014). Aerobic Degradation of Petroleum Components by Microbial Consortia. *Pteroleum & Environmental Biotechnology* 5:195. Nigeria.
- Peng, S., Gao, Y., Xu, X., Xu, L., & Zhu, X. (2020). Coupling landfarming with phytoremediation for the remediation of petroleum-contaminated soil: A review. *Science of the Total Environment*, 720, 137423.
- Philip, J., Bamforth, S., Singleton, I., & Atlas, R. (2005). Environmental pollution and restoration: a role for biorremediation. *Biorremediation: Applied Microbial Solutions for Real-World Environmental Cleanup*. 1-48. USA.
- Rahman, K., Rahman, T., Kjourkoutas, Y., Petsas, I., Marchant, R., & Banat, I. (2003). Enhanced bioremediation of n-alkane in petroleum sludge using bacterial consortium amended with rhamnolipid and micronutrients. *Bioresource Technology* 90: 159-168. Estados Unidos.
- Riser-Roberts, E. (1998) *Remediation of Petroleum Contaminated Soils: Biological, Physical, and Chemical Processes*. P.64. Estados Unidos.
- Rodríguez, A. (2017). *Biorremediación de Aguas Contraminadas con Hidrocarburos Mediante Sistemas Bio-Absorventes*. Universidad de Granada, España.
- Rodríguez, R., Castaño, V. y Martínez, M. (2001). *Emulsiones Asfálticas*. Instituto Mexicano del Transporte. p.22: 10-36. México.
- Sanz-Prat, E., Yebra, L., Gómez, J. M., García-Orenes, F., Morugán-Coronado, A., & Mataix-Solera, J. (2019). Evaluation of landfarming and bioremediation for treatment of hydrocarbon-contaminated soils. *Chemosphere*, 226, 876-885.

- Shedivy, R. & Meier, A. (2012). Leaching Characteristics of Recycled Asphalt Pavement Used as Unbound Road Base. University of Wisconsin-Madison. p.2. Estados Unidos.
- Smith, J. (2010). Handbook of Petroleum Processing (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7862-6>
- Tackling Benzene Contamination with Anaerobic Microbes. (2017). Problem-Benzene Contamination. En: <http://anaerobicbenzene.ca/>
- Talavera, R., Meneses, V., y Martínez, M. (2001). Emulsiones Asfálticas. Instituto Mexicano del Transporte. p.18: 16-20. México
- Tang, X., Dang, Z., He, L., Lu, G., & Tao, X. (2012). Biodegradation of crude oil by an artificial microalgal-bacterial consortium. Open Access Scientific Reports 1:118. China.
- Ticona, W. (2017). Tratamiento Superficiales de Pavimentos. Universidad José Carlos Mariátegui. p.6. Moquegua.
- Uzoigwe, C., & Okpokwasili G. (2012). Biodegradation of oil spill dispersants in natural aquatic ecosystem. International Journal of Physical Sciences 7: 5477-5484. Nigeria
- Vargas, M. (2005). La Contaminación Ambiental como factor determinante de la Salud. Revista Española de Salud Pública. 79: 117-127. España.
- Vásquez, A. y Bendezú, L., 2008. Ensayos Sobre el Rol de la Infraestructura Vial en el Crecimiento Económico del Perú.p.25. Lima.

- Ventikos, N., Vergetis, E., Psaraftis, H., & Triantafyllou, G. (2004). A high-level synthesis of oil spill response equipment and countermeasures. *Journal of Hazardous Materials* 107: 51-58. Grecia.
- Voets, J., Meerschman, M. & Verstraete, M. (1973). Microbiological and biochemical effects of the application of bitumenous emulsions as soil conditioners. *Plant and Soil*. 39: 433-436.
- Weatherspark (2019). Tiempo promedio en Cajamarca. Extraído de <https://es.weatherspark.com/y/19956/Clima-promedio-en-Cajamarca-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Willey, J., Sherwood, L., & Woolverton C. (2013). *Prescott's Microbiology*. 7:49-52. Estados Unidos.
- Yakimov, M., Timmis, K., & Golyshin, P. (2007). Obligate oil-degrading marine bacteria. *Current Opinion in Biotechnology*. 18:257-266. Alemania
- Zamora, A., Ramos, J., Arias, M., y Hernández, I. (2017). Respuesta de la Comunidad Microbiana al Biotratamiento de un Suelo Contaminado con un Crudo Mediano. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(4), 629-639. Venezuela.

CAPÍTULO VII

APÉNDICE

APÉNDICE 1. Panel Fotográfico

Figura 23.

Camión cisterna en lugar de incidencia



Figura 24.

Zona de drenaje de zona 02



Figura 25.

Camión cisterna en lugar de la incidencia



Figura 26.

Acciones de contingencia



Figura 27.

Toma de muestras zona 02 luego de producido el accidente



Figura 28.

Toma de muestras zona 02 luego de producido el accidente



Figura 29.

Toma de muestras zona 02 en segunda etapa



Figura 30.

Toma de muestras zona 02 en segunda etapa.



Figura 31.

Adición de pacas de arroz para evitar la escorrentía del contaminante



Figura 32.

Movimiento de tierras



Figura 33.

Movimiento de tierras



Figura 34.

