UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA DE POSGRADO

==========

REMEDIACIÓN MEDIANTE VOLATILIZACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR DERRAMES Y AFLORAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN TALARA PIURA

==========

Línea de Investigación: Desarrollo Sostenible

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESISTA: ADDERLIN ARTEAGA VEGA

ASESOR: DR. MAX JOHN ZAVALA SOLORZANO

HUÁNUCO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi mamá Constantina, por su apoyo, dedicación y por enseñarme a respetar a las personas y cosas que existen en este mundo.

A mis hermanos Erika, Welintón y Keiko por su apoyo incondicional en todos los momentos.

A mi abuela por su alegría, su entusiasmo y sus ganas de vivir.

A Yudith, la mujer de mi vida, por impulsarme a alcanzar mis metas, esperarme y hacerme feliz.

A Aylin y Alessia mis hijas quienes son el regalo más hermoso que la vida me otorgó

Y a mí amado Perú, al que sueño que tenga un gran cambio.

AGRADECIMIENTO

“En estos tiempos el realizar el proyecto final de la Maestría sobre un tema que me apasiona ha hecho posible que disfrute en todo momento de todo el tiempo invertido para su realización y que me pueda iniciar de forma más técnica en el ámbito de la remediación de suelos contaminados, sector al que me dedico y sobre el cual quiero reforzar mis conocimientos.

Ante todo, agradecerle a mi asesor quién fue mi guía en todo este recorrido, a PETROPERÚ S.A., quién me brindó las facilidades para lograr un objetivo trazado y me ha brindado la oportunidad de conocer de forma directa la forma de trabajo de una empresa dedicada entre otros ámbitos ambientales, bajo su Sistema de Gestión Integral Corporativo, a la descontaminación y/o tratamiento de suelos y con ello la oportunidad de obtener valiosos conocimientos al respecto.

Este proyecto queda dedicado a todas aquellas personas que han confiado en mí y que de alguna forma han estado siempre ahí para apoyarme.

Espero que disfrutéis leyendo este proyecto al igual que yo he disfrutado realizándolo.”

Gracias

RESUMEN

El objetivo del presente estudio abarca exclusivamente a determinar si la presencia de algunos compuestos en los suelos impregnados con hidrocarburos producto del afloramiento de napa freática y derrames fueron remediados significativamente con la volatilización. En este contexto, se establece la importancia de contar con una metodología que permita mitigar y controlar la afectación del recurso suelo, a través de técnicas que sean efectivas, económicas y sustentables como la volatilización. La pregunta de investigación se responde a través de un experimento que implica aplicación de la metodología usada para el tratamiento y que está sustentada en la volatilización de suelos los cuales se aplicaron durante cinco meses según el grado de afectación de estos y separados mediante parcelas de tratamiento, para la cual se caracterizó la zona de estudio, se recolectaron datos, se tomaron muestras de suelo, se segregó en parcelas, se volatilizó y finalmente se analizó en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). Los resultados durante el periodo de abril a junio del 2018 expresan claramente que los suelos contaminados por afloramiento y derrames de hidrocarburos fueron remediados significativamente con la técnica de la volatilización, verificando que estos valores obtenidos efectivamente están por debajo de los parámetros establecidos por los ECA Suelo vigente.

Finalmente se recomienda aplicar esta técnica en otras instalaciones u organizaciones donde se tenga suelos contaminados por hidrocarburo, permitiendo fortalecer la gestión ambiental, tanto de la empresa como del país.

Palabras clave: Afloramiento, remediación de suelos, contaminación del suelo, napa freática, remediación por volatilización.

ABSTRACT

The objective of this study is exclusively to determine if the presence of some compounds in the soils impregnated with hydrocarbons as a result of the upwelling of the water table and spills were significantly remediated with volatilization. In this context, the importance of having a methodology that allows mitigating and controlling the impact of the soil resource is established, through techniques that are effective, economical and sustainable, such as volatilization. The research question is answered through an experiment that implies application of the methodology used for the treatment and that is based on the volatilization of soils which were applied for three months according to the degree of affectation of these and separated by treatment plots , for which the study area was characterized, data were collected, soil samples were taken, it was segregated into plots, it was volatilized and finally it was analyzed in a laboratory accredited by the National Institute of Quality (INACAL). The results during the period from April to June 2018 clearly express that the soils contaminated by outcrop and hydrocarbon spills were significantly remediated with the volatilization technique, verifying that these values obtained are effectively below the parameters established by the ECAs Soil valid.

Finally, it is recommended to apply this technique in other facilities or organizations where there are soils contaminated by hydrocarbons, allowing to strengthen the environmental management of both the company and the country.

Keywords: Outcrop, soil remediation, soil contamination, water table, volatilization remediation

ÍNDICE

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTO iv

RESUMEN v

ABSTRACT vi

INTRODUCCIÓN ix

CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 11
- **1.1. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA** 11
- **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN** 12
- **1.3. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN** 14
- **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA** 14
- **1.4.1. Problema general** 14
- **1.4.2. Problemas específicos** 15
- **1.5. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS** 15
- **1.5.1. Objetivo General** 15
- **1.5.2. Objetivos Específicos** 15

CAPITULO II. SISTEMA DE HIPÓTESIS 17
- **2.1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS** 17
- **2.1.1. Hipótesis General** 17
- **2.1.2. Hipótesis Específicas** 17
- **2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES** 17
- **2.3. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES** 20

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO 21
- **3.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN** 21
- **3.2. BASES TEÓRICAS** 23
- **3.2.1. Hidrocarburos** 23
- **3.2.2. Remediación de Suelos Contaminados por Hidrocarburos** 24
- **3.2.3. Aireación de suelos** 26
- **3.2.4. Tasa de biodegradación** 28
- **3.3. BASES CONCEPTUALES** 28

CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO 30
- **4.1. ÁMBITO DE ESTUDIO** 30
- **4.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN** 31
- **4.2.1. Tipo de Investigación** 31
- **4.2.2. Nivel de Investigación** 31
- **4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA** 32
- **4.3.1. Descripción de la población** 32
- **4.3.2. Muestra y método de muestreo** 32
- **4.3.3. Criterios de inclusión y exclusión** 33
- **4.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN** 33
- **4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS** 36
- **4.5.1. Técnicas** 36
- **4.5.2. Instrumentos** 39
- **4.5.2.1. Validación de los instrumentos para la recolección de datos** 40
- **4.5.2.2. Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos** 40
- **4.6. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS** 41

4.7. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 42
4.8. MAQUINARIA EMPLEADA 42
4.9. LABORATORIO ACREDITADO POR INACAL PARA REALIZAR LOS ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO 43
4.10. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE REMEDIACIÓN 43
4.11. TRABAJOS PRELIMINARES **43**
4.11.1. Caracterización de Acopios 43
4.11.2. Volumen de Material 44
4.11.3. Muestreo Inicial en los Acopios 44
4.11.4. Determinación de COV´s en los Acopios 45
4.11.5. Habilitación de las Parcelas 45
4.12. DISPOSICIÓN DE LOS SUELOS AFECTADOS EN LAS PARCELAS 47
4.13. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE REMEDIACIÓN 48
4.14. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS 50
CAPITULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **51**
5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO 51
5.1.1. Resultados del Muestreo Inicial 51
5.1.2. Resultados del Primer Muestreo 54
5.1.3. Resultados del Segundo Muestreo 57
5.1.4. RESULTADOS DEL TERCER MUESTREO 58
5.1.5. RESULTADOS DEL CUARTO MUESTREO 60
5.1.6. RESULTADOS DEL MUESTREO FINAL 62
5.1.7. EVOLUCIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE HIDOCARBUROS 63
5.2. ANÁLISIS INFERENCIAL Y/O CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 66
5.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 67
CONCLUSIONES **70**
SUGERENCIAS **72**
REFERENCIAS **73**

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas importantes a nivel mundial en los países productores de petróleo es la contaminación de suelos por hidrocarburos y nuestro país no es la excepción, a nivel nacional la industria petrolera y petroquímica son el eje principal en la cadena de producción de hidrocarburos y derivados destinados a satisfacer nuestros requerimientos energéticos de combustibles y productos lubricantes para la industria y el transporte (Castro, 2007); esta problemática, también se refleja en las zonas donde operan las empresas que procesan o venden los hidrocarburos, debido a que las afectaciones en el suelo van desde la exploración y explotación de pozos petroleros hasta la ocurrencia de siniestros, los cuales pueden suceder en cualquier parte del ecosistema terrestre o acuático; que dan por resultado daños ecológicos, causando efectos nocivos en la flora y fauna. (Infante, 1998).

Los dos problemas principales que son causantes de la contaminación del suelo son el afloramiento de la napa freática a escasos centímetros y/o metros de la superficie lo que hace que muchas áreas donde se desarrolla la refinación del crudo este manchada e impregnada con hidrocarburo (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2015) y el resultado de malas prácticas operativas, el diseño de las mismas y la antigüedad de las instalaciones que generan diversos incidentes ambientales ocasionando derrames de hidrocarburos en el suelo (Vera, 2015).

El tratamiento y recuperación de suelos contaminados es el conjunto de operaciones realizadas con el objetivo de controlar, disminuir o eliminar los contaminantes presentes (Coria, 2007); se caracteriza por ser una técnica de bajo costo de operación. La aplicación de este tipo de tecnología ha encontrado cierta resistencia de aplicación por el tiempo que demanda completar un proceso hasta obtener las metas de limpieza deseadas (Álvarez, 2001) (Cursi y Calleja, 2000) (Belloso, 1998).

A nivel local, en algunas partes del Perú ya se usa la remediación de suelos a través de varios métodos, los cuales optimizan costos y generan muchos beneficios a las empresas, por las características contaminantes de los hidrocarburos y por la falta de normatividad existente en años anteriores, se presentó contaminación de suelos, aguas subterráneas y del mar, evidenciando consecuencias en los ecosistemas señalados (Castillo,

2009), de ahí la importancia que buscar alternativas que logren generar más beneficios con la misma eficiencia.

Una de estas técnicas de remediación de suelos es la aireación que debe ser aplicada in-situ, en el lugar donde se encuentra el suelo contaminado, o ex-situ, cuando el suelo se traslada a una instalación para su tratamiento. (Saracino, 2001); por eso, es importante medir los COV´S o las fracciones de hidrocarburos, cuya medición producido por unidad de tiempo en un área determinada es una medida indirecta del proceso biodegradativo (remediación) de los compuestos orgánicos (Infante, 2001).

De ahí la importancia de esta tesis de investigación, cuyo objetivo es demostrar la remediación de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos mediante la volatilización en Talara-Piura, ofreciendo a las diferentes organizaciones de este y otros sectores los resultados obtenidos en la aplicación de la técnica de aireación a un área de suelo afectado en la zona aledaña a una Refinería de petróleo en la zona norte del Perú, utilizando las mismas condiciones climatológicas de la zona, técnicas de muestreo, análisis de laboratorio, entre otros, la cual busca contribuir con la gestión ambiental de las empresas del lugar y del país y generar nuevos y mejores métodos de tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos producto del afloramiento de napa freática y derrames.

El informe final del presente estudio consta de las siguientes partes: Capítulo I. Aspectos básicos del problema de investigación, que comprende, fundamentación, justificación e importancia, viabilidad, formulación del problema y objetivos. Capítulo II. Sistema de hipótesis, que contiene la formulación de las hipótesis, operacionalización y definición operacional de variables. Capítulo III. Marco teórico, contiene antecedentes de investigación, bases teóricas y conceptuales. Capítulo IV. Marco metodológico, comprende ámbito de estudio, tipo y nivel de investigación, población, muestra, método de muestreo, criterios de inclusión y exclusión, diseño, técnicas e instrumentos de investigación, validación y confiabilidad de estos instrumentos y técnicas para el procesamiento y análisis de datos. Capítulo V. Resultados y discusión, contiene análisis descriptivo, análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis, discusión de resultados, aporte científico de la investigación, también se presenta las Conclusiones, Sugerencias, Referencias y Anexos de la investigación.

CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

El suelo contaminado por derrames de petróleo y afloramientos rocosos es una erosión dañina producida por una sustancia o producto llamado "hidrocarburo" (compuestos que contienen solo carbono e hidrógeno), por la actividad humana o por Cierta presión de las mareas hace que el suelo se vea afectado por el nivel del agua subterránea presente en el suelo (Fernández, 2018).

En todo el mundo y desde el inicio de las operaciones de petróleo y gas, el entorno en el que prospera una empresa de extracción y procesamiento de hidrocarburos se ha visto afectado por una variedad de intervenciones que degradan gravemente el medio ambiente. Se han encontrado algunos rastros obvios en todo el planeta donde se lleva a cabo la extracción, transporte y refinación de petróleo, a menudo por accidente en tanques de almacenamiento, tuberías o durante el procesamiento, excepto por el accidente. ocurre en muchas partes del mundo, ha afectado el suelo, degradado la calidad del suelo (Suárez, 2013).

En el Perú, muchas empresas nacionales y privadas, en el desarrollo de sus procesos, han ocasionado derrames de petróleo y afloramientos de aguas subterráneas adicionales, los cuales tienen impactos negativos en el suelo y otras fuentes, además, ocasionan grandes pérdidas económicas y un potencial peligro para la salud de los trabajadores y comunidades vecinas (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2018).

A nivel local desde hace más de 100 años, las empresas que explotan los recursos de hidrocarburos líquidos conocidos como "oro negro", así como la presencia de hidrocarburos subterráneos y grandes problemas ambientales por parte de muchas empresas han provocado daños al medio ambiente, empeorando la calidad del suelo. y medio ambiente circundante (MH Baii, 2017).

Todos estos aspectos han provocado importantes impactos negativos que deben ser controlados, minimizados o remediados con técnicas efectivas, económicas y sostenibles.

Es por ello que se estableció el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelos publicado en el 2013, se complementó en 2014 y fue revisado en el 2017 y es informativo para todo el territorio del Perú puesto que, está actualizado, además de los Lineamientos de Muestreo de Suelos, es obligación de todas las empresas de elaborar e implementar Planes de Descontaminación de Suelos donde se hayan identificado ubicaciones potencialmente contaminadas, por lo que, en este trabajo, fue necesario determinar si la presencia de ciertos compuestos en suelos impregnados y/o contaminados con hidrocarburos por derrames o afloramiento que fueron remediadas por evaporación, se establecieron como método remediador los lineamientos de ARPEL, se aplicaron durante un período de tiempo, se verificaron con los parámetros de la ECA Suelo vigente, demostrando así la efectividad de la degradación de hidrocarburos y posteriormente se estableció el uso de este suelo dependiendo de los resultados obtenidos.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

- **Justificación**

La técnica de aireación es económica y fácil de aplicar, ya que la presencia de oxígeno es importante para la descomposición de los hidrocarburos puesto que, es un proceso aeróbico; En los procesos de campo, la aireación se logra removiendo la tierra con herramientas o máquinas, este proceso es muy lento y tiene la desventaja de que los contaminantes vuelven a ingresar a la atmósfera sin pasar por el proceso de purificación. Sin embargo, estos contaminantes que regresan a la atmósfera tienden a descomponerse de manera eficiente. Estos tratamientos responden de manera diferente según la frecuencia de muestreo. (García y Dorronsoro, 2017).

Como resultado de las consecuencias ambientales de los accidentes de derrames de petróleo y la protuberancia del nivel freático, este suelo contaminado con petróleo ha sido saneado porque en el suelo estos hidrocarburos impiden el intercambio de gases con la atmósfera, creando una serie de procesos fisicoquímicos simultáneos. Los procesos, como la evaporación y la infiltración, según el tipo de aceite, la temperatura, la humedad, la textura del suelo y la cantidad liberada, pueden ser más lentos o menos frecuentes, lo que conduce a una mayor toxicidad (Benavides, 2006).

Por tal motivo, esta investigación se justifica por la necesidad de remediar estos suelos evitando que generen impactos ambientales negativos o que sean confinados en estanques construidos artificialmente, llevando a desarrollar soluciones alternativas para los diferentes usos de este recurso en la ciudad de Talara, mejorar las condiciones de vida de costeros, trabajadores y empleadores, adoptar medidas para reducir al mínimo la contaminación ambiental, reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente y la sociedad, mejorar las condiciones de trabajo en la zona, los procesos productivos y comerciales y cumplir con lo establecido en el Reglamento de Calidad Ambiental (ECA). estándares para la tierra, mejorando así la gestión ambiental en Talara (MINAM, 2017).

- **Importancia**

  La importancia del presente trabajo radica en contar con estrategias y tecnologías limpias no sólo para la Refinería Talara, sino para las demás empresas que se dedican a este rubro, principalmente en la preservación del ambiente y los ecosistemas marinos-costeros, que rodea el área física de las organizaciones.

  En este sentido, esta investigación ha contribuido a fortalecer esta gestión, mejorar la imagen de la organización ante la sociedad, catalogar a la organización como responsable de proteger el medio ambiente y contribuir a su conservación. Por lo anterior y luego de que se descubrió que aún no existían técnicas para mejorar la gestión ambiental en una agencia u organización pública o privada, surgió la necesidad de remediar los suelos contaminados con hidrocarburos de la zona, generando derrames y escorrentías en la zona. Refinería de Talara, para evitar, minimizar o remediar el potencial daño ambiental que pueden ocasionar estos suelos contaminados, contribuyendo a mejorar los avances tecnológicos que operan de acuerdo a resultados y reducen la degradación ambiental, en los que se espera resultados positivos que beneficien a la empresa, la ciudad y la región en su conjunto.

  Finalmente, este estudio será la base para que otros estudios y tecnologías tengan cada vez mejores resultados en el futuro, contribuyendo al mejoramiento de la gestión en esta y otras localidades o emprendimientos. Como se indica en (Manual para la elaboración de disertaciones y trabajos de investigación, 2016, págs.115), la investigación es una actividad humana, orientada a la adquisición

de nuevos conocimientos a partir de cuestiones científicas, así como su aplicación a la resolución de problemas tecnológicos y económicos, social u otro.

1.3. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable económica y experimentalmente, porque reunió características, condiciones técnicas y operativas, así como el recurso económico que aseguraron el cumplimiento de las metas y objetivos propuestos. El presente contenido y los componentes que lo conforman estuvieron enmarcados en el contexto con un enfoque multisectorial integrado, que consolidó todo un proceso de investigación y recogió las experiencias de profesionales y técnicos expertos en el tema, las aspiraciones de los operadores y personal de apoyo y teniendo en consideración la priorización de necesidades de los habitantes y especies marino-costeros de la zona, contribuyendo a mejorar y fortalecer la gestión ambiental de la empresa y mejorando la calidad de vida de los mismos.

Limitaciones

Por ser un tema novedoso en la región y muy poco tratado en el país, se hizo notoria la carencia de material bibliográfico, ya que las bibliotecas de las instituciones de la zona no contaban con suficiente bibliografía para este tipo de investigación, por ello se tuvo que recurrir a bibliografía nacional y de otros países, que tienen una semejanza con el Perú y algunos estudios que realizaron otras empresas del sector.

De igual forma, el factor económico juega un papel importante pues fue necesario solicitar el apoyo de PETROPERÚ S.A. para realizar trabajos de laboratorio y ensayos de los mismos.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. Problema general

¿Cómo la aplicación de la volatilización permitirá la remediación de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura?

1.4.2. Problemas específicos

a. ¿Cuáles serán las concentraciones iniciales de Fracciones de Hidrocarburos según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura?

b. ¿Cuáles serán las propiedades físicas de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura?

c. ¿Cuáles serán las concentraciones finales de Fracciones de Hidrocarburos según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura?

1.5. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Demostrar la remediación de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos mediante la volatilización en Talara-Piura.

1.5.2. Objetivos Específicos

a. Determinar las concentraciones iniciales de Fracciones de Hidrocarburos según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura.

b. Identificar las propiedades físicas de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura.

c. Determinar las concentraciones finales de Fracciones de Hidrocarburos según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura.

CAPITULO II. SISTEMA DE HIPÓTESIS

2.1.FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.1.1. Hipótesis General

Los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos fueron remediados significativamente aplicando la volatilización en Talara-Piura.

2.1.2. Hipótesis Específicas

a. Las concentraciones iniciales de Fracciones de Hidrocarburos superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura.

b. Las propiedades físicas de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización son óptimas para ser considerados aptos en Talara Piura.

c. Las concentraciones finales de Fracciones de Hidrocarburos que permite una remediación significativa son menores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura.