Movimiento de tierras



APÉNDICE 2. Tabla de registro**Tabla 37.***Registro de movimiento de tierras*

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
1	16/07/2020	T9I-910	02:00	02:40	18	25
2	16/07/2020	T9I-935	02:05	02:45	18	25
3	16/07/2020	T9I-938	02:10	02:50	18	25
4	16/07/2020	T9I-910	02:41	03:30	18	25
5	16/07/2020	T9I-935	02:46	03:35	18	25
6	16/07/2020	T9I-938	02:51	03:40	18	25
7	16/07/2020	T9I-910	03:31	04:10	18	25
8	16/07/2020	T9I-935	03:36	04:15	18	25
9	16/07/2020	T9I-938	03:41	04:20	18	25
10	16/07/2020	T9I-910	04:11	05:00	18	25
11	16/07/2020	T9I-935	04:16	05:05	18	25
12	16/07/2020	T9I-938	04:21	05:00	18	25
13	16/07/2020	T9I-910	05:01	05:40	18	25
14	16/07/2020	T9I-935	05:06	05:45	18	25
15	16/07/2020	T9I-938	05:10	05:48	18	25
16	16/07/2020	T9I-910	05:43	06:23	18	25
17	16/07/2020	T9I-935	05:46	06:25	18	25
18	16/07/2020	T9I-938	05:41	06:20	18	25
19	16/07/2020	T9I-910	06:23	07:03	18	25
20	16/07/2020	T9I-935	06:26	07:05	18	25
21	16/07/2020	T9I-938	06:21	07:00	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
22	16/07/2020	T9I-938	07:01	07:40	18	25
23	16/07/2020	T9I-910	07:04	07:44	18	25
24	17/07/2020	T9I-910	02:00	02:30	18	25
25	17/07/2020	T9I-935	02:05	02:35	18	25
26	17/07/2020	T9I-938	02:10	02:40	18	25
27	17/07/2020	T9I-910	02:31	03:00	18	25
28	17/07/2020	T9I-935	02:36	03:05	18	25
29	17/07/2020	T9I-938	02:41	03:10	18	25
30	17/07/2020	T9I-910	03:01	03:30	18	25
31	17/07/2020	T9I-935	03:06	03:35	18	25
32	17/07/2020	T9I-938	03:11	03:40	18	25
33	17/07/2020	T9I-910	03:31	04:00	18	25
34	17/07/2020	T9I-935	03:36	04:05	18	25
35	17/07/2020	T9I-938	03:41	04:10	18	25
36	17/07/2020	T9I-910	04:01	04:30	18	25
37	17/07/2020	T9I-935	04:06	04:35	18	25
38	17/07/2020	T9I-938	04:11	04:40	18	25
39	17/07/2020	T9I-910	04:31	05:00	18	25
40	17/07/2020	T9I-935	04:36	05:05	18	25
41	17/07/2020	T9I-938	04:41	05:10	18	25
42	17/07/2020	T9I-910	05:01	05:30	18	25
43	17/07/2020	T9I-935	05:06	05:35	18	25
44	17/07/2020	T9I-938	05:11	05:40	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
45	17/07/2020	T9I-910	05:31	06:00	18	25
46	17/07/2020	T9I-935	05:36	06:05	18	25
47	17/07/2020	T9I-938	05:41	06:10	18	25
48	17/07/2020	T9I-910	06:01	06:30	18	25
49	17/07/2020	T9I-935	06:06	06:35	18	25
50	17/07/2020	T9I-938	06:11	06:40	18	25
51	17/07/2020	T9I-910	06:31	07:00	18	25
52	17/07/2020	T9I-935	06:36	07:05	18	25
53	17/07/2020	T9I-938	06:41	07:10	18	25
54	17/07/2020	T9I-910	07:01	07:30	18	25
55	17/07/2020	T9I-935	07:06	07:35	18	25
56	17/07/2020	T9I-938	07:11	07:40	18	25
57	17/07/2020	T9I-910	07:31	08:00	18	25
58	17/07/2020	T9I-935	07:36	08:05	18	25
59	17/07/2020	T9I-938	07:41	08:10	18	25
60	17/07/2020	T9I-910	08:01	08:21	18	25
61	18/07/2020	T9I-910	02:00	02:30	18	25
62	18/07/2020	T9I-935	02:05	02:35	18	25
63	18/07/2020	T9I-938	02:24	07:26	18	25
64	18/07/2020	T9I-910	07:26	02:24	18	25
65	18/07/2020	T9I-935	02:36	14:24	18	25
66	18/07/2020	T9I-938	09:50	03:50	18	25
67	18/07/2020	T9I-910	00:14	07:26	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
68	18/07/2020	T9I-935	03:06	08:38	18	25
69	18/07/2020	T9I-938	02:38	11:02	18	25
70	18/07/2020	T9I-910	07:26	02:24	18	25
71	18/07/2020	T9I-935	03:36	01:26	18	25
72	18/07/2020	T9I-938	09:50	03:50	18	25
73	18/07/2020	T9I-910	02:24	08:38	18	25
74	18/07/2020	T9I-935	04:06	11:02	18	25
75	18/07/2020	T9I-938	02:38	12:14	18	25
76	18/07/2020	T9I-910	07:26	02:24	18	25
77	18/07/2020	T9I-935	04:36	14:24	18	25
78	18/07/2020	T9I-938	09:50	03:36	18	25
79	18/07/2020	T9I-910	02:24	07:26	18	25
80	18/07/2020	T9I-935	05:06	08:38	18	25
81	18/07/2020	T9I-938	02:38	09:50	18	25
82	18/07/2020	T9I-910	07:26	11:02	18	25
83	18/07/2020	T9I-935	05:36	14:24	18	25
84	18/07/2020	T9I-938	09:50	03:50	18	25
85	18/07/2020	T9I-910	02:24	07:26	18	25
86	18/07/2020	T9I-935	06:06	08:38	18	25
87	18/07/2020	T9I-938	02:38	11:02	18	25
88	18/07/2020	T9I-910	07:26	12:00	18	25
89	18/07/2020	T9I-935	06:36	03:50	18	25
90	18/07/2020	T9I-938	02:38	09:50	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
91	18/07/2020	T9I-910	00:14	07:12	18	25
92	18/07/2020	T9I-935	07:06	08:38	18	25
93	18/07/2020	T9I-938	10:48	12:00	18	25
94	18/07/2020	T9I-910	07:26	02:38	18	25
95	18/07/2020	T9I-935	07:36	01:26	18	25
96	18/07/2020	T9I-938	09:50	01:26	18	25
97	18/07/2020	T9I-910	00:14	07:12	18	25
98	18/07/2020	T9I-935	08:06	08:38	18	25
99	18/07/2020	T9I-938	02:38	09:50	18	25
100	18/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
101	18/07/2020	T9I-935	08:03	00:00	18	25
102	18/07/2020	T9I-938	09:50	01:12	18	25
103	18/07/2020	T9I-910	00:00	07:12	18	25
104	18/07/2020	T9I-935	09:06	08:38	18	25
105	18/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
106	20/07/2020	T9I-910	02:00	07:12	18	25
107	20/07/2020	T9I-935	12:00	08:24	18	25
108	20/07/2020	T9I-938	02:24	09:36	18	25
109	20/07/2020	T6J-879	03:36	10:48	18	25
110	20/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
111	20/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
112	20/07/2020	T9I-938	09:36	02:38	18	25
113	20/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
114	20/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
115	20/07/2020	T9I-935	01:26	08:24	18	25
116	20/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
117	20/07/2020	T6J-879	03:50	10:48	18	25
118	20/07/2020	T9I-910	00:14	07:26	18	25
119	20/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
120	20/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
121	20/07/2020	T6J-879	10:48	03:36	18	25
122	20/07/2020	T9I-910	00:14	07:26	18	25
123	20/07/2020	T9I-935	01:12	08:24	18	25
124	20/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
125	20/07/2020	T6J-879	03:50	10:48	18	25
126	20/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
127	20/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
128	20/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
129	20/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25
130	20/07/2020	T9I-910	02:24	07:26	18	25
131	20/07/2020	T9I-935	01:12	08:24	18	25
132	20/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
133	20/07/2020	T6J-879	03:50	11:02	18	25
134	20/07/2020	T9I-910	07:40	00:00	18	25
135	20/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
136	20/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
137	20/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25
138	20/07/2020	T9I-910	00:00	07:12	18	25
139	20/07/2020	T9I-935	14:24	08:24	18	25
140	20/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
141	20/07/2020	T6J-879	03:50	00:00	18	25
142	20/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
143	20/07/2020	T9I-935	08:38	00:00	18	25
144	20/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
145	20/07/2020	T6J-879	11:02	07:12	18	25
146	21/07/2020	T9I-910	02:00	02:30	18	25
147	21/07/2020	T9I-935	02:05	02:35	18	25
148	21/07/2020	T6J-879	02:10	02:40	18	25
149	21/07/2020	T6J-879	02:15	02:45	18	25
150	21/07/2020	T9I-910	02:30	03:00	18	25
151	21/07/2020	T9I-935	02:36	03:05	18	25
152	21/07/2020	T9I-938	02:41	03:10	18	25
153	21/07/2020	T6J-879	02:46	03:15	18	25
154	21/07/2020	T9I-910	03:00	03:30	18	25
155	21/07/2020	T9I-935	03:06	03:35	18	25
156	21/07/2020	T9I-938	03:11	03:40	18	25
157	21/07/2020	T6J-879	03:16	03:45	18	25
158	21/07/2020	T9I-910	03:30	04:00	18	25
159	21/07/2020	T9I-935	03:36	04:05	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
160	21/07/2020	T9I-938	03:41	04:10	18	25
161	21/07/2020	T6J-879	03:46	04:15	18	25
162	21/07/2020	T9I-910	04:00	04:30	18	25
163	21/07/2020	T9I-935	04:06	04:35	18	25
164	21/07/2020	T9I-938	04:11	04:40	18	25
165	21/07/2020	T6J-879	04:16	04:45	18	25
166	21/07/2020	T9I-910	04:30	05:00	18	25
167	21/07/2020	T9I-935	04:36	05:05	18	25
168	21/07/2020	T9I-938	04:41	05:10	18	25
169	21/07/2020	T6J-879	04:46	05:15	18	25
170	21/07/2020	T9I-910	05:00	05:30	18	25
171	21/07/2020	T9I-935	05:06	05:35	18	25
172	21/07/2020	T9I-938	05:11	05:40	18	25
173	21/07/2020	T6J-879	05:16	05:45	18	25
174	21/07/2020	T9I-910	05:30	06:00	18	25
175	21/07/2020	T9I-935	05:36	06:05	18	25
176	21/07/2020	T9I-938	05:41	06:10	18	25
177	21/07/2020	T6J-879	05:46	06:15	18	25
178	21/07/2020	T6J-879	06:16	06:45	18	25
179	21/07/2020	T9I-935	06:21	06:51	18	25
180	21/07/2020	T9I-938	06:52	07:22	18	25
181	22/07/2020	T9I-910	02:00	07:12	18	25
182	22/07/2020	T9I-935	12:00	08:24	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
183	22/07/2020	T9I-938	02:24	09:36	18	25
184	22/07/2020	T6J-879	03:36	10:48	18	25
185	22/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
186	22/07/2020	T9I-935	08:38	12:00	18	25
187	22/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
188	22/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25
189	22/07/2020	T9I-910	02:24	07:12	18	25
190	22/07/2020	T9I-935	14:24	08:24	18	25
191	22/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
192	22/07/2020	T6J-879	03:50	10:48	18	25
193	22/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
194	22/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
195	22/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
196	22/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25
197	22/07/2020	T9I-910	02:24	07:12	18	25
198	22/07/2020	T9I-935	01:26	08:24	18	25
199	22/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
200	22/07/2020	T6J-879	03:50	10:48	18	25
201	22/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
202	22/07/2020	T9I-935	08:38	12:00	18	25
203	22/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
204	22/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25
205	22/07/2020	T9I-910	02:24	07:12	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
206	22/07/2020	T9I-935	01:26	08:24	18	25
207	22/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
208	22/07/2020	T6J-879	03:50	10:48	18	25
209	22/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
210	22/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
211	22/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
212	22/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25
213	22/07/2020	T9I-910	02:24	07:12	18	25
214	22/07/2020	T9I-935	01:26	08:24	18	25
215	22/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
216	22/07/2020	T6J-879	03:50	10:48	18	25
217	22/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
218	22/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
219	22/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
220	22/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25
221	22/07/2020	T9I-910	02:24	07:12	18	25
222	22/07/2020	T9I-935	01:26	08:24	18	25
223	22/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
224	22/07/2020	T6J-879	03:50	11:02	18	25
225	22/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
226	22/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
227	22/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
228	22/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
229	22/07/2020	T9I-910	02:24	07:12	18	25
230	22/07/2020	T9I-935	01:26	08:24	18	25
231	22/07/2020	T9I-938	02:38	09:36	18	25
232	22/07/2020	T6J-879	03:50	10:48	18	25
233	22/07/2020	T9I-910	07:26	00:00	18	25
234	22/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
235	22/07/2020	T9I-938	09:50	02:24	18	25
236	22/07/2020	T6J-879	11:02	03:36	18	25
237	22/07/2020	T9I-910	02:24	07:26	18	25
238	22/07/2020	T9I-935	14:24	08:38	18	25
239	22/07/2020	T9I-938	02:38	10:48	18	25
240	23/07/2020	T9I-910	02:00	02:05	18	25
241	23/07/2020	T9I-935	02:05	02:35	18	25
242	23/07/2020	T9I-938	02:10	02:40	18	25
243	23/07/2020	T6J-879	02:15	02:45	18	25
244	23/07/2020	T9I-910	02:31	03:00	18	25
245	23/07/2020	T9I-935	02:36	03:05	18	25
246	23/07/2020	T9I-938	02:41	03:10	18	25
247	23/07/2020	T6J-879	02:46	03:15	18	25
248	23/07/2020	T9I-910	03:01	03:30	18	25
249	23/07/2020	T9I-935	03:06	03:35	18	25
250	23/07/2020	T9I-938	03:11	03:40	18	25
251	23/07/2020	T6J-879	03:16	03:45	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
252	23/07/2020	T9I-910	03:31	04:00	18	25
253	23/07/2020	T9I-935	03:36	04:05	18	25
254	23/07/2020	T9I-938	03:41	04:10	18	25
255	23/07/2020	T6J-879	03:46	04:15	18	25
256	23/07/2020	T9I-910	04:01	04:30	18	25
257	23/07/2020	T9I-935	04:06	04:35	18	25
258	23/07/2020	T9I-938	04:11	04:40	18	25
259	23/07/2020	T6J-879	04:16	04:45	18	25
260	23/07/2020	T9I-910	04:31	05:00	18	25
261	23/07/2020	T9I-935	04:36	05:05	18	25
262	23/07/2020	T9I-938	04:41	05:10	18	25
263	23/07/2020	T6J-879	04:46	05:15	18	25
264	23/07/2020	T9I-910	05:01	05:30	18	25
265	23/07/2020	T9I-935	05:06	05:35	18	25
266	23/07/2020	T9I-938	05:11	05:40	18	25
267	23/07/2020	T6J-879	05:16	05:45	18	25
268	23/07/2020	T9I-910	05:31	06:00	18	25
269	23/07/2020	T9I-935	05:36	06:05	18	25
270	23/07/2020	T9I-938	05:41	06:10	18	25
271	23/07/2020	T6J-879	05:46	06:15	18	25
272	23/07/2020	T9I-910	06:01	06:30	18	25
273	23/07/2020	T9I-935	06:06	06:35	18	25
274	23/07/2020	T9I-938	06:11	06:40	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
275	23/07/2020	T6J-879	06:16	06:45	18	25
276	23/07/2020	T9I-910	06:31	07:00	18	25
277	23/07/2020	T9I-935	06:36	07:05	18	25
278	23/07/2020	T9I-938	06:41	07:10	18	25
279	23/07/2020	T6J-879	06:46	07:15	18	25
280	23/07/2020	T9I-910	07:01	07:30	18	25
281	23/07/2020	T9I-935	07:06	07:35	18	25
282	23/07/2020	T9I-938	07:11	07:40	18	25
283	23/07/2020	T6J-879	07:16	07:45	18	25
284	23/07/2020	T9I-910	07:31	08:00	18	25
285	23/07/2020	T9I-935	08:06	08:36	18	25
286	23/07/2020	T9I-938	08:11	08:40	18	25
287	23/07/2020	T6J-879	08:16	08:45	18	25
288	23/07/2020	T9I-910	08:31	09:00	18	25
289	23/07/2020	T9I-935	09:06	09:30	18	25
290	24/07/2020	T9I-935	02:15	10:48	18	25
291	24/07/2020	T9I-935	11:02	03:36	18	25
292	24/07/2020	T9I-935	03:50	10:48	18	25
293	24/07/2020	T9I-935	11:02	03:36	18	25
294	24/07/2020	T9I-935	03:50	10:48	18	25
295	24/07/2020	T9I-935	11:02	03:36	18	25
296	24/07/2020	T9I-935	03:50	10:48	18	25
297	24/07/2020	T9I-935	11:02	03:36	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
298	24/07/2020	T9I-935	03:50	10:48	18	25
299	24/07/2020	T9I-910	03:07	10:19	18	25
300	24/07/2020	T9I-910	10:19	03:07	18	25
301	24/07/2020	T9I-910	03:07	10:19	18	25
302	24/07/2020	T9I-910	10:19	03:07	18	25
303	24/07/2020	T9I-910	03:07	10:19	18	25
304	24/07/2020	T9I-910	10:19	03:07	18	25
305	24/07/2020	T9I-910	03:07	10:19	18	25
306	24/07/2020	T9I-910	10:19	03:07	18	25
307	24/07/2020	T6J-879	08:24	14:09	18	25
308	24/07/2020	T6J-879	16:48	00:00	18	25
309	24/07/2020	T6J-879	04:04	11:16	18	25
310	24/07/2020	T6J-879	07:26	12:14	18	25
311	24/07/2020	T6J-879	11:02	04:48	18	25
312	24/07/2020	T6J-889	12:14	00:00	18	25
313	24/07/2020	T6J-889	13:40	07:12	18	25
314	24/07/2020	T6J-889	07:12	14:09	18	25
315	24/07/2020	T6J-889	13:55	06:14	18	25
316	24/07/2020	T6J-889	06:43	13:55	18	25
317	24/07/2020	T6J-889	02:38	09:50	18	25
318	24/07/2020	T6J-889	02:24	09:36	18	25
319	24/07/2020	T6J-889	02:52	10:04	18	25
320	25/07/2020	T9I-910	08:05	07:12	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
321	25/07/2020	T9I-910	09:36	07:12	18	25
322	25/07/2020	T9I-910	14:09	07:12	18	25
323	25/07/2020	T9I-910	01:55	07:12	18	25
324	25/07/2020	T9I-910	03:36	03:36	18	25
325	25/07/2020	T9I-910	07:12	00:00	18	25
326	25/07/2020	T9I-910	02:24	09:36	18	25
327	25/07/2020	T9I-910	12:00	06:00	18	25
328	25/07/2020	T9I-910	07:40	00:00	18	25
329	25/07/2020	T9I-935	01:26	08:09	18	25
330	25/07/2020	T9I-935	05:31	00:00	18	25
331	25/07/2020	T9I-935	08:38	01:12	18	25
332	25/07/2020	T9I-935	06:43	01:55	18	25
333	25/07/2020	T9I-935	03:21	09:36	18	25
334	25/07/2020	T9I-935	00:43	07:26	18	25
335	25/07/2020	T9I-935	09:36	09:36	18	25
336	25/07/2020	T9I-935	01:12	07:40	18	25
337	25/07/2020	T9I-935	04:48	11:31	18	25
338	25/07/2020	T9I-938	09:36	03:36	18	25
339	25/07/2020	T9I-938	02:52	11:45	18	25
340	25/07/2020	T9I-938	11:16	11:16	18	25
341	25/07/2020	T9I-938	04:48	04:48	18	25
342	25/07/2020	T9I-938	02:24	02:24	18	25
343	25/07/2020	T9I-938	06:00	06:00	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
344	25/07/2020	T9I-938	07:26	07:26	18	25
345	25/07/2020	T9I-938	02:24	02:24	18	25
346	25/07/2020	T9I-938	10:48	10:48	18	25
347	25/07/2020	T6J-879	00:28	08:24	18	25
348	25/07/2020	T6J-879	03:50	00:00	18	25
349	25/07/2020	T6J-879	11:45	03:36	18	25
350	25/07/2020	T6J-879	04:33	11:31	18	25
351	25/07/2020	T6J-879	11:45	04:48	18	25
352	25/07/2020	T6J-879	05:31	12:14	18	25
353	25/07/2020	T6J-879	09:36	01:55	18	25
354	25/07/2020	T6J-879	02:24	09:36	18	25
355	25/07/2020	T6J-879	13:55	07:12	18	25
356	25/07/2020	T6J-889	04:04	11:16	18	25
357	25/07/2020	T6J-889	04:48	12:00	18	25
358	25/07/2020	T6J-889	06:43	14:09	18	25