2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de las variables, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1 - Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición conceptual	Indicadores	Criterio de medición del indicador	Valores finales	Tipo de variable	Técnica e instrumento de recolección
1. Fracciones de hidrocarburos	**Concentración:** Es la relación de una solución, es decir, la relación que existe entre el soluto para una determinada cantidad de la solución. **TPH- Fracción de Hidrocarburos:** Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan átomos de carbono (en este estudio se consideran los que están entre C5 a C40), que comprenden los F1, F2 y F3.”[b]	**Concentración inicial:** **X_1: F1** (Carbono C5 - C10) > 500 (mg/kg MS) **X_2: F2** (Carbono C10 - C28) > 5000 (mg/kg MS) **X_3: F3** (Carbono C28 - C40) > 6000 (mg/kg MS) **X_0:** (muestra blanco) (mg/kg MS)	Partes por millón (ppm)/	**Concentración final:** **X_1: F1** (Carbono C5- C10) <= 500 (mg/kg MS) **X_2: F2** (Carbono C10- C28) <= 5000 (mg/kg MS) **X_3: F3** (Carbono C28- C40) <= 6000 (mg/kg MS) **X_0:** (muestra blanco) (mg/kg MS)	Nominal	- Resultados de Laboratorio - Observación - Cadena de Custodia - Muestreo - Análisis de Laboratorio - (EPA 815-B / 8015-C /8015-D)
Variable Interviniente: Remediación por Volatilización	**Remediación por Volatilización**: Es técnica de extracción de ciertos compuestos, que consiste en suministrar aire al terreno contaminado o por métodos naturales, para promover la actividad de los microorganismos en el subsuelo y biodegradar los hidrocarburos.	**horas de máquina / horas de aireación o volatilización**	parcelas diseñadas parcelas aireadas / volatilizadas			

2. Variable Dependiente	Definición conceptual	Indicadores	Criterio de medición del indicador	Valores finales	Tipo de variable	Técnica e instrumento de recolección
Suelos Contaminados	**Suelos contaminados con hidrocarburo:** son todos los suelos cuyas propiedades químicas, físicas o biológicas se ven afectadas negativamente por la presencia de constituyentes de hidrocarburos peligrosos de origen humano y que en concentraciones altas son peligrosas para el cuerpo humano, peligroso para la salud humana o el ambiente."[b] **Remediación:** Proceso que se realiza en el suelo para retornar a su condición natural al componente suelo afectado por contaminantes."[c]	**Físicas:** - Color: pardo a grisáceo (normal) - Olor: Sin olor a Hidrocarburo. - Textura: Limo, Arcilla, Arena - Estructura: conglomerado, disuelto, en bloques. - Humedad: 10-15%	Características organolépticas y analíticas	- Contaminado - No contaminado	continua	- Observación - Registros - Informes de Ensayo

Nota: [a] Navarro (et al, 2001), [b]Ministerio del Ambiente (citado el 28.11.2020), [c]Guía Ambiental de ARPEL N°6, (página 93- Guía para el retiro de servicio y el reacondicionamiento de tierra de superficie en instalaciones de producción y refinamiento de petróleo)

Fuente: Elaboración propia

2.3. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES

2.3.1. Variable independiente

- Fracciones de Hidrocarburo

2.3.2. Variable dependiente

- Suelos Contaminados

2.3.3. Variables Interviniente

- Remediación por volatilización

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Antecedentes Internacionales

Como afirma Acevedo (2012) en su tesis Utilizando Métodos Directos e Indirectos Para Caracterizar un Sitio Contaminado por Hidrocarburos en México 2012, pretende describir la contaminación del suelo y subsuelo por hidrocarburos en la ex estación ferroviaria, Estado de Puebla, utilizando dos métodos : muestreo directo e indirecto (geofísica por tomografía de resistividad 2D y 3D); con la finalidad de completar los resultados obtenidos por los dos métodos de delimitación de la zona afectada y concluir que para caracterizar los suelos contaminados en nuestra zona de estudio por el método de muestreo asistido, como soporte, obtuvimos que de las 42 muestras de suelo analizadas, 9 estaban en exceso según los LMP de HFM establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003; para el caso de los HAPs ninguna supera los valores establecidos.

Por otro lado, Rosales (2013) en la tesis titulada Detección y Evaluación de la Contaminación del Suelo por Reservorios de Hidrocarburos Enterrados en Estaciones de Servicio en Colombia 2013, tuvo como objetivo desarrollar una metodología para detectar y evaluar penachos de contaminación por fugas en tanques de almacenamiento de hidrocarburos. enterrado en estaciones de servicio y concluyó que en general, la resistividad del área contaminada por hidrocarburos biodegradables (los derrames o fugas no son recientes) es menor que el área no contaminada incluida en el anexo a esta.

Para Infante (2009), en su estudio titulado Efecto del Potasio en la Biorremediación de Suelos Contaminados por Hidrocarburos Ligeros en Venezuela 2009, tuvo como objetivo evaluar el uso de tres relaciones de carbono: potasio con y sin adiciones de nitrógeno y fósforo, sobre la biorremediación de crudos medios. margas arenosas contaminadas con aceite, y luego concluyó que la biodegradación de la materia cruda promediada en los resultados. La estructura del suelo franco arenoso se ve reforzada por la acción colectiva del 'suministro de fósforo, nitrógeno y potasio y todas las C/K=400, C/K=200, C/K=600 combinada con la C/P=800 y C/N=60,

podría ser utilizada para aumentar la biodegradación en este tipo de suelo y con este tipo de crudo.

3.1.2. Antecedentes Nacionales

Para Buendia (2012) durante el desarrollo de su tesis titulada Biorremediación de Suelos Contaminados con Hidrocarburos con Aserrín y Compost en Perú 2012, su principal objetivo era determinar la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos, se utilizaron aserrín y estiércol, y Zea L. Y como plantas indicadoras se utilizaron fertilizantes de maíz de la variedad Marginal T28 y concluyó que el método de tratamiento que más redujo la concentración total de hidrocarburos de petróleo fue: Suelo abierto más pellets de aserrín (T3). Puesto que de 21.81 gr de TPH/kg de suelo se redujo a una concentración de 16.28 gr de TPH/kg de suelo, que representa una reducción del 25 por ciento.

Herrera (2014), en su estudio titulado Efecto de la Aireación en la Biorremediación de Lodos de Hidrocarburos, 2014, establece el objetivo de reducir la concentración de TPH a ≤5000 mm.kg1 en lodos aceitosos mediante la aplicación de presión utilizó aireación como tratamiento biológico y concluyó que, al aplicar aireación Como tratamiento biológico, las concentraciones de TPH en los lodos aceitosos se redujeron a niveles por debajo de 5000 mg/Kg-1 (que es el Límite Máximo Permisible). para suelos superficiales con una profundidad de 0 - 0,30 m contaminados con hidrocarburos, propuesto por la DGAAE - MEM).

Según Bustamante (2007) en su estudio titulado Tratamiento de la Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas de la Contaminación de Hidrocarburos en las Terminales Mollendo y Salaverry de la Costa del Perú, el objetivo era establecer un enfoque de tratamiento para los muelles de almacenamiento de combustible de Mollendo y Salavery. La descalcificación de suelos afectados por hidrocarburos en la zona "X" se puede lograr mediante la solidificación y estabilización mediante encapsulación en cemento y cal. Y esto se verificó mediante análisis químico de las muestras, que arrojó que la concentración de hidrocarburos en el suelo de sus áreas vecinas era menor a 5.000 mg/kg. Asimismo, los resultados obtenidos en las pruebas de lavado sobre materiales encapsulados confirman la eficacia del tratamiento.

3.1.3. Antecedentes Locales

En la tesis de Pisfil (2019), titulada Remediación de Suelos Contaminados en Operaciones de Perforación Noroeste y Selva, el objetivo fue evaluar, analizar e identificar las principales y diferentes técnicas biológicas para su uso en la remediación de suelos contaminados, así como formas de identificar los datos a considerar para seleccionar la tecnología más adecuada en función del tipo de contaminante de las características del suelo y el ambiente selvático del occidente Noroeste y Perú; y concluyó que la biorremediación es la técnica más eficaz para la recuperación de suelos contaminados, en comparación con alternativas más costosas como la incineración, pero la contaminación permanece en el agente de descontaminación.

Castillo (2009) en su investigación titulada Aplicación de Técnicas de Landfarming de Suelos a la Remediación de Suelos Contaminados con Hidrocarburos con el objetivo de establecer una técnica eficaz y viable para la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos de petróleo en la región norte del Perú y concluyó que los resultados obtenidos fueron adecuados ya que el método utilizado representa una alternativa ecológica y económicamente eficiente para la restauración de suelos contaminados con hidrocarburos y esto es preferido cuando se aplica a hidrocarburos de cadena corta y suelos arenosos.

3.2. BASES TEÓRICAS

3.2.1. Hidrocarburos

Los hidrocarburos "HC" son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. Su estructura molecular consta de un marco de átomos de carbono al que están unidos los átomos de hidrógeno. Son los compuestos básicos de la química orgánica. Las cadenas de átomos de carbono pueden ser ramificadas, lineales, abiertas y cerradas (Espinoza, 1999, boletín n ° 0).

Los hidrocarburos del petróleo crudo y sus productos refinados se pueden dividir en cuatro grupos: (i) hidrocarburos alifáticos, (ii) hidrocarburos cíclicos, (iii) hidrocarburos aromáticos y (iv) compuestos orgánicos polares. Los HC grasos o de cadena abierta se dividen en tres grupos, según el enlace entre dos átomos de carbono: alcanos (enlace sencillo), alquenos (enlace doble) y alquenos (enlace triple). Los

compuestos alifáticos más conocidos son los alcanos, que se pueden encontrar en cadenas formadoras de petróleo crudo con cinco a más de treinta y cinco átomos de carbono (Escalante, 2000).

Los hidrocarburos cíclicos también son componentes comunes del petróleo y pueden tener una estructura monocíclica, bicíclica o policíclica. (Escalante, 2000).

Los hidrocarburos aromáticos incluyen compuestos monoaromáticos como benceno y tolueno, y compuestos poliaromáticos como pireno. Dentro de este grupo se encuentran los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), moléculas formadas por numerosos anillos aromáticos que representan entre 0,2 y 7 l de crudo. Los HAP tienen una solubilidad limitada en agua, se adsorben fuertemente en el suelo y se degradan a una tasa menor que los hidrocarburos monoméricos (Navarro, et al, 2001).

Si alguno de estos hidrocarburos ingresa al suelo a través de un derrame accidental o por filtración de un tanque de almacenamiento de petróleo o tubería, ocurren diferentes procesos que afectan el destino de los compuestos, esto en el piso. Estas sustancias pueden extenderse horizontalmente por la superficie del suelo o penetrar verticalmente debido a la gravedad y la acción capilar. Si esto sucediera en el primero, se preferiría la evaporación de los componentes de bajo peso molecular, pero aumentaría la zona de contaminación y la fotooxidación de los hidrocarburos a compuestos polares más tóxicos. En el último caso, la profundidad (lavado) reduce la cantidad de oxígeno disponible para la biodegradación y aumenta el riesgo de contaminación del agua subterránea. Muchos HC tienen desplazamiento vertical en el suelo, excepto que algunos de ellos tienen condiciones climáticas favorables para la saturación del agua o su congelación (Berkelley, 2011).

3.2.2. Remediación de suelos contaminados por hidrocarburos

La remediación es el es utilizar ciertas condiciones para restaurar el ambiente contaminado (Morgan y Watkinson, 1989). La biodegradación asistida, también conocida como aireación, es el proceso necesario para que ciertos microorganismos nativos (bacterias y hongos) metabolicen contaminantes orgánicos en el suelo (Navarro, et al, 2001).

Muchas tecnologías de remediación se refieren a cualquier proceso unitario o secuencia de operaciones unitarias que de una forma u otra alteran la composición de un compuesto contaminante o peligroso de forma física, química o biológica para reducir la movilidad, toxicidad o masa del producto contaminado. materiales (EPA 2001).

Algunas tecnologías de remediación se clasifican de acuerdo con los siguientes principios:

- Según la estrategia de remediación:
  - Mediante destrucción o modificación de los contaminantes.
  - Por procesos de extracción o separación de los contaminantes. (volatilización, solubilidad, carga eléctrica).
  - Mediante aislamiento o inmovilización del contaminante.
- Según el lugar en que se realiza el proceso de remediación:
  - Ex situ
  - In situ

La siguiente tabla muestra las ventajas y desventajas de las tecnologías de remediación más comunes: In situ y ex situ.

Tabla N° 2 – Ventajas y Desventajas de la Remediación de Suelos

	In situ	**Ex situ**
Ventajas	Permiten que el suelo sea tratado sin tener que ser excavado o transportado	Menor tiempo de tratamiento Mayor uniformidad: Posible homogeneización y muestreo periódico.
Desventajas	Tiempos de procesamiento más largos. Puede ser peligroso acerca de la uniformidad, heterogeneidad de las propiedades del suelo. Difícil de verificar la efectividad del progreso.	Excavación requerida. Mayor costo e ingeniería del equipo. Se debe considerar el manejo y la posible exposición a contaminantes.

Fuente: Volke & Velasco (2002)

3.2.3. Aireación de suelos

La aireación como método de tratamiento del suelo implica el establecimiento de corrientes de convección combinadas con el vuelco del pilote, lo que a menudo permite que los bordes estén lo suficientemente aireados para mantener una tasa aceptable de biodegradación. (García y Dorronsoro, 2017).

Se afirma que no todos los compuestos del petróleo son solubles ni se degradan con la misma facilidad. Existen generalizaciones para la biodegradación de hidrocarburos (Buendia, H., 2012).

Los compuestos parafínicos lineales se descomponen más fácilmente que los aromáticos.

Los hidrocarburos saturados se descomponen más fácilmente que los hidrocarburos insaturados.

Las cadenas ramificadas son más difíciles de romper que las cadenas de hidrocarburos alifáticos insaturados simples. Si se introducen ramas en la molécula de hidrocarburo, se reducirá el proceso de biodegradación.

Si tiene enlaces C-C dobles o triples, eso dificulta la degeneración.

Las cadenas cortas de hidrocarburos alifáticos son más difíciles de romper que las cadenas largas. Los HC con cadenas de menos de nueve átomos son difíciles de degradar debido a su toxicidad para los microorganismos.

Los compuestos aromáticos simples se descomponen mediante diferentes aberturas del anillo aromático. Si se combinan los halógenos, la degradabilidad por estabilización del ciclo aromático se reduce, podemos especificar que los principales componentes derivados del petróleo son el dicloroetileno, diclorobenceno, tetracloroetileno, tricloetano, dicloropropeno, dicloroetano, dicloropropano, triclorofenol, clorofenlorofenolofenol, diclorofenolofenol , Diclorofenol, triclorofenol, diclorofenol, diclorofenol, diclorofenol, triclorobenofenol, diclorofenol antraceno, dioxano, acetona, benceno (USEPA OUST, EPA 510-F-03-00, 2003).

La aireación se basa en extraer vapor del suelo mediante una diferencia de presión creada cuando se inyecta aire desde el exterior o de forma natural. Se aplica en suelos insaturados contaminados por hidrocarburos (Daniel, 2007).

El método de tratamiento del suelo contaminado aplicado, aunque se realiza dentro del sitio donde se encuentra la contaminación, es una técnica ex situ, ya que el suelo contaminado debe ser removido para que se adapte al manejo de la contaminación.

Se trata de un proceso que requiere la excavación de suelo contaminado o, si ya se encuentra en un área, y extenderlo en surcos profundos (50 cm), sobre una cimentación impermeable y con sistema integrado de recolección de lixiviados. Se riega, se ara y se repone periódicamente con nutrientes y, a veces, también se agregan tensioactivos si el suelo es demasiado arcilloso

Se crea una capa de 30 o 40 cm de largo de suelo contaminado para promover la descomposición aeróbica de los contaminantes. Estos pisos de suelos se airean periódicamente y se reponen de manera intermitente para controlar la humedad según sea necesario. A veces, se pueden agregar nutrientes o incluso cambiar el pH del suelo.

En esta técnica, se utilizan bacterias nativas para degradar los hidrocarburos presentes en el suelo, que descomponen la materia orgánica, produciendo agua y dióxido de carbono.

Este tratamiento se recomienda para hidrocarburos pesados a semivolátiles y donde hay suelos arcillosos (wikipedia, 2008).

El principal factor que determina la descomposición es el oxígeno (O2). Porque la disponibilidad de este compuesto es necesaria para la oxidación biológica de compuestos orgánicos. Las reacciones de oxidación son las más importantes en la biodegradación de los hidrocarburos. Las condiciones aeróbicas se logran volteando mecánicamente el suelo con maquinaria agrícola, evitando así la formación de áreas de saturación de agua por exceso de riego. La transformación del suelo contaminado no solo introduce oxígeno en el suelo, sino que también redistribuye contaminantes, nutrientes y microorganismos, lo que promueve la descomposición de los

contaminantes. La frecuencia con la que se puede aplicar la aireación del suelo dependerá de la concentración de contaminantes y del tipo de suelo. (USEPA OUST, EPA 510-F-03-00, 2003 y Guerrero, 2002).

3.2.4. Tasa de biodegradación

La velocidad a la que los contaminantes del suelo se biodegradan dependerá de su estructura química. Cuanto más compleja es la estructura molecular de un contaminante, más lenta es su biodegradación.

En general, los compuestos y monómeros alifáticos de bajo peso molecular se degradan fácilmente en comparación con los compuestos alifáticos y poliaromáticos de alto peso molecular.

Por otro lado, si las concentraciones de contaminantes son altas, puede producirse la inhibición del crecimiento microbiano. (Disminuye la capacidad de metabolización) o si es muy alta (intoxican a los microorganismos y estos mueran). (USEPA OUST, EPA 510-F-03-00, 2003 y Guerrero, 2002).

3.3. BASES CONCEPTUALES

- **Afloramiento:** Es una masa mineral o un chorro de agua, es decir, se produce o surge del suelo. Salir a la superficie, surgir, aparecer (MINAM, 2014)
- **Remediación de Suelos:** Son todas las actividades que se realizan con el objetivo de controlar, reducir o eliminar los contaminantes presentes en el suelo (MINAM, 2014)
- **Calidad de suelos:** Es la capacidad natural del suelo para realizar diversas funciones: ecológicas, agronómicas, económicas, culturales, arqueológicas y recreativas (MINAM, 2014)
- **Contaminación del suelo:** Proceso de introducción de elementos extraños al sistema del suelo o también es la existencia de un grado anómalo que, por sí mismo o por sus efectos sobre otros componentes, provoca efectos adversos en

los organismos del suelo, sus consumidores, o potencialmente transmitidos a otros componentes (Martínez Sánchez et al., 2005).

- **Estándar de Calidad Ambiental:** Es una medida para establecer concentraciones o niveles de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en condiciones de su estado receptor, no representa un riesgo significativo para la salud humana o el entorno. Dependiendo del parámetro específico al que se refiere, la concentración o nivel se puede expresar como máximo, mínimo o rangos (MINAM, 2014)
- **Napa freática:** "C**apa freática"** Acumulación de agua subterránea que se encuentra profundidades relativamente bajas del nivel del suelo (Impereb, 2020).
- **Remediación por Volatilización**: Es técnica de extracción de ciertos compuestos, que consiste en suministrar aire al suelo contaminado o por métodos naturales de volteo con la finalidad de promover la actividad de los microbiana en el subsuelo y la biodegradación de hidrocarburos (Guía Ambiental de ARPEL N°6, 2003)
- **Punto de muestreo:** (punto o área especificada) Ubicación en el suelo donde se recolecta la muestra, ya sea profundo o somero (SINIA, 2017).

CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El estudio se ejecutó en el lugar llamado Milla 6, que está ubicado aproximadamente a 8,5 km al este de la ciudad de Talara, en la zona del tablazo, entre la carretera panamericana norte y la carretera antigua de ingreso a la ciudad de Talara, a 660 m del pozo de producción de petróleo n° 5800 lote 1 (Graña y Montero Petrolera). el área, donde está ubicado milla seis es una pampa ligeramente ondulada con niveles topográficos entre 89 y 90 m.s.n.m., además está ubicado en una pampa libre de obstáculos al flujo de agua y en esta zona no existe ningún pozo ni cuerpo de agua.

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de marzo y julio de 2018 y en la siguiente imagen se puede apreciar la ubicación de Milla Seis.

Imagen N° 1 - Situación Geográfica del lugar denominado Milla 6

Fuente: (rupestreweb.info, 2020)

Las coordenadas UTM (DATUM WGS 84) del Punto Central del lugar denominado Milla 6 se presentan de la siguiente manera:

Coordenadas UTM (WGS 84) - Zona 17 Sur:

Este (m) **:** 477508 **Norte (m)** **:** 9492864

4.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

4.2.1. Tipo de Investigación

La investigación realizada fue de tipo Aplicada, porque, se hizo, actuó, construyó y modificó; la aplicación inmediata sobre una realidad concreta y dio solución a problemas mediáticos y generales, además que se usó tecnología adecuada para lograr el objetivo propuesto (Valderrama, 2015).

Para (Bunge, 1971), la investigación aplicada busca dar solución a problemas concretos e identificados, puesto que se tuvo un suelo contaminado y se aplicó una técnica para ver la efectividad de la remediación sobre la misma.

Por otra parte, es experimental, porque, fue un estudio prospectivo, longitudinal, analítico y donde se planteó una relación causa-efecto (nivel investigativo explicativo); los cuales fueron “controlados”, esta definición está sustentada por el autor (Supo, 2015).

4.2.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación de esta tesis fue explicativo, porque, permitió estudiar la situación actual de los suelos contaminados y como estos fueron remediados mediante la técnica de la volatilización; es decir, se estableció una imagen teórica coherente y conocida del problema sujeto a investigación para luego determinar si la técnica aplicada al recurso suelo mejoraron su calidad y de esta manera se determinó un destino final del mismo (uso para relleno o sembrío) (Supo, 2013).

Asimismo, Supo (2015), explica que a nivel explicativo, el control estadístico es multivariable para descartar asociaciones aleatorias y aleatorias entre la variable independiente y dependiente y el comportamiento de esta variable en función de otra

(s) variable (s); Dado que se trata de estudios causales, requieren seguimiento y deben cumplirse otros criterios causales..

Y finalmente, es practica aplicada, ya que responde a la pregunta, ¿funcionará? y su propósito es solucionar problemas de la utilidad y reconstruir el proceso. (Fideas, 2016).

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.3.1. Descripción de la población

El universo o población objeto de estudio es 31,097.68 m3 de suelo contaminado con hidrocarburo por derrames y escorrentías subterráneas (afloramiento) de Refinería Talara.

Para el autor (Arias, 2006), precisa que la población es el "(…) Conjunto finito o infinito de elementos que tienen características comunes para profundizar la conclusión de una investigación. Esto está limitado por el problema y el objetivo del estudio"

4.3.2. Muestra y método de muestreo

- Muestra: La muestra está representada por **9,440 m3**, del universo.
  Las unidades de análisis iniciales fueron 14.
  Las unidades experimentales durante el periodo de remediación (5 meses) fueron 16 submuestras y 12 muestras puntuales finales.
  Para (F. Jiménez, 2010) una muestra debe ser lo suficientemente grande como para ser representativa, pero el número de elementos necesarios para lograr la representatividad varía de una investigación a otra.

- Método de muestreo:
  DCA-Diseño Completamente al Azar (Castro, 2003) Aclara que la muestra se clasifica en probabilística y no probabilística. Los probabilistas, que son todos miembros de una población con la misma probabilidad de formarla, pueden, a su vez, ser: muestra aleatoria simple, muestra aleatoria sistemática, muestra estratificada o por grupo o región. (…).

4.3.3. Criterios de inclusión y exclusión

- Criterios de inclusión:

  Todo suelo contaminado con hidrocarburo provenientes de la Refinería Talara, producto del afloramiento y derrames de hidrocarburos. Para (Valdes, 2017) el criterio de exclusión, es la definición de las características que necesariamente deben tener los elementos del estudio (muestra).