359	25/07/2020	T6J-889	00:14	09:07	18	25
360	25/07/2020	T6J-889	02:24	09:36	18	25
361	25/07/2020	T6J-889	06:28	13:26	18	25
362	25/07/2020	T6J-889	07:12	13:40	18	25
363	28/07/2020	T6J-889	09:05	09:35	18	25
364	28/07/2020	T6J-879	09:10	09:40	18	25
365	28/07/2020	T6J-889	09:36	10:00	18	25
366	28/07/2020	T6J-879	09:41	10:10	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
367	28/07/2020	T6J-889	10:01	10:30	18	25
368	28/07/2020	T6J-879	10:11	10:40	18	25
369	28/07/2020	T6J-889	10:31	11:00	18	25
370	28/07/2020	T6J-879	10:41	11:10	18	25
371	28/07/2020	T6J-889	11:01	11:30	18	25
372	28/07/2020	T6J-879	11:11	11:40	18	25
373	28/07/2020	T6J-889	11:31	12:00	18	25
374	28/07/2020	T6J-879	11:41	12:10	18	25
375	28/07/2020	T6J-889	02:00	02:30	18	25
376	28/07/2020	T6J-879	02:05	02:35	18	25
377	28/07/2020	T6J-889	02:31	03:00	18	25
378	28/07/2020	T6J-879	02:36	03:09	18	25
379	28/07/2020	T6J-889	03:01	03:30	18	25
380	28/07/2020	T6J-879	03:09	03:40	18	25
381	29/07/2020	T6J-879	10:36	11:48	18	25
382	29/07/2020	T9I-935	11:26	12:26	18	25
383	29/07/2020	T6J-889	11:47	12:34	18	25
384	29/07/2020	T9I-910	12:00	14:36	18	25
385	29/07/2020	T9I-938	12:16	02:27	18	25
386	29/07/2020	T6J-879	11:51	02:31	18	25
387	29/07/2020	T9I-935	12:29	14:54	18	25
388	29/07/2020	T6J-889	12:35	14:40	18	25
389	29/07/2020	T9I-910	14:37	15:06	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
390	29/07/2020	T9I-938	02:28	02:59	18	25
391	29/07/2020	T6J-879	02:32	03:15	18	25
392	29/07/2020	T9I-935	14:55	15:30	18	25
393	29/07/2020	T6J-889	14:41	15:26	18	25
394	29/07/2020	T9I-910	15:07	16:09	18	25
395	29/07/2020	T9I-938	03:00	04:15	18	25
396	29/07/2020	T6J-879	03:16	04:24	18	25
397	29/07/2020	T9I-935	15:31	16:14	18	25
398	29/07/2020	T6J-889	15:27	16:18	18	25
399	29/07/2020	T9I-910	16:10	17:00	18	25
400	29/07/2020	T9I-938	04:06	04:47	18	25
401	29/07/2020	T6J-879	04:25	05:05	18	25
402	29/07/2020	T9I-935	16:15	17:15	18	25
403	29/07/2020	T6J-889	16:19	17:10	18	25
404	29/07/2020	T9I-938	04:48	05:20	18	25
405	30/07/2020	T9I-935	08:34	08:40	18	25
406	30/07/2020	T9I-910	08:40	01:40	18	25
407	30/07/2020	T6J-889	08:48	00:00	18	25
408	30/07/2020	T9I-938	00:28	04:19	18	25
409	30/07/2020	T9I-938	04:33	07:26	18	25
410	30/07/2020	T9I-938	07:40	01:12	18	25
411	03/08/2020	T9I-938	08:00	08:28	18	25
412	03/08/2020	T6J-889	08:40	09:07	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
413	04/08/2020	T9I-938	14:13	09:50	18	25
414	04/08/2020	T9I-938	09:50	02:38	18	25
415	04/08/2020	T9I-938	02:38	10:19	18	25
416	04/08/2020	T9I-938	10:19	05:31	18	25
417	04/08/2020	T9I-938	05:31	13:12	18	25
418	04/08/2020	T9I-938	13:12	06:00	18	25
419	04/08/2020	T9I-938	06:00	13:55	18	25
420	04/08/2020	T6J-879	04:33:36	14:09:36	18	25
421	04/08/2020	T6J-879	14:09:36	07:12:00	18	25
422	04/08/2020	T6J-879	07:12:00	00:14:24	18	25
423	04/08/2020	T6J-879	00:14:24	00:57:36	18	25
424	04/08/2020	T6J-879	00:57:36	08:38:24	18	25
425	04/08/2020	T6J-879	08:38:24	13:55:12	18	25
426	04/08/2020	T6J-879	13:55:12	06:57:36	18	25
427	05/08/2020	T6J-879	14:26:00	00:28:48	18	25
428	05/08/2020	T6J-879	00:28:48	07:12:00	18	25
429	05/08/2020	T6J-879	09:07:12	14:09:36	18	25
430	05/08/2020	T6J-879	14:09:36	05:45:36	18	25
431	05/08/2020	T6J-879	06:00:00	13:40:48	18	25
432	05/08/2020	T6J-889	03:36:00	12:00:00	18	25
433	05/08/2020	T6J-889	04:33:36	12:00:00	18	25
434	05/08/2020	T6J-889	06:00:00	13:40:48	18	25
435	05/08/2020	T6J-889	07:55:12	12:00:00	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
436	05/08/2020	T6J-889	06:43:12	04:33:36	18	25
437	05/08/2020	T9I-910	01:12:00	08:24:00	18	25
438	05/08/2020	T9I-910	10:04:48	02:52:48	18	25
439	05/08/2020	T9I-935	08:24:00	02:24:00	18	25
440	05/08/2020	T9I-935	04:19:12	12:00:00	18	25
441	05/08/2020	T9I-935	02:24:00	09:36	18	25
442	05/08/2020	T9I-938	01:12:00	09:36	18	25
443	05/08/2020	T9I-938	04:04	13:12	18	25
444	05/08/2020	T9I-938	02:24:00	08:38:24	18	25
445	05/08/2020	T9I-938	07:26:24	14:09:36	18	25
446	05/08/2020	T9I-938	03:07:12	11:31:12	18	25
447	05/08/2020	T9I-938	05:16:48	12:43:12	18	25
448	06/08/2020	T9I-910	08:02:00	07:40:48	18	25
449	06/08/2020	T9I-910	09:36:00	00:43:12	18	25
450	06/08/2020	T9I-910	03:50:24	11:02:24	18	25
451	06/08/2020	T9I-910	10:48:00	04:04:48	18	25
452	06/08/2020	T9I-910	01:55:12	09:07:12	18	25
453	06/08/2020	T9I-910	09:21:36	00:43:12	18	25
454	06/08/2020	T9I-910	01:12:00	08:24:00	18	25
455	06/08/2020	T9I-935	02:52:48	10:04:48	18	25
456	06/08/2020	T9I-935	10:33:36	03:21:36	18	25
457	06/08/2020	T9I-935	06:43:12	13:55:12	18	25
458	06/08/2020	T9I-935	03:07:12	10:19:12	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
459	06/08/2020	T9I-935	12:00:00	04:19:12	18	25
460	06/08/2020	T9I-935	04:48:00	12:00:00	18	25
461	06/08/2020	T9I-938	12:14:24	04:33:36	18	25
462	06/08/2020	T9I-938	05:31:12	12:43:12	18	25
463	06/08/2020	T9I-938	12:57:36	07:12:00	18	25
464	06/08/2020	T9I-938	09:36:00	01:55:12	18	25
465	06/08/2020	T9I-938	06:00:00	13:12:00	18	25
466	06/08/2020	T9I-938	03:21:36	10:33:36	18	25
467	06/08/2020	T6J-879	06:57:36	14:09:36	18	25
468	06/08/2020	T6J-879	03:50:24	11:02:24	18	25
469	06/08/2020	T6J-879	06:28:48	13:40:48	18	25
470	06/08/2020	T6J-879	10:33:36	06:57:36	18	25
471	06/08/2020	T6J-879	11:45:36	04:48:00	18	25
472	06/08/2020	T6J-889	05:31:12	12:43:12	18	25
473	06/08/2020	T6J-889	02:24:00	09:36:00	18	25
474	06/08/2020	T6J-889	03:36:00	10:48:00	18	25
475	06/08/2020	T6J-889	09:36:00	00:14:24	18	25
476	06/08/2020	T6J-889	01:12:00	08:24:00	18	25
477	06/08/2020	T6J-889	12:28:48	08:24:00	18	25
478	07/08/2020	T6J-879	07:54:00	05:31:12	18	25
479	07/08/2020	T6J-879	07:12:00	00:00:00	18	25
480	07/08/2020	T6J-879	06:00:00	01:55:12	18	25
481	07/08/2020	T6J-879	08:38:24	03:07:12	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
482	07/08/2020	T6J-889	04:33:36	12:00:00	18	25
483	07/08/2020	T6J-889	07:26:24	01:55:12	18	25
484	07/08/2020	T6J-889	04:48:00	02:24:00	18	25
485	07/08/2020	T9I-910	12:00:00	07:55:12	18	25
486	07/08/2020	T9I-910	06:43:12	00:43:12	18	25
487	07/08/2020	T9I-910	07:40:48	00:00:00	18	25
488	07/08/2020	T9I-910	10:33:36	02:52:48	18	25
489	07/08/2020	T9I-910	05:31:12	13:55:12	18	25
490	07/08/2020	T9I-935	08:38:24	01:12:00	18	25
491	07/08/2020	T9I-935	06:00:00	01:12:00	18	25
492	07/08/2020	T9I-935	02:24:00	09:36:00	18	25
493	07/08/2020	T9I-935	05:02:24	00:00:00	18	25
494	07/08/2020	T9I-938	00:57:36	09:07:12	18	25
495	08/08/2020	T9I-935	08:31:00	14:45:24	18	25
496	08/08/2020	T9I-935	09:36:00	01:55:12	18	25
497	08/08/2020	T9I-935	02:38:24	08:52:48	18	25
498	08/08/2020	T9I-935	11:45:36	05:16:48	18	25
499	08/08/2020	T9I-935	05:16:48	11:31:12	18	25
500	08/08/2020	T9I-935	00:00:00	06:14:24	18	25
501	08/08/2020	T9I-935	09:21:36	01:12:00	18	25
502	08/08/2020	T9I-938	06:28:48	12:43:12	18	25
503	08/08/2020	T9I-938	08:38:24	05:16:48	18	25
504	08/08/2020	T9I-938	05:45:36	12:00:00	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
505	08/08/2020	T9I-938	12:28:48	04:19:12	18	25
506	08/08/2020	T9I-938	06:00:00	12:14:24	18	25
507	08/08/2020	T9I-938	00:57:36	07:12:00	18	25
508	08/08/2020	T9I-938	08:09:36	00:28:48	18	25
509	08/08/2020	T9I-938	00:43:12	06:57:36	18	25
510	08/08/2020	T9I-910	07:26:24	13:40:48	18	25
511	08/08/2020	T9I-910	01:40:48	07:55:12	18	25
512	08/08/2020	T9I-910	12:00:00	03:50:24	18	25
513	08/08/2020	T9I-910	04:33:36	10:48:00	18	25
514	08/08/2020	T9I-910	13:40:48	07:12:00	18	25
515	08/08/2020	T9I-910	07:40:48	13:55:12	18	25
516	08/08/2020	T9I-910	00:14:24	06:28:48	18	25
517	08/08/2020	T6J-879	05:45:36	12:00:00	18	25
518	08/08/2020	T6J-879	02:24:00	08:38:24	18	25
519	08/08/2020	T6J-879	10:19:12	16:33:36	18	25
520	08/08/2020	T6J-879	05:31:12	04:33:36	18	25
521	08/08/2020	T6J-879	12:00:00	06:14:24	18	25
522	08/08/2020	T6J-889	03:36:00	09:50:24	18	25
523	08/08/2020	T6J-889	11:31:12	03:21:36	18	25
524	08/08/2020	T6J-889	06:14:24	12:28:48	18	25
525	08/08/2020	T6J-889	13:40:48	05:31:12	18	25
526	08/08/2020	T6J-889	06:14:24	12:28:48	18	25
527	10/08/2020	T6J-879	09:07:00	15:50:12	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
528	10/08/2020	T6J-879	11:31:12	18:14:24	18	25
529	10/08/2020	T6J-879	06:28:48	13:12:00	18	25
530	10/08/2020	T6J-879	00:57:36	07:40:48	18	25
531	10/08/2020	T6J-879	09:50:24	16:33:36	18	25
532	10/08/2020	T6J-879	11:02:24	17:45:36	18	25
533	10/08/2020	T6J-879	05:02:24	11:45:36	18	25
534	10/08/2020	T6J-879	00:43:12	07:26:24	18	25
535	10/08/2020	T6J-879	08:24:00	15:07:12	18	25
536	10/08/2020	T6J-879	01:12:00	07:55:12	18	25
537	10/08/2020	T6J-879	08:24:00	15:07:12	18	25
538	10/08/2020	T6J-879	01:55:12	08:38:24	18	25
539	10/08/2020	T6J-879	09:21:36	16:04:48	18	25
540	10/08/2020	T6J-879	02:38:24	09:21:36	18	25
541	10/08/2020	T6J-879	12:14:24	18:57:36	18	25
542	10/08/2020	T6J-879	02:52:48	09:36:00	18	25
543	10/08/2020	T6J-879	12:57:36	19:40:48	18	25
544	10/08/2020	T6J-879	01:40:00	15:20:00	18	25
545	10/08/2020	T6J-889	03:50:24	10:33:36	18	25
546	10/08/2020	T6J-889	13:40:48	20:24:00	18	25
547	10/08/2020	T6J-889	08:52:48	15:36:00	18	25
548	10/08/2020	T6J-889	02:52:48	09:36:00	18	25
549	10/08/2020	T6J-889	08:24:00	15:07:12	18	25
550	10/08/2020	T6J-889	01:12:00	07:55:12	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
551	10/08/2020	T6J-889	08:52:48	15:36:00	18	25
552	10/08/2020	T6J-889	01:55:12	08:38:24	18	25
553	10/08/2020	T6J-889	11:16:48	18:00:00	18	25
554	10/08/2020	T6J-889	04:04:48	10:48:00	18	25
555	10/08/2020	T6J-889	03:50:24	10:33:36	18	25
556	10/08/2020	T6J-889	12:14:24	18:57:36	18	25
557	10/08/2020	T6J-889	06:14:24	12:57:36	18	25
558	10/08/2020	T6J-889	00:28:48	07:12:00	18	25
559	10/08/2020	T6J-889	04:48:00	11:31:12	18	25
560	10/08/2020	T9I-938	00:28:48	07:12:00	18	25
561	10/08/2020	T9I-938	10:48:00	17:31:12	18	25
562	10/08/2020	T9I-938	05:31:12	12:14:24	18	25
563	10/08/2020	T9I-938	00:00:00	06:43:12	18	25
564	10/08/2020	T9I-938	08:24:00	15:07:12	18	25
565	10/08/2020	T9I-938	09:50:24	16:33:36	18	25
566	10/08/2020	T9I-938	03:21:36	10:04:48	18	25
567	10/08/2020	T9I-938	12:00:00	18:43:12	18	25
568	10/08/2020	T9I-938	05:45:36	12:28:48	18	25
569	10/08/2020	T9I-938	14:09:36	20:52:48	18	25
570	10/08/2020	T9I-938	07:12:00	13:55:12	18	25
571	10/08/2020	T9I-938	00:28:48	07:12:00	18	25
572	10/08/2020	T9I-938	08:09:36	14:52:48	18	25
573	10/08/2020	T9I-938	01:26:24	08:09:36	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
574	10/08/2020	T9I-938	10:04:48	16:48:00	18	25
575	10/08/2020	T9I-938	01:26:24	08:09:36	18	25
576	10/08/2020	T9I-938	11:16:48	18:00:00	18	25
577	10/08/2020	T9I-938	03:36:00	10:19:12	18	25
578	10/08/2020	T9I-935	03:07:12	09:50:24	18	25
579	10/08/2020	T9I-935	12:43:12	19:26:24	18	25
580	10/08/2020	T9I-935	12:28:48	19:12:00	18	25
581	10/08/2020	T9I-935	01:55:12	08:38:24	18	25
582	10/08/2020	T9I-935	06:57:36	13:40:48	18	25
583	10/08/2020	T9I-935	00:28:48	07:12:00	18	25
584	10/08/2020	T9I-935	07:40:48	14:24:00	18	25
585	10/08/2020	T9I-935	01:55:12	08:38:24	18	25
586	10/08/2020	T9I-935	08:52:48	15:36:00	18	25
587	10/08/2020	T9I-935	01:55:12	08:38:24	18	25
588	10/08/2020	T9I-935	09:36:00	16:19:12	18	25
589	10/08/2020	T9I-935	02:52:48	09:36:00	18	25
590	10/08/2020	T9I-935	10:04:48	16:48:00	18	25
591	10/08/2020	T9I-935	04:04:48	10:48:00	18	25
592	10/08/2020	T9I-935	12:43:12	19:26:24	18	25
593	10/08/2020	T9I-910	04:48:00	11:31:12	18	25
594	10/08/2020	T9I-910	00:14:24	06:57:36	18	25
595	10/08/2020	T9I-910	10:04:48	16:48:00	18	25
596	10/08/2020	T9I-910	04:04:48	10:48:00	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
597	10/08/2020	T9I-910	08:38:24	15:21:36	18	25
598	10/08/2020	T9I-910	01:40:48	08:24:00	18	25
599	10/08/2020	T9I-910	09:21:36	16:04:48	18	25
600	10/08/2020	T9I-910	03:07:12	09:50:24	18	25
601	10/08/2020	T9I-910	09:50:24	16:33:36	18	25
602	10/08/2020	T9I-910	02:38:24	09:21:36	18	25
603	10/08/2020	T9I-910	10:33:36	17:16:48	18	25
604	10/08/2020	T9I-910	04:48:00	11:31:12	18	25
605	10/08/2020	T9I-910	11:16	18:00	18	25
606	10/08/2020	T9I-910	04:48	11:31	18	25
607	10/08/2020	T9I-910	13:40	20:24	18	25
608	11/08/2020	T9I-938	11:06	18:18	18	25
609	11/08/2020	T9I-938	11:35	18:47	18	25
610	11/08/2020	T9I-938	12:15	19:27	18	25
611	11/08/2020	T9I-938	02:27	09:39	18	25
612	11/08/2020	T9I-938	02:59	10:11	18	25
613	11/08/2020	T9I-938	03:56	11:08	18	25
614	11/08/2020	T9I-938	06:43	13:55	18	25
615	11/08/2020	T9I-938	00:43	07:55	18	25
616	11/08/2020	T9I-938	08:24	15:36	18	25
617	11/08/2020	T9I-938	01:55	09:07	18	25
618	11/08/2020	T9I-938	10:19	17:31	18	25
619	11/08/2020	T9I-938	11:45	18:57	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
620	11/08/2020	T9I-938	05:45	12:57	18	25
621	11/08/2020	T9I-938	00:00	07:12	18	25
622	11/08/2020	T9I-935	13:40	20:52	18	25
623	11/08/2020	T9I-935	01:26	08:38	18	25
624	11/08/2020	T9I-935	02:09	09:21	18	25
625	11/08/2020	T9I-935	09:50	17:02	18	25
626	11/08/2020	T9I-935	03:36	10:48	18	25
627	11/08/2020	T9I-935	14:09	21:21	18	25
628	11/08/2020	T9I-935	07:12	14:24	18	25
629	11/08/2020	T9I-935	01:12	08:24	18	25
630	11/08/2020	T9I-935	09:50	17:02	18	25
631	11/08/2020	T9I-935	03:21	10:33	18	25
632	11/08/2020	T9I-935	12:28	19:40	18	25
633	11/08/2020	T9I-935	12:28	19:40	18	25
634	11/08/2020	T9I-935	06:43	13:55	18	25
635	11/08/2020	T9I-935	00:43	07:55	18	25
636	11/08/2020	T9I-910.	12:14	19:26	18	25
637	11/08/2020	T9I-910.	06:28	13:40	18	25
638	11/08/2020	T9I-910.	06:00	13:12	18	25
639	11/08/2020	T9I-910.	03:36	10:48	18	25
640	11/08/2020	T9I-910.	11:16	18:28	18	25
641	11/08/2020	T9I-910.	05:31	12:43	18	25
642	11/08/2020	T9I-910.	00:14	07:26	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
643	11/08/2020	T9I-910.	12:43	19:55	18	25
644	11/08/2020	T9I-910.	01:55	09:07	18	25
645	11/08/2020	T9I-910.	11:02	18:14	18	25
646	11/08/2020	T9I-910.	05:16	12:28	18	25
647	11/08/2020	T9I-910.	09:36	16:48	18	25
648	11/08/2020	T9I-910.	02:24	09:36	18	25
649	11/08/2020	T9I-910.	09:36	16:48	18	25
650	11/08/2020	T6J-879	05:31	12:43	18	25
651	11/08/2020	T6J-879	02:52	10:04	18	25
652	11/08/2020	T6J-879	04:19	11:31	18	25
653	11/08/2020	T6J-879	13:12	06:00	18	25
654	11/08/2020	T6J-879	07:12	00:00	18	25
655	11/08/2020	T6J-879	01:40	08:52	18	25
656	11/08/2020	T6J-879	10:19	03:07	18	25
657	11/08/2020	T6J-879	04:19	11:31	18	25
658	11/08/2020	T6J-879	07:40	00:28	18	25
659	11/08/2020	T6J-879	10:33	03:21	18	25
660	11/08/2020	T6J-879	04:33	11:45	18	25
661	11/08/2020	T6J-879	12:57	06:43	18	25
662	11/08/2020	T6J-879	06:43	13:55	18	25
663	12/08/2020	T9I-910	10:33	11:02	18	25
664	12/08/2020	T9I-910	04:33	05:02	18	25
665	12/08/2020	T9I-910	12:43	13:12	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
666	12/08/2020	T9I-910	08:09	08:52	18	25
667	12/08/2020	T9I-910	08:24	08:38	18	25
668	12/08/2020	T9I-910	02:24	03:21	18	25
669	12/08/2020	T9I-910	11:45	12:14	18	25
670	12/08/2020	T9I-910	05:31	06:00	18	25
671	12/08/2020	T9I-910	03:07	03:36	18	25
672	12/08/2020	T9I-910	11:45	12:14	18	25
673	12/08/2020	T9I-910	06:14	06:43	18	25
674	12/08/2020	T9I-910	13:26	13:55	18	25
675	12/08/2020	T9I-935	06:00	06:28	18	25
676	12/08/2020	T9I-935	00:00	00:43	18	25
677	12/08/2020	T9I-935	08:24	08:52	18	25
678	12/08/2020	T9I-935	06:28	07:12	18	25
679	12/08/2020	T9I-935	05:45	06:14	18	25
680	12/08/2020	T9I-935	10:33	11:16	18	25
681	12/08/2020	T9I-935	09:50	10:19	18	25
682	12/08/2020	T9I-935	04:48	05:16	18	25
683	12/08/2020	T9I-935	00:00	00:28	18	25
684	12/08/2020	T9I-935	02:24	02:52	18	25
685	12/08/2020	T9I-935	03:36	04:04	18	25
686	12/08/2020	T9I-938	09:07	09:36	18	25
687	12/08/2020	T9I-938	07:55	08:24	18	25
688	12/08/2020	T9I-938	12:00	12:28	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
689	12/08/2020	T9I-938	07:26	07:55	18	25
690	12/08/2020	T9I-938	12:28	12:57	18	25
691	12/08/2020	T9I-938	08:24	08:52	18	25
692	12/08/2020	T9I-938	08:24	08:38	18	25
693	12/08/2020	T9I-938	03:50	04:19	18	25
694	12/08/2020	T9I-938	13:12	13:40	18	25
695	12/08/2020	T9I-938	07:55	08:24	18	25
696	12/08/2020	T9I-938	09:07	01:26	18	25
697	12/08/2020	T6J-879	03:21	03:50	18	25
698	12/08/2020	T6J-879	11:31	12:00	18	25
699	12/08/2020	T6J-879	05:45	06:14	18	25
700	12/08/2020	T6J-879	03:21	03:50	18	25
701	12/08/2020	T6J-879	12:28	13:55	18	25
702	12/08/2020	T6J-879	09:21	09:36	18	25
703	12/08/2020	T6J-879	12:43	07:12	18	25
704	12/08/2020	T6J-879	07:26	01:55	18	25
705	12/08/2020	T6J-879	03:21	09:36	18	25
706	12/08/2020	T6J-879	13:40	10:04	18	25
707	13/08/2020	T6J-889	00:14	01:12	18	25
708	13/08/2020	T6J-889	09:21	10:19	18	25
709	13/08/2020	T6J-889	04:48	05:16	18	25
710	13/08/2020	T6J-889	00:28	01:12	18	25
711	13/08/2020	T6J-889	13:26	01:26	18	25

Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
712	13/08/2020	T6J-889	10:33	12:00	18	25
713	13/08/2020	T6J-889	03:36	04:33	18	25
714	13/08/2020	T6J-889	02:24	03:36	18	25
715	13/08/2020	T6J-889	02:52	03:50	18	25
716	13/08/2020	T9I-938	01:55	02:24	18	25
717	13/08/2020	T9I-938	03:07	03:36	18	25
718	13/08/2020	T9I-938	04:33	05:02	18	25
719	13/08/2020	T9I-938	00:57	00:00	18	25
720	13/08/2020	T9I-938	06:43	07:12	18	25
721	13/08/2020	T9I-938	01:26	02:38	18	25
722	13/08/2020	T9I-938	11:02	12:00	18	25
723	13/08/2020	T9I-938	07:12	08:09	18	25
724	13/08/2020	T9I-938	02:24	04:19	18	25
725	13/08/2020	T9I-938	01:55	02:38	18	25
726	13/08/2020	T9I-938	12:14	13:12	18	25
727	13/08/2020	T9I-938	04:48	06:00	18	25
728	13/08/2020	T9I-938	04:48	05:45	18	25
729	13/08/2020	T9I-938	04:48	06:00	18	25
730	13/08/2020	T9I-938	13:12	00:14	18	25
731	13/08/2020	T6J-879	13:40	04:48	18	25
732	13/08/2020	T6J-879	08:52	03:21	18	25
733	13/08/2020	T6J-879	05:16	14:09	18	25
734	13/08/2020	T6J-879	14:09	09:21	18	25