- Criterios de exclusión:

  Todo suelo no contaminado con hidrocarburos.

  Que son características de los casos que aun cumpliendo los criterios de inclusión presentan otras características que no debe tener la muestra. (Valdes, 2017).

4.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue de tipo Experimental utilizando el modelo: DCA-Diseño Completamente al Azar, distribuido en 2 zonas de acopio: acopio sur (4 bloques) y acopio norte (6 bloques), los cuales fueron trasladados a 3 parcelas haciendo un total de 14 unidades experimentales iniciales y posteriormente se tomaron durante 5 meses un total de 16 submuestras y 12 muestras puntuales finales, cuyo modelo matemático estuvo dirigido a responder la efectividad del tratamiento realizado respecto a la calidad de suelo y en qué condiciones se dio éste, o por qué se relacionaron las variables para producir este efecto, el diseño experimental usado fue:

P_1	X_1	(muestreo al primer mes)	R_1
P_2	X_2	(muestreo al segundo mes)	R_2
P_3	X_3	(muestreo al tercer mes)	R_3
P_{x+1}	X_{x+1}	(muestreo al i-esimo mes)	R_{x+1}
P	---	(punto de control)	R

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Px: son las parcelas a analizar

Xi: son las muestras a tomar

Ry: son los resultados de muestras tomadas

El modelo es el siguiente:

$$\mathrm{Xi} = \mathrm{A} + \mathrm{Bi} + \mathrm{Cj} + \mathrm{D}^2$$

Fuente: Tomado de Buendia, 2012.

Donde:

Xi= Es la observación hecha en el i-ésimo bloque en la repetición j-ésima

A = Medición general

Bi= Indica el efecto de la i-ésima en el proceso

Cj= Determina el efecto del j-ésimo bloque

D2= Establece el efecto aleatorio del error asociado a la observación Xi.

El término diseño se refiere a una estrategia o plan diseñado para obtener la información deseada en respuesta al planteamiento de un problema, según lo apoyado por los autores (Wentz, 2014; McLaren, 2014; Creswell, 2013; Hernández-Sampieri et al., 2013 y Kalaian, 2008).

El diseño completamente aleatorizado es un análisis de la prueba basada en la varianza, en la cual la varianza total se descompone en “manejo de varianza” y “varianza de error”. El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre tratamientos, comparar la "varianza del método de tratamiento" con la "varianza del error", y un método para determinar si el tratamiento previo es suficientemente alto según la distribución (Hurtado, 2017).

De acuerdo a la normativa peruana, existe un lineamiento para determinar si un área se ve afectada por la presencia de ciertos contaminantes, así como lineamientos para tomar muestras de suelo y así desarrollar planes y programas para descontaminar, reducir la contaminación del suelo, entre otros, es así que el método de monitoreo para la recogida de muestras que se usó en esta investigación está contenido en la Guía de Identificación de Sitios Potencialmente Contaminados, como la Guía para Muestreo de Suelos según lo establecido en la RM N° 085-2014 del 31 de marzo del 2014 y las Disposiciones

complementarias para la Aplicación de los Estándares de Calidad (ECA) para Suelo aprobado por D.S. N° 002-2014-MINAM y modificado el D.S. N°011-2017 MINAM que fueron necesarios aplicarlos en este estudio.

Para el cumplimiento del primer objetivo fue necesario georreferenciar la zona de trabajo, se tomó una foto satelital, elaboraron mapas, demarcaron la zona a estudiar, determinaron los puntos a monitorear y se establecieron las parcelas donde se ejecutaron los tratamientos respectivos de los suelos afectados.

Posteriormente se tomaron muestras de suelos, determinadas aleatoriamente a tiempo en 14 sitios, para determinar cuál fue el grado de afectación que tuvieron estos suelos acopiados temporalmente en 2 zonas (acopio norte y acopio sur), adicionalmente para la caracterización inicial se realizó la medición de gases COV´s (Compuestos Orgánicos Volátiles), presentes en la zona, esto también ayudó a determinar el lugar donde se colocaron los suelos según la afectación presente en cada uno de ellos, una vez realizado el muestreo se procedió a comparar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente y con esto se determinó la afectación inicial de los suelos a remediar.

Estos suelos caracterizados fueron trasladados a las parcelas diseñadas, donde se procedió a volatilizarlos y airearlos mediante movimientos a través de maquinarias y escarificadoras, este proceso fue continuo por 8 horas diarias durante todo el periodo de tratamiento (5 meses aproximadamente).

En las diferentes parcelas después del proceso de remediación para el cumplimiento del segundo objetivo, se identificaron las características físicas de los suelos una vez tratados, mediante la técnica de la observación y los registros de campo y se compararon estos con la bibliografía establecida para ello.

Finalmente en relación al tercer objetivo, en cada parcela tratada se muestrearon los suelos mediante la técnica de muestreo compuesto, establecido en la Guía de muestreo de suelos (1 muestra compuesta por cada parcela) los cuales fueron enviados para ser analizados por un laboratorio acreditado por INACAL (Instituto Nacional de la Calidad), una vez obtenido los resultados de la concentración final de Fracciones de Hidrocarburos, estos han sido comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente,

determinándose de esta manera, si las concentraciones de contaminación disminuyeron significativamente en los suelos tratados.

Esta guía cubre el método utilizado para muestrear cuerpos de suelo, teniendo en cuenta todas las condiciones para llevar a cabo el procedimiento. Asimismo, se debe considerar el muestreo y manejo:

La información proporcionada sobre la distribución espacial de la contaminación sobre el sitio me guio en la distribución y selección de puntos de muestreo, por lo que la división del área de estudio en áreas de interés depende de la probabilidad de encontrar contaminación.

Se han identificado áreas con una distribución similar de niveles de contaminación (regiones de influencia local y áreas de presunta influencia no local), discriminando áreas donde se sabe que nunca fueron utilizadas con fines industriales dentro del sitio (áreas no afectadas). Por lo tanto, los esfuerzos se centran en áreas donde existe un mayor grado de incertidumbre o donde es más probable que existan contaminantes y donde la variación en la distribución de contaminantes es mayor.

4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

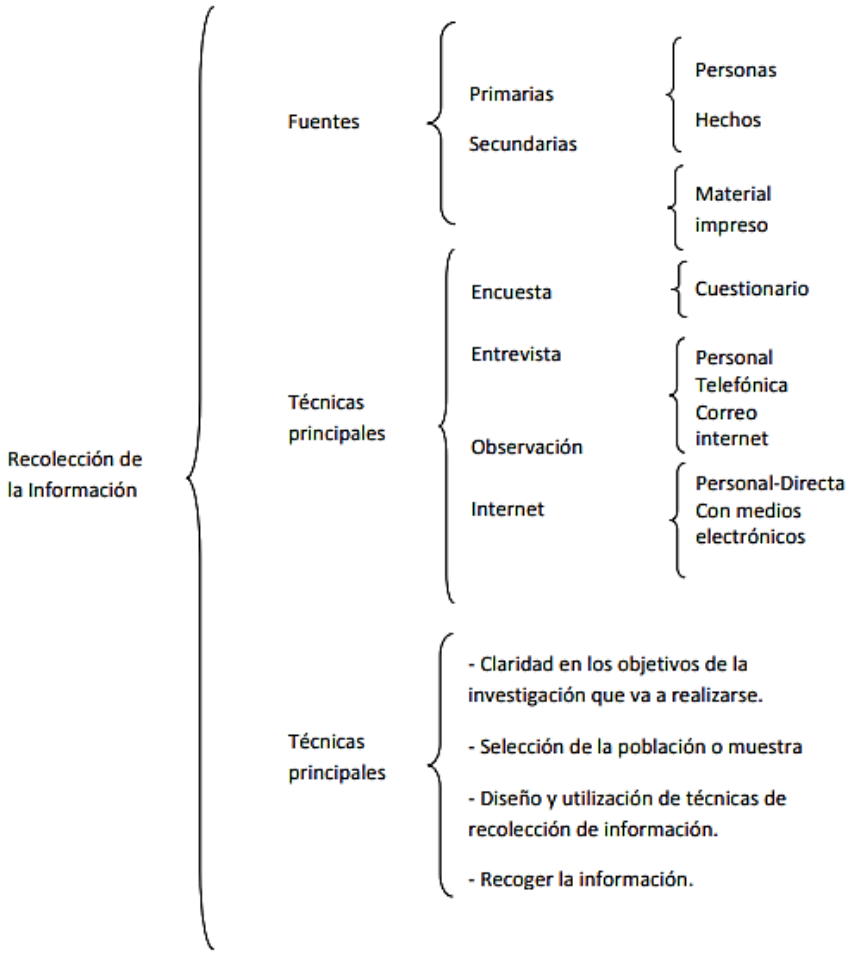
4.5.1. Técnicas

Esta parte del estudio incluyó la recopilación de datos sobre variables relevantes para la investigación sobre la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos volátiles.

Las técnicas de recolección de datos según Arias (2006) son diferentes formas y medios de recolectar información.

Para (Muñoz, 2006), las técnicas utilizadas en la investigación cuantitativa son análisis de contenido, encuestas, entrevistas, observaciones sistemáticas, pruebas estandarizadas y no estandarizadas, etc.

Imagen N° 2- Tipos de Técnicas de Investigación



Fuente: Fuentes y técnicas de obtención de información, 2006

Entre las técnicas usadas en la presente investigación para recolectar datos tenemos:

1. **La recopilación bibliográfica**

   Permitió desarrollar la base teórica de la investigación, contribuyendo a la sostenibilidad del trabajo investigado. Durante este período, fui a todas las fuentes posibles, hemerotecas, bibliotecas, laboratorios de investigación y traté de localizar información sobre el tema examinando: revistas, libros, periódicos, tesis, tutoriales. Para Hurtado, 2006, esta fase se trata de recopilar información sobre un tema en discusión.

2. **Observación Directa**

   Esta técnica se utilizó para verificar la investigación realizada, en base a la

información recopilada se analizó insitu los datos y la situación real de los suelos contaminados y como estos fueron remediándose paulatinamente. También permitió conocer las características físicas de los suelos tratados, de esta manera se cumplió con uno de los objetivos de la investigación.
Para (Balestrini, 2001), define esta técnica como el registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificando y consignando los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se estudia.

3. Laboratorio/Guía de muestreo de Suelos

El análisis de laboratorio es la principal técnica, por que permitió tener resultados reales de muestras tomadas por un laboratorio acreditado por INACAL, que se obtienen sobre la base los actuales ECA Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM) y además en base a los estudios previos y a la Guía de Identificación de Sitios Potencialmente Contaminados permitió determinar los puntos de muestreo realizados, siendo estos las herramientas principales para la verificación de los datos obtenidos. Este tipo de técnica ayudó a analizar muestras del estudio de campo y determinar sus componentes, tener una caracterización inicial y final para dar una solución al problema.

4. Internet

Esta técnica me permitió obtener información de investigaciones de diversos autores, así como información secundaria que sustenta la presenta investigación.

Por otra parte, la ejecución de la investigación se sustentó en:

- Realización e transectos para delimitar las parcelas
- Ortofotos para calcular o estimar la cantidad y área a ocupar de material contaminado.
- Carguío, transporte, venteo y muestreo de suelos contaminados.
- Muestreo y análisis de suelos contaminados.

Entre los equipos utilizados para la recolección de datos de usó un fotoionizador portátil, (con el que se realizó las mediciones de lecturas de COV mediante la técnica del Head Space).

Se asignó coordenadas con ayuda de la Estación total y Receptor.

Se realizó el vuelo Fotogramétrico con el RPAS Phantom 4 (DROM) y el software de planificación Precisión Fligth.

4.5.2. Instrumentos

Un instrumento de recopilación de datos es cualquier recurso que un investigador puede utilizar para acceder a fenómenos y extraer información de ellos. Con ello, la herramienta agrega todo el trabajo previo de la encuesta, resumiendo las aportaciones del marco teórico a la hora de seleccionar datos correspondientes a indicadores y, por tanto, a variables o conceptos utilizados. (Arias, 2009).

Entre los instrumentos usados para la recolección de datos tenemos:

1. **Cadenas de custodia**

   El cual se aplicó en el área objeto de estudio. Al respecto, para la Normativa Peruana define a la Cadena de Custodia como el proceso de control y seguimiento de muestras, incluidos los métodos de recogida, codificación, almacenamiento, transporte y análisis correspondientes de muestras. Esta es una técnica donde se registran todos los datos del proceso de muestreo, los datos se envían al laboratorio, de acuerdo con estrictas normas de seguridad y medioambientales.

2. **Hojas de Campo**

   Entre las hojas de campo usadas tenemos el formato de “CONTROL DE MOVIMIENTO DE SUELOS / REGISTRO DE VIAJES”, la cual fue usada para verificar N° de viajes, lugar de carga de suelos contaminados, lugar de llegada para el tratamiento, COV´s del material trasladado, volumen y muestra realizada; permitiendo de esta manera tener un control del material contaminado remediado.

   La siguiente tabla proporciona un resumen de las técnicas y herramientas

de recopilación de datos utilizadas.

Tabla N° 3 - Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Técnica/Instrumentos	Información base y/o sustentos	Información generada
Bibliografía	Libros, revistas, folletos, trabajos, informes de proyectos, Guía de muestreo de suelos, Guías ARPEL, otros.	- Informe final para la Tesis, gráficos, cuadros estadísticos, resultados.
Observación Directa	Hechos de campo	- Cuadro descriptivo de características físicas de los suelos contaminados
Hojas de campo	Fichas elaboradas para recopilar información	- Registros de movimiento de suelos. - Cadenas de custodia.
Análisis de Laboratorio	Muestras de suelos contaminados con hidrocarburos.	- Informes de Ensayo de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

4.5.2.1. Validación de los instrumentos para la recolección de datos

La validez de un instrumento para Herrera (1999) es el grado en que un instrumento mide la variable que se desea medir. En este sentido, la vigencia de los instrumentos (Cadena de Custodia) utilizados es reconocida por INACAL y el formato de cuaderno de viaje ha sido elaborado por expertos en el campo de la remediación de suelos y, así mismo, contando con la experiencia calificada de las personas que asistieron con el muestreo. y otras actividades relacionadas con la realización de las encuestas.

4.5.2.2. Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos

La confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos para Manterola (2018), define esta confiabilidad (precisión, consistencia y reproducibilidad), correspondiente al rasgo psicométrico asociado con la falta o carencia de un error de medición; o la consistencia y estabilidad de las puntuaciones obtenidas durante sucesivas mediciones utilizando el mismo instrumento. En este

sentido, la fiabilidad de los dispositivos utilizados depende de los informes de prueba emitidos por el laboratorio ALS CORLAB acreditado por INACAL.

4.6. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Las técnicas aplicadas al tratamiento y análisis de datos responden al problema de investigación, a los objetivos e hipótesis del estudio. El proceso de analizar los datos de la presente investigación como dice (Encinas, 1993), los datos en sí mismos tienen un límite, es necesario “hacerlos hablar”, en ello consiste, en esencia, el análisis e interpretación de los datos descritos en:

1. Describir el procesamiento estadístico de los datos a través de tablas, gráficos, cuadros, diagramas, dibujos, generado por el análisis de los datos.
2. Describir datos, la puntuación, los valores y distribución de frecuencia de cada una de las variables.

Por otro lado, para Rodríguez (2015), el análisis de la información es parte fundamental del proceso de investigación. Su propósito es organizar y resumir. La analítica busca identificar información "útil" de interés para el investigador, a partir de una gran cantidad de datos. El valor de la información surge de la capacidad de procesarla y producir información "sofisticada" para responder preguntas de investigación.

Resultado de lo sustentado anteriormente, en la investigación realizada se usó el programa Excel, a través de:

- De acuerdo con Mason y Lind (2009), la distribución de frecuencia es la agrupación de datos en categorías que representan el número de observaciones de cada tipo, por lo tanto, en esta encuesta se utilizó distribución de frecuencia. Indica la cantidad de tiempo que cada valor o Los datos obtenidos se encuentran en los resultados del trabajo de campo realizado para remediar el suelo contaminado por derrames de petróleo y afloramientos de hidrocarburos en Milla Seis.

En resumen, lo realizado en la presente investigación es:

- La técnica de muestreo: Simple y estructurada.
- La técnica de recolección de datos: Campo y oficina.

- Los instrumentos de recolección de datos: Pruebas de laboratorio, revisiones bibliográficas y formatos aprobados por la normativa peruana.
- Instrumentos analíticos: Tablas, matrices, gráficos.

4.7. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El lugar de emplazamiento donde se realizó el tratamiento del suelo afectado es un terreno amplio y ventilado, consta de un área de 457 878,92 m2, lo cual favorece la aireación y ventilación de los suelos, además se aprovecha el clima soleado para beneficiar la volatilización de los hidrocarburos livianos.

En la siguiente tabla se muestra los parámetros meteorológicos de la zona:

Tabla N° 4: Meteorología en la Zona del Relleno de Seguridad Milla Seis

Año 2018	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión Atmosférica (mbar)
Promedio	24.6	75.9	4.1	NW	1004.0
Máximo	29.6	84.0	7.6	---	1010.5
Mínimo	22.4	61.0	0.9	---	1000.2

Fuente: SENAMHI 2018 / Elaboración propia

Tal como se aprecia en la tabla anterior, la velocidad del viento en la zona de estudio tuvo un valor máximo anual de 7.6 m/s, con una temperatura máxima promedia anual de 29.6°C., los cuales fueron factores importantes que contribuyeron a la ejecución del presente estudio.

4.8. MAQUINARIA EMPLEADA

La maquinaria y personal requerido para el proyecto fueron:

- Motoniveladora
- Cargador frontal
- Volquetes
- Escarificador y/o arado

Los personales de campo son: ayudantes, operadores de maquinaría y otros.

4.9. LABORATORIO ACREDITADO POR INACAL PARA REALIZAR LOS ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO

ALS CORPLAB

4.10. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE REMEDIACIÓN

Mediante la aireación, escarificación y homogenización de suelos, se consiguió disminuir las concentraciones de los compuestos orgánicos presentes comparándolos con los ECA Suelo, de Uso Comercial/Industrial/Extractivo, para TPH y/o fracciones de hidrocarburos de acuerdo al D.S. 011-2017-MINAM, cuyos valores son:

F1 (C6-C10) : 500 ppm PS

F2 (> C10-C28) : 5000 ppm PS

F3 (> C28-C40) : 6000 ppm PS

PS: Peso seco

4.11. TRABAJOS PRELIMINARES

4.11.1. Caracterización de Acopios

Como primera actividad se realizó un levantamiento topográfico para determinar la cantidad de material que va a tratarse mediante el método de aireación.

Dicha actividad fue realizada de la siguiente manera:

- Se realizó el reconocimiento general de campo, donde se apreció dos acopios de tierra impregnada con hidrocarburo (acopio norte y sur), ubicando los hitos y procediéndose a su monumentación con concreto.
- Una vez definida el área de trabajo se distribuyó los puntos de fotocontrol de apoyo para el vuelo fotogramétrico, se asignó coordenadas con ayuda de la Estación total y Receptor GPS tanto para los puntos de control como los puntos de fotocontrol y posterior a ello se realizó el vuelo Fotogramétrico con el RPAS Phantom 4 (DROM) y el software de planificación Precisión Fligth.
- Los resultados de las fotos obtenidas se transfirieron al software de fotogrametría digital Agisoft Photoscan 1.1.6 para su alineación y para determinar el área se realizó el método de cálculo de área poligonal mediante las coordenadas tomadas en campo y a través de las fotos.

4.11.2. Volumen de Material

Durante el cálculo volumétrico se obtuvo una cota máxima de 4.96 m. (área norte) y 4.40 m (área sur), tal como se observan en la imagen N° 3, en base al levantamiento topográfico realizado se calculó un volumen de material dispuesto de: **31,097.68 m^3**, con un área efectiva de **15,111.289 m^2.**

En la siguiente imagen se aprecia los lugares donde se ubican estos dos acopios.

Imagen N° 3 - Ortofoto de los Acopios Norte y Sur

Fuente: elaboración propia

4.11.3. Muestreo Inicial en los Acopios

Paralelo al levantamiento topográfico y como para tener una línea base del material a tratar, se recolectaron 14 muestras simples en los 2 acopios: 8 en el norte y 6 en el sur, en lugares representativos a las características organolépticas del suelo acopiado, los resultados obtenidos de estas muestras se visualizan en la Tabla N° 7 para el acopio sur y en la tabla N° 8 para el acopio norte y los Informes de Ensayo son adjuntados en el Anexo N° 7.

4.11.4. Determinación de COV´s en los Acopios

En el acopio sur se obtuvo la menor afectación organolépticamente y superficialmente que la del norte, con valores de COV's menores a 100 ppm.

En la zona norte, se observó superficialmente mayor afectación por hidrocarburo, hubo zonas con muy intenso olor a hidrocarburo, suelos de color muy oscuro y con alta saturación, por lo general, los valores de COV's medidos en el suelo superficial sobrepasaron los 400 ppm. Estas zonas, correspondieron a vertimientos de líquidos residuales generados por las actividades de Refinería.

Asimismo, antes de la extensión del material sobre las parcelas se realizaron mediciones de lecturas de COV mediante la técnica del Head Space con un fotoionizador portátil, determinándose para cada parcela los suelos de acuerdo al grado de afectación.

4.11.5. Habilitación de las Parcelas

Para lograr una adecuada remediación se requirió preparar el área de tratamiento realizando una pre-nivelación. La labor fue desarrollada con la utilización de motoniveladoras y debido a que el terreno se encontraba con depresiones importantes (0.9 m), también se requirió un cargador frontal para complementar las acciones.

Se marcaron en total 10 parcelas de los cuales solo se usaron 3, colocándose estacas en los vértices y uniéndolos con líneas de cal. Debido a la topografía irregular del terreno, las parcelas tuvieron diferentes áreas.

El trabajo en parcelas se realizó con la finalidad de tener una trazabilidad en el proceso de remediación, pudiendo identificar el destino en la parcela de la porción de suelo del acopio intervenido.