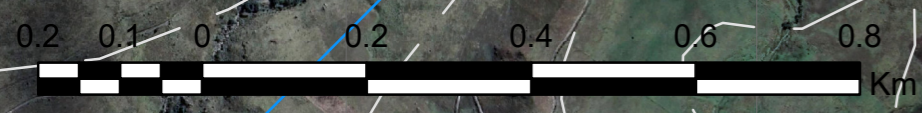
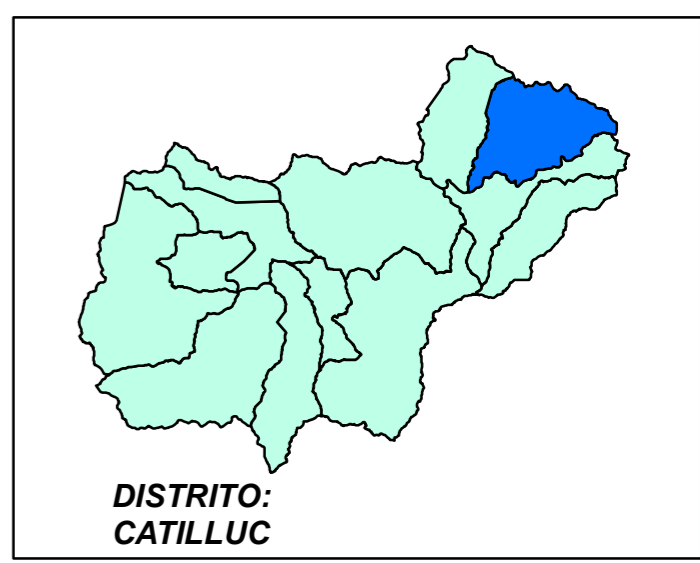
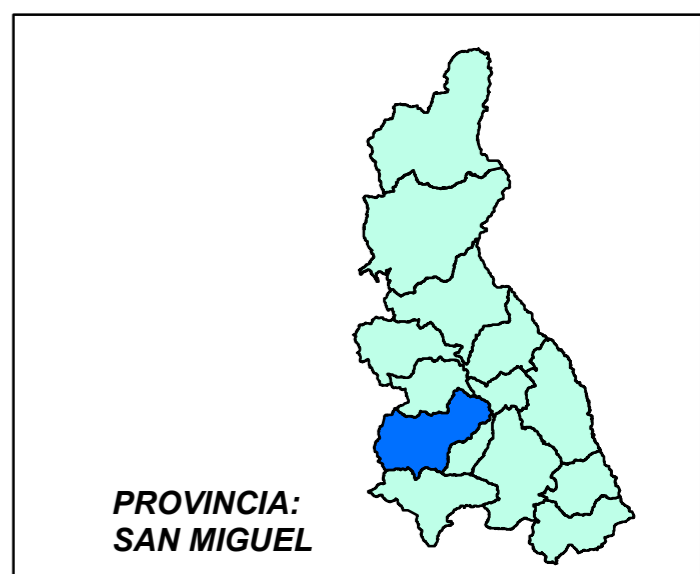
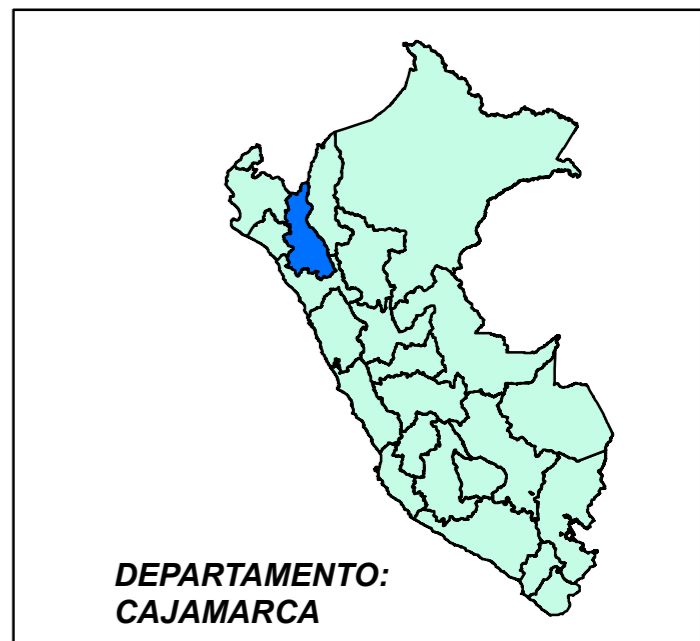
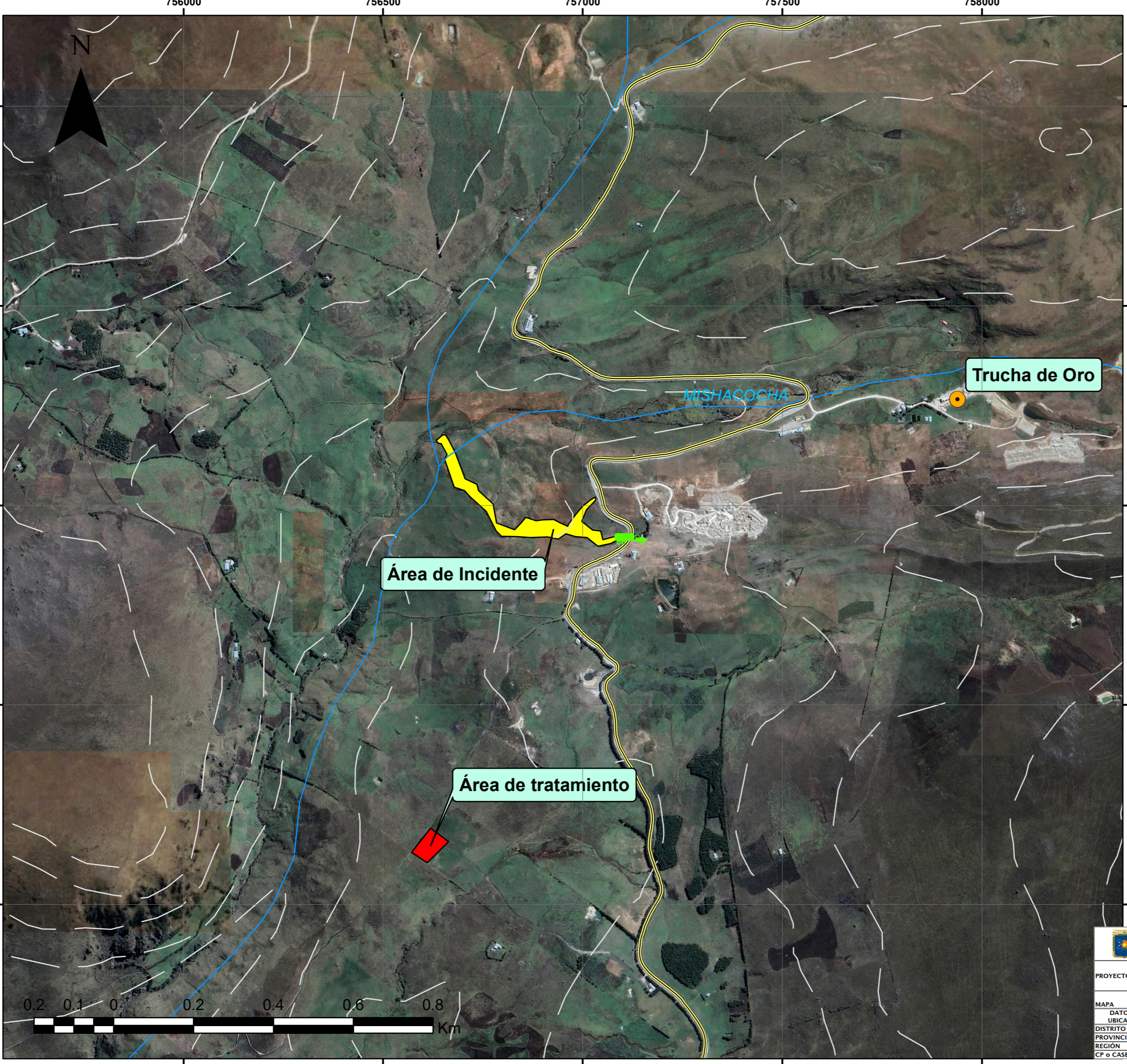
Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m³)	Toneladas (Tn.)
735	13/08/2020	T6J-879	13:40	06:00	18	25
736	13/08/2020	T6J-879	09:36	03:50	18	25
737	13/08/2020	T6J-879	07:12	00:14	18	25
738	13/08/2020	T6J-879	06:14	10:48	18	25
739	13/08/2020	T6J-879	12:28	08:24	18	25
740	13/08/2020	T6J-879	01:55	06:57	18	25
741	13/08/2020	T6J-879	10:48	13:26	18	25
742	13/08/2020	T9I-910	02:52	02:24	18	25
743	13/08/2020	T9I-910	01:55	12:00	18	25
744	13/08/2020	T9I-910	12:57	03:21	18	25
745	13/08/2020	T9I-910	05:16	02:24	18	25
746	13/08/2020	T9I-910	13:12	13:26	18	25
747	13/08/2020	T9I-910	08:38	05:45	18	25
748	13/08/2020	T9I-910	03:50	14:09	18	25
749	13/08/2020	T9I-910	09:21	09:07	18	25
750	13/08/2020	T9I-910	03:36	04:33	18	25
751	13/08/2020	T9I-910	09:07	10:04	18	25
752	13/08/2020	T9I-910	08:09	04:33	18	25
753	13/08/2020	T9I-910	06:14	09:50	18	25
754	13/08/2020	T9I-910	01:26	09:07	18	25
755	13/08/2020	T9I-935	01:55	02:24	18	25
756	13/08/2020	T9I-935	03:36	04:04	18	25
757	13/08/2020	T9I-935	00:00	00:28	18	25



Ítem	Fecha	Placa	Hora de inicio	Hora de término	Volumen (m ³)	Toneladas (Tn.)
758	13/08/2020	T9I-935	07:26	07:55	18	25
759	13/08/2020	T9I-935	03:07	03:50	18	25
760	13/08/2020	T9I-935	12:00	12:43	18	25
761	13/08/2020	T9I-935	08:09	09:07	18	25
762	13/08/2020	T9I-935	04:48	05:31	18	25
763	13/08/2020	T9I-935	02:52	03:36	18	25
764	13/08/2020	T9I-935	13:26	14:09	18	25
765	13/08/2020	T9I-935	07:12	08:24	18	25
766	13/08/2020	T9I-935	12:00	07:12	18	25
767	13/08/2020	T9I-935	00:00	06:14	18	25
768	13/08/2020	T9I-935	12:14	03:36	18	25
769	13/08/2020	T9I-935	03:36	10:48	18	25

APÉNDICE 3

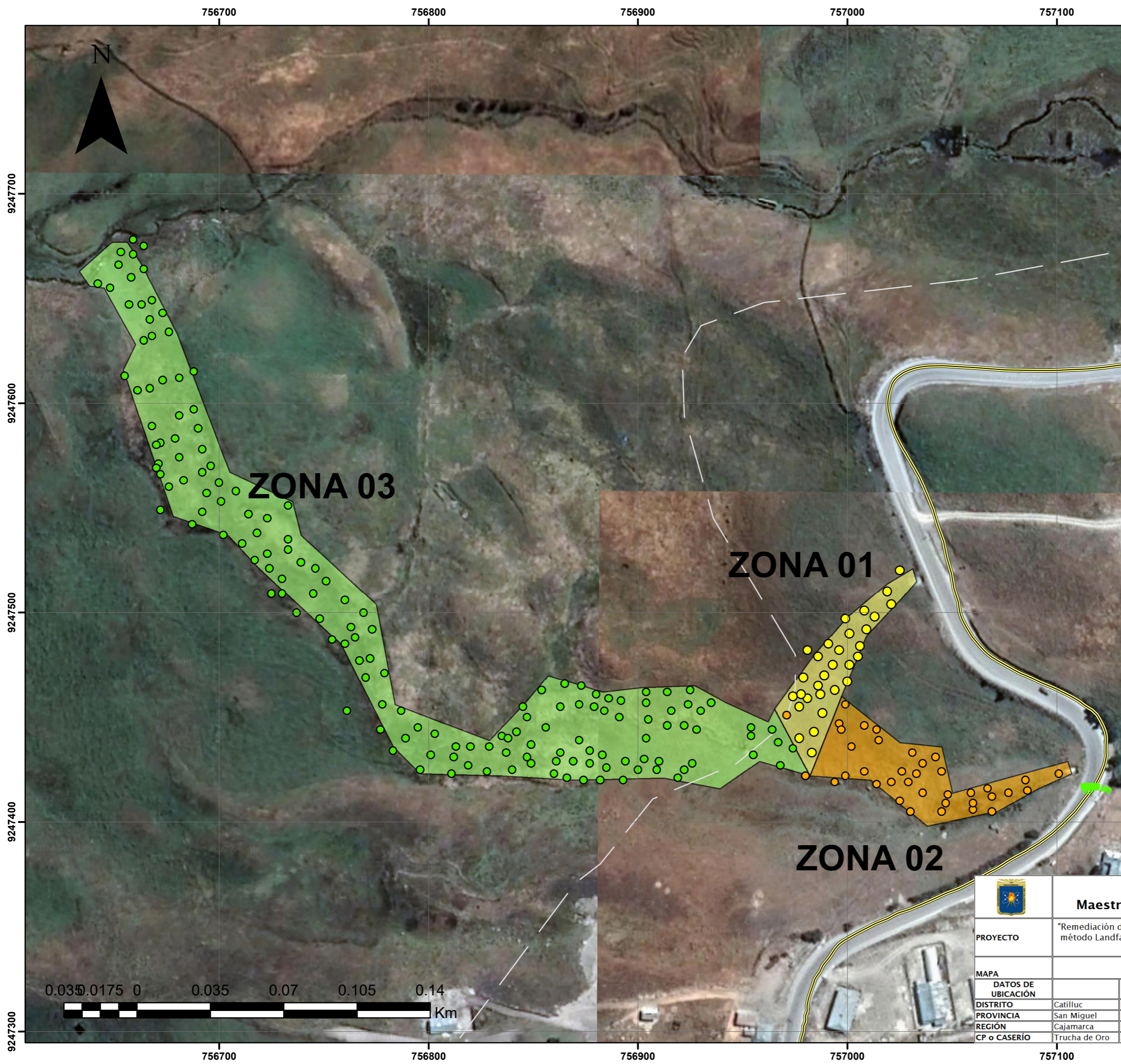
Figura 35.

Mapas



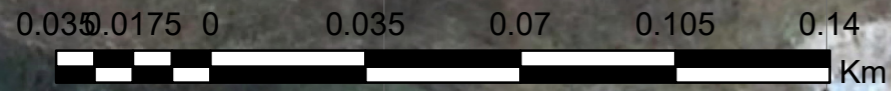
	ESCUELA DE POSGRADO Maestría con mención en: Gestión Ambiental				
	PROYECTO "Remediación de suelos agrícolas contaminados con Hidrocarburos aplicando el método Landfarming en el sector Trucha de Oro, distrito de Catilluc, provincia de San Miguel - Cajamarca".				
MAPA CROQUIS DE UBICACIÓN DE LA ZONA DEL INCIDENTE Y ZONA DE TRATAMIENTO.					
DATOS DE UBICACIÓN		DATOS GRÁFICOS		DATOS DE ELABORACIÓN	
DISTRITO	Catilluc	DATUM	UTM WGS 84	TESISTA	Mauro G. Centurión Zamora
PROVINCIA	San Miguel	ESCALA	Indicada	DIBUJANTE	Mauro G. Centurión Zamora
REGIÓN	Cajamarca	FECHA	Junio, 2022	VERSIÓN	01
CP o CASERIO	Trucha de Oro	ZONA	17 S		



M-01



Leyenda

- Calicatas Zona 01
- Calicatas Zona 02
- Calicatas Zona 03
- Volcadura
- Trucha de oro
- Red Vial Nacional
- Curvas de nivel
- Área de Zona 1
- Área de Zona 2
- Área de Zona 3



	ESCUELA DE POSGRADO Maestría con mención en: Gestión Ambiental					
PROYECTO	"Remediación de suelos agrícolas contaminados con Hidrocarburos aplicando el método Landfarming en el sector Trucha de Oro, distrito de Catilluc, provincia de San Miguel - Cajamarca".				LÁMINA	
MAPA	ZONAS DEL INCIDENTE Y CALICATAS				M-02	
DATOS DE UBICACIÓN	DATOS GRÁFICOS		DATOS DE ELABORACIÓN			
DISTRITO	Catilluc	DATUM	UTM WGS 84	TESISTA		Mauro G. Centurión Zamora
PROVINCIA	San Miguel	ESCALA	Indicada	DIBUJANTE		Mauro G. Centurión Zamora
REGIÓN	Cajamarca	FECHA	Junio, 2022	VERSIÓN		01
CP o CASERÍO	Trucha de Oro	ZONA	17 S			

ANEXOS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007477 Rev. 0**

CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

ENV / MO-350353-008

PROCEDENCIA : **CAJAMARCA**

Fecha de Recepción SGS : 15-05-2020
Fecha de Ejecución : Del 15-05-2020 al 23-05-2020
Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
PM1-S-O
PM2-S-O
PM3-S-O
PM4-S-O
PM5-S-O
PM6-S-SA
PM7-S-SA
PM8-S-SA
PM9-S-SA

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 23/05/2020

Jade C. Huarcaya Soto
C.B.P. 8471
Jefe de Oficina

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007477 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PM1-S-O	PM2-S-O	PM3-S-O
PROFUNDIDAD (m)					9247478N / 757114E	9247469N / 757106E	9247453N / 756977E
FECHA DE MUESTREO					0.10	0.10	0.10
HORA DE MUESTREO					13/05/2020	13/05/2020	13/05/2020
MATRIZ					10:00:00	10:15:00	15:10:00
PRODUCTO DESCRITO COMO					SUELOS	SUELOS	SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO					SUELOS	SUELOS	SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Conductividad	ES_NOM21_AS18	dS/m	--	--	0.42	0.24	0.54
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)	ES_EPA8015_TPH_MG_K G	mg/kg	5	15	<15	<15	2,108
Granulometría y Textura							
Arena Gruesa (1.00-0.50 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	16.99 *	16.31 *	28.00 *
Arcilla (<0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	7.62 *	6.10 *	0.00 *
Arena Fina (0.25-0.10 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	12.28 *	17.00 *	9.71 *
Arena Media (0.50-0.25 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	9.19 *	11.31 *	11.86 *
Arena muy Fina (0.10-0.05 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	4.56 *	6.63 *	1.72 *
Arena muy Gruesa (2.00-1.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	18.86 *	18.27 *	28.13 *
Clase Textural	ES_NTP339_128	---	--	--	FRANCO ARENOSO *	FRANCO ARENOSO *	ARENA FRANCA *
Limo (0.05-0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	30.50 *	24.38 *	20.58 *
Material (<2.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	24.68 *	31.47 *	36.89 *

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PM4-S-O	PM5-S-O	PM6-S-SA
PROFUNDIDAD (m)					9247593N / 756669E	9247467N / 756777E	9247440N / 757062E
FECHA DE MUESTREO					0.10	0.10	0.10
HORA DE MUESTREO					13/05/2020	13/05/2020	13/05/2020
MATRIZ					14:36:00	11:15:00	10:40:00
PRODUCTO DESCRITO COMO					SUELOS	SUELOS	SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO					SUELOS	SUELOS	SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Conductividad	ES_NOM21_AS18	dS/m	--	--	0.82	0.33	0.47
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)	ES_EPA8015_TPH_MG_K G	mg/kg	5	15	<15	<15	<15
Granulometría y Textura							
Arena Gruesa (1.00-0.50 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	30.03 *	17.92 *	23.32 *
Arcilla (<0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *	4.61 *	0.00 *
Arena Fina (0.25-0.10 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	7.63 *	8.80 *	10.50 *
Arena Media (0.50-0.25 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	8.01 *	10.41 *	12.60 *
Arena muy Fina (0.10-0.05 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	1.85 *	3.55 *	3.08 *
Arena muy Gruesa (2.00-1.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	33.25 *	33.23 *	21.28 *

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007477 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PM4-S-O	PM5-S-O	PM6-S-SA
					9247593N / 756669E	9247467N / 756777E	9247440N / 757062E
PROFUNDIDAD (m)					0.10	0.10	0.10
FECHA DE MUESTREO					13/05/2020	13/05/2020	13/05/2020
HORA DE MUESTREO					14:36:00	11:15:00	10:40:00
MATRIZ					SUELOS	SUELOS	SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO					SUELOS	SUELOS	SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Granulometría y Textura							
Clase Textural	ES_NTP339_128	---	--	--	ARENA FRANCA *	FRANCO ARENOSO *	ARENA FRANCA *
Limo (0.05-0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	19.23 *	21.49 *	29.22 *
Material (<2.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	35.52 *	34.29 *	29.62 *

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PM7-S-SA	PM8-S-SA	PM9-S-SA
					9247452N / 756849E	9247663N / 756632E	9247569N / 756522E
PROFUNDIDAD (m)					0.10	0.10	0.10
FECHA DE MUESTREO					13/05/2020	13/05/2020	13/05/2020
HORA DE MUESTREO					11:00:00	14:00:00	13:13:00
MATRIZ					SUELOS	SUELOS	SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO					SUELOS	SUELOS	SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Conductividad	ES_NOM21_AS18	dS/m	--	--	0.15	0.35	0.38
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)	ES_EPA8015_TPH_MG_K G	mg/kg	5	15	<15	<15	<15
Granulometría y Textura							
Arena Gruesa (1.00-0.50 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	18.50 *	18.73 *	22.66 *
Arcilla (<0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	7.62 *	1.53 *	1.53 *
Arena Fina (0.25-0.10 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	13.51 *	24.22 *	20.00 *
Arena Media (0.50-0.25 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	12.33 *	11.60 *	16.66 *
Arena muy Fina (0.10-0.05 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	3.65 *	5.67 *	5.10 *
Arena muy Gruesa (2.00-1.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	16.96 *	12.28 *	12.66 *
Clase Textural	ES_NTP339_128	---	--	--	FRANCO ARENOSO *	ARENA FRANCA *	ARENA FRANCA *
Limo (0.05-0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	27.44 *	25.97 *	21.39 *
Material (<2.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	28.17 *	15.19 *	15.05 *

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Para el análisis de Granulometría, los resultados corresponden a los retenidos en cada malla para las arenas. Los resultados de limo y arcilla corresponden a las partículas menores a 0.05um. El porcentaje de material 2mm. Se realiza en muestra independiente. No está incluido este porcentaje en la sumatoria del resto de mallas.

Los resultados de las muestras expresados en mg/Kg se calculan sobre base seca.

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007477 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Conductividad	dS/m	--		0%	99 - 100%	
Arena Gruesa (1.00-0.50 mm)	%	--		0%		
Arcilla (<0.002 mm)	%	--		0%		
Arena Fina (0.25-0.10 mm)	%	--		0%		
Arena Media (0.50-0.25 mm)	%	--		0%		
Arena muy Fina (0.10-0.05 mm)	%	--		0%		
Arena muy Gruesa (2.00-1.00 mm)	%	--		0%		
Limo (0.05-0.002 mm)	%	--		0%		
Material (<2.00 mm)	%	--		0%		
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)	mg/kg	15	<15	0%	103%	110%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007477 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_EPA8015_TPH_MG_KG	Callao	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)	EPA Method 8015C. Rev.3: 2007. Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_NOM21_AS18	Callao	Conductividad	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, item 7.2.5, AS-18, 2000, Medición de la conductividad eléctrica
ES_NTP339_128	Callao	Granulometría y Textura	NTP 339.128, 1ra Ed: 1999, SUELOS. Metodo de Ensayo para el Analisis Granulometrico (Validado)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007477 Rev. 0**

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE MUESTREO

Tipo de Muestra	Procedimiento de Muestreo	Descripción	Plan de Muestreo
SUELOS	INS-P-EHS.4	Muestreo de Suelos	350353-1 /2020

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio., su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007517 Rev. 0**

CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

ENV / MO-350353-011

PROCEDENCIA : **CAJAMARCA**

Fecha de Recepción SGS : 15-05-2020
Fecha de Ejecución : Del 15-05-2020 al 23-05-2020
Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
PM10-S-SA

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 23/05/2020

Jade C. Huarcaya Soto
C.B.P. 8471
Jefe de Oficina

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007517 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PM10-S-SA
					9246693N / 756190E
PROFUNDIDAD (m)					0.10
FECHA DE MUESTREO					14/05/2020
HORA DE MUESTREO					10:30:00
MATRIZ					SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO					SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Análisis Generales					
Conductividad	ES_NOM21_AS18	dS/m	--	--	0.37
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)	ES_EPA8015_TPH_MG_K G	mg/kg	5	15	53
Granulometría y Textura					
Arena Gruesa (1.00-0.50 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	27.30 *
Arcilla (<0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *
Arena Fina (0.25-0.10 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	6.61 *
Arena Media (0.50-0.25 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	9.30 *
Arena muy Fina (0.10-0.05 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	1.83 *
Arena muy Gruesa (2.00-1.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	35.06 *
Clase Textural	ES_NTP339_128	---	--	--	ARENA FRANCA *
Limo (0.05-0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	19.90 *
Material (<2.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	35.62 *

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Para el análisis de Granulometría, los resultados corresponden a los retenidos en cada malla para las arenas. Los resultados de limo y arcilla corresponden a las partículas menores a 0.05um. El porcentaje de material 2mm. Se realiza en muestra independiente. No está incluido este porcentaje en la sumatoria del resto de mallas.