Las áreas finales de las parcelas donde se realizó la remediación están descritas en la Tabla N° 5.

Tabla N° 5: Áreas Finales de las Parcelas

Parcela	**Área (m^2)**
Parcela 1	9953,31
Parcela 4	10734,45
Parcela 9	9423,12
Total	**30110.88**

Fuente: elaboración propia

La distribución de las parcelas se aprecia en el Anexo N° 6, Mapa 1: Distribución Final de las Parcelas.

Como se mencionó anteriormente se escogieron 3 por ser una mejor estrategia y además que las otras podían servir para el tratamiento del resto del material, de ser satisfactoria la ejecución del proyecto, para la selección del material contaminado se tuvo en cuenta lo siguiente:

- En la primera parcela se designó tratar los suelos con menor afectación (leve-moderada), parcela P1 (se tomó 2 muestras compuesta de 9 submuestras).
- En la segunda parcela se trató los suelos con afectación moderada (moderada-fuerte), parcela P4 (se tomó 3 muestras compuesta de 9 submuestras).
- En la tercera parcela se trató suelos con afectación fuerte, En la parcela P9, se tomaron once (11) muestras compuestas de 9 submuestras.
- Adicional a ello se tomaron once (11) muestras puntuales finales para tener un resultado general del tratamiento en dichas parcelas.

Por lo tanto, el muestreo final constó de 16 muestras compuestas y 11 muestras finales durante los 5 meses, además, de 14 muestras puntuales iniciales teniendo como referencia general la guía de muestreos de suelos.

Los trabajos preliminares que se realizaron en el área de tratamiento son los siguientes:

- Con el cargador frontal se procedió a retirar los arbustos existentes en el área de tratamiento.
- Con la motoniveladora se procedió a nivelar el terreno, emparejando las irregularidades.
- Se delimitó 3 parcelas de diferentes medidas y en cada vértice se coloca estacas

marcadas cada 10 cm para llevar el control de la altura del suelo a remediar.

En el área de acopio sur se encontró presencia de bloques de concreto, bloques de roca, plásticos, residuos metálicos y maderas. Los cuales se separaron del suelo a remediar y fueron acopiados y retirados de la zona.

4.12. DISPOSICIÓN DE LOS SUELOS AFECTADOS EN LAS PARCELAS

Para movilizar el suelo hacia las parcelas, se clasificó previamente en el origen, tomando en cuenta iniciar con los que presentan menor afectación de acuerdo a los siguientes criterios:

- Tomar en cuenta los resultados emitidos por el laboratorio para el primer muestreo (tablas 3 y 4).
- Mediciones de lecturas de COV mediante la técnica del Head Space con un fotoionizador portátil, separando en dos grupos, uno < 300 ppm y el segundo >300 ppm.
- Observación organoléptica del suelo, teniendo en cuenta el color y olor, según: Afectación leve-moderada, que presentaba olor a hidrocarburo, Afectación moderada-fuerte, que presentaba coloración gris producto de la afectación, y olor a hidrocarburo y afectación fuerte, que presentaba coloración gris oscuro a negro producto de la afectación, y olor a hidrocarburo.

En campo se utilizó un formato (ver Anexo Nº 3) donde se registró lo siguiente:

- Número de viajes de volquete.
- Origen del suelo (acopio sur o acopio norte)
- Altura del material que queda en el acopio.
- Parcela en la que se dispone el suelo para su tratamiento.
- Volumen trasladado, tomando en cuenta el volumen del volquete y 20% de esponjamiento.
- Características organolépticas del material trasladado (olor/ color).
- Lectura de COV del material trasladado.
- Muestra para laboratorio (si/ no).
- Observaciones (tipo de suelo)

- Volumen acumulado del día (m^3)

El transporte del suelo afectado hacia las parcelas se realizó el siguiente periodo:

Tabla N° 6 : Fechas de Transporte de Suelos hacia las Parcelas

Acopio	Fecha de Inicio de Transporte	Fecha Final de Transporte
Sur	26-Marzo-2018	18-Abril-2018
Norte	18-Abril-2018	17-Mayo-2018

Fuente: elaboración propia

El volumen total de los acopios norte y sur se distribuyó de la siguiente manera:

Tabla N° 7: Suelo Transportado a la Zona de Tratamiento

Parcelas	Afectación Organoléptica	COV(1) (ppm)	Volumen transportado (m^3)
Parcela 1	Leve – Moderada	130- 310	4700
Parcela 4	Moderada – Fuerte	320-1371	5760
Parcela 9	Fuerte	638-823	2440

(1): COV: Compuestos Orgánicos Volátiles, medición realizada en campo con el fotoionizador portátil.

Fuente: elaboración propia

4.13. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE REMEDIACIÓN

Posterior al movimiento de los suelos hacia las respectivas parcelas, la motoniveladora procedió a extenderlo, realizar el volteo para la homogeneización y finalmente escarificarlo. Luego de unos días de exposición al viento, al sol y consecuentemente a la temperatura ambiente, se realizaron controles in situ para monitorear la degradación de los compuestos contaminantes. El esfuerzo requerido para el volteo de suelos de cada parcela dependió del grado de afectación. En las parcelas 1 y 2 se requirió una menor cantidad de volteos de suelos (volatilización), mientras que en la parcela 3 el número fue mayor debido a la afectación fuerte de los suelos movilizados.

Una vez concluido los trabajos de extensión, escarificación y volteo propiamente dicho en cada una de las parcelas, durante un periodo de 5 meses de acuerdo a la afectación de cada una de ellas, se procedieron a tomar las 16 muestras compuestas y las 11 muestras simples cada una, según se avanzaba con la remediación

Durante el periodo de remediación se ejecutaron muestreos mensuales:

- En el primer muestreo se tomó las muestras en las 3 parcelas, arrojándonos valores para las parcelas 2 y 3 por encima de los ECA Suelo vigente, los informes de ensayos de laboratorio se adjuntan en el Anexo N° 9.
- En el segundo muestreo, como solo la parcela 1 (P1) se encontraba con resultados por debajo de los ECA Suelo vigente, se tuvo que muestrear las otras parcelas, los informes de ensayos de laboratorio se adjuntan en el Anexo N° 10.
- El tercer muestreo solo en la parcela 3 (P9) se tenía valores que superaban los ECA Para Suelo, los informes de ensayos de laboratorio se adjuntan en el Anexo N° 11.
- En el cuarto muestreo se tomaron únicamente 4 muestras en la parcela 3 en el área que presentó concentración mayor de la fracción F2 en comparación al ECA: Uso de Suelo Industrial / Extractivo, obteniéndose resultados que alcanzaban los objetivos de remediación establecidos. Los resultados generados por el laboratorio figuran en el Anexo N° 12.
- El muestreo final consistió en tomar 11 muestras simples en las 3 parcelas de tratamiento, con la finalidad de certificar los resultados obtenidos en los muestreos anteriores. Los resultados generados por el laboratorio figuran en el Anexo N° 13 y todos los resultados se visualizan en la Tabla N° 14.
- En las posteriores imágenes se muestran los trabajos de tratamiento de suelo (aireación) realizado en las parcelas.

Imagen N° 4: Extendido, Volteo de Suelos y Escarificación

Fuente: elaboración propia

4.14. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

La emisión de los resultados se anexa en la sección correspondiente del presente Proyecto de Tesis (Informes de Ensayo) los cuales se encuentran codificados y certificados por INACAL, todos ellos se anexan en el presente Informe de Tesis.

CAPITULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

5.1.1. Resultados del Muestreo Inicial

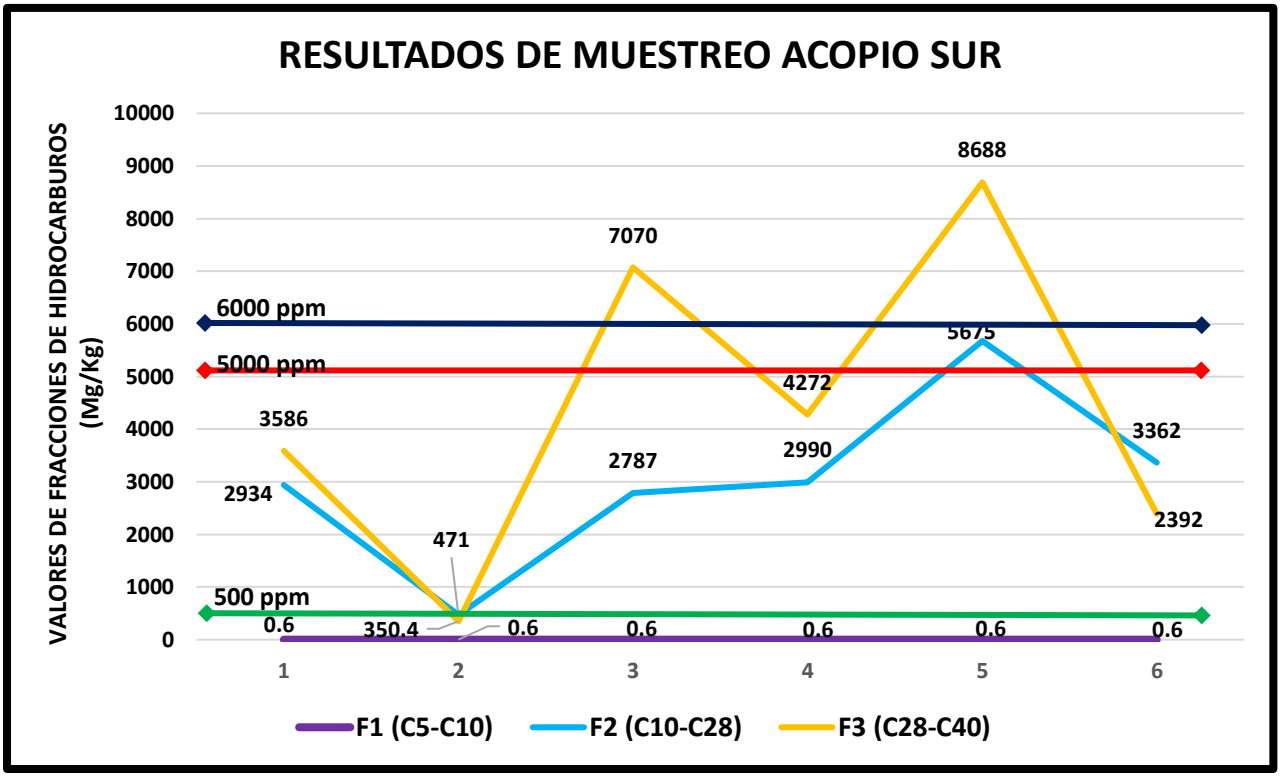
Durante el muestreo inicial que fue de caracterización se tomaron 14 muestras en los dos acopios temporales: 6 en el acopio sur y 8 en el acopio norte dicho resultados se muestran en las consecuentes tablas:

Tabla N° 8: Resultados de las Muestras iniciales del Área de Acopio Sur

Puntos de Muestreo	**Coordenadas UTM WGS 84**		**FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS**		
			F1 (C5-C10)	**F2 (C10-C28)**	**F3 (C28-C40)**
ECA: Uso de Suelo Comercial/Industrial /Extractivo	**Este**	**Norte**	**500**	**5000**	**6000**
6926-1-C1-1,50	477345	9492750	< 0,6	2934	3586
6926-1-C2-1,50	477254	9492751	< 0,6	471	350,4
6926-1-C3-1,50	477217	9492730	< 0,6	2787	**7070**
6926-1-C4-1,50	477196	9492749	< 0,6	2990	4272
6926-1-C13-2,00-SB	477290	9492739	< 0,6	**5675**	**8688**
6926-1-C14-1,00-SB	477330	9492760	< 0,6	3362	2392

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 1: Resultados del Muestreo de Suelos del Acopio Sur



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se observa que para la fracción F1 el valor en todas las muestras realizadas es menor a 0.6 ppm, para la fracción F2 los valores de las muestras realizadas oscilan entre 471 ppm como mínimo y 5675 ppm como máximo, mientras que para la fracción F3 los resultados están entre 350.4 ppm y 8688 ppm, que son los valores inferior y superior respectivamente.

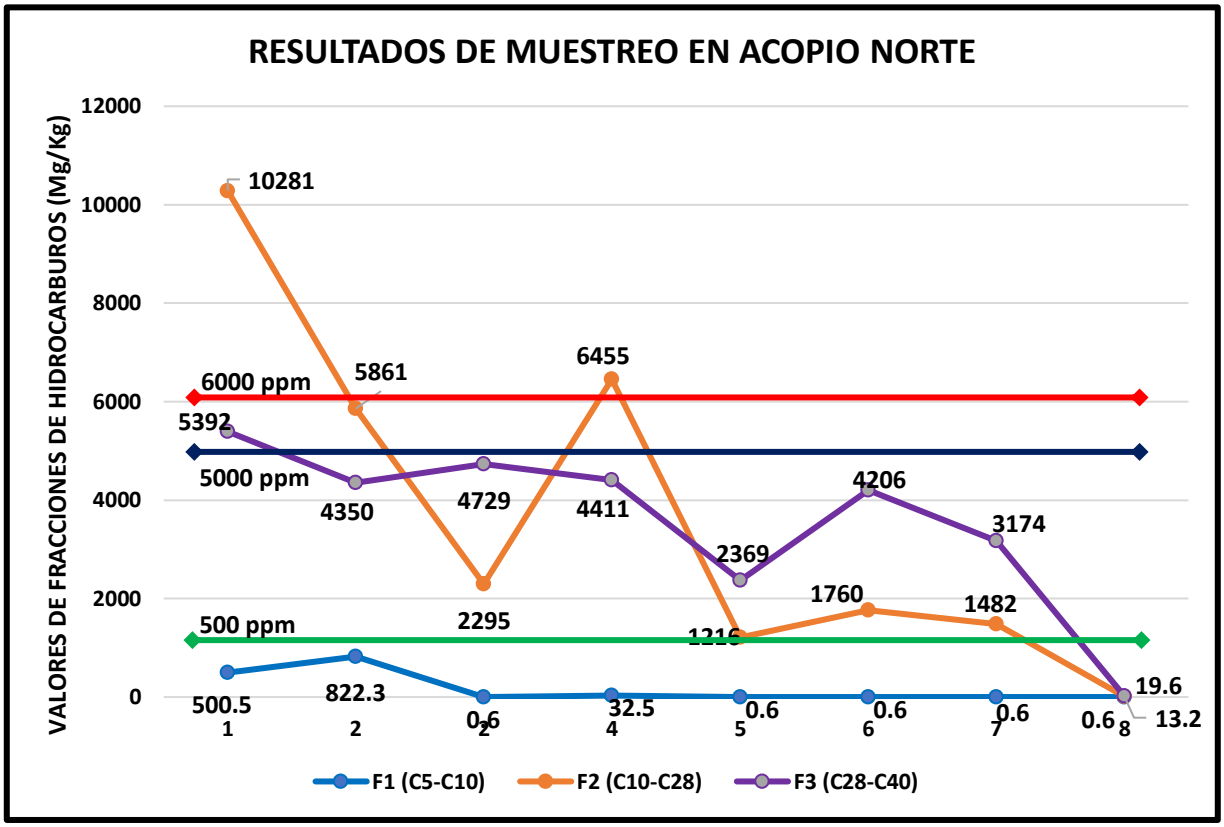
Tabla N° 9: Resultados de las Muestras iniciales del Área de Acopio Norte

Punto de Muestreo	**Coordenadas UTM WGS 84**		**HIDROCARBUROS FRACCIONADOS**		
			F1 (C5-C10)	**F2 (C10-C28)**	**F3 (C28-C40)**
ECA: Uso de Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	**Este**	**Norte**	**500**	**5000**	**6000**
6926-1-C5-1,00-SB	477140	9492798	**500,5**	**10281**	5393
6926-1-C6-2,00-SB	477186	9492833	**822,3**	**5861**	4350
6926-1-C7-2,00-SB	477266	9492829	< 0,6	2295	4729
6926-1-C8-2,00-SB	477273	9492861	32,5	**6455**	4411
6926-1-C9-2,00-SB	477274	9492874	< 0,6	1216	2369
6926-1-C10-1,50-SB	477223	9492860	< 0,6	1760	4206
6926-1-C11-1,00-SB	477255	9492882	< 0,6	1482	3174
6926-1-C12-1,50-SB	477231	9492840	< 0,6	13,2	19,6

Fuente: *Elaboración* propia

Estos resultados se aprecian mejor en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 2: Resultados del Muestreo de Suelos del Acopio Norte



Fuente: Elaboración propia

Es preciso mencionar que de los resultados obtenidos en el acopio norte podemos observar:

- Para el hidrocarburo fraccionado- F1 (C5-C10), se tuvo un resultado máximo de 822.3 ppm y un mínimo de <0.6 ppm. (fracción liviana).
- Para el hidrocarburo fraccionado - F2 (C10-C28), se tuvo un resultado máximo de 10281 ppm y un mínimo de 13.2 ppm (fracción mediana).
- Para el hidrocarburo fraccionado - F3 (C28-C40), se tuvo un resultado máximo de 5392 ppm y un mínimo de 19.6 ppm. (fracción pesada).

Los informes de Ensayo de Laboratorio tanto de del acopio norte y sur se adjuntan en el Anexo N° 7.

5.1.2. Resultados del Primer Muestreo

En el primer mes se tomaron las muestras en las tres parcelas donde se trataron los suelos contaminados.

En la siguiente tabla se visualiza los resultados de la parcela 2 (P4):

Tabla N° 10: Resultados de los Análisis del Primer Muestreo (Parcela 2)

Parcelas	**Muestras de Suelo**	**Concentración en base seca (mg/ kg)**		
		F1 (C6-C10)	**F2 (C10-C28)**	**F3 (C28-C40)**
ECA: Uso de Suelo Industrial/ Extractivo		**500**	**5000**	**6000**
Parcela 2 (P4)	6926-P4-C01	68,9	**5717**	3630

Fuente: Elaboración propia

Los protocolos del laboratorio figuran en el Anexo N° 9 (Informe de Ensayo 24250, del 08.05.2018). Asimismo, se realizó el muestreo de los suelos en proceso de remediación de las parcelas 1 y 3. Las muestras fueron compuestas cada una de 9 sub muestras tomadas a profundidades entre 0,20 – 0,35 m, en la siguiente tabla se muestran estos resultados.

Tabla N° 11: Resultados de los Análisis del Primer Muestreo (Parcela 1 y 3)

Parcelas	**Muestras de Suelo**	**Concentración en base seca (mg/ kg)**		
		F1 (C6-C10)	**F2 (C10-C28)**	**F3 (C28-C40)**
ECA: Uso de Suelo Industrial/ Extractivo		**500**	**5000**	**6000**
Parcela 1(P1)	6926-P1-C1	11,9	2433	3452
	6926-P1-C2	11,4	2509	4856
Parcela 3 (P9)	6926-P9-C1	34,3	**7948**	4498
	6926-P9-C2	22,7	3741	2384

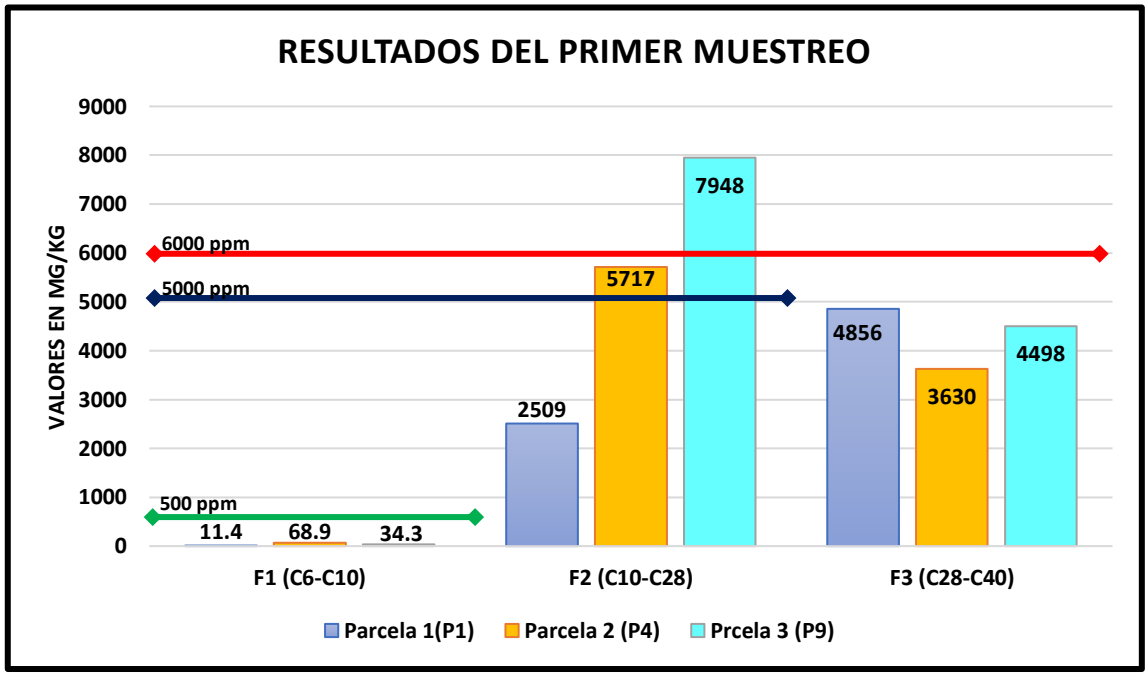
Fuente: Elaboración propia

La muestra 6926-P9-C1 tomada en la parcela P9, presentó una concentración de hidrocarburos en la fracción F2 de 7948 ppm, superando lo establecido por la Normativa

Vigente, por lo que se volvió a realizar el proceso de escarificación, homogeneización y aireación del suelo y posteriormente un nuevo muestreo después de unos días de aireación.

Los protocolos del laboratorio figuran en el Anexo N° 9 (Informe de Ensayo 28273, del 28.05.2018 e Informe de Ensayo 29860, del 04.06.2018)

Gráfico N° 3: Resultados del Primer Muestreo de Suelos



Fuente: Elaboración propia

- **Para la parcela 1 (P1)**

  Los resultados del muestreo según el gráfico, indican que todas las fracciones F1, F2 y F3 no superan los ECA para Suelos, con valores de 11.4 ppm, 2509 ppm y 4856 ppm respectivamente.

- **Para la parcela 2 (P4)**

  En gráfico anterior se aprecia que la fracción F2 está superan los ECA para Suelos con valores de 5717 ppm, mientras que las fracciones F1 y F3 tiene valores de 68.9 ppm y 3630 ppm respectivamente, no superando los estándares permitidos por la normativa.

- **Para la parcela 3 (P9)**

  En gráfico se visualiza que la fracción F2 supera los ECA para Suelos con un valor de 7948 ppm, mientras que las fracciones F1 y F3 no superan los valores

permitidos por la normativa con resultados de 34.3 ppm y 4498 ppm respectivamente.

5.1.3. Resultados del Segundo Muestreo

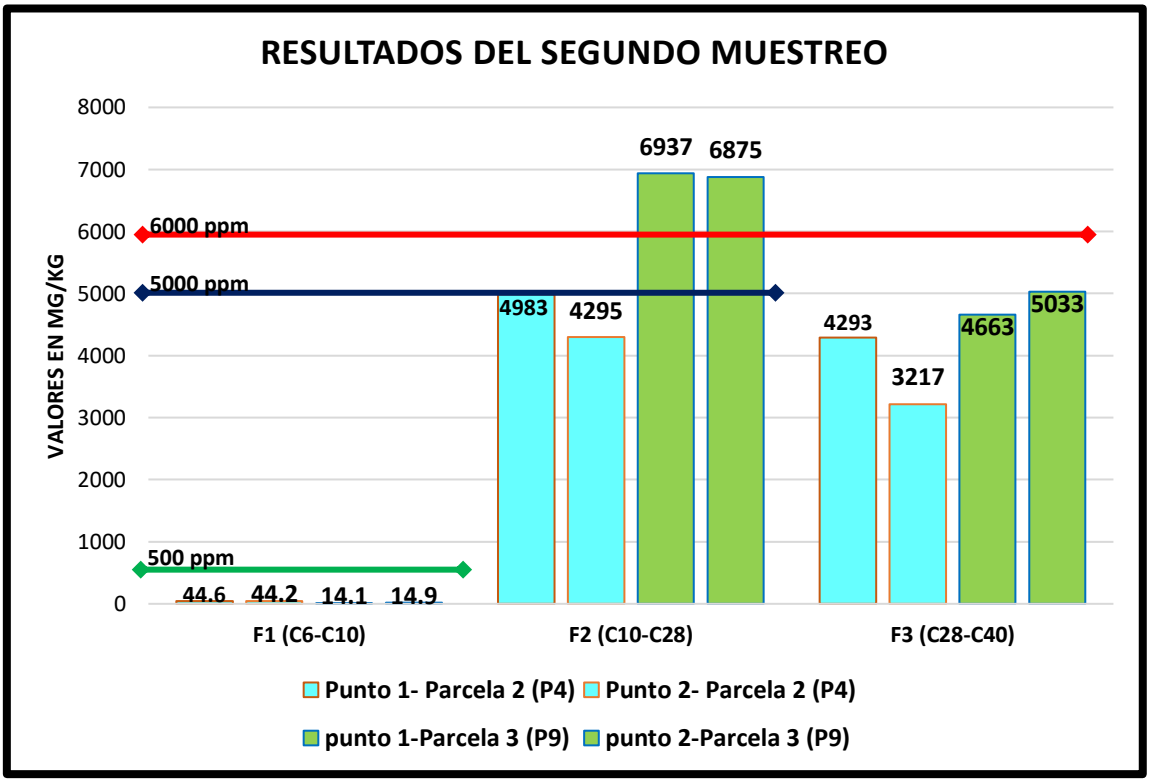
Debido a que en el primer muestreo los resultados de la parcela 4 y 9 reportaron concentraciones por encima del ECA: Uso de Suelo Industrial/ Extractivo, se procedió a retomar el proceso de remediación y posteriormente se tomaron dos muestras (6926-P4-C1 y 6926-P4-C1) y (6926-P9-C1 y 6926-P9-C2) respectivamente de cada parcela compuestas de 9 sub muestras cada una.

Tabla N° 12: Resultados de los Análisis del Segundo Muestreo (Parcela 2 y 3)

Parcelas	**Muestras de Suelo**	**Concentración en base seca (mg/ kg)**		
		F1 (C6-C10)	**F2 (C10-C28)**	**F3 (C28-C40)**
ECA: Uso de Suelo Industrial/ Extractivo		**500**	**5000**	**6000**
Parcela 2 (P4)	6926-P4-C1	44,6	4983	4293
	6926-P4-C2	44,2	4295	3217
Parcela 3 (P9)	6926-P9-C1	14,1	**6937**	4663
	6926-P9-C2	14,9	**6875**	5033

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4: Resultados del Segundo Muestreo de Suelos



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la parcela 2, se encontró por debajo de lo establecido por la norma vigente con resultados de F1 (44.6 ppm y 44.2 ppm); F2 (4983 ppm y 4294 ppm) y F3 (4293 ppm y 3217 ppm), asimismo, la concentración de la fracción de hidrocarburos para la parcela 3 se tiene resultados de F1 (14.1 ppm y 14.9 ppm), F3 (4663 ppm y 5033), los cuales están por debajo de lo establecido por la norma, sin embargo los resultados de la fracción F2 estaba disminuyendo, pero, aún se encontraba con valores mayores a los establecidos en la Normativa (6937 ppm y 6875 ppm), por lo que se procedió a retomar el proceso de escarificación, homogeneización y aireación de suelos.

Los protocolos del laboratorio figuran en el Anexo N° 10, (Informe de Ensayo 28825, del 31.05.2018 e Informes de Ensayo 33845, del 22.06.2018).

5.1.4. RESULTADOS DEL TERCER MUESTREO

Debido a que los resultados del segundo muestreo para la parcela 3 (P9) presentaron concentraciones de la fracción F2 mayor al establecido en el ECA para Suelos Industriales, se continuó con la remediación del suelo y posteriormente se tomaron dos muestras (6926-P9-C1 y 6926-P9-C2) compuestas de 9 sub muestras cada

una, siendo el emplazamiento de los puntos de muestreo las mismas que el muestreo anterior.

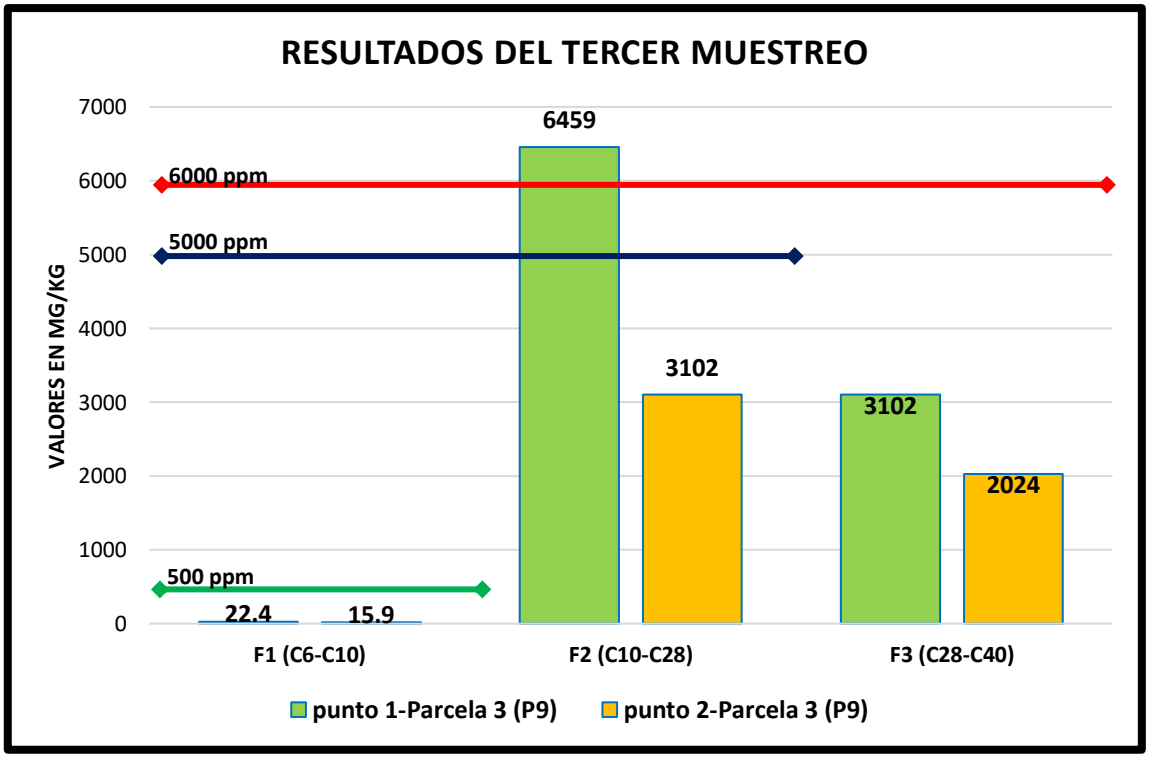
Los protocolos del laboratorio figuran en el Anexo N° 11, Informe de Ensayo 35442, del 02.07.2018. Y los resultados se aprecian en la tabla siguiente:

Tabla N° 13: Resultados de los Análisis del Tercer Muestreo

Parcelas	**Muestras de Suelo**	**Concentración en base seca (mg / kg)**		
		F1 (C6 - C10)	**F2 (C10 - C28)**	**F3 (C28 - C40)**
ECA: Uso de Suelo Industrial/ Extractivo		**500**	**5000**	**6000**
Parcela 3 (P9)	6926-P9-C1	22,4	**6459**	4367
	6926-P9-C2	15,9	3102	2024

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5: Resultados del Tercer Muestreo de Suelos



Fuente: Elaboración propia

Según el anterior gráfico, se aprecia que, para la fracción F1 y F3 los valores están por debajo de lo permitido por la norma peruana (22.4 ppm y 15.9 ppm, para F1; y 3102 ppm y 2024 ppm para F3); mientras que para la fracción F2, aún se tiene valores que superan los ECA Suelo, con un valor de 6459 ppm, por lo que fue necesario continuar con la remediación de estos suelos.

5.1.5. RESULTADOS DEL CUARTO MUESTREO

La muestra 6926-P9-C1 del tercer muestreo presentó un valor por encima el establecido en el ECA Suelos (Uso Industrial), por lo que se volvieron a enfocar los esfuerzos de remediación y posteriormente se procedió a tomar 4 muestras simples.

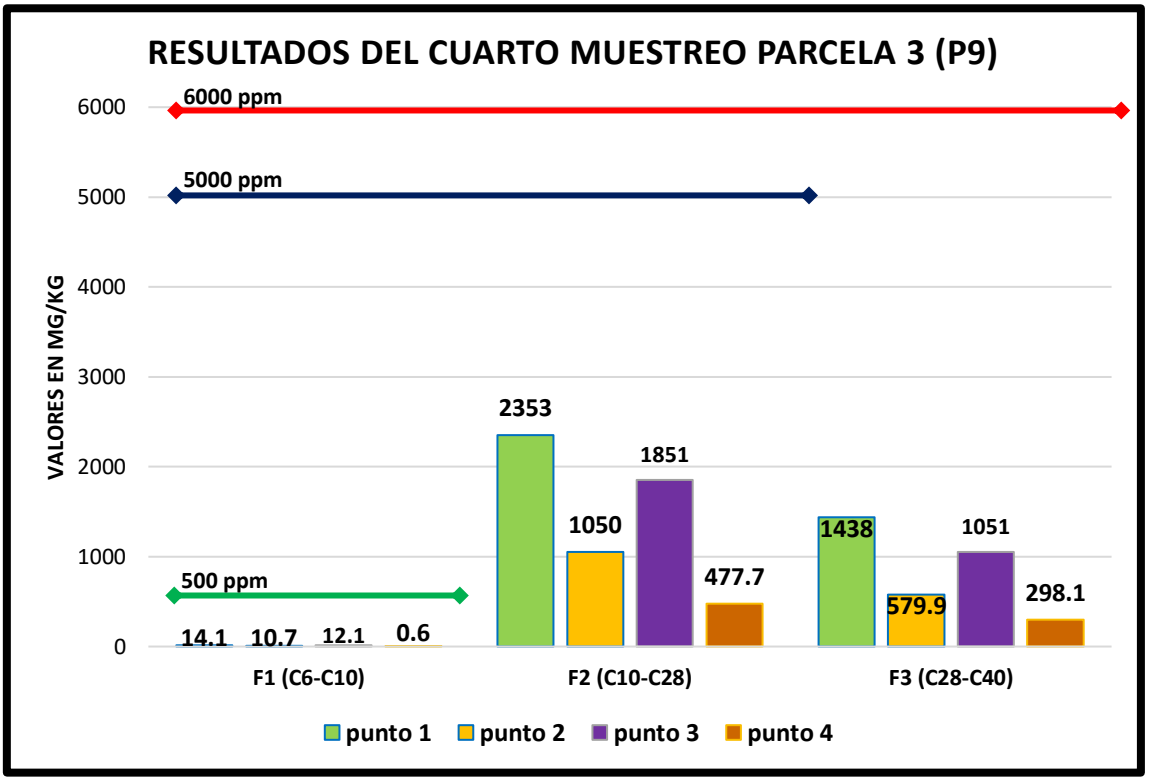
Los protocolos del laboratorio figuran en el Anexo N° 12, Informe de Ensayo 36325, del 05.07.2018.

Tabla N° 14: Resultados de los Análisis del Cuarto Muestreo

Parcelas	**Muestras de Suelo**	**Concentración en base seca (mg/ kg)**		
		F1 (C6 -C10)	**F2 (C10 -C28)**	**F3 (C28 -C40)**
ECA: Uso de Suelo Industrial / Extractivo		**500**	**5000**	**6000**
Parcela 3 (P9)	6926-P9-SM1	14,1	2353	1438
	6926-P9-SM2	10,7	1050	579,9
	6926-P9-SM3	12,1	1851	1051
	6926-P9-SM4	< 0,6	477,7	298,1

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 6: Resultados del Cuarto Muestreo de Suelos (Parcela 3)



Fuente: Elaboración propia

Tal como se aprecia en el gráfico anterior, en el último muestreo realizado (4 puntos para la parcela 3), los resultados de las fracciones F1, F2 y F3 están por debajo de los ECA para Suelo vigente, siendo el valor:

Para F1, se tuvieron resultados de 14.1 ppm, 10.7 ppm, 12.1 ppm, 0.6 ppm.

Para F2, se tuvieron resultados de 2353 ppm, 1050 ppm, 1851 ppm y 477.7 ppm.

Para F3, se tuvieron resultados de 1438 ppm, 579.9 ppm, para 1051 ppm y 298.1 ppm.

El suelo en proceso de remediación de la parcela 3 (P9) inició con las siguientes concentraciones: Fracción de hidrocarburos F1 = (34,3 ppm; 22,7 ppm; 14,1 ppm; 14,9 ppm; 22,4 ppm y 15,9 ppm), fracción de hidrocarburos F2 = (7948 ppm; 3741 ppm; 6937 ppm; 6875 ppm; 6459 ppm y 3102 ppm) ppm y fracción de hidrocarburos F3 = (4498 ppm; 2384 ppm; 4663 ppm; 5033 ppm; 4367 ppm y 2024 ppm) estos resultados son del primer, segundo y tercer muestreo.

Al concluir el proceso de remediación en la parcela 3 (P9) las concentraciones de hidrocarburos de las tres fracciones se redujeron por debajo del ECA Suelos (Uso Industrial), en relación a los ensayos emitidos por el laboratorio.

5.1.6. RESULTADOS DEL MUESTREO FINAL

Con la finalidad de confirmar los resultados obtenidos en los muestreos anteriores y certificar el alcance de los objetivos de remediación planteados en la investigación y que estos cumplan con lo determinado en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente (D.S. N° 011-2017-MINAM), uso de Suelo Industrial, se procedió a realizar un muestreo completo en las parcelas correspondientes a la zona de tratamiento de suelos contaminados por derrames y afloramientos de napa freática en Refinería. Los resultados generados fueron los siguientes:

Tabla N° 15 – Resultados de los Análisis del Muestreo Final

Parcelas	**Muestras de Suelo**	**Concentración en base seca (mg/ kg)**		
		F1 (C6-C10)	**F2 (C10-C28)**	**F3 (C28-C40)**
ECA: Uso de Suelo Industrial/ Extractivo		**500**	**5000**	**6000**
Parcela 1 (P1)	6926-P1-M1	< 0,6	1598	1767
	6926-P1-M2	< 0,6	1273	1350
	6926-P1-M3	< 0,6	1675	2626
Parcela 2 (P4)	6926-P4-M10	< 0,6	1736	1630
	6926-P4-M11	< 0,6	2027	1855
	6926-P4-M12	< 0,6	2174	2371
	6926-P4-M13	< 0,6	1604	1973
Parcela 3 (P9)	6926-P9-M26	< 0,6	2270	1650
	6926-P9-M27	< 0,6	2486	1668
	6926-P9-M28	< 0,6	2979	1920
	6926-P9-M29	< 0,6	2431	1818
	6926-P9-M30	< 0,6	1785	1331

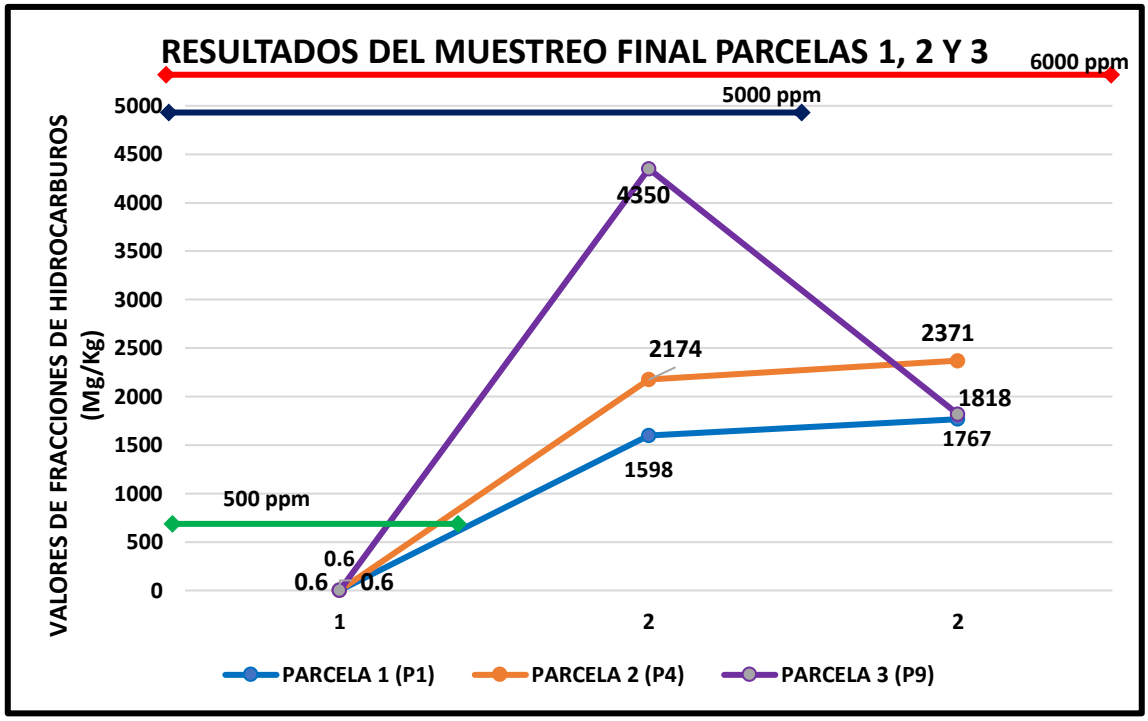
Fuente: Elaboración propia

Los protocolos del laboratorio figuran en el Anexo N° 13, Informe de Ensayo 37676, del 10.07.2018.

Los resultados obtenidos en el muestreo de corroboración indican que ninguno ha excedido el ECA Suelos (Uso Industrial), poniendo de manifiesto que se ha alcanzado el objetivo de remediación originalmente planteado.

Los resultados de estos monitoreos se visualizan en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 7: Resultados del Muestreo Final de Suelos (Parcela1, 2 y 3)



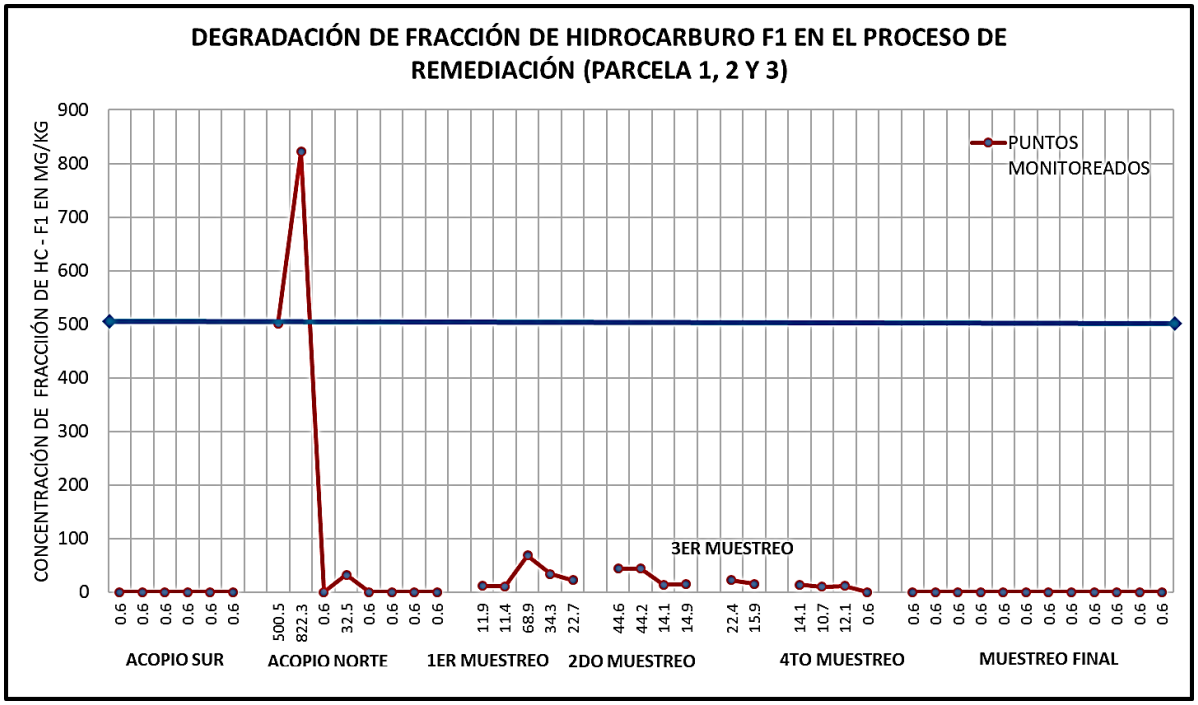
Fuente: Elaboración propia

En relación con el gráfico anterior se aprecia que todos los valores de las fracciones F1, F2 y F3 analizados en las parcelas 1, 2 y 3 no superan los Estándares de Calidad Ambiental - ECA Suelo vigente.

5.1.7. EVOLUCIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE HIDOCARBUROS

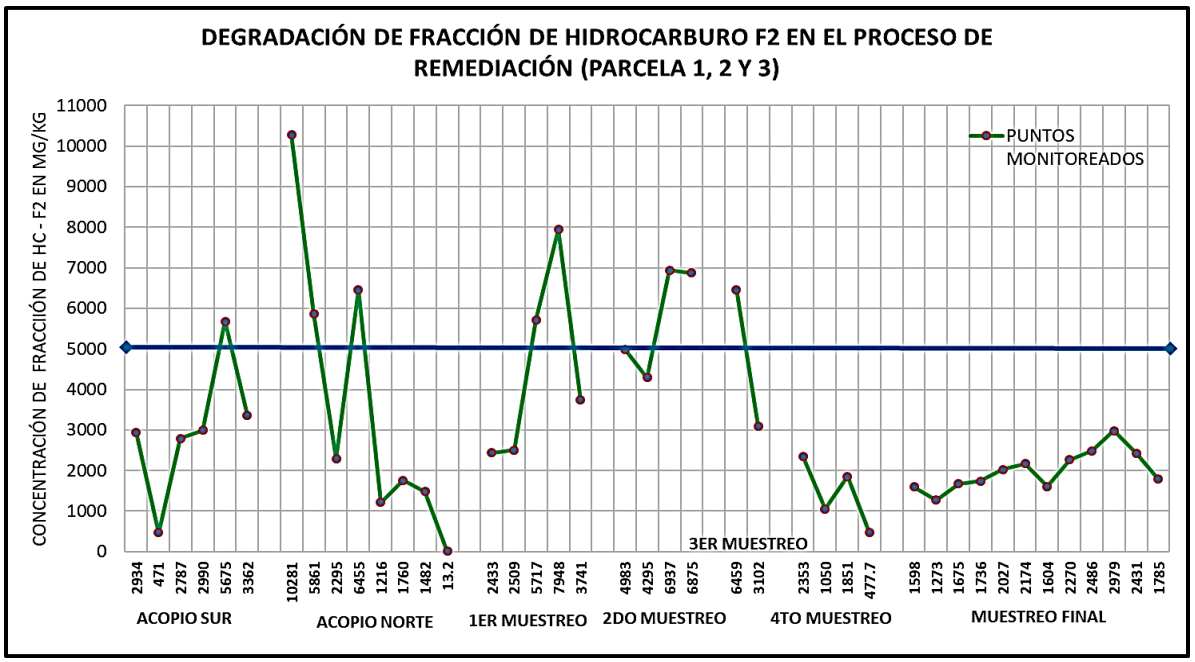
A continuación, se representa la evolución de la degradación de los hidrocarburos de las Fracciones F1, F2 y F3 respecto al método de tratamiento empleado durante el transcurso del mismo.

Gráfico N° 8: Degradación de Hidrocarburos en la Remediación (F1)



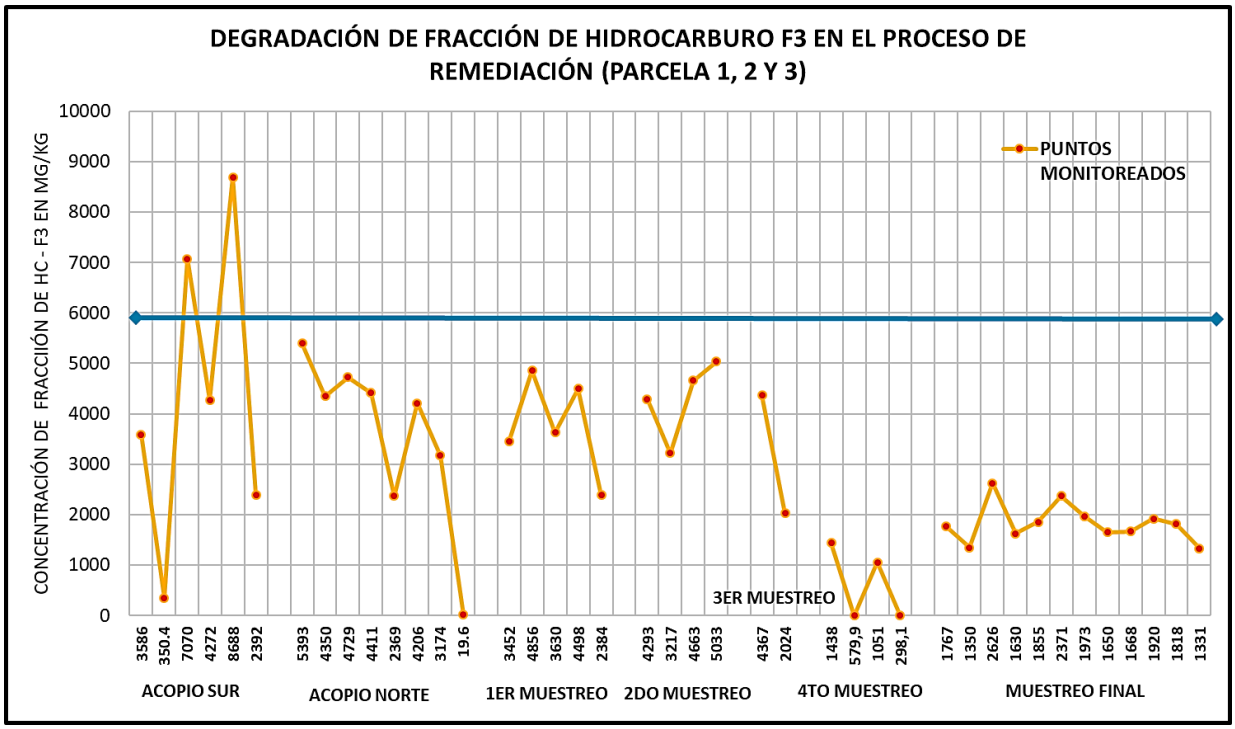
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 9: Degradación de Hidrocarburos en la Remediación (F2)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 10: Degradación de Hidrocarburos en la Remediación (F3)



Fuente: Elaboración propia

En relación con los gráficos anteriores se puede apreciar los valores al inicio del proyecto, durante el proceso de remediación y finalizado el tratamiento, en donde (muestreo final) se evidencia el cumplimiento del objetivo establecido según los ECA Suelos – Uso Industrial, estando todos los resultados (hidrocarburos fraccionados F1, F2 y F3) por debajo de lo establecido por la norma peruana.

5.1.8. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL SUELO

Una vez realizada la remediación del suelo mediante la volatilización se procedió a verificar las características físicas de la muestra de suelo en estudio, según el procedimiento descrito en el estándar para muestreo de suelos contaminados, se ejecutó la identificación de aquellos principales parámetros con al finalidad de precisar la caracterización física y textural del suelo, tal como se muestra en la Tabla N° 16.

Tabla N° 16 - Caracterización física del suelo

PARÁMETRO	M1	M2	M3	Promedio
Olor	Sin olor a HC	Sin olor a HC	Sin olor a HC	Sin olor a HC
Color	Pardo	Pardo	Pardo	Pardo (Normal)
Humedad	12.54%	11.04%	12.52%	12.04%
Tamaño de partícula / Estructura	Media, disueltos			
Textura	Arenoso / limoso			

Fuente: Elaboración propia

En relación a la Tabla N° 16, se aprecia que una vez realizada la remediación mediante la volatilización de los suelos contaminados por derrame y afloramiento de napa freática en Refinería, esta presenta color y olor normal, contenido de humedad dentro del parámetro normal (12.04%). Asimismo, tiene una textura arenosa, con un tamaño de partícula medio y una estructura soluble que proporciona una excelente permeabilidad y alta aireación.

5.2. ANÁLISIS INFERENCIAL Y/O CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

5.2.1. Hipótesis General

Los suelos contaminados por derrames y afloramiento de hidrocarburo fueron remedidos significativamente aplicando la volatilización.

5.2.2. Hipótesis Específicas

La concentración inicial de hidrocarburos fraccionados en el suelo contaminado por derrames y afloramientos de hidrocarburos fue mayor a lo permitido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en Talara-Piura.

Las propiedades físicas de los suelos observados cualitativamente y cuantitativamente en las parcelas después del proceso de remediación fueron óptimas por lo que fueron considerados remediados.

La concentración óptima de Fracción de Hidrocarburos permitió lograr una remediación significativa de suelos contaminados por derrames y afloramiento de hidrocarburo siendo menor a los parámetros determinados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en Talara-Piura.

5.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este trabajo de tesis tuvo como objetivo identificar y verificar si los suelos impactados con hidrocarburos son remediados significativamente de acuerdo al grado de afectación y relacionado con el tiempo.

a) De los resultados de la investigación se precisa que los suelos impactados negativamente con hidrocarburos producto del afloramiento de la napa freática con valores altos que superan los parámetros establecidos en la normativa ambiental fueron remediados significativamente teniendo valores de fracciones de hidrocarburos por debajo de los 5000 ppm, estos datos son verificados y concuerdan con los trabajos de investigación de (Herrera, 2014), donde se aplicó el método de la aireación como Tratamiento Biológico en las borras de hidrocarburos disminuyendo las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo a valores por debajo de 5000 mg.Kg-1 (valores permisibles para suelos superficiales de 0 – 0,30 m de profundidad contaminado con hidrocarburos, propuesto por la DGAAE del MEM).
b) Para Viñas (2005), en su estudio concluyó que la aireación y la humedad del 40% de la capacidad de campo fueron los factores clave para lograr una biodegradación significativa de los TPH y de los HAPs de 3 y 4 anillos, por parte de la población autóctona del suelo, concordando parcialmente con el resultado de mi investigación, que con una velocidad promedio de viento de 4.1. m/s, (aireación) y una humedad del 12.04% se logró disminuir significativamente las fracciones de hidrocarburos de los suelos contaminados con hidrocarburos.
c) Según Ríos y Nudelman (2005), menciona que los suelos remediados presentan características que son tanto beneficiosas como perjudiciales para la biorremediación. Por un lado, la capa texturizada de humus favorece la circulación

de agua y aire. Por otro lado, tiene una baja capacidad de retención de agua, lo que aumenta la hidrofobicidad de los hidrocarburos adsorbidos en las partículas del suelo, lo que requiere una mayor frecuencia de humectación, lo que concuerda parcialmente con la investigación en relación a la textura areno-limoso, tamaño medio de partícula y una estructura disuelta de los suelos remediados por aireación las cuales proporcionan una excelente permeabilidad y buena capacidad de aireación.

d) De acuerdo a los resultados de las muestras tomadas inicialmente para las parcelas P1 (F1=11.9 y 11.4 ppm, F2= 2433 y 2509 y F3= 3452 y 4856 ppm), P2 (F1=68.9 ppm, F2= 5717 y F3= 3630 ppm) y P3 (F1=34.3 y 22.7 ppm, F2= 7948 y 3741 y F3= 4498 y 2384 ppm), lugar donde se trataron los suelos con hidrocarburos durante un tiempo de 5 meses; además que se usaron durante el desarrollo de esta actividad diferentes equipos de carga pesada, personal y recursos financieros se logró reducir los valores de hidrocarburos en los suelos para las parcelas P1 (F1=0.6 ppm, F2= 1675 y F3= 2626 ppm) según el ensayo 6926-P1-M3, P2 (F1=0.6 ppm, F2= 2174 y F3= 2371 ppm) según el ensayo 6926-P4-M12 y P3 (F1= y 0.6 ppm, F2= 2979 y F3= 1920 ppm) según el ensayo 6926-P9-M28; de esta manera se logra comprobar y verificar la disminución significativa de los valores de contaminantes presentes en los suelos que fueron impactado por los hidrocarburos producto del afloramiento de la nada freática y derrames en la Refinería Talara.

5.4. APORTE CIENTÍFICO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de investigación se ha desglosado una metodología integrada donde se incluyen varias técnicas analíticas para determinar la eficacia de la aireación de suelos contaminados con hidrocarburos producto de derrames y afloramiento de napa freática, en relación a ello se logró realizar dicho experimento demostrado ser económicamente rentable y eficiente en la remoción de determinados contaminantes (fracciones de hidrocarburos).

El trabajo de investigación realizado demuestra un alto grado de reducción de costos en comparación con la técnica de confinamiento de suelos contaminados en rellenos de seguridad y que influyen positivamente en la gestión ambiental de las organizaciones que generan este tipo de residuos (promedio S/ 805 000.00, por cada poza de

confinamiento, donde se almacenan hasta 12 000 m^3 de material contaminado, en relación a S/ 732 000.00 por tratar esta misma cantidad de suelos y luego usarlo para nivelar terreno o construcción de accesos vehiculares y peatonales. (Informe Técnico Sustentatorio Nº JASS-CGS-008-2016).

La sostenibilidad en la gestión ambiental se dirige hacia el desarrollo tecnológico, involucrando la dimensión ambiental, económica, social, política y cultural, definiendo los límites de lo aceptable (Gavrilescu M, Chisti Y. Biotechnology - A sustainable alternative for chemical industry. Biotechnol Adv. 2005;23 (7–8):471–99).

La aplicación de la aireación como técnica de remediación en el tratamiento de suelos afectados por las diversas actividades productivas, afloramientos de napa freática, derrames, etc. Conlleva a nuevos espacios de intercambio de conocimiento público-privado a nivel , tecnológico, científico, productivo e innovador. Cabe señalar que la investigación y aplicación de tecnología ambiental enfrenta los problemas de falta de inversión (porque los precios de mercado no compensan por completo la protección ambiental adecuada), falta de capital, riesgo, propagación lenta, maldad emocional o burocrática (Di Paola, M, Vicien C. Biorremediación: vinculaciones entre investigación, desarrollo y legislación. Argentino: CEUR-CONICET; 2010).

De ahí nace que esta técnica implementada contribuye así a la tarea de contar con metodologías y herramientas bien definidas para incorporar consideraciones de sustentabilidad en el diseño de las operaciones de tratamiento final y disposición. Brindar una alternativa a los suelos contaminados por hidrocarburos generados en diversas etapas. Diferentes etapas del proceso de refinación, lo cual es factible y económicamente viable en función de los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

- Se demostró que la remediación de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos mediante la volatilización en Talara-Piura, fue significativa, la cual, consistió en airear los suelos contaminados que fueron distribuidos en tres parcelas de acuerdo a los grados de afectación leve, media y moderada, durante un periodo de cinco meses, logrando resultados de fracciones de hidrocarburos que no superan los Estándares de Calidad Ambiental - ECA Suelo vigente.

- En la caracterización inicial se distribuyeron los suelos contaminados en dos acopios (sur y norte), donde se lograron determinar las concentraciones iniciales de fracciones de hidrocarburos de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura, siendo el acopio norte el más afectado con resultados máximos de fracciones de hidrocarburos en F1 (fracción liviana) de 822.3 ppm, F2 (fracción mediana) de 10281 ppm y F3 (fracción pesada) con 5392 ppm, mientras que para el acopio sur se apreció una afectación moderada con resultados máximos de las fracciones F1, F2 y F3 de 0.6 ppm, 5675 ppm y 8688 ppm respectivamente, todos estos resultados fueron cotejados y caracterizados según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente para su posterior tratamiento.

- Una vez remediados por volatilización, los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura presentan características físicas de color pardo y sin olor a hidrocarburos, con una humedad dentro los parámetros normales (12.04%), con una textura areno-limoso, partículas de tamaño medio y una estructura disuelta, las cuales proporcionan una excelente permeabilidad y buena capacidad de aireación.

- Realizada la remediación por volatilización de los suelos contaminado por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas (P1, P2 y P3), se determinó las concentraciones finales de los hidrocarburos fraccionados según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente, obteniéndose resultados para la parcela P1 (F1=0.6 ppm, F2= 1675 y F3= 2626 ppm), parcela P2 (F1=0.6 ppm, F2= 2174 y F3= 2371 ppm) y parcela P3 (F1= y 0.6 ppm, F2= 2979 y F3= 1920 ppm), los cuales

nos indican que estos suelos contaminados por derrames y afloramientos de napa freática fueron remediados significativamente usando la metodología propuesta y estos resultados no superan los valores establecidos por la normativa peruana (ECA Suelo).

SUGERENCIAS

- Una vez ejecutada la remediación de suelos contaminados con hidrocarburos sugiero que estos sean usados para nivelación y compactación de áreas desniveladas en la zona de Milla Seis, de la misma manera, como se identificaron 31,097.68 m^3 de suelo afectado y de estos solo se trataron 9,440 m^3 se hace necesario tratar el suelo restante y proceder con brindarle un adecuado uso, con ello se estaría fortaleciendo la gestión ambiental de la empresa generadora de residuos sólidos peligrosos.

- Identificar inicialmente antes de la remediación de suelos otros contaminantes que están presentes en los suelos contaminados con hidrocarburos producido por el afloramiento de napa freática y derrames, los cuales pueden contribuir en el proceso de remediación de los mismos.

- Se recomienda identificar no solo aquellas características físicas de los suelos remediados con hidrocarburos, sino también, propiedades químicas relacionadas con la calidad y disponibilidad de agua y nutrientes así como propiedades biológicas que juegan un papel fundamental en el metabolismo, fragmentación y translocación de la materia orgánica que contiene, además, también aportan una cantidad importante de biomasa al suelo y servirá, para darles un mejor uso a estos suelos remediados como la agricultura u otra actividad agraria.

- De acuerdo a los resultados finales obtenidos se recomienda usar estos suelos tratados por aireación para nivelar las áreas del lugar y crear accesos vehiculares y peatonales, de tal forma que contribuya con la visión paisajística y armoniosa del lugar, asimismo, si se requiere usar este suelo en otras actividades como la agricultura se sugiere analizar otros parámetros del ECA Suelos vigente como BTEX, metales u otros que puedan causar efectos tóxicos a los cultivos.

REFERENCIAS

1. Informe de Identificación de Sitios Potencialmente Contaminados – Refinería Talara, PETROPERÚ, 2015.
2. Petróleos del Perú – PETROPERÚ S.A. (citado el 10 de setiembre de 2017). Disponible en: http://www.petroperu.com.pe/pmrt/instalan-modernos-equipos-como-parte-de-la-construccion-de-la-nueva-refineria-talara/
3. Petróleos del Perú – PETROPERÚ S.A. (citado el 11 de setiembre de 2017). Disponible en: http://www.petroperu.com.pe/pmrt/preguntas-frecuentes-3/
4. Espinoza, 1999. Boletin Nº 04. Refinería la Pampilla. Callao. Perú.
5. Escalante, E. Estudio de Ecotoxicidad de un suelo contaminado con hidrocarburos. (Tesis Magister). Universidad Autonoma Metropolitana, México. D.F. 2000.
6. Morgan y Watkinson. Biorremediacion de suelos contaminados por hidrocarburos. España. Madrid. 1989.
7. Berkelley. Laboratorio de biorremediacion. EE.UU. 2011.
8. Navarro, et al, 2001. La biorrremediacion en Perú. Lima-Perú. 2001.
9. Guía Ambiental de ARPEL N°6, página 93- Guía para el retiro de servicio y el reacondicionamiento de tierra de superficie en instalaciones de producción y refinamiento de petróleo.
10. Buendia, H. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante compost de aserrín y estiércoles. (Tesis Magister). Lima-Perú. 2012.
11. USEPA OUST. Environmental Fact Sheet: Analytical Métodos for Fuel Oxygenates, EPA 510-F-03-001. htpp://www.epa.gov/OUST/mtbe/ omethods.pdf. 2003.
12. Guerrero. Curso de suelos. Centro de Gestion y Tecnologia Ambiental. UNALM-Perú.2002.
13. Supo. J. Seminarios de Investigación Científica: Metodología de la investigación para las ciencias de la salud. (Oct 12, 2012) ISBN: 978-1477449042-Depósito legal N ° 2012-04070 disponible en: http://www.amazon.com/dp/1477449043/.
14. Supo. J. Cómo se hace una tesis: La guía para realizar una tesis en 10 pasos Spanish Edition. 2013. disponible en: http://www.amazon.com /dp/1477449043/.
15. Diseño Completamente al Azar (citado el 13 de setiembre de 2017). Disponible en: http://www.uaaan.mx/~jmelbos/cursos/deapu1b.pdf

16. Domingo Gómez. Artículo “Responsabilidad por daño ambiental en la actividad petrolera de Colombia” en Responsabilidad por daños ambientales. Universidad Externado de Colombia. 2001.P. 123.
17. Biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos empleando lodos residuales como fuente alterna de nutrientes. (citado el 30 de setiembre de 2017). Disponible en: http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v27n3/v27n3a9.pdf.
18. Potencial De La Biorremediacion De Suelo Y Agua Impactados Por Petróleo En El Trópico Mexicano. (Citado el 30.03.2017) Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018849992011000300009.
19. Efecto de la adición de fertilizantes inorgánicos compuestos en la degradación de hidrocarburos en suelos contaminados con petróleo. (Citado el 30.03.2017). Disponible en: https://chapingo.mx/terra/contenido/17/2/art159-174.pdf.
20. Tropical bacteria isolated from oil-contaminated mangrove soil: bioremediation by natural attenuation and bioaugmentation (Citado el 30.03.2017) Disponible en: http://66.165.175.249/bitstream/10596/6654/1/vol02n02art04.pdf.
21. Influencia de la Aireación en el Tratamiento Biológico de Borras de Hidrocarburos (Citado el 21.04.2018).Disponible en: http://repositorio.uni.edu.pe/bitstream/uni/1284/1/herrera_pb.pdf
22. (Evaluación de la capacidad fitorremediadora de Panicum maximum en un suelo de sabana contaminado con un hidrocarburo de petróleo extrapesado) (Citado el 30.03.2017). Disponible en: http://www.redalyc.org/pdf/620/62029966017.pdf
23. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante compost de aserrín y estiércoles (citado el 01.04.2017).Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/ bitstream/cybertesis/ 2290/1/ Buend% C3 % ADa_rh.pdf
24. “Uso De Métodos Directo E Indirecto En La Caracterización De Un Sitio Contaminado Por Hidrocarburos” (Citado el 01.04.2017).Disponible en: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2669/Tesis.pdf?sequence=1.
25. Suelos Contaminados Con Hidrocarburos Y Su Efecto En La Formación De Agregados Del Suelo En La Venta, Tabasco (Citado el 01.04.2017).Disponible en: http://web.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/congresos/MORELOS/Extenso/CA/EC/CAC-03.pdf.
26. Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos en clima frio y templado ensayo y evaluación de distintas estrategias. (Citado el 01.04.2017). Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18082/Documento_completo.pdf?sequence=1.

27. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos: caracterización microbiológica, química y ecotoxicológica (Citado el 01.04.2017). Disponible en: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/42392/ 1/TESIS_MVINAS_ CANALS.pdf.
28. Definiciones. Ministerio del Ambiente (citado el 28.11.2020).Diposnible en: http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/definiciones/#:~:text=%C3%81rea%20de%20potencial%20inter%C3%A9s%3A%20extensi%C3%B3n,de%20potencial%20contaminaci%C3%B3n%20del%20suelo.
29. Impereb. (Citado el 28.11.2020). Disponible en: https://www.imperep.cl/post/napafre%C3%A1tica
30. SINIA. Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM .- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo (Citado el 28.1..2020).Disponible en: https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0.
31. Real academia española (Citado el 28.11.2020).Disponible en: https://dle.rae.es/aflorar.
32. Informe Final Diseño Monitoreo Frente Derrames de Hidrocarburos, Sr. Gustavo Castro Varela, junio 2007 (Citado el 15.12.2020),disponible en https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/INFORME_FINAL_ASESORIA_SAG_HCS2.pdf.
33. Resolución Directora/ Nº 669-2015-0EFAIDFSAI, Expediente Nº 072-2015-0EFAIDFSA/IPAS (Citado el 15.12.2020), disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=17856
34. Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos Ignacio Daniel Coria , 2007 (Citado el 15.12.2020), disponible en: http://sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/ing/UAIS-IGA-600-001%20-%20Remediacion.pdf.
35. APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE LANDFARMING PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS Paul Castillo-Rojas Piura, 2009 (Citado el 18.12.2020). Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3113/ICI_171.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
36. Tecnologías de remediación para suelos contaminados / T. Volke Sepúlveda, J.A. Velasco Trejo, 2002, (Citado el 21.12.2020), Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Velasco2/publication/31851896_Tecnologias_de_remediacion_para_suelos_contaminados_T_Volke_Sepulveda_JA_Velasco_Trejo/links/57e40e5b08ae06097a0bf479/Tecnologias-de-remediacion-para-suelos-contaminados-T-Volke-Sepulveda-JA-Velasco-Trejo.pdf.

ANEXO N° 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO: REMEDIACIÓN MEDIANTE VOLATILIZACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR DERRAMES Y AFLORAMIENTOS DE HIDROCARBUROS EN TALARA – PIURA 2018 **Tesista: ARTEAGA VEGA, Adderlin**					
PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**HIPÓTESIS**	**VARIABLES**	**INDICADORES**	**TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**
GENERAL: ¿Cómo la aplicación de la volatilización permitirá la remediación de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura? **ESPECÍFICOS:** ¿Cuáles serán las concentraciones iniciales de Fracciones de Hidrocarburos según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura?	**GENERAL:** Demostrar la remediación de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos mediante la volatilización en Talara-Piura. **ESPECÍFICOS:** Determinar las concentraciones iniciales de Fracciones de Hidrocarburos según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura.	**GENERAL** Los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos serán remediados significativamente aplicando la volatilización en Talara-Piura. **ESPECÍFICOS:** Las concentraciones iniciales de Fracciones de Hidrocarburos superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en Talara-Piura.	**INDEPENDIENTE:** **X_1:** Fracciones de hidrocarburos **DEPENDIENTE:** **Y**: Suelos contaminado **INTERVINIENTE**	**Concentración inicial:** **X_1: F1** (Carbono C5 - C10) > 500 (mg/kg MS) **X_2: F2** (Carbono C10 - C28) > 5000 (mg/kg MS) **X_3: F3** (Carbono C28 - C40) > 6000 (mg/kg MS) **X_0:** (muestra control) (mg/kg MS)	TIPO: Aplicado y Experimental NIVEL: Explicativo DISEÑO. DCA El modelo es el siguiente: $Xi = A + Bi + Cj + D^2$ Donde: Xi_i= Observación realizada en el i-ésimo bloque en la repetición j-ésima A= Es la medida general

¿Cuáles serán las propiedades físicas de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura? ¿Cuál serán las concentraciones finales de Fracciones de Hidrocarburos según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura?	- Identificar las propiedades físicas de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura. - Determinar las concentraciones finales de Fracciones de Hidrocarburos según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura.	Las propiedades físicas de los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización son óptimas para ser considerados aptos en Talara Piura. Las concentraciones finales de Fracciones de Hidrocarburos que permite una remediación significativa son menores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo vigente en los suelos contaminados por derrames y afloramientos de hidrocarburos en las diferentes parcelas después del proceso de remediación por volatilización en Talara-Piura.	Remediación por Volatilización	**Físicas:** - Color: pardo a grisáceo (normal) - Olor: Sin olor a Hidrocarburo. - Textura: Limo, Arcilla, Arena - Estructura: conglomerado, disuelto, en bloques. - Humedad **Concentración final:** **X_1: F1** (Carbono C5-C10) <= 500 (mg/kg MS) **X_2: F2** (Carbono C10-C28) <= 5000 (mg/kg MS) **X_3: F3** (Carbono C28-C40) <= 6000 (mg/kg MS) **X_0:** (muestra control) (mg/kg MS)	B_i= Denota el efecto del i-ésimo tratamiento C_j=Denota el efecto del j-ésimo bloque; y D^2= Denota el efecto aleatorio del error asociado a la observación Xi.

ANEXO N° 2. FOTOS DEL PROYECTO DE TESIS

Imagen N° 5: Muestreo en el Área de Acopio Norte y Sur

Imagen N° 6: Demarcación y Ubicación de Estacas en los Vértices de las Parcelas

Imagen N° 7: Medición de los Suelos de Acuerdo al Grado de Afectación

Imagen N° 8: Carguío, transporte y descarga del suelo a las parcelas

ANEXO N° 3 – FORMATO DE CONTROL DE VIAJES DE LOS VOLQUETES

CONTROL DE MOVIMIENTO DE SUELOS / REGISTRO DE VIAJES										
N° DE VIAJES	**FECHA**	**ZONA DE ACOPIO (SUR/NORTE)**	**ALTURA**	**PARCELA DE LLEGADA (P1, P4, P9)**	**VOLUMEN TRASLADADO (M3)**	**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL MATERIAL TRASLADADO (OLOR/COLOR)**	**COV DEL MATERIAL TRASLADADO (PPM)**	**MUESTRA PARA LABORATORIO**	**OBSERVACIONES (TIPO DE SUELO)**	**VOLUMEN ACUMULADO (M3)**

ANEXO N° 4. VALIDACIÓN DE LOS INFORMES DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-020

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 24250/2018

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del informe de ensayo 24250/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
0826-P4-C01	239178/2018-1.0	lsmsapp&1871512
0826-A. Norte-M01	239179/2018-1.0	lsmsapp&1572512

ALS LS Perú S.A.C. resguarda la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LMS: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
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.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (51) 488-9500
Av. Dolores 187, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 28273/2018

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16937	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics Using GC/FID
12737	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del informe de Ensayo 28273/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los números en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
6926-PS-C1	2568 28/2018-1.0	otmntop82820852
6926-PS-C2	2568 29/2018-1.0	ptmntop82820852

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
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.

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 29860/2018

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 29860/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
6806-P9-C1	29860/2018-1.0	qsmtopik2018062
6806-P9-C2	29860/2018-1.0	rtmtopik2018062

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LMD: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
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.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 28825/2018

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16827	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics Using GC/FID
12737	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del informe de Ensayo 28825/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código Único de Autenticidad
6826-P4-C1	26:608/2018-1.0	qnqqqqp82595162
6826-P4-C2	26:608/2018-1.1	pnrrqp82595162

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras ensayadas en el presente informe.
El lote de muestras que incluyó el presente informe será descartado a los 10 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
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.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 33845/2018

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 33845/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código Único de Autenticidad
0026-P3-C1	93055/2018-1.0	[illegible]
0026-P3-C2	93055/2018-1.0	[illegible]

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LMC: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
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.

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 35442/2018

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16927	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics Using GC/FID
32757	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del informe de ensayo 35442/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación.

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
8508-PS-C1	514914/2018-1.1	rmrqrp8.9429413
8508-PS-C2	514916/2018-1.1	rmrqrp8.9429413

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1850 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
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.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-020

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 36325/2018

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16927	LIMA	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics Using GC/FID
12727	LIMA	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del informe de ensayo 36325/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los números en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código Único de Autenticidad
G02G-P9-SM1	124679/2018-1.0	qwntop&3376421
G02G-P9-SM2	124680/2018-1.0	qwntop&3380421
G02G-P9-SM3	124681/2018-1.0	rtntop&3380421
G02G-P9-SM4	124683/2018-1.0	stntop&3380421

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LIMA: Av. Argentina 1858 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
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.

Av. República de Argentina N° 1858, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FOT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 37676/2018

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 37676/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los números en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código Único de Autenticidad
6926-P8-M04	336803/2018-1.0	qmntop&3508633
6926-P8-M05	336804/2018-1.0	qpntop&3508633
6926-P10-M03	336805/2018-1.0	rjmntop&3508633
6926-P10-M02	336809/2018-1.0	rjpntop&3508633
6926-P10-M03	336810/2018-1.0	sjmntop&3508633
6926-P9-M26	336808/2018-1.0	lqmntop&3508633
6926-P9-M27	336806/2018-1.0	mqmntop&3508633
6926-P9-M28	336811/2018-1.0	nqmntop&3508633
6926-P9-M29	336812/2018-1.0	oqmntop&3508633
6926-P9-M30	336813/2018-1.0	pqmntop&3508633
6926-P3-M1	336814/2018-1.0	qqmntop&3508633
6926-P3-M2	336815/2018-1.0	rqmntop&3508633
6926-P3-M3	336817/2018-1.0	sqmntop&3508633
6926-P2-M4	336818/2018-1.0	tqmntop&3508633
6926-P2-M5	336819/2018-1.0	uqmntop&3508633
6926-P2-M6	336820/2018-1.0	lmntop&3508633
6926-P3-M0	336821/2018-1.0	nmntop&3508633

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código Único de Autenticidad
6926-P3-M8	336822/2018-1.0	omntop&3508633
6926-P3-M9	336824/2018-1.0	pmntop&3508633
6926-PG-18	336825/2018-1.0	qmntop&3508633
6926-PG-19	336826/2018-1.0	rmntop&3508633
6926-PG-20	336827/2018-1.0	smntop&3508633
6926-P4-M10	336828/2018-1.0	tmntop&3508633
6926-P4-M11	336829/2018-1.0	umntop&3508633
6926-P4-M12	336830/2018-1.0	lsmntop&3508633
6926-P4-M13	336831/2018-1.0	msmntop&3508633
6926-P5-M14	336832/2018-1.0	nsmntop&3508633
6926-P5-M15	336833/2018-1.0	osmntop&3508633
6926-P5-M16	336834/2018-1.0	psmntop&3508633
6926-P5-M17	336835/2018-1.0	qsmntop&3508633
6926-P7-M21	336836/2018-1.0	rsmntop&3508633
6926-P7-M22	336837/2018-1.0	ssmntop&3508633
6926-P7-M23	336838/2018-1.0	tsmntop&3508633

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LMB: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
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.

ANEXO N° 5
GUÍA DE MUESTREO DE SUELOS
(39 hojas)

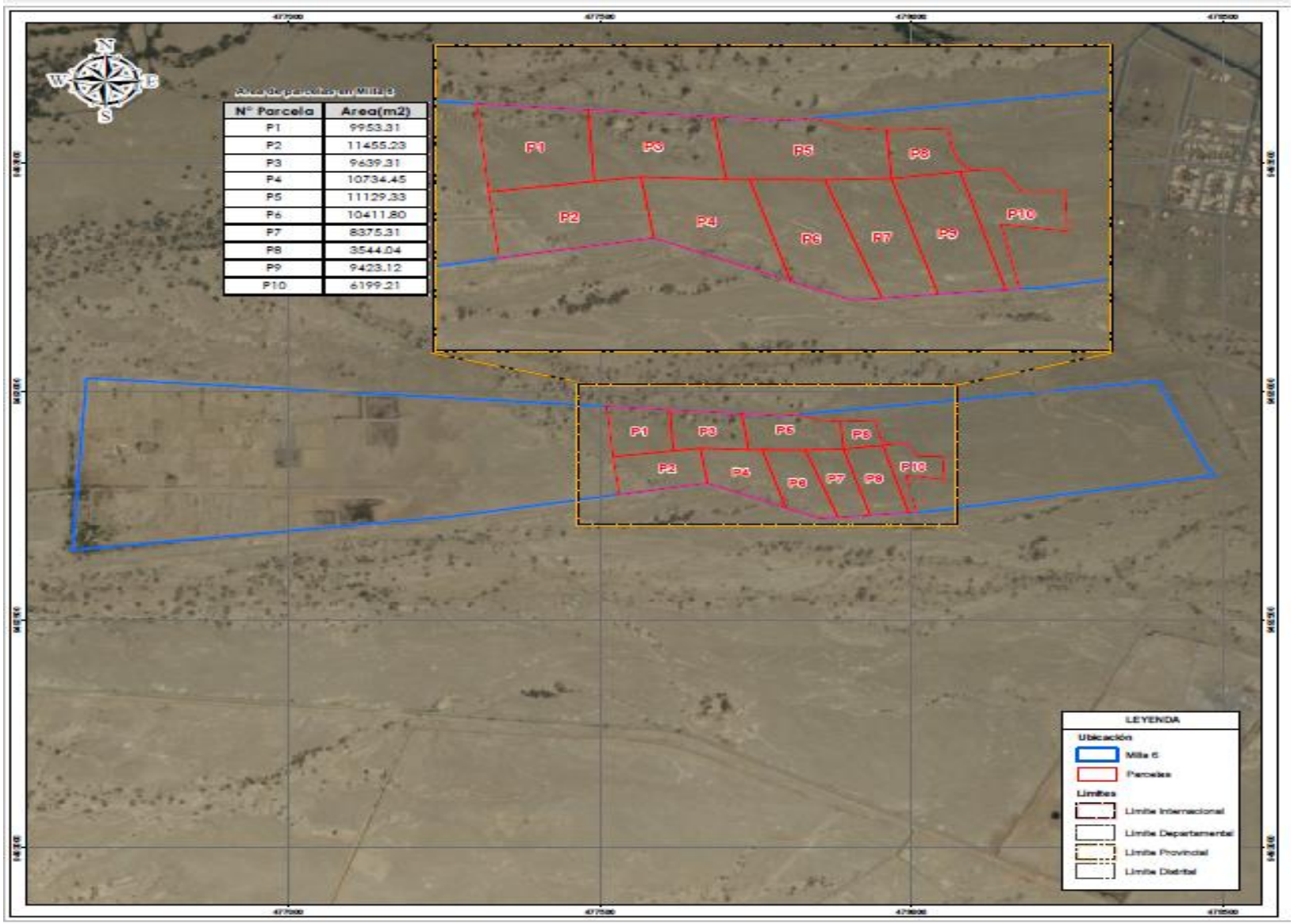
MINISTERIO DEL AMBIENTE
Vice Ministerio de Gestión Ambiental
Dirección General de Calidad Ambiental

GUÍA PARA MUESTREO DE SUELOS

En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

2014

ANEXO N° 6. Mapa 1: Distribución Final de las Parcelas



N° Parcela	Area(m2)
P1	9953.31
P2	11455.23
P3	9639.31
P4	10734.45
P5	11129.33
P6	10411.80
P7	8375.31
P8	3544.04
P9	9423.12
P10	6199.21

ANEXO N° 7. INFORME DE ENSAYO MUESTREO INICIAL ACOPIO SUR Y NORTE (13.03.2018)

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 13484/2018

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.

Av. Jose Galvez Barrenechea Nro. 566 Urb. Corpac (Of. 401) San Isidro Lima Lima

Proyecto N° 6926

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 23/06/2018

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 5

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 13484/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS				131466/2018-1.0	131467/2018-1.0	131468/2018-1.0
Fecha de Muestreo				13/03/2018	13/03/2018	13/03/2018
Hora de Muestreo				15:10:00	15:00:00	15:05:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				6926-1-C1-1,10	6926-1-C2-1,10	6926-1-C3-1,10
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
GDS ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Difenilos policlorados						
PCB Total	16985	mg/kg	0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142
GDS ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - BTEX						
Benceno	12701	mg/kg	0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Tolueno	12701	mg/kg	0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012
Etilbenceno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
m,p-Xileno	12701	mg/kg	0,011	< 0,011	< 0,011	< 0,011
o-Xileno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Xilenos	12701	mg/kg	0,019	< 0,019	< 0,019	< 0,019
GDS ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	13890	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	0,9	3934	471,0	2707
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	0,9	3586	350,4	7370

Nº ALS LS				131469/2018-1.0	131470/2018-1.0	131471/2018-1.0
Fecha de Muestreo				14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de Muestreo				14:50:00	10:50:00	15:30:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				6926-1-C4-1,50	6926-1-C5-1,80-50	6926-1-C6-2,00-50
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
GDS ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Difenilos policlorados						
PCB Total	16985	mg/kg	0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142
GDS ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - BTEX						
Benceno	12701	mg/kg	0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Tolueno	12701	mg/kg	0,012	< 0,012	< 0,012	28,69
Etilbenceno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	3,330	18,68
m,p-Xileno	12701	mg/kg	0,011	< 0,011	64,00	156,7
o-Xileno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	30,19	66,91
Xilenos	12701	mg/kg	0,019	< 0,019	94,98	223,6
GDS ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	13890	mg/kg	0,6	< 0,6	980,6	922,3
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	0,9	2590	10261	5861
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	0,9	6372	5283	4350

Nº ALS LS				131472/2018-1.0	131473/2018-1.0	131474/2018-1.0
Fecha de Muestreo				14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de Muestreo				15:20:00	15:50:00	16:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				6926-1-C7-2,00-50	6926-1-C8-2,00-50	6926-1-C9-2,00-50
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
GDS ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Difenilos policlorados						
PCB Total	16985	mg/kg	0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142
GDS ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - BTEX						
Benceno	12701	mg/kg	0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Tolueno	12701	mg/kg	0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012
Etilbenceno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
m,p-Xileno	12701	mg/kg	0,011	< 0,011	< 0,011	< 0,011
o-Xileno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Xilenos	12701	mg/kg	0,019	< 0,019	< 0,019	< 0,019
GDS ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	13890	mg/kg	0,6	< 0,6	32,5	< 0,6

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 13484/2018

Nº ALS LS				121471/2018-1.0	121473/2018-1.0	111474/2018-1.0
Fecha de Muestreo				14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de Muestreo				15:00:00	15:50:00	18:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				0016-1-C7-2,00-18	0016-1-C8-2,00-18	0016-1-C9-1,80-19
Parámetro	Ref. MA.	Unidad	LD			
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	0,9	2295	6455	1318
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	0,9	4729	4411	2369

Nº ALS LS				111475/2018-1.0	111476/2018-1.0	121477/2018-1.0
Fecha de Muestreo				14/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de Muestreo				16:15:00	09:30:00	10:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				0016-1-C10-1,50-18	0016-1-C11-1,80-19	0016-1-C12-1,50-18
Parámetro	Ref. MA.	Unidad	LD			
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos policlorados						
PCB Total	16985	mg/kg	0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - BTEX						
Benceno	12701	mg/kg	0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Tolueno	12701	mg/kg	0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012
Etilbenceno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
m,p-Xilenos	12701	mg/kg	0,011	< 0,011	< 0,011	< 0,011
o-Xileno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Xilenos	12701	mg/kg	0,019	< 0,019	< 0,019	< 0,019
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	12890	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	0,9	1750	1497	11,2
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	0,9	4236	1174	19,6

Nº ALS LS				111478/2018-1.0	111479/2018-1.0
Fecha de Muestreo				15/03/2018	15/03/2018
Hora de Muestreo				10:00:00	11:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo
Identificación				0016-1-C13-1,80-18	0016-1-C14-1,80-18
Parámetro	Ref. MA.	Unidad	LD		
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos policlorados					
PCB Total	16985	mg/kg	0,0142	< 0,0142	< 0,0142
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - BTEX					
Benceno	12701	mg/kg	0,004	< 0,004	< 0,004
Tolueno	12701	mg/kg	0,012	< 0,012	< 0,012
Etilbenceno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	< 0,008
m,p-Xilenos	12701	mg/kg	0,011	< 0,011	< 0,011
o-Xileno	12701	mg/kg	0,008	< 0,008	< 0,008
Xilenos	12701	mg/kg	0,019	< 0,019	< 0,019
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo					
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	12890	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	0,9	5635	3362
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	0,9	8088	2352

Observaciones

LD = Límite de detección.

Los resultados de suelos se expresan en base seca.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

ANEXO N° 8 – REGISTRO DE TOMAS DE MUESTRAS

	TOMA DE MUESTRAS DE SUELO	REG-02

REGISTROS APLICABLES	Nº Rev. 1	Fecha: 02/16	Pág. 2 / 2

Código muestra	PDM	Profundidad (desde-hasta)	Fecha	Hora	Litología o textura / Compactación - consistencia	Lectura PID (ppm) / XRF / Petroflag	Humedad	Características organolépticas			Cantidad de muestra Kg	Área muestreo (m²) y número de submuestras*
								Color	Olor	Saturación		
6926-P7-C01	SM1 al SM9	0.0-0,25	7/5/18	14:15	Arena limosa	56-238	Ligero	No	leve	No	0,5 Kg	4199
6926-P7-C02	SM10 al SM18	0,0-0,25	7/5/18	15:00	"	427-453	Ligero	No	leve	No	0,5	4199
6926-P6-C01	SM1 al SM9	0,0-0,25	7/5/18	16:40	Arena limosa	115-452,8	Ligero	No	leve	No	0,5	
6926-P4-C01	SM1 al SM9	0,0-0,25	8/5/18	15:30	Arena limosa	1033-519,6	Ligero	No	Moderado	No	0,5	
6926-P5-C01	SM1 al SM9	0,0-0,25	8/5/18	12:26	Arena limosa	271-830	Ligero	No	Moderado	No	0,5	
6926-P5-C02	SM10 al SM18	0,0-0,25	8/5/18	13:20	Arena limosa	2965-825,8	Ligero	Leve	Fuerte	No	0,5	
6926-A.Norte M01	M01	0,0-0,30	8/5/18	16:00	Arena con barro	-	Moderada	Fuerte	Fuerte	Si	0,5	—

NOTA:
* Solo para muestras compuestas.

Activar Windows
Ve a Configuración para Windows

ANEXO N° 9 - INFORME DE ENSAYO DEL PRIMER MUESTREO / INFORME DE ENSAYO 24250 DEL 08.05.2018, INFORME DE ENSAYO 28273 DEL 28.05.2018 E INFORME DE ENSAYO 29860, DEL 04.06.2018.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

INACAL DA - Perú

FDT 031 - 01

INFORME DE ENSAYO: 24250/2018

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.

Av. Jose Galvez Barrenechea Nro. 566 Urb. Corpac (Of. 401) San Isidro Lima Lima

Proyecto N° 6926

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 21/05/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 3

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-020

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 24250/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS				219378/2018-1.0	219379/2018-1.0
Fecha de Muestreo				08/05/2018	08/05/2018
Hora de Muestreo				15:30:00	16:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo
Identificación				6035-P4-CO1	6016-A, Norte-M01
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD		
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo					
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	12800	mg/kg	0.6	48.9	871.6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	0.9	5712	23971
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	0.9	3630	7300

Observaciones

LD = Límite de detección.
Los resultados de suelos se expresan en base seca.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	0.6	mg/kg	< 0.6	11/05/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	0.9	mg/kg	< 0.9	12/05/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	0.9	mg/kg	< 0.9	12/05/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	91.3	59.7-137.5	11/05/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	102.9	63-154.1	11/05/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	121.9	42.9-143.1	11/05/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Responsable Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
6035-P4-CO1	Cliente	Suelo	10/05/2018	08/05/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	9492804N / 477685E; 9492818N / 477686E; 9492869N / 477704E; 9492790N / 477715E; 9492809N / 477731E; 9492841N / 477733E; 9492732N / 477746E; 9492803N / 477765E; 9492828N / 477742E
6016-A, Norte-M01	Cliente	Suelo	10/05/2018	08/05/2018	9492830N 477151E	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Suelo	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12800	LMC	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C5-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
12737	LMC	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 28273/2018

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.

Av. Jose Galvez Barrenechea Nro. 568 Urb. Corpac (Of. 401) San Isidro Lima Lima

Proyecto Nº 6926

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 19/06/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 28273/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS				28273/2018-1.0	28273/2018-1.0
Fecha de Muestreo				28/05/2018	28/05/2018
Hora de Muestreo				12:30:00	15:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo
Identificación				6926-P1-C1	8916-P1-C2
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD		
DES ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo					
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16527	mg/kg	0.6	11,9	11,4
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	11737	mg/kg	0.9	2455	2504
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	11737	mg/kg	0.9	3452	4856

Observaciones

LD: Límite de detección.
Los resultados de suelos, lodos y sedimentos se expresan en base seca.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	0.6	mg/kg	< 0,6	01/06/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	0.9	mg/kg	< 0,9	01/06/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	0.9	mg/kg	< 0,9	01/06/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	108.1	58.7-131.5	01/06/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	106.3	63-164.3	01/06/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	125.3	42.8-143.1	01/06/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en los tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Hoja del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
6926-P1-C1	Cliente	Suelo	31/05/2018	28/05/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477541E / 9482865N, 0477540E / 9482863N, 0477536E / 9482901N, 0477544E / 9482916N, 0477532E / 9482956N, 0477531E / 9482954N, 0477560E / 9482953N, 0477565E / 9482988N, 0477567E / 9482991N
8916-P1-C2	Cliente	Suelo	31/05/2018	28/05/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477565E / 9482935N, 0477570E / 9482884N, 0477571E / 9482870N, 0477602E / 9482872N, 0477601E / 9482887N, 0477599E / 9482984N, 0477598E / 9482923N, 0477598E / 9482938N, 0477596E / 9482952N

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 480-0500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 29860/2018

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.

Av. Jose Galvez Barrenechea Nro. 566 Urb. Corpac (Of. 401) San Isidro Lima Lima

Proyecto N° 6926

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 19/06/2018

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 480-9600
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 29860/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 2

N° ALS LS				29860/2018-1.0	29860/2018-1.0
Fecha de Muestreo				04/06/2018	04/06/2018
Hora de Muestreo				15:00:00	15:50:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo
Identificación				6926-P3-C1	6926-P3-C2
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD		
006 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo					
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	18327	mg/kg	0.6	24.3	22.7
Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28)	18301	mg/kg	0.9	2948	5741
Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)	18301	mg/kg	0.9	4498	2383

Observaciones

LD: Límite de detección.
Los resultados de suelos, lodos y sedimentos se expresan en base seca.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	0.6	mg/kg	<0.6	12/06/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	110.9	58.7-137.5	12/06/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución de análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Responsable Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
6926-P3-C1	Cliente	Suelo	07/06/2018	04/06/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477543E / 9492888N; 0477523E / 9492869N; 0477501E / 9492863N; 0477511E; 9492840N; 0477532E / 9492834N; 0477554E / 9492840N; 0477557E / 9492822N; 0477555E; 9492810N; 0477517E / 9492816N
6926-P3-C2	Cliente	Suelo	07/06/2018	04/06/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477531E / 9492898N; 0477566E / 9492796N; 0477567E / 9492787N; 0477573E / 9492774N; 0477551E / 9492770N; 0477509E / 9492767N; 0477507E / 9492745N; 0477555E / 9492747N; 0477485E / 9492759N

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
18327	LIME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics Using GC/FID
18301	LIME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, >C10-C28) (F3, >C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

ANEXO N° 10 - INFORMES DE ENSAYO DEL SEGUNDO MUESTREO / INFORME DE ENSAYO 28825, DEL 31.05.2018 E INFORMES DE ENSAYO 33845, DEL 22.06.2018).

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 28825/2018

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.

Av. Jose Galvez Barrenechea Nro. 586 Urb. Corpac (Of. 401) San Isidro Lima Lima

Proyecto N° 6926

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 19/06/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 3

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-0500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 28825/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 2

Nº ALS LS				2818[illegible]-10	2818[illegible]-11
Fecha de Muestreo				31/05/2018	31/05/2018
Hora de Muestreo				11:00:00	12:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo
Identificación				6926-P4-C1	6916-P4-C2
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD		
DRO ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo					
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	10927	mg/kg	0.6	44,6	44,3
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	11797	mg/kg	0.9	4955	4755
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	11797	mg/kg	0.9	4295	3217

Observaciones

LD: Límite de detección.

Los resultados de suelos, lodos y sedimentos se expresan en base seca.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	0.6	mg/kg	< 0,6	05/06/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	0.9	mg/kg	< 0,9	05/06/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	0.9	mg/kg	< 0,9	05/06/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	82,7	58.7-137.5	05/06/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	88,9	65-164.1	06/06/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	108.9	42.8-143.1	06/06/2018

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
6926-P4-C1	Cliente	Suelo	04/06/2018	31/05/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477[illegible]E / 9492815N; 0477707E / 9492806N; 0477729E / 9492800N; 0477750E / 9492792N; 0477771E / 9492785N; 0477781E / 9492781N; 0477777E / 9492823N; 0477752E / 9492829N; 0477728 / 9492837N
6916-P4-C2	Cliente	Suelo	04/06/2018	31/05/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477[illegible]E / 9492831N; 0477699E / 9492839N; 0477679E / 9492830N; 0477679E / 9492869N; 0477696E / 9492859N; 0477710E / 9492858N; 0477726E / 9492857N; 0477745E / 9492855N; 0477766E / 9492852N

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-0500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 031 - 01

INFORME DE ENSAYO: 33845/2018

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.

Av. Jose Galvez Barrenechea Nro. 566 Urb. Corpac (Of. 401) San Isidro Lima Lima

Proyecto N° 6926

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 03/07/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 466-0500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 33845/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del Item: 2

HT ALS LS				33845/2018-1.0	33845/2018-1.0
Fecha de Muestreo				22/06/2018	22/06/2018
Hora de Muestreo				11:00:00	16:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo
Identificación				6026-P9-C1	6026-P9-C2
Parámetro	Ref. MA.	Unidad	LD		
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo					
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16027	mg/kg	0,6	14,1	14,9
Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28)	18303	mg/kg	0,9	6937	6835
Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)	18303	mg/kg	0,5	4665	5034

Observaciones

LD: Límite de detección.
Los resultados de suelos, Lodos y sedimentos se expresan en base seca.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	0,6	mg/kg	<0,6	25/06/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	89,1	50.7-137.5	25/06/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Respo del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
6026-P9-C1	Cliente	Suelo	25/06/2018	22/06/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477942E / 9492830N; 0477923E / 9492864N; 0477903E / 9492857N; 0477910E / 9492839N; 0477930E / 9492839N; 0477939E / 9492839N; 0477935E / 9492840N; 0477957E / 9492810N; 0477937E / 9492813N; 0477903E / 9492809N
6026-P9-C2	Cliente	Suelo	25/06/2018	22/06/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477937E / 9492780N; 0477965E / 9492760N; 0477930E / 9492750N; 0477987E / 9492775N; 0477998E / 9492771N; 0477939E / 9492762N; 0477937E / 9492741N; 0477965E / 9492743N; 0477986E / 9492748N

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16027	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics Using GC/FID
18303	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, >C10-C28) (F3, >C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

ANEXO N° 11 - INFORMES DE ENSAYO DEL TERCER MUESTREO / INFORME DE ENSAYO 35442, DEL 02.07.2018.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 35442/2018

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.

Av. Jose Galvez Barrenechea Nro. 566 Urb. Corpac (Of. 401) San Isidro Lima Lima

Proyecto Nº 6926

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 12/07/2018

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 3

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 35442/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

N° ALS LS				314904/2018-1.1	314906/2018-1.1
Fecha de Muestreo				02/07/2018	02/07/2018
Hora de Muestreo				10:40:00	14:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo
Identificación				6926-P3-C1	6926-P3-C2
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD		
DEL ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo					
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16527	mg/kg	0,6	19,4	13,6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	1,0	6458	3302
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	1,0	4367	3024

Observaciones

LD: Límite de detección.

Los resultados de suelos, lodos y sedimentos se expresan en base seca.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	0,6	mg/kg	< 0,6	03/07/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	1,0	mg/kg	< 1,0	02/07/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	1,0	mg/kg	< 1,0	02/07/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	89,2	53,7-137,5	03/07/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	97,5	---	02/07/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	122,1	---	02/07/2018

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución de el análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Responsable Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
6926-P3-C1	Cliente	Suelo	03/07/2018	02/07/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477941E / 9492870N; 0477925E / 9492869N; 0477963E / 9492857N; 0477910E / 9492853N; 0477990E / 9492839N; 0477960E / 9492840N; 0477997E / 9492820N; 0477937E / 9492813N; 0477920E / 9492806N
6926-P3-C2	Cliente	Suelo	03/07/2018	02/07/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Georeferencia: 0477027E / 9492780N; 0477945E / 9492759N; 0477970E / 9492760N; 0477967E / 9492775N; 0477949E / 9492773N; 0477986E / 9492762N; 0477637E / 9492741N; 0477663E / 9492743N; 0477666E / 9492749N

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

ANEXO N° 12 - INFORME DE ENSAYO DEL CUARTO MUESTREO / INFORME DE ENSAYO 36325, DEL 05.07.2018.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 36325/2018

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.

Av. Jose Galvez Barrenechea Nro. 566 Urb. Corpac (Of. 401) San Isidro Lima Lima

Proyecto Nº 6926

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 12/07/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 3

Av. República de Argentina N° 1659, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 36325/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 3

Nº ALS LS				324678/2018-1.0	324680/2018-1.0	324681/2018-1.0
Fecha de Muestreo				05/07/2018	05/07/2018	05/07/2018
Hora de Muestreo				15:50:00	16:10:00	16:30:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				6016-P5-SM1	6005-P5-SM2	6006-P5-SM3
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16907	mg/kg	0.6	14.1	10,7	12,1
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	1.0	2353	3260	2858
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	1.0	1438	5789	3051

Nº ALS LS				324681/2018-1.0
Fecha de Muestreo				05/07/2018
Hora de Muestreo				16:50:00
Tipo de Muestra				Suelo
Identificación				6006-P5-SM3
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo				
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16907	mg/kg	0,6	< 0.6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	1,0	477,7
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	1,0	258,1

Observaciones

LD: Límite de detección.
Los resultados de suelos, lodos y sedimentos se expresan en base seca.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	0,6	mg/kg	< 0,6	09/07/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	1,0	mg/kg	< 1,0	10/07/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	1,0	mg/kg	< 1,0	10/07/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	84,7	56,7-137,5	09/07/2018
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	96,2	70-130	10/07/2018
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	99,2	70-130	10/07/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Responsable Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
6016-P5-SM1	Cliente	Suelo	07/07/2018	05/07/2018	9493849N 0477912E	---	Proporcionada por el cliente	Reservado por el cliente
6005-P5-SM2	Cliente	Suelo	07/07/2018	05/07/2018	9493853N 0477941E	---	Proporcionada por el cliente	Reservado por el cliente
6006-P5-SM3	Cliente	Suelo	07/07/2018	05/07/2018	9493827N 0477950E	---	Proporcionada por el cliente	Reservado por el cliente
6026-P5-SM4	Cliente	Suelo	07/07/2018	05/07/2018	9493824N 0477922E	---	Proporcionada por el cliente	Reservado por el cliente

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 408-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

ANEXO N° 13 - INFORME DE ENSAYO DEL MUESTREO FINAL / INFORME DE ENSAYO 37676, DEL 10.07.2018.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 37676/2018

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.

Av. Jose Galvez Barrenechea Nro. 568 Urb. Corpac (Of. 401) San Isidro Lima Lima

Proyecto Nº 6926

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 19/07/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 37676/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del Item: 5

Nº ALS LS				316803/2018-LO	316809/2018-LO	316805/2018-LO
Fecha de Muestreo				10/07/2018	10/07/2018	10/07/2018
Hora de Muestreo				14:00:00	14:35:00	14:55:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				0016-P8-M26	0016-P8-M29	0016-P10-M31
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
DOS ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16927	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	1,0	1753	1904	2075
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	1,0	1967	1623	2086

Nº ALS LS				316806/2018-LO	316807/2018-LO	316808/2018-LO
Fecha de Muestreo				10/07/2018	10/07/2018	11/07/2018
Hora de Muestreo				15:15:00	15:35:00	14:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				0016-P10-M32	0016-P10-M33	0016-P9-M28
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
DOS ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16927	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	1,0	1677	1741	1270
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	1,0	1595	1436	1650

Nº ALS LS				316809/2018-LO	316811/2018-LO	316812/2018-LO
Fecha de Muestreo				11/07/2018	10/07/2018	10/07/2018
Hora de Muestreo				14:23:00	16:05:00	15:50:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				0016-P9-M27	0016-P9-M30	0016-P9-M29
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
DOS ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16927	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	1,0	2486	1579	2451
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	1,0	1668	1620	1818

Nº ALS LS				316813/2018-LO	316814/2018-LO	316815/2018-LO
Fecha de Muestreo				10/07/2018	11/07/2018	11/07/2018
Hora de Muestreo				15:35:00	08:45:00	09:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				0016-P9-M30	0016-P1-M1	0016-P1-M2
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
DOS ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16927	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	1,0	1785	1598	1273
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	1,0	1331	1767	1350

Nº ALS LS				316817/2018-LO	316818/2018-LO	316819/2018-LO
Fecha de Muestreo				11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018
Hora de Muestreo				09:05:00	09:35:00	09:32:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				0016-P1-M3	0016-P2-M4	0016-P2-M5
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
DOS ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	16927	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	mg/kg	1,0	3675	1506	1120
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	mg/kg	1,0	2626	1942	1346

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

NOTA BIOGRÁFICA

ADDERLIN ARTEAGA VEGA

Nació en Huánuco, Perú, el 26 de julio de 1988, en un hogar conformado por sus padres y 3 hermanos. Es padre de 2 hijas.

Desde niño quiso hacer realidad su sueño de ser ingeniero, por lo que sus padres decidieron que debía estudiar en un colegio nacional integrado. Es así como cursó sus estudios primarios en la I.E. Mirko Artemio Valverde Almeida y secundarios en la I.E. "El Amauta" J.C.M. culminando sus estudios en el 2014.

Realizó sus estudios universitarios en la Universidad de Huánuco donde obtuvo el grado de Bachiller en el 2014 y el título de Ingeniero Ambiental en el 2015.

Desde ese entonces comenzó a trabajar para la Refinería Talara-PETROPERÚ S.A. en el cargo de Supervisor de Gestión Ambiental y luego como Supervisor Ambiental PMRT.
Así también, comenzó a laborar y dictar clases para programas de diplomados en diferentes empresas del Perú, en temas de Fiscalización Ambiental, Estudios de Impacto Ambiental, Proyectos Ambientales, Monitoreos Ambientales, y otros.

Por otra parte, en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, dos años más tarde, comenzó sus estudios de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible con Mención en Gestión Ambiental, concluyéndolo satisfactoriamente.

Es una persona perseverante y comprometida con su trabajo, por eso le gusta leer e investigar sobre temáticas ambientales para innovar las buenas prácticas y plasmarlas en donde se desarrolle como profesional.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 009-2019-SUNEDU/CD

Huánuco – Perú

ESCUELA DE POSGRADO

Campus Universitario, Pabellón V "A" 2do. Piso – Cayhuayna
Teléfono 514760 -Pág. Web: www.posgrado.unheval.edu.pe

ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE MAESTRO

En la Plataforma Microsoft Teams de la Escuela de Posgrado, siendo las **19:00h,** del día lunes **31 DE MAYO DE 2021** ante los Jurados de Tesis constituido por los siguientes docentes:

Dr. Zosimo Pedro JACHA AYALA	Presidente
Mg. Neil Raul CORI VARGAS	Secretario
Mg. Jean Paul BERROSPI NORIA	Vocal

Asesor de tesis: Dr. Max John ZAVALA SOLORZANO (Resolución N° 1414-2018-UNHEVAL/EPG-D)

El aspirante al Grado de Maestro en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, mención en Gestión Ambiental, Don Adderlin ARTEAGA VEGA.

Procedió al acto de Defensa:

Con la exposición de la Tesis titulado: **"REMEDIACIÓN MEDIANTE VOLATILIZACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR DERRAMES Y AFLORAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN TALARA PIURA".**

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante al Grado de Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

a) Presentación personal.
b) Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y recomendaciones.
c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
d) Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis **las observaciones** siguientes:

.....

.....

Obteniendo en consecuencia el Maestrista la Nota de.....Dieciseis..... (16)
Equivalente a .....Bueno....., por lo que se declara .....Aprobado.....
(Aprobado o desaprobado)

Los miembros del Jurado firman el presente **ACTA** en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 21:00 horas de 31 de mayo de 2021.

PRESIDENTE
DNI N° 22404184

SECRETARIO
DNI N° 70067703

VOCAL
DNI N° 22608134

Leyenda:
19 a 20: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno

(Resolución N° 01007-2021-UNHEVAL/EPG)

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA DE POSGRADO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe:

Dr. Amancio Ricardo Rojas Cotrina

HACE CONSTAR:

Que, la tesis titulada: ***REMEDIACIÓN MEDIANTE VOLATILIZACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR DERRAMES Y AFLORAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN TALARA PIURA,*** *realizado por el Maestro en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, mención en Gestión Ambiental* ***Adderlin ARTEAGA VEGA****, cuenta con un* ***índice de similitud del 19%****, verificable en el Reporte de Originalidad del software* ***Turnitin****. Luego del análisis se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio; por lo expuesto, la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor de 20% establecido en el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.*

Cayhuyna, 13 de diciembre de 2021.

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" ESCUELA DE POSGRADO DIRECTOR HUÁNUCO

Dr. Amancio Ricardo Rojas Cotrina

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE POSGRADO

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE POSGRADO

1. **IDENTIFICACIÓN PERSONAL**

Apellidos y nombres: **ADDERLIN ARTEAGA VEGA**

DNI: 46018561 **Correo electrónico: aderlin_23@hotmail.com**

Teléfono de casa: **Celular: 944729805** **Oficina:**

2. **IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS**

POSGRADO
Maestría: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
Mención: Gestión Ambiental

Grado académico obtenido:

Maestro en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Mención Gestión Ambiental

Título de la tesis:

REMEDIACIÓN MEDIANTE VOLATILIZACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR DERRAMES Y AFLORAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN TALARA – PIURA

Tipo de acceso que autoriza el autor:

Marcar "X"	Categoría de acceso	Descripción de acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible el documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo.

Al elegir la opción "Público" a través de la presente autorizo de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

( ) 1 año ( ) 2 años ( ) 3 años ( ) 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 09-12-2021

Firma del autor