Los resultados de las muestras expresados en mg/Kg se calculan sobre base seca.

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007517 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Conductividad	dS/m	--		0%	99 - 100%	
Arena Gruesa (1.00-0.50 mm)	%	--		0%		
Arcilla (<0.002 mm)	%	--		0%		
Arena Fina (0.25-0.10 mm)	%	--		0%		
Arena Media (0.50-0.25 mm)	%	--		0%		
Arena muy Fina (0.10-0.05 mm)	%	--		0%		
Arena muy Gruesa (2.00-1.00 mm)	%	--		0%		
Limo (0.05-0.002 mm)	%	--		0%		
Material (<2.00 mm)	%	--		0%		
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)	mg/kg	15	<15	0%	103%	110%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007517 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_EPA8015_TPH_MG_KG	Callao	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)	EPA Method 8015C. Rev.3: 2007. Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_NOM21_AS18	Callao	Conductividad	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, item 7.2.5, AS-18, 2000, Medición de la conductividad eléctrica
ES_NTP339_128	Callao	Granulometría y Textura	NTP 339.128, 1ra Ed: 1999, SUELOS. Metodo de Ensayo para el Analisis Granulometrico (Validado)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2007517 Rev. 0**

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE MUESTREO

Tipo de Muestra	Procedimiento de Muestreo	Descripción	Plan de Muestreo
SUELOS	INS-P-EHS.4	Muestreo de Suelos	350353-1 /2020

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio., su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-3336

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: EMPRESA DE TRANSPORTES N & V S.A.C.
2.-DIRECCIÓN	: CAL.LOPEZ DE AYALA NRO. 1364, DPTO. 303, URB. SAN BORJA (PARALELA A AV.SAN BORJA NORTE CUADRA 8) LIMA - LIMA - SAN BORJA
3.-PROYECTO	: REMEDIACIÓN AMBIENTAL DE ZONAS AFECTADAS POR EL DERRAME DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES N & V S.A.C. ALTURA DEL KM 72 SECTOR TRUCHA DE ORO, CARRETERA HUALGAYOC - CAJAMARCA.
4.-PROCEDENCIA	: SECTOR TRUCHA DE ORO / DISTRITO CATILLUC / PROV. SAN MIGUEL / DEP. CAJAMARCA
5.-SOLICITANTE	: ECO ENERGY MINING AND CONSTRUCTION E.I.R.L.
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1113
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-08-17

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: SUELOS
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 5
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-08-06
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-08-06 al 2020-08-17



Yani Aurelia Morales Huamani

Ing. Químico
Jefe de Laboratorio
CIP: 135922

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-3336

III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Conductividad ⁽¹⁾	NOM-021-RECNAT-2000 /AS-18	Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (C10 a C28) ⁽¹⁾	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (C28 a C40) ⁽¹⁾	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Granulometría ⁽¹⁾	NTP 339.090/339.128	Norma Técnica Peruana 339.090/339.128 (1999) Revisada 2014.
Textura ⁽¹⁾	NOM-021-RECNAT-2000- AS-09	NOM-021-RECNAT-2000- AS-09 / TEXTURA

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"NOM" : Norma Oficial Mexicana

"NTP" : Norma Técnica Peruana

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-3336
IV. RESULTADOS

ITEM			1	2	3	4	5
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-20-10945	M-20-10946	M-20-10947	M-20-10948	M-20-10949
CÓDIGO DEL CLIENTE:			PM-S-01	PM-S-02	PM-S-03	PM-S-04	PM-S-05
COORDENADAS:			E: 0754106	E: 0757097	E: 0756986	E: 0756918	E: 0757025
UTM WGS 84:			N: 9247468	N: 9247422	N: 9247451	N: 9247458	N: 9247514
PRODUCTO:			SUELOS				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA				
MUESTREO	FECHA:		2020-08-03	2020-08-03	2020-08-03	2020-08-03	2020-08-03
	HORA:		11:20	11:40	13:05	12:20	12:40
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS				
Conductividad ⁽¹⁾	µS/cm	0.01	299.00	247.70	289.30	216.00	361.00
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (C10 a C28) ⁽¹⁾	mg/Kg MS	10	<10	17	11	<10	12
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (C28 a C40) ⁽¹⁾	mg/Kg MS	10	<10	<10	<10	<10	<10
Granulometría ⁽¹⁾							
Wr Tamiz < N° 200	%	-	1.17	0.83	0.83	0.97	1.33
Wr Tamiz N° 10	%	-	24.33	22.97	23.30	22.97	23.00
Wr Tamiz N° 100	%	-	36.93	38.31	38.42	39.08	35.94
Wr Tamiz N° 200	%	-	5.08	5.25	3.67	3.00	5.52
Wr Tamiz N° 4	%	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wr Tamiz N° 40	%	-	32.42	32.60	33.68	33.95	34.17
Textura ⁽¹⁾							
Arcilla	%	0.10	5.72	6.72	6.72	6.72	6.72
Arena	%	0.10	89.35	88.35	88.35	88.35	88.25
Limo	%	0.10	4.93	4.93	4.93	4.93	5.03
Clase Textural	-	-	ARENOSO	ARENOSO	ARENOSO	ARENOSO	ARENOSO

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-3811

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: EMPRESA DE TRANSPORTES N & V S.A.C.
2.-DIRECCIÓN	: AL. LOPEZ DE AYALA NRO. 1364, DPTO. 303, URB. SAN BORJALIMA - LIMA - SAN BORJA
3.-PROYECTO	: REMEDIACIÓN AMBIENTAL DE ZONAS AFECTADAS POR EL DERRAME DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES N & V S.A.C. ALTURA DEL KM 72 SECTOR TRUCHA DE ORO, CARRETERA HUALGAYOC - CAJAMARCA.
4.-PROCEDENCIA	: C.P TRUCHA DE ORO/ DISTRITO CATILLUC / PROV. SAN MIGUEL / CAJAMARCA
5.-SOLICITANTE	: ECO ENERGY MINING AND CONSTRUCTION E.I.R.L.
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1260
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-09-04

II.- DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: SUELOS
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-08-24
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-08-24 al 2020-09-04



Yani Aurelia Morales Huamani

Ing. Químico

Jefe de Laboratorio

CIP: 135922



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Tel. +51 453 1389 / 717 0636

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-3811**III.-METODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Conductividad	NOM-021-RECNAT-2000 /AS-18	Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (C10 a C28)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (C28 a C40)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Granulometría	NTP 339.090/339.128	Norma Técnica Peruana 339.090/339.128 (1999) Revisada 2014.
Textura	NOM-021-RECNAT-2000- AS-09	NOM-021-RECNAT-2000- AS-09 / TEXTURA

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"NOM" : Norma Oficial Mexicana

"NTP" : Norma Técnica Peruana

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-3811

IV. RESULTADOS

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-20-12264	M-20-12265
CÓDIGO DEL CLIENTE:			S-01	S-02
COORDENADAS:			E: 0756732	E: 0756675
UTM WGS 84:			N: 9247531	N: 9247622
PRODUCTO:			SUELOS	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA	
MUESTREO			FECHA:	2020-08-20
			HORA:	11:25
				2020-08-20
				12:12
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS	
Conductividad	μS/cm	0.01	247.80	245.10
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (C10 a C28)	mg/Kg MS	10	<10	<10
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (C28 a C40)	mg/Kg MS	10	<10	<10
Granulometría				
Wr Tamiz < N° 200	%	-	2.71	0.77
Wr Tamiz N° 10	%	-	3.30	11.93
Wr Tamiz N° 100	%	-	51.52	33.13
Wr Tamiz N° 200	%	-	21.74	3.75
Wr Tamiz N° 4	%	-	0.00	0.00
Wr Tamiz N° 40	%	-	20.73	50.41
Textura				
Arcilla	%	0.10	3.22	3.22
Arena	%	0.10	86.60	86.60
Limo	%	0.10	10.18	10.18

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4896

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: EMPRESA DE TRANSPORTES N & V S.A.C.
2.-DIRECCIÓN	: AL LOPEZ DE AYALA NRO. 1364, DPTO. 303, URB. SAN BORJALIMA - LIMA - SAN BORJA
3.-PROYECTO	: REMEDIACIÓN AMBIENTAL DE ZONAS AFECTADAS POR EL DERRAME DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES N & V S.A.C. ALTURA DEL KM 72 SECTOR TRUCHA DE ORO, CARRETERA HUALGAYOC - CAJAMARCA.
4.-PROCEDENCIA	: ALTURA DEL M. 70 SECTOR TRUCHA DE ORO, CAR. HUALGAYOC - CAJAMARCA
5.-SOLICITANTE	: ECO ENERGY MINING AND CONSTRUCTION E.I.R.L.
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1583
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-10-02

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: SUELOS
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-09-21
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-09-21 al 2020-10-02



Yani Aurelia Morales Huamani

Ing. Químico

Jefe de Laboratorio

CIP: 135922



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4896**III.-METODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Conductividad	NOM-021-RECNAT-2000 /AS-18	Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (C10 a C28)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (C28 a C40)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Análisis Granulométrico	NTP 339.128: 1999. Revisada el 2014.	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Textura	NOM-021-RECNAT-2000- AS-09	NOM-021-RECNAT-2000- AS-09 / TEXTURA

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"NOM" : Norma Oficial Mexicana

"NTP" : Norma Técnica Peruana

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4896

IV. RESULTADOS

ITEM			1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-20-15912	M-20-15913	M-20-15914
CÓDIGO DEL CLIENTE:			PS-01	PS-02	PS-03
COORDENADAS:			E: 0756629	E: 0756618	E: 0756665
UTM WGS 84:			N: 9246658	N: 9246635	N: 9246612
PRODUCTO:			SUELOS		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA		
MUESTREO	FECHA:		2020-09-18	2020-09-18	2020-09-18
	HORA:		11:52	12:10	12:30
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS		
Conductividad	µS/cm	0.01	475.00	462.00	549.00
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (C10 a C28)	mg/Kg MS	10	107	123	182
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (C28 a C40)	mg/Kg MS	10	0	0	0
Análisis Granulométrico					
Tamiz < N° 200	%	-	4.88	6.00	3.12
Tamiz 1 "	%	-	0.00	0.00	0.00
Tamiz 1 1/2 "	%	-	0.00	0.00	0.00
Tamiz 2 "	%	-	0.00	0.00	0.00
Tamiz 3 "	%	-	0.00	0.00	0.00
Tamiz 3/4"	%	-	0.00	0.00	0.00
Tamiz 3/8"	%	-	14.78	10.22	4.05
Tamiz N° 10	%	-	20.88	23.85	29.18
Tamiz N° 100	%	-	1.27	3.32	1.78
Tamiz N° 140	%	-	0.83	1.77	0.87
Tamiz N° 20	%	-	7.37	15.65	18.35
Tamiz N° 200	%	-	1.40	2.28	1.30
Tamiz N° 4	%	-	46.45	24.50	32.68
Tamiz N° 40	%	-	3.15	8.38	6.48
Tamiz N° 60	%	-	1.77	5.10	2.67

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4896
IV. RESULTADOS

ITEM			1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-20-15912	M-20-15913	M-20-15914
CÓDIGO DEL CLIENTE:			PS-01	PS-02	PS-03
COORDENADAS:			E: 0756629	E: 0756618	E: 0756665
UTM WGS 84:			N: 9246658	N: 9246635	N: 9246612
PRODUCTO:			SUELOS		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA		
MUESTREO	FECHA:		2020-09-18	2020-09-18	2020-09-18
	HORA:		11:52	12:10	12:30
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS		
Textura					
Arcilla	%	0.10	11.80	11.80	6.80
Arena	%	0.10	61.94	56.76	71.76
Limo	%	0.10	26.26	31.44	21.44

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"

DATOS DEL CLIENTE											Análisis Requeridos													NUESTROS LABORATORIOS	
Cliente : SOLUCIONES AMBIENTALES PERU E.I.R.L											Número de envases (Plástico / Vidrio) HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (C10-C40) (MG/KG) CONDUCTIVIDAD (DS/M) GRANULOMETRÍA Y TEXTURA --													Laboratorio Callao Avenida Elmer Faucett 3348, Callao 1 Teléfono: (01) 517 1900 E-mail: pe.labambientales@sgs.com Laboratorio Arequipa Ernesto Gunther N° 275, Parque Industrial Teléfono: (054) 213306 E-mail: ada.paredes@sgs.com Laboratorio Cajamarca Calle Arnaldo Márquez 257, Barrio San Antonio Teléfono: (076) 367723 E-mail: jade.huarcaya@sgs.com	
Lugar de Inspección : CAJAMARCA																									
Proyecto : CAJAMARCA																									
Contacto : Ana Paula Barboza																									
E-mail : SOLUCIONESAMBIENTALESPERU@HOTMAIL.COM																									
Teléfono : 943732560																									
Fecha de inicio : 14/05/2020					Fecha de finalización : 14/05/2020																				
Hora de inicio : 10:30					Hora de finalización : 10:30																				
Muestreado por: SGS <input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/>					Frecuencia del Monitoreo Periódico <input checked="" type="checkbox"/> No Periódico <input type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/>																				
N° de OI : 350353-1			N° de Pre-Acta : 1070950																						

Item	Estación de Monitoreo	Descripción de la Estación	Profundidad (m)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m.)	Matriz	Tipo de Muestra		Fecha	Hora	P	V	Análisis Requeridos													OBSERVACIONES											
				WGS 84	PSAD			Simple	Compuesta																													
1	PM10-S-SA	--	0.30	9246693	756190	0.10	SUELOS	X	--	14/05/2020	10:30	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Costado de Qda. Los Chicos.			
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SGS del Perú S.A.C

CAJAMARCA

15 MAY. 2020

RECIBIDO

Data Center - EHS

Inspector responsable YONEL VARGAS FERNANDEZ \ JHON PEÑA VIGO	Representante del Cliente ANTONIO MURRUGARRA AREVALÚ	Responsable de la recepción de las muestras GILBERTO MARTOS RAMIREZ	Fecha y hora de recepción 07:00 a.m.	Firma
--	---	---	--	-------

Condiciones en que se recibieron las muestras

Refrigeradas:	<input type="checkbox"/>	Temperatura:	<input type="text"/>
Preservadas:	<input type="checkbox"/>	N° de ice-pack's:	0
Dentro del tiempo de conservación:	<input type="checkbox"/>	N° de coolers:	1
N° de muestras rotas:	<input type="text"/>		

Otros (especifique)

DATOS DEL CLIENTE												Análisis Requeridos												NUESTROS LABORATORIOS				
Ciudad: SOLUCIONES AMBIENTALES PERU E.I.R.L. Lugar de Inspección: CAJAMARCA Proyecto: CAJAMARCA Contacto: Ana Paula Barboza E-mail: SOLUCIONESAMBIENTALESPERU@HOTMAIL.COM Teléfono: 943732560 Fecha de inicio: 13/05/2020 Fecha de finalización: 13/05/2020 Hora de inicio: 10:00 Hora de finalización: 15:10 Muestreado por: SGS <input checked="" type="checkbox"/> Periódico <input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> No Periódico <input type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/> N° de OI: 350353-1 N° de Pre-Acta: 1070950												Número de envases (Plástico / Vidrio) HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (C10-C40) (MG/KG) CONDUCTIVIDAD (DS/M) GRANULOMETRÍA Y TEXTURA												Laboratorio Callao Avenida Elmer Faucett 3348, Callao 1 Teléfono: (01) 517 1900 E-mail: pe.labambientales@sgs.com Laboratorio Arequipa Ernesto Gunther N° 275, Parque Industrial Teléfono: (054) 213306 E-mail: ada.paredes@sgs.com Laboratorio Cajamarca Calle Arnaldo Márquez 257, Barrio San Antonio Teléfono: (076) 367723 E-mail: jade.huarcaya@sgs.com				
Item	Estación de Monitoreo	Descripción de la Estación	Profundidad (m)	Coordenadas UTM WGS 84 <input checked="" type="checkbox"/> PSAD <input type="checkbox"/>	Altitud (m.s.n.m.)	Matriz	Tipo de Muestra Simple <input type="checkbox"/> Compuesta <input type="checkbox"/>		Fecha	Hora	P													V				
1	PM1-S-O	--	0.30	9247478 / 757114	0.10	SUELOS	X	--	13/05/2020	10:00	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Parte alta de la pista (sobre el área del evento)
2	PM2-S-O	--	0.30	9247469 / 757106	0.10	SUELOS	X	--	13/05/2020	10:15	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Cerca al área del evento (parte alta donde se estaba recuperando suelo impactado)
3	PM3-S-O	--	0.30	9247453 / 756977	0.10	SUELOS	X	--	13/05/2020	15:10	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Parte baja de la pista, a 80m aprox del evento, Zona 2)
4	PM4-S-O	--	0.30	9247593 / 756669	0.10	SUELOS	X	--	13/05/2020	14:36	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Parte baja de la pista, a 550m aprox del evento, Zona1)
5	PM5-S-O	--	0.30	9247467 / 756777	0.10	SUELOS	X	--	13/05/2020	11:15	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Parte baja de la pista, a 200m aprox del evento, Zona 1)
6	PM6-S-SA	--	0.30	9247440 / 757062	0.10	SUELOS	X	--	13/05/2020	10:40	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Parte baja de la pista, a 30m aprox del evento, Zona 1)
7	PM7-S-SA	--	0.30	9247452 / 756849	0.10	SUELOS	X	--	13/05/2020	11:00	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Parte baja de la pista, a 150m aprox del evento, Zona 1)
8	PM8-S-SA	--	0.30	9247663 / 756632	0.10	SUELOS	X	--	13/05/2020	14:00	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Parte baja de la pista, a 100m aprox del evento, Zona 1)
9	PM9-S-SA	--	0.30	9247569 / 756522	0.10	SUELOS	X	--	13/05/2020	13:13	3	1	X	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Parte baja de la pista, a 100m aprox del evento, Zona 1)
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Inspector responsable				Firma				Representante del Cliente				Firma				<div style="border: 2px solid blue; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> SGS del Perú S.A.C CAJAMARCA 15 MAY. 2020 RECIBIDO Data Center - EHS </div>												
Yonel Vargas Fernandez \ Jhon Peña Vigo				Antonio Murrugarra Arévalo																								
Responsible de la recepción de las muestras GILBERTO MARTOS RAMIREZ												Fecha y hora de recepción 07:00 a.m.				Firma												
Condiciones en que se recibieron las muestras																												
Refrigeradas: <input type="checkbox"/>												Temperatura: <input type="text"/>																
Preservadas: <input type="checkbox"/>																												
Dentro del tiempo de conservación: <input type="checkbox"/>																N° de ice-pack's: 0												
N° de muestras rotas: <input type="text"/>																N° de coolers: 0												
Otros (especifique)																												

Datos del cliente

Razón Social: **EMPRESA DE TRANSPORTES N&V SAC**

Persona de contacto: _____ Correo / Teléfono: _____

Nombre del proyecto: **Remediación Ambiental de Zonas Afectadas por el Derrame de Combustible...**

Orden de servicio: **1260-20** Plan de Monitoreo: _____

Cadena de custodia: _____ Pág. _____ de _____

Informe de ensayo: **1E-20-3811**

Procedencia o lugar de muestreo: **Troncha de Oro / Catillo / San Miguel / Ca...**

Item	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO										OBSERVACIONES								
	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	CONDUCT.	TEXTURA	GRANULO	F2 y F3														
1	S-01	H-20 12261	F: 20/08/20 H: 11:25	SUELO	N: 9247531 E: 756732	X	X	X	X														
2	S-02	12265	F: 20/08/20 H: 12:12	SUELO	N: 9247622 E: 756675	X	X	X	X														
3			F: H:		N: E:																		
4			F: H:		N: E:																		
5			F: H:		N: E:																		
6			F: H:		N: E:																		
7			F: H:		N: E:																		
8			F: H:		N: E:																		

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Legenda

F : Fecha
H : Hora

T amb. : Temperatura ambiente
T refr. : Temperatura de refrigeración
E : Este
N : Norte
C : Conforme
NC : No conforme

Muestreado por: _____ Cliente: _____

Nombre: _____
Fecha/Hora: _____
Firma: _____

RECEPCIÓN DE MUESTRAS
ANALYTICAL LABORATORY S.R.L.
24 AGO 2020
11:00 CALLAO

Muestreado por: ALAB Cliente

Condiciones de recepción:

	T amb. (°C)	T refr. (°C)	C	NC
Temperatura de conservación	18.0	-	✓	-
Temperatura de conservación	-	-	-	-
Otros:	-	-	-	-
Código de equipo de verificación:	EL-LAB-06			
Embalaje adecuado de muestras:	ALAB-P-05		✓	
Registro correcto de cadena:				

Observaciones de recepción de muestras:

Datos del cliente

Razón Social: *Empresa de Transportes NBV S.A.C*

Persona de contacto: _____ Correo / Teléfono: _____

Nombre del proyecto: *Remediación Ambiental de Zonas afectadas por el derrame de combustible líquido*

Orden de servicio: *OS-20-1393* Plan de Monitoreo: _____

Cadena de custodia: *CC-20-4191* Pág. _____ de _____

Informe de ensayo: *1E-20-4210*

Procedencia o lugar de muestreo: *Altura del Km 72 Sector Trucha de Oro Carretera Huabuyo Cajamarca*

Item	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO													OBSERVACIONES		
	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	PH	Metales Pesados	Metales Traces												
1	PS-01	M-20 / 13623	F: 02-09-20 H: 12:05	Suelo	N: 9247416 E: 757079	X	X	X												
2	PS-02	13624	F: 02-09-20 H: 12:53	Suelo	N: 9247444 E: 756916	X	X	X												
3	PS-COM	13625	F: 02-09-20 H: 13:08	Suelo	N: 9247456 E: 756997	X	X	X												
4			F: H:		N: E:															
5			F: H:		N: E:															
6			F: H:		N: E:															
7			F: H:		N: E:															
8			F: H:		N: E:															

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Leyenda

F : Fecha
H : Hora

T amb. : Temperatura ambiente
T refr. : Temperatura de refrigeración
E : Este
N : Norle
C : Conforme
NC : No conforme

Muestreado por: _____ Cliente: _____

Recepción de muestra:

Nombre: _____
Fecha/Hora: _____
Firma: _____



Muestreado por: ALAB Cliente

Condiciones de recepción:

	T amb. (°C)	T refr. (°C)	C	NC
Temperatura de conservación	-	-	-	-
Temperatura de conservación	-6.5	-	✓	-
Otros:	-	-	-	-
Código de equipo de verificación:	<i>EL-103-06</i>			

Embalaje adecuado de muestras: C NC

Registro correcto de cadena: C NC

Observaciones de recepción de muestras:

Datos del cliente

Razón Social: *Empresa de transportes N & V S.A.C.*

Persona de contacto: _____ Correo / Teléfono: _____

Nombre del proyecto: *Remediación Ambiental de Zonas afectadas por el derrame de Combustible Líquido*

Orden de servicio: *05-20-1583* Plan de Monitoreo: _____

Cadena de custodia: _____ Pág. _____ de _____

Informe de ensayo: *16-20-4896/EC-20-4875*

Procedencia o lugar de muestreo: *Altura del Km 70 Sector Trucha de oro carretera Huabuyo-Cajamarca*

Item	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO												OBSERVACIONES				
	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	Conductividad	Gravimetría	Textura	F ₂ / F ₃												
1	PS-01	M-20 15912	F: 18-09-20 H: 11:52	Suelo	N: 9246658 E: 756629	X	X	X	X												
2	PS-02	15913	F: 18-09-20 H: 12:10	Suelo	N: 9246635 E: 756618	X	X	X	X												
3	PS-03	15914	F: 18-09-20 H: 12:30	Suelo	N: 9246612 E: 756665	X	X	X	X												
4			F: H:		N: E:																
5			F: H:		N: E:																
6			F: H:		N: E:																
7			F: H:		N: E:																
8			F: H:		N: E:																

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Leyenda

F : Fecha
H : Hora

T amb. : Temperatura ambiente
T refr. : Temperatura de refrigeración
E : Este
N : Norte
C : Conforme
NC : No conforme

Muestreado por: _____ Cliente: _____

Recepción de muestra:

Nombre: _____ Fecha/Hora: _____ Firma: _____

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
RECEPCIÓN DE MUESTRAS
21 SEP 2020
10:00
CALLAO

Muestreado por: ALAB Cliente

Condiciones de recepción:

	T amb. (°C)	T refr. (°C)	C	NC
Temperatura de conservación	-	-	-	-
Temperatura de conservación	-	5.0	✓	-
Otros:	-	-	-	-
Código de equipo de verificación:	EC-LAB-06			
	ALAB-P-09			
Embalaje adecuado de muestras:			C	NC
Registro correcto de cadena:				

Observaciones de recepción de muestras: