

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFLUENCIA DEL ICTIOCOMPOST PARA
LA DEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS
TOTALES DE PETRÓLEO EN SUELOS CO
NTA**

AUTOR

LIZARRAGA JOSE QUISPE DIANA

RECUENTO DE PALABRAS

18470 Words

RECUENTO DE CARACTERES

103995 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

119 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.8MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 21, 2024 10:09 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 21, 2024 10:11 AM GMT-5

● 14% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS

(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (X) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	Quispe Gonzales Diana
D.N.I.:	75791318
Otro Documento:	
Nacionalidad:	Peruana
Teléfono:	902738609
e-mail:	dianaggonz@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	Facultad de ingeniería y gestión
Programa Académico:	Tesis
Título Profesional otorgado:	Ingeniera Ambiental

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	Influencia del ictiocompost para la degradación de hidrocarburos totales de petróleo en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023
Fecha de Sustentación:	04 de diciembre de 2023
Calificación:	Aprobado por distinción
Año de Publicación:	2024



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:


Motivos de la elección del acceso restringido:

Quispe Gonzales Diana

APELLIDOS Y NOMBRES

75791318

DNI



Firma y huella:



Lima, 22 de febrero del 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (X) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	LIZARRAGA DAVILA JOSE RODRIGO
D.N.I.:	71262692
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	973874523
e-mail:	joserodrigolizarragadevila@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTION
Programa Académico:	TESIS
Título Profesional otorgado:	INGENIERO AMBIENTAL

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	"INFLUENCIA DEL ICTIOCOMPOST PARA LA DEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO EN SUELOS CONTAMINADOS DE TALLERES MECÁNICOS, 2023"
Fecha de Sustentación:	04 DE DICIEMBRE DEL 2023
Calificación:	APROBADO POR DISTINCIÓN
Año de Publicación:	2024



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	<input type="checkbox"/>

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

LIZARRAGA DAVILA, JOSE RODRIGO

APELLIDOS Y NOMBRES

71262692

DNI

[Firma manuscrita]

Firma y huella:



Lima, 8 de febrero del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**“INFLUENCIA DEL ICTIOCOMPOST PARA LA DEGRADACIÓN DE
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO EN SUELOS
CONTAMINADOS DE TALLERES MECÁNICOS, 2023”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES

QUISPE GONZALES, DIANA

ORCID: 0009-0007-3899-6834

LIZARRAGA DAVILA, JOSE RODRIGO

ORCID: 0009-0007-2308-4226

ASESOR

GARZON FLORES, ALCIDES

ORCID: 0000-0002-0218-8743

Villa El Salvador

2023



DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En Villa El Salvador, siendo las 11:30 a.m. del día 04 de diciembre del 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: JOSE ALFONSO APESTEGUIA INFANTES DNI N° 09359857 C.Q.F.P. N° 06538
 SECRETARIO: GUILLERMO LORENZO VILCHEZ OCHOA DNI N° 08968007 C.I.P. N° 046448
 VOCAL : RUBEN ARMANDO DAGA LOPEZ DNI N° 40791052 C.I.P. N° 117573
 ASESOR : ALCIDES GARZON FLORES DNI N° 70298997 C.I.P. N° 212079

Designados mediante Resolución de Decanato N° 378-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto del 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al: Grado de Bachiller Título Profesional

Doña: DIANA QUISPE GONZALES identificado(a) con D.N.I. N° 75791318 y Don: JOSE RODRIGO LIZARRAGA DAVILA identificado(a) con D.N.I. N° 71262692, procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación Tesis Trabajo de suficiencia Artículo científico

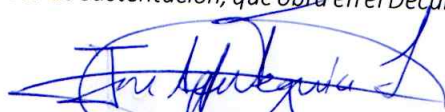
Titulado: "INFLUENCIA DEL ICTIOCOMPOST PARA LA DEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO EN SUELOS CONTAMINADOS DE TALLERES MECÁNICOS, 2023".


Aprobado mediante Resolución de Decanato N° 814-2023-UNTELS-R-D de fecha 23 de noviembre, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.


Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante APROBADO por Distinción con la nota de: Diecisiete (letras)..... 17..... (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.


CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
17	Diecisiete	Aprobado por Distinción	Very Good


Siendo las 12:20 p.m. horas del día 04 de diciembre del 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.



 Dr. JOSE ALFONSO APESTEGUIA INFANTES
 PRESIDENTE


 Dr. GUILLERMO LORENZO VILCHEZ OCHOA
 SECRETARIO


 DIANA QUISPE GONZALES
 BACHILLER


 JOSÉ A. APESTEGUIA INFANTES
 QUÍMICO FARMACÉUTICO
 C.Q.F.P. N° 06538
 ESP. TOXICOLOGÍA Y QUÍMICA LEGAL
 R.N.E. N° 240


 Mg. RUBEN ARMANDO DAGA LOPEZ
 VOCAL


 JOSE RODRIGO LIZARRAGA DAVILA
 BACHILLER

DEDICATORIA

A mi familia Lizarraga, Davila, Guzmán y Durand por inculcarme los valores en mi vida y apoyarme en cada situación difícil, a mi coordinador Álvaro S. por guiarme por el camino profesional, a mi hermano Oscar, mi padre Cesar, mi madre Nelva por ser partícipes de los logros de todas mis metas y a DIOS por ser mi fuente de perseverancia ante cualquier adversidad presente.

RODRIGO

A mis padres Rafael y Juana que me apoyaron para lograr mis metas, a mis hermanos Cynthia, Maribel y Junior por sus palabras, consejos y ánimo para seguir adelante, a mis sobrinos que han sido una fuente de motivación para no rendirme y ser un ejemplo para ellos, también a la empresa GHINSSAC por brindarme las facilidades y permisos para desarrollar la tesis.

DIANA

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación es el resultado de la dedicación, esfuerzo, carisma y voluntad del equipo, que son partes fundamentales para lograr esta meta, es por eso que agradecemos a Dios nuestro padre por ser el guía de nuestras vidas, encaminarnos por los senderos y levantarnos en los momentos difíciles.

Queremos agradecer a la empresa APROPISCO por ser participe en este proyecto de investigación, otorgándonos el APROCOMPOST, parte fundamental para el desarrollo de la tesis.

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur por ser nuestra Alma Mater y a los docentes, por inculcarnos el conocimiento necesario para el desarrollo de nuestras vidas profesionales y por la prestación del laboratorio de edafología para realizar los ensayos que requería esta presente investigación.

Al Sr. Oscar Lizarraga y Cesar Lizarraga por movilizarlos a recoger el APROCOMPOST en Pisco.

Al Ing. Marcelino Tarmeño por brindarnos sus conocimientos en la elaboración y guiado de la presente tesis.

Al Ing. Garzón por brindarnos las pautas necesarias para finalizar este trabajo de investigación.

A todos los mencionados, nuestros más sinceros agradecimientos.

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo determinar la influencia del ictiocompost en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo para suelos contaminados de los talleres mecánicos. La muestra extraída de suelo contaminado se encuentra ubicado en unos de los talleres mecánicos del distrito de Villa María del Triunfo, el cual presentó una concentración inicial de 10.362, 2 568.940 y 2 356.06 mg/kg de hidrocarburos totales de petróleo para la fracción F1, F2 y F3 respectivamente. El trabajo de investigación se desarrolló durante 60 días, de los cuales se aplicaron cuatro (04) tratamientos y cada una con tres repeticiones, variando la dosis del ictiocompost y tiempo de tratamiento siendo las muestras M1 (50% + 45 días), M2 (60% + 45 días), M3 (50%+60 días) y M4 (60% +60 días). Según los resultados obtenidos se evidenció que existe una degradación significativa de los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) para la fracción F1, F2 y F3. La dosis óptima para la degradación de los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) corresponde al tratamiento M4, debido a que obtuvo una mayor degradación de las fracciones, siendo un 81.1, 63.2 y 81.5% para la fracción F1, F2 y F3 respectivamente. En conclusión, el trabajo de investigación ha demostrado la influencia significativa del ictiocompost en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo, siendo la fracción 3 del tratamiento M4 quien tuvo una mayor reducción hasta un 81.5%.

ABSTRACT

The present thesis aims to determinate the influence of ichthyocompost in the degradation of total petroleum hydrocarbons for contaminated soils of mechanical workshops. The sample extracted from contaminated soil is located in one of the mechanical shops in the district of Villa Maria del Triunfo, which presented an initial concentration of 10.362, 2 568.940 and 2 356.06 mg/kg of total petroleum hydrocarbons for fraction F1, F2 and F3, respectively. The research work was developed during 60 days, of which four (04) treatments were applied and each one with three repetitions, varying the dose of ichthyocompost and treatment time, being the samples M1 (50% + 45 days), M2 (60% + 45 days), M3 (50% + 60 days) and M4 (60% + 60 days). According to the results it is evident that there is a significant degradation of total petroleum hydrocarbons (TPH) for the F1, F2 and F3 fractions. The optimum dose for the degradation of total petroleum hydrocarbons (TPH) corresponds to treatment M4, because it obtained a higher degradation of the fractions, being 81.1, 63.2 and 81.5% for fraction F1, F2 and F3, respectively. In conclusion, the research work has demonstrated the significant influence of the ichthyocompost on the degradation of total petroleum hydrocarbons, of which fraction 3 of treatment M4 had a greater reduction of 81.5%

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Motivación	3
1.2 Estado del arte	3
1.3 Descripción del problema	3
1.4 Formulación del problema	5
1.4.1 Problema general.....	5
1.4.2 Problemas específicos	5
1.5 Objetivos de la Investigación	5
1.5.1 Objetivo general	5
1.5.2 Objetivos específicos	5
1.6 Justificación.....	5
1.6.1 Justificación Practica.....	5
1.6.2 Justificación Metodológica	6
1.6.3 Justificación Ambiental.....	6
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.1.1 Antecedentes Nacionales	7
2.1.2 Antecedentes Internacionales.....	8
2.2 Bases teóricas	9
2.2.1 Hidrocarburos.....	9
2.2.2 Hidrocarburos de Totales Petróleo.....	10
2.2.3 Características del petróleo	11
2.2.4 Refinado de petróleo	11
2.2.5 Interacción del suelo y los hidrocarburos	12
2.2.6 Talleres mecánicos	14
2.2.7 Residuos generados por los talleres mecánicos	14
2.2.8 Residuos hidrobiológicos	14
2.2.9 Compostaje.....	15
2.2.10 Fases del compost	15
2.2.11 Ictiocompost.....	16
2.2.12 Ictiocompost de APROPISCO	16
2.2.13 Materia prima e insumos para la elaboración del ictiocompost de APROPISCO.....	17
2.2.14 Análisis químico del ictiocompost.....	17
2.2.15. Beneficios del ictiocompost en el suelo.....	18
2.2.16. Factores del proceso del compost	19
2.2.17. Potencial de la biorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos 21	
2.2.18. Efecto del compost en la recuperación de suelos con presencia de contaminantes orgánicos	21
2.2.19. Potencial de hidrogeno pH.....	22

2.2.20.	Conductividad Eléctrica.....	23
2.2.21.	Capacidad de campo	24
2.2.22.	Estándares de Calidad Ambiental	24
2.2.23.	Estándares de Calidad Ambiental para Suelo	24
III.	VARIABLES E HIPÓTESIS.....	25
3.1	Operacionalización de las variables	25
3.1.1.	Variable independiente	25
3.1.2.	Variable dependiente.....	25
3.2.	Hipótesis de la investigación.....	25
3.2.1.	Hipótesis general.....	25
3.2.2.	Hipótesis específicas	25
IV.	METODOLOGÍA.....	27
4.1	Descripción de la metodología.....	27
4.1.1	Fase de gabinete (Recopilación de información y coordinación) 27	
4.1.2	Fase de campo	27
4.1.3	Fase de Laboratorio Inicial	31
4.1.4	Fase de Experimentación	31
4.1.5	Fase de laboratorio final.....	35
4.2	Implementación del tema de investigación	37
4.2.1	Pruebas realizadas	38
4.3	Población y muestra	41
4.3.1	Población.....	41
4.3.2	Muestra.....	42
4.4	Técnicas de recolección de datos	43
4.4.1	Técnicas	43
4.5	Instrumentos de recolección de datos	43
4.5.1	Validez	43
4.5.2	Confiabilidad.....	44
V.	RESULTADOS	45
5.1	Resultados del análisis inicial	45
5.2	Características Físicoquímicos al final del tratamiento	47
5.2.1	pH.....	47
5.2.2	Conductividad eléctrica (CE).....	48
5.2.3	Capacidad de Campo (CC)	49
5.3	Resultados del análisis final	51
5.4	Análisis estadístico.....	54
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
VII.	CONCLUSIONES	69
VIII.	RECOMENDACIONES	70
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fracciones del refinado por destilación de crudo de petróleo	12
Tabla 2: Análisis químico del ictiocompost.....	18
Tabla 3: Composición de bacterias en el suelo	21
Tabla 4: Clasificación de acidez en el suelo	23
Tabla 5: Clasificación de conductividad eléctrica	23
Tabla 6: Cantidad de suelo con presencia de TPH.....	28
Tabla 7: Tratamientos y repeticiones	32
Tabla 8: Acondicionamiento de las muestras	33
Tabla 9: Análisis de parámetros fisicoquímicos	35
Tabla 10: Parámetros evaluados	36
Tabla 11: Análisis de laboratorio de la Muestra 1	38
Tabla 12: Análisis de laboratorio de la muestra 2.....	39
Tabla 13: Análisis de laboratorio de la muestra 3.....	40
Tabla 14: Análisis de laboratorio de la muestra 4.....	41
Tabla 15: Ubicación de toma de muestra de suelo.....	42
Tabla 16: Técnicas y métodos.....	43
Tabla 17: Resultado final del experimento	51
Tabla 18: Porcentaje de reducción de hidrocarburos	54
Tabla 19: Análisis de Variancia de la fracción 1, 2 y 3	63

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Concentración de Fracción 1 en la muestra MC-0	46
Gráfico 2: Concentración de Fracción 2 en la muestra MC-0	46
Gráfico 3: Concentración de Fracción 3 en la muestra MC-0	47
Gráfico 4: Análisis de pH muestra 1	48
Gráfico 5: Análisis de conductividad eléctrica	49
Gráfico 6: Análisis de Capacidad de Campo	50
Gráfico 7: Fracción 1 de hidrocarburos totales de petróleo	52
Gráfico 8: Fracción 2 de hidrocarburos totales de petróleo	53
Gráfico 9: Fracción 3 de hidrocarburos totales de petróleo	53
Gráfico 10: Gráfica de probabilidad de F1	55
Gráfico 11: Gráfica de probabilidad F2	56
Gráfico 12: Gráfica de probabilidad de F3	56

Gráfico 13: Regresión para F1 vs. Tiempo	57
Gráfico 14: Gráfica de línea ajustada para modelo lineal.....	58
Gráfico 15: Regresión para F2 vs Tiempo	59
Gráfico 16: Gráfica de línea ajustada para modelo lineal.....	60
Gráfico 17: Regresión para F3 vs Tiempo	61
Gráfico 18: Gráfica de línea ajustada para modelo lineal.....	62
Gráfico 19: Análisis de prueba T de 1 muestra para la media de F2	64
Gráfico 20: Prueba T de 1 muestra para la media de F3.....	65
Gráfico 21: Prueba T de 1 muestra para la media de F1	66

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Recojo de ictiocompost	27
Fotografía 2: Diagrama de flujo del proceso del Aprocompost.....	28
Fotografía 3: Lugar de obtención de muestra de suelo contaminado	29
Fotografía 4: Muestreo de rejilla circular	29
Fotografía 5: Profundidad del muestreo.....	30
Fotografía 6: Cuarteo de la muestra.....	30
Fotografía 7: Recolección de muestra.....	31
Fotografía 8: Pesado de suelo contaminado con HTP	33
Fotografía 9: Dosificación de ictiocompost	34
Fotografía 10: Mezcla de los componentes.....	34
Fotografía 11: Acondicionamiento de las muestras	35

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Posible interacción entre el suelo y los hidrocarburos	13
Figura 2. Interacción del compostaje	15
Figura 3: Beneficios del ictiocompost de Apropisco	19
Figura 4: Ubicación del punto de recojo de muestra de suelo contaminado.....	42

ÍNDICE DE ESQUEMA

Esquema 1. Flujograma de procesos	37
---	----

INTRODUCCIÓN

La principal necesidad energética que se atraviesa a nivel mundial es por el petróleo y sus derivados, se tiene diferentes componentes del petróleo donde muchas industrias lo emplean como materia básica. Los hidrocarburos que están siendo utilizados ha llegado a acelerar las diferentes actividades productivas y la industrialización debido a la demanda, en efecto el uso de estos hidrocarburos está considerado como uno de los contaminantes principales en el suelo, afectando de manera directa la naturaleza del suelo; en consecuencia, existe la necesidad de hallar técnicas o herramientas que permitan degradar estos contaminantes. (Vásquez Cordano, A., 2005)

La contaminación provocada por estos productos afecta a diversos ecosistemas existentes en el lugar, al interactuar estos compuestos hacen que exista una variación de las diferentes estructuras físico químicas, por ejemplo, los parámetros del suelo; pH, relación carbono nitrógeno, etc. Para poder remover o desprender estos contaminantes existen diversas tecnologías de tratamientos que implica la reducción de la toxicidad, la movilidad y el volumen del material contaminante; estas tecnologías se pueden agrupar en 3 tipos; biológico donde se presentan la acción de los organismos para la degradación de contaminantes y poder convertirlos en productos metabólicos inocuos como por ejemplo la biorremediación, fitorremediación, bioestimulación, etc.; fisicoquímicos donde se aprovecha las propiedades de los contaminantes para poder destruir o amortiguar la contaminación mediante la solidificación, lavado, etc; en los procesos térmicos tiende a utilizar el calor como agente para inmovilizar o descomponer los contaminantes en donde la mayoría de las situaciones se escoge la desorción termina incineración, vitrificación, etc. (Volke, Tania & Velasco, J. 2002)

La biorremediación es una técnica que se realiza in situ o ex situ y utiliza componentes como las sustancias orgánicas e inorgánicas, esta técnica es caracterizada por ser de bajo costo, altamente efectivas y armonizable con el medio ambiente, así también se tiene su lado negativo y es el factor tiempo. La biorremediación asistida tiene varias técnicas como la aireación, incorporación de nutrientes, siembra de microorganismos, etc., y comprende en la estimulación de la actividad de los microorganismos y virus para poder lograr su aumento. (Brutti, L. et al, 2018)

Debido a la existencia de diversas técnicas para remediar suelos con presencia de TPH, esta tesis demostró la eficiencia de la degradación de hidrocarburos en las distintas fracciones (F1, F2, F3) mediante la aplicación del compost, el cual es proporcionado por la planta APROPISCO, este compost tiene la particularidad de contener residuos hidrobiológicos como componente principal además de utilizar otros componentes comunes. En la tesis se dio 4 tratamientos en diferentes macetas (M1, M2, M3 y M4) con tres repeticiones cada una, la cantidad de suelo con hidrocarburo fue de 1kg y las concentraciones del compost utilizado fueron las siguientes: M1 a un 50%; M2, a un 60%; M3 a un 50% y M4 a un 60% (los tiempos utilizados para el tratamiento M1 y M2 son de 45 días, mientras que para los tratamientos M3 y M4 son 60 días, además de brindarle aireación 2 veces por semana. Realizado toda la operación se logró evaluar la eficiencia del ictiocompost como agente degradador de hidrocarburos totales de petróleo en un periodo de 2 meses.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Motivación

Según el Diario El Peruano (2023) en el Perú se registra 3 256 pasivos ambientales del subsector de hidrocarburos, siendo una de los problemas que abundan en el territorio peruano.

Debido a este problema, esta investigación se basará en obtener información sobre la efectividad del ictiocompost como degradador de TPH, hallando el porcentaje final de remoción del contaminante, la dosis y tiempo óptimo.

1.2 Estado del arte

Palacios, Karla y Vasquez M. (2022), tuvieron el objetivo de biorremediar suelo contaminado de aceite automotriz con compost, se elaboró el compostaje a base de residuos orgánicos en biopilas, al obtener el producto (compost) lo utilizaron para degradar estos contaminantes en 9 semanas dando como resultado la reducción del 65.83%, tuvieron como conclusión que aumentando el tiempo se puede alcanzar una reducción más significativa.

La contaminación del suelo por hidrocarburos provenientes de las actividades humanas se desarrolló diversas técnicas en la recuperación de suelos, una de ellas es el uso del compost como agente remediador, el cual contiene concentraciones de nutrientes altas para poder estimular los microorganismos que contiene el suelo con el objetivo de degradar las sustancias de TPH existentes. (Martinez Prado, A. et. Al, 2011)

Así también, Taípe et al. (2020) degradó los TPH utilizando compost y semillas de maíz en 90 días, tuvo un porcentaje de remoción del 73% de TPH, tuvo como conclusión que a mayor concentración del compost la remediación será más eficiente.

En esta presente investigación está orientada en saber la efectividad del ictiocompost, evaluando la concentración y el tiempo del tratamiento para remover los TPH presentes en el suelo.

1.3 Descripción del problema

Una de las problemáticas en el mundo es la llamada contaminación del suelo, esta surge a partir de un desorden, que resulta de añadir sustancias al medio ambiente principalmente por las actividades antropogénicas, generando así efectos negativos en el recurso tan esencial como es el suelo, en la actualidad, el continente europeo viene siendo

afectado por la contaminación del suelo, siendo esto la tercera amenaza para el desarrollo de la misma, de igual manera en África y en Latinoamérica la contaminación del suelo viene siendo un problema para el desarrollo del suelo, ya que consigo también afecta al agua, el aire, la producción de alimentos y sobre todo el orden a nivel de los ecosistemas. (Rodríguez et al, 2019)

Aproximadamente el 16% de los suelos existentes en China se encuentran contaminados, en Australia se registraron cerca de 80 000 puntos críticos que presentan suelos contaminados, y en Europa se registraron más de 3 millones de puntos que contienen contaminantes en el suelo, todo esto se debe a la contaminación por actividades industriales que usan derivados del petróleo. (FAO, 2018)

El aprovechamiento de los recursos derivados del petróleo sin las precauciones necesarias puede provocar la contaminación de aguas y suelos, el Perú no es ajeno a la contaminación por los excesos del desarrollo petrolero, ya que se utiliza para generar energía, que son combustibles únicos para transporte, industrias, agricultura y originar la corriente eléctrica. Cuando se produce los derrames se tiene que proponer alternativas para restaurar los daños ocasionados. Desde el año 1997 hasta primer trimestre del año 2021 se encuentran más de 1 002 derrames, a lo cual en la selva se produjo un total de 566 derrames, en la costa 404 y según la ONP, 27 en la costa-sierra (debido a la falta de ubicación) y finalizando siendo 5 en la sierra. Estos derrames están considerados debido a causas naturales, corrosión, falla operativa y terceros; en porcentajes detallados son el 4%, 26%. 49%,21% respectivamente; por lo que se puede concluir que la responsabilidad de las empresas operadoras suman más del 70%. Asimismo, se estima que los pasivos ambientales exceden los 3 231 en compuestos de hidrocarburos. La importancia del suelo juega un papel importante y según las estadísticas de los pasivos ambientales que se tiene en el Perú, el impacto supera en 64.24% en riesgo alto, 82.97% en riesgo medio y 0.92% en riesgo bajo para el suelo. (León, A.; Zúñiga, M., 2022)

Los conflictos socioambientales son una de tantas consecuencias generadas por la contaminación de suelo por hidrocarburos, debido a que el suelo es un recurso indispensable para las poblaciones que subsistentes en los alrededores, en el Perú hasta el año 2019 un 15% (19 casos) de conflictos socioambientales está asociado a las operaciones de empresas que trabajan con hidrocarburos, el departamento el cual contiene más casos de conflictos es Loreto. (Llerena, M. & Coello, F.; 2019)

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cómo influye el ictiocompost en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023?

1.4.2 Problemas específicos

¿Cuál es la relación de tiempo y dosis de ictiocompost que impacta significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023?

¿Cuál es el porcentaje de reducción de hidrocarburos totales de petróleo de fracción 1, 2 y 3 en suelos contaminados de talleres mecánicos posterior a la aplicación del ictiocompost?

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo general

Determinar la influencia del ictiocompost en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo en suelos contaminado de talleres mecánicos, 2023.

1.5.2 Objetivos específicos

Determinar la relación de tiempo y dosis de ictiocompost que impacta significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023.

Determinar el porcentaje de reducción de hidrocarburos totales de petróleo de fracción F1, F2 y F3 en suelos contaminados de talleres mecánicos posterior a la aplicación del ictiocompost.

1.6 Justificación

1.6.1 Justificación Practica

El estudio de investigación tuvo como finalidad reducir los TPH existentes en el suelo contaminado proveniente del taller mecánico ubicado en el distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima y departamento de Lima, por ello se analizó la concentración inicial de suelo encontrándose niveles altos de TPH y posterior al tratamiento se sostuvo un nuevo análisis para corroborar la degradación de los hidrocarburos; en donde se usó el ictiocompost como agente remediador, para finalmente establecer la eficiencia en la disminución de la dosis de TPH.

1.6.2 Justificación Metodológica

La empresa APROPISCO elaboró compost a base de sus residuos hidrobiológicos de sus procesos industriales, este se presenta como una nueva composición de solución para la degradación de TPH presentes en el suelo, se realizó la caracterización del suelo con contaminado al iniciar y finalizar el tratamiento para poder establecer la efectividad del trabajo de investigación.

1.6.3 Justificación Ambiental

En este estudio se visualizó el resultado de la degradación de los TPH utilizando una nueva composición del compost, la cual son a base de los residuos hidrobiológicos denominado ictiocompost; este permitió mejorar la calidad del suelo en sus diferentes parámetros.

El compost es la combinación de diferentes materias orgánicas, las cuales están en un proceso de descomposición, en muchas ocasiones se da en condiciones aerobias, esto ayuda a mejorar la calidad de la estructura del suelo y poder adicionar los nutrientes necesarios. (FAO,2009)

El compost tiene un rol significativo en la degradación de hidrocarburos, es una técnica muy eficiente que destaca frente a otras como la incineración, landfarming, fitorremediación y pirolisis; una técnica económicamente viable, ambientalmente amigable que da resultados en poco tiempo. (Carbonell, C. 2020)

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Nacionales

En el trabajo de investigación de Coloma, J. & Paima, A. (2022) tiene como objetivo evaluar la efectividad del compost para poder degradar la concentración de aceites automotrices en suelos, para realizar la remediación de suelos contaminados, se elaboró el compostaje de residuos orgánicos, posteriormente se realizó la mezcla con el suelo contaminado durante 45 días. El resultado obtenido posterior a 9 días de tratamiento, se identificó que la muestra sigue superando al estándar de Calidad ambiental en un 420 %, mientras que, en 32 días posterior al tratamiento, el porcentaje de reducción con la muestra inicial es de un 71.5%. En conclusión, se afirma que hay una efectiva acción de los microorganismos presentes en el compost para la remediación de suelos con presencia de aceite automotriz.

La investigación de Taipe et al. (2020) tuvo como objetivo determinar la remoción de TPH en fracción F2 y F3 mediante el uso del compost con la planta de maíz en un periodo de 90 días, en este estudio se utilizó cuatro diferentes tratamientos, de las cuales la primera no contendría porcentaje de compost, la segunda 40%, la tercera 50% y la cuarta 60%; en la metodología se replicó 3 veces por tratamiento las cuales se dieron en macetas que estuvo compuesta por suelo contaminado, porcentaje de compost y crecimiento de 5 semillas de maíz. La primera muestra, la cual no contenía porcentaje de compost, tuvo una reducción mínima en la fracción F2 y F3, 52 050.00 mg/kg de TPH – 34 131.00 mg/kg de TPH a 27 931.33 mg/kg de TPH – 51 503.00 mg/kg de TPH; mientras que las demás como la muestra numero 4 obtuvo una respuesta significativa, 52 050.00 mg/kg de TPH – 34 131.00 mg/kg de TPH a 5 580.33 mg/kg de TPH – 18 126.00 mg/kg de TPH, debido a que se utilizó el 60% de compost. En general esta investigación concluye que se remueve del 53% al 71% de TPH en fracción F2 y F3.

Delgado, C. (2022) en su investigación tuvo la finalidad de cuantificar la significancia del uso del biosólido compostado para poder biorremediar los suelos compuestos con diesel, utilizando el método de hipotético deductivo realizo en un total de 5 muestras (estas muestras contenían porcentaje de biosólido compostado y suelo contaminado) replicadas 3 veces cada una, haciendo un total de 15 repeticiones; en tres

meses de tratamiento la muestra que tuvo una degradación significativa de suelos contaminados por diesel, fue la muestra que estaba compuesta con un 30% de biosólido compostado + 70% de suelo contaminado, por lo tanto tuvo una reducción del 36.30% equivalente a 7.29 gr/kg de TPH; concluyendo así que la biorremediación por biosólido compostados es la muestra que tuvo un efecto significativo en la degradación de TPH por otro lado las dosificaciones realizadas tuvieron un resultado positivo para los efectos de los tratamientos.

Curasi & Luque (2019) en su estudio evaluaron la efectividad de cada bioestimulante(abono verde, compost y lombricomposta) para la degradación de suelos con presencia de aceite automotriz; en esta metodología experimental puro se aplica la elaboración de biopilas en las cuales se introdujo cantidades de suelo contaminado y bioestimulante durante 2 meses removiendo 1 vez por semana, las cantidades establecidas son un 80% de suelo contaminado y 20% del bioestimulante; al concluir el experimento los resultados dieron a lugar al abono verde como el más significativo, el cual pudo degradar un 26,7% de TPH, el compost 20% y lombricomposta 20%. A lo cual concluyeron que los bioestimulante utilizados degradaron TPH, de igual manera, los resultados de los tratamientos se encontraron por debajo de los estándares de calidad ambiental (ECA).

2.1.2 Antecedentes Internacionales

El trabajo de investigación de Miño (2022), tuvo como objetivo la recuperación de suelos erosionados para así evaluar la calidad agronómica, de esta manera se hizo uso de compost a base de lodos proveniente de la industria de alimentos. La investigación tuvo la finalidad de evaluar los efectos en el proceso, así como también determinar cuál de las materias primas tiene un mayor aporte para el compost, para ello se realizó 2 tratamientos cada uno con 3 repeticiones, siendo el compost maduro y semi maduro con suelo erosionado, posteriormente ser usado en diferentes proporciones en suelos erosionados, se tuvo como conclusión que, el uso de compost semi maduro puede ser utilizado para recuperar suelos erosionados en un mediano o largo plazo; mientras que el compost maduro puede ser utilizado en suelos erosionados en un corto periodo de tiempo.

La investigación de Moriano (2023) determinó el efecto de la combinación de enmiendas orgánicas (compost) e inorgánicas (RCP, dunita y cenizas de central térmica) acopladas a la fitorremediación sobre el suelo degradado de una minera de carbón

clausurada. Para ello se tuvo 8 tratamientos con 6 repeticiones, en donde se realizó la mezcla de suelo con las enmiendas orgánicas e inorgánicas en macetas, se usó dos especies vegetales que estaban presentes en la zona de la mina. Finalmente se muestra la utilidad de las soluciones para la restauración del suelo. Donde la adición de carbono orgánico a través del uso de compost, tiene como resultado un mejor desarrollo de las plantas, mientras que la combinación la dunita y del suelo degradado consiguió mantener la movilidad del BA respecto al control y también disminuir la movilidad del Zn.

El trabajo de investigación de Palacios, Karla y Vasquez M. (2022), tuvo como objetivo biorremediar suelo con alta concentración de aceite automotriz usando compost elaborado a base de residuos orgánicos. Para ello se elaboró el compostaje en biopilas, el cual tuvo como materiales los residuos de frutas, vegetales, estiércol de vaca, compost maduro, cascarilla de arroz y tierra sin tratar, después de la obtención del compost se obtuvo una alta concentración de macronutrientes, por lo que es óptimo para reducir la concentración de TPH. Inicialmente se tenía una concentración de 480 mg/kg de TPH en el suelo, posterior a la remediación con compostaje orgánico durante 9 semanas, se logró reducir la concentración de THP a 164 mg/kg.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Hidrocarburos

Están compuestos por moléculas de hidrógeno y carbono que se encuentra en su mayoría en la naturaleza; constituye una estructura a base de átomos de carbono ramificada o lineal, donde los átomos de hidrógeno rodean a los de carbono. (Espinoza, 2021)

Según la SNMPE (2016) definen que los hidrocarburos son compuestos orgánicos, líquidos, sólidos o gaseosos que están compuesto únicamente por las moléculas de hidrógeno y carbono.

El petróleo es un líquido de forma natural inflamable y oleaginoso, compuesta por varios hidrocarburos, en el cual su extracción se realiza en los diferentes lechos geológicos. Este compuesto de petróleo tiene diferentes formas complejas de hidrocarburos que parten de los compuestos orgánicos ligeros, de cadena corta y los compuestos de cadenas largas – ramificadas (Aguilar, 2022).

Su composición química de este elemento (petróleo) está constituido de 84 a 87% de carbono, alrededor de 0 a 2.5% de azufre, de 0 a 0.2% de nitrógeno y 11 a 14% de hidrógeno. Las familias de los hidrocarburos se clasifican según el átomo de carbono como tetravalente y también el hidrógeno como monovalente; estos dos átomos se pueden asociar de diferentes maneras con dos reglas generales: a) Hidrocarburos Alifáticos, la cual se pueden desarrollar en Saturados, en estas tienden a tener cadenas rectas (parafínicos normales), cadenas ramificadas (isoparafinas) tienen el mismo número de átomos de carbono e igual peso molecular; mientras que la No Saturadas tenemos las alofínicos o eilenicos; los cuales se desempeñan en cadenas recta (sea 1 doble enlace, 2 doble enlace y un triple enlace) y cadena ramificada (hidrocarburos isómeros), b) Hidrocarburos cíclicos, frecuentemente posee 6 átomos de carbono por corresponder al ángulo común del total de átomos, de esta forma se divide en Saturados (llamados también Naftenos) y No Saturados que contiene únicamente 6 átomos de carbono, pero se puede dar en 3 versiones, 1 de doble enlace, 2 de doble enlace y 3 de doble enlace), c)Hidrocarburos mixtos, estos compuestos son puros y algunas reacciones de sustitución favorecen en la unión para poder crear una molécula híbrida. Las propiedades de la mixta dependen de los núcleos y la cadena en la estructura. (Secretaría de energía,2003)

2.2.2 Hidrocarburos de Totales Petróleo

Tienen una gran diversidad de familia de inmensos compuestos químicos que surtieron del petróleo crudo. Este sirve para poder elaborar los productos a base de este que en consecuencia contaminan el ambiente; los TPH son una combinación de diferentes productos químicos que tienen como composición principal el hidrógeno y el carbono, llamados hidrocarburo. Existen grupos de TPH que se comportan con el agua y el suelo de forma parecida, a estos grupos se les conoce como fracciones y por cada uno de ellos existe diversidad de productos químicos de forma individual. (ATSDR,2016). a) Fracción alifática, se subdivide en saturados y no saturados las cuales contienen estructuras de cadena abierta y ramificada como los n-alcenos, iso-alcenos (naftenos) entre otras. Los n-alcenos se separan en 4 clases de peso moleculares: 1) alcanos gaseosos, 2) hidrocarburos alifáticos, estos contienen un menor peso molecular (C8-C16), 3) hidrocarburos alifáticos con peso molecular promedio (C17-C28) y 4) hidrocarburos alifáticos de alto peso molecular (>C28), b) Fracción aromática, en esta fracción la molécula principal es el benceno, donde los átomos de hidrógeno y carbono tienen una unión de enlace simple y doble. En esta familia se identifican hidrocarburos aromáticos

policíclicos las cuales están formadas por anillos aromáticos y estas refieren un 10 a 25% del petróleo crudo y fracciones pesadas, c) Fracción Resinas, estas contienen varios grupos de funcionales polares conformado por el nitrógeno, azufre y oxígeno. Componen un 10% en crudo ligeros y un 60% en crudos degradados, d) Fracción Asfáltenos, está conformado por agregados de ácidos naftalenos, poliaromaticos, ácidos grasos, sulfuros que están constituida por gigantescas moléculas que se dispersan en el petróleo. (Espinoza,2021)

2.2.3 Características del petróleo

El petróleo es una composición heterogénea natural formado por diversos hidrocarburos, los cuales contiene carbono e hidrógeno, su origen de esta composición es de residuos fósiles orgánicos que llevan mucho tiempo debajo del mar en diferentes continentes y han sufrido algunos procesos, ya sean químicos o físicos. Esta composición del petróleo se encuentra almacenadas en formaciones geológicas, estas están materializadas por rocas porosas y permeables. (MIDAGRI, s.f.)

Existe cantidades de elementos; carbono, hidrógeno, azufre, oxígeno, nitrógeno, metales de vanadio y níquel, estos concluyen las características particulares del petróleo como la densidad, el color y viscosidad, obteniendo un líquido viscoso verde, marrón, negro o amarillo. Por otra parte, su conformación de los hidrocarburos y cuantía de carbonos que componen el petróleo da origen a la materia prima; gasolina, diésel, solventes, lubricantes y otros; los cuales van de lo más ligeros hasta lo más pesado. (Espíritu, W. y Guerreros, L., 2022)

2.2.4 Refinado de petróleo

Este proceso de refinado del petróleo inicia en el lavado para poder destruir las sales existentes, el material inorgánico y finalmente se destila para tener un resultado de diferentes fracciones; comenzando con el metano hasta terminar con el asfalto. En esta secuencia de la refinación, el petróleo se divide en varias fracciones ya sea por el punto de ebullición, condensación, polimerización y alquilación; y estos crean diversos productos como la gasolina, diésel, querosene y otros productos fuelóleos. (Aguilar, N., 2022)

Tabla 1*Fracciones del refinado por destilación de crudo de petróleo*

Fracción	T° ebullición	Composición aproximada	Usos
Betum esfáltico (35% peso)	>540	C30-C45	Alquitrán asfáltico coque de petróleo
Cera parafina	245-540	C20-C45	Velas
Grasas vaselinas	250-400	C18-C22	Farmacéutica
Ligroína	80-120	C6-C8	Disolvente
Gasolina ligera	20-100	C5H12- C7H16	Disolvente
Gasoil, Diesel	200-350	C13-C18	Carburantes de motores
OQueroseno	200-300	C12-C16	Alumbrado y carburante
Aceite lubricante	200-350	C16-C20	Lubricantes
Gasolina	20-180	C6-C11	Carburante de motores
Bencina	70-90	C6-C7	Limpieza en seco

Fuente: (Aguilar, N., 2022)

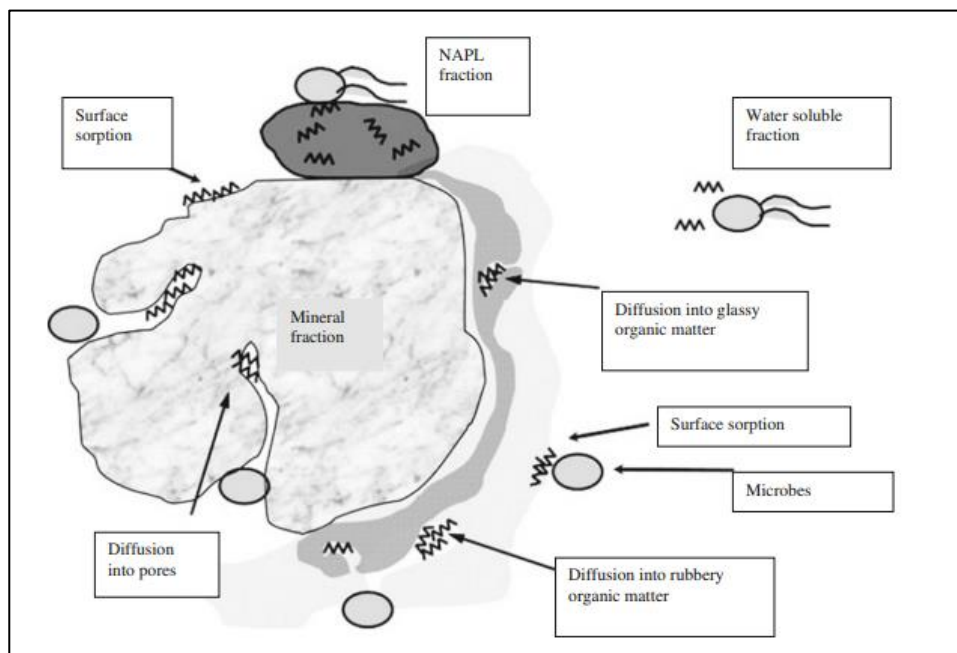
Nota: La tabla muestra los productos derivados del petróleo y la composición de las mismas.

2.2.5 Interacción del suelo y los hidrocarburos

El suelo contiene diferentes compuestos orgánicos e inorgánicos distanciados por la porosidad que en su cavidad almacenan agua y aire. Existe una relación de las superficies minerales (arcillas, limos y arenas) y los hidrocarburos que son representativos si el porcentaje de materia orgánica es menor al 0.1%, de este modo la materia orgánica es valioso en el trayecto y actuación de los contaminantes. La materia orgánica está compuesta por diferentes fases: a) carbón blando, se denomina a la estructura dócil y expansible que tienen los ácidos húmicos y fúlvicos como compuestos esenciales con adsorción descrita como irreversible, b) carbón duro, es una estructura condensada con humina, querógeno y carbonos pirogénicos como compuestos habituales identificados. Las interacciones entre los hidrocarburos alifáticos y la materia orgánica se pueden dar de una manera muy fácil, debido a que estos hidrocarburos pueden separarse en materia orgánica y encajar en la estructura de la materia orgánica. Por otro lado, los hidrocarburos aromáticos van a depender mucho del tamaño molecular debido a que tienen mayor capacidad de sorción y persistencia en el suelo, tal como muestra la figura 1. (Chikere et al. 2011)

Figura 1

Posible interacción entre el suelo y los hidrocarburos



Fuente: (Chikere et al. 2011)

Ciertos parámetros se ven afectados por la presencia de compuestos de hidrocarburos en el suelo, en los parámetros físicos la textura del suelo se tiende a separar y agranda la retención del agua; los parámetros químicos son los más perjudicados se debe esencialmente al incremento del carbono, la reducción del pH, el aumento del magnesio, hierro intercambiable y fósforo disponible (Zarate, Y., 2014)

Al diseminar el petróleo en suelos u otro medio, lleva varias consecuencias de manera progresiva a las propiedades fisicoquímicas, llamados también proceso de intemperización. Este proceso es conocido por perder varios compuestos del petróleo debido a los procesos naturales existentes que comienzan en el vertido y continúan indefinidamente; el proceso de intemperización incluye a la evaporación; en el cual se aprecia como la densidad y la viscosidad crece en el agua, dando consigo un bajo nivel de toxicidad del producto derramado; la disolución, un proceso que se da inmediatamente hasta llegar a poder degradar a los hidrocarburos, nos señala que los compuestos ligeros que están en contacto con el agua son mucho más solubles y para poder tener en cuenta el nivel de toxicidad se deberá calcular su concentración; la oxidación, consiste en la interacción de los hidrocarburos con el oxígeno molecular a lo cual da como resultado la

degradación final del petróleo, debido a la cantidad mayor del área y también a la mayor velocidad se podrá dar la degradación. (Rodríguez, P., 2018)

2.2.6 Talleres mecánicos

Los talleres mecánicos son los lugares en el que los vehículos pasan por un mantenimiento de prevención, así mismo se puede dar el hecho de mantenimientos correctivos de estos vehículos, dado por un desperfecto se requiere cambiar componentes, utilizar productos y otras cosas. La función del taller precisa en el diagnóstico, reparación o sustitución del sistema mecánico del vehículo, en todo aquello está incluido las estructuras, el sistema eléctrico, acondicionamiento entre otros. (Fuentes Orozco. M, 2004)

Según Cantillo (2014) es un lugar donde se dedican a restaurar vehículos, que al momento de pasar por estos talleres se puede observar el diseño que contienen, el conocimiento que fluye por los ambientes para poder restaurar o reemplazar los frenos, baterías, aceites, filtros y fluidos, en estos talleres se encuentra personal capacitado para cualquier problema mecánico.

2.2.7 Residuos generados por los talleres mecánicos

En el taller mecánico se tiene diferentes actividades para el mantenimiento correctivo o preventivo de los vehículos como el cambio de aceite y filtro de combustible, sustitución de freno, limpieza de inyectores, cambio de embragues, reparación del motor y otros. Debido a esta cantidad de actividades se genera un mayor volumen en residuos, pero sobre todo por la demanda en el parque automotor cuando se realiza estas actividades genera impactos significativos hacia el suelo. Este se contamina por la no existencia de medidas de control ante cualquier evento que pueda producirse cuando se realice el mantenimiento correctivo o preventivo, también la no disposición correcta de estos residuos afecta a las características químicas del suelo. Algunos residuos generados por los talleres son los siguientes: batería usada, filtro de aceite, aceite usado, etc. (Romero CCente, J. 2019)

2.2.8 Residuos hidrobiológicos

Son aquellos residuos orgánicos que están conformadas por las partes que ya no poseen un valor comercial como la cabeza, cuero, vísceras, aletas y agallas, también son considerados los pescados que tienen una mala preservación y se están descomponiendo,

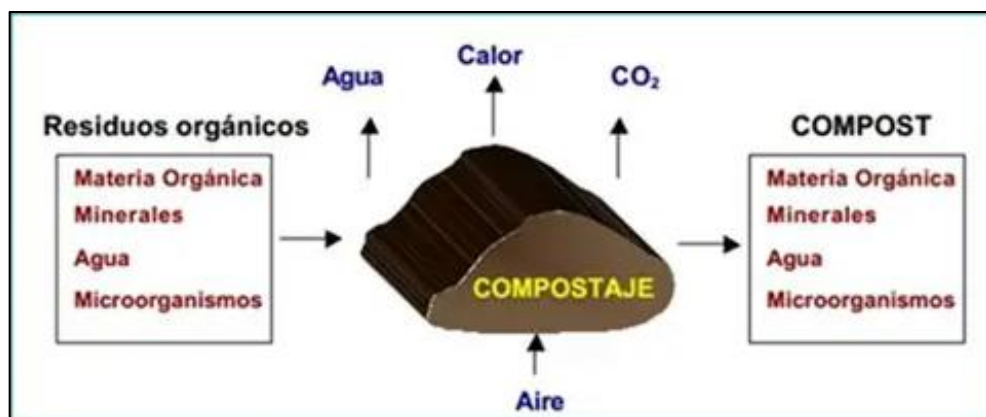
estos desperdicios tienen una gran cantidad de grasa, minerales y proteínas que pueden ser utilizados en la elaboración de diferentes productos. (Gobierno de México, 2018)

2.2.9 Compostaje

Es un tratamiento encargado de la descomposición que se produce cuando los restos orgánicos y las plantas se concentran en el suelo y son descompuestas por los insectos y microorganismos como las bacterias, lombrices, hongos, chanchitos de tierra, entre otro. Tal como se presenta en la figura 2. [Conciencia Eco, 2013]

Figura 2

Interacción del compostaje



Fuente: Conciencia Eco (2013).

2.2.10 Fases del compost

Según Meza Rueda, D. (2023) el compostaje es básicamente la sumatoria de diversos procesos metabólicos complejos ejecutados por varios microorganismos en el cual con la ayuda del oxígeno aprovechan el nitrógeno y carbono. Por la temperatura que se da en el proceso del compostaje se puede apreciar 3 fases principales y posterior una etapa de maduración.

Fase mesófila, en esta fase los microorganismos degradan la materia orgánica a lo cual desprende calor y elevan la temperatura del proceso de compost, donde la temperatura debe estar en un promedio de 25 a 40° C. (Quiñones Carreño, M. 2023).

El pH tiene diferentes fluctuaciones por consecuencia degradan los compuestos orgánicos simples, las bacterias las cuales tiene metabolismo oxidativo y fermentativo en esta fase alcanzan su nivel más alto por ejemplo las Gram negativas. En la actividad metabólica de esta fase da a lugar a un aumento de la temperatura lo que ocasiona la

transición entre la fase de mesófila y termófila llegando alcanzar una temperatura de 42 a 45°C. (Avellaneda Enríquez, F. 2019)

Fase termófila, la temperatura que alcanza en esta fase son mayores a las de 45°C, en los cuales los microorganismos presentes en la fase anterior serán reemplazados por bacterias termófilas, estas descomponen la fuente de carbono más complicada; la celulosa y la lignina; cuando la temperatura alcanza su pico máximo (60°C) es donde el nitrógeno es transformado en amoníaco. En esta fase puede durar varios meses dependiendo del compuesto del compost; además que también se da la eliminación de bacterias de origen fecal, los quistes, huevo de helminto y demás. (Melendrez, N. & Sánchez, J. 2019)

Fase mesófila II o enfriamiento, en esta fase varios de las fuentes de nitrógeno y carbono se han agotado, la temperatura que se mantiene esta por los 40 a 45°C. Aun teniendo esta temperatura hay degradación de la celulosa y se puede identificar los hongos a simple vista; el pH tiende a mantenerse en alcalina, obtenido así una buena degradación de los compuestos. En esta fase se puede distorsionar con la fase siguiente, debido a que conlleva varias semanas. (Lachira Prado, A. & Ayala Sullon, B., 2022)

Maduración, en esta fase la temperatura es la del ambiente, puede durar varios meses, en estos se viene a dar las reacciones de polimerización y condensación de los compuestos de carbono para dar origen a los ácidos húmicos y fúlvicos. (Meza, D. 2023)

2.2.11 Ictiocompost

Es el abono orgánico generado a partir de los residuos hidrobiológicos proveniente de las actividades de producción de aceite de pescado y harina, poda de Grass y otros componentes como la excreta de ganado vacuno, entre otros. (Produce, 2016)

2.2.12 Ictiocompost de APROPISCO

La empresa APROPISCO posee una planta de compostaje en donde reaprovecha los residuos sólidos de pescado de la actividad pesquera industrial. En la producción de ictiocompost se utiliza aceite de pescado y harina procedente de limpieza de equipos y planta, maleza y poda de césped, residuos orgánicos de cocina y estiércol de ganado vacuno. El método de compostaje que utiliza APROPISCO son pilas dinámicas tipo Windrow, los materiales que se usan se disponen en pilas largas de 2 metros de ancho y 1,5 metros de altura, la aireación se realiza de manera natural, la frecuencia del volteo depende de las condiciones del ictiocompost. Para su elaboración se tiene un control del proceso, donde se mide la temperatura, humedad y oxigenación. (Produce, 2016)

2.2.13 Materia prima e insumos para la elaboración del ictiocompost de APROPISCO

La elaboración del ictiocompost de la empresa APROPISCO se usaron insumos de residuos de pescado, broza de gras malezas provenientes del mantenimiento de las áreas verdes (poda), también residuos de cocina proveniente de las plantas pesqueras que son asociadas a Apropisco a través del programa de Hogar Verde, para ello se acondicionan los tachos segregadores para evitar la proliferación de plagas y olores en los almacenes temporal de residuos sólidos de cada planta, se tiene como insumos también el estiércol ya que aporta una gran diversidad de microorganismos, que son responsables directos de digerir, metabolizar y pone a disposición de las plantas y el suelo.

2.2.14 Análisis químico del ictiocompost

La empresa APROPISCO realiza el análisis del ictiocompost para así determinar los beneficios que presenta, concluyendo que contiene alto abono orgánico de color oscuro, con una elevada CIC y de reacción neutra. (Produce, 2016). En la tabla 2 se observa el análisis químico del ictiocompost de la empresa Apropisco (Ver Anexo 4).

Tabla 2*Análisis químico del ictiocompost*

Parámetros	Unidades	C-16	C-17
Ph		4.95	5.64
C.E.	dS/m	46.63	30.68
M.O.	%	32.87	45.16
N	%	3.39	4.29
P₂O₅	%	9.15	8.67
K₂O	%	2.05	1.62
CaO	%	10.75	10.19
MgO	%	1.38	1.33
Hd	%	38.66	33.46
Na	%	2.00	1.68
Fe	Ppm	14275	13425
Cu	Ppm	52	46
Zn	Ppm	338	270
Mn	Ppm	203	173
B	Ppm	81	67
Pb	Ppm	32.60	27.65
Cd	Ppm	6.15	5.70
Cr	Ppm	35.93	43.08
Acido húmico	%	6.41	9.61
Acido fúlvico	%	3.76	4.74
Humina	%	22.43	29.81

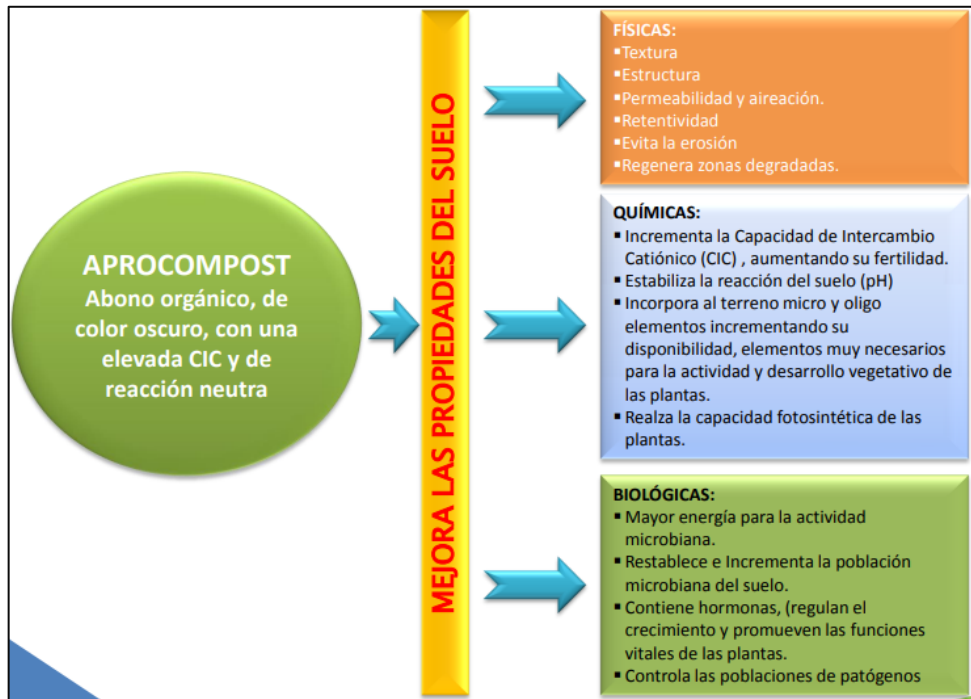
Fuente: Laboratorio de suelos. Fac. de Agronomía – Univ. Agraria La Molina (2022)

2.2.15. Beneficios del ictiocompost en el suelo

La empresa APROPISCO determinó los beneficios que ofrece el ictiocompost producto de los residuos hidrobiológicos que generan, tal como se muestra en la Figura 3. (Produce, 2016)

Figura 3

Beneficios del ictiocompost de Apropeco



Fuente: (PRODUCE, 2016, diapositiva 53)

2.2.16. Factores del proceso del compost

El compost como producto final se lleva a cabo por un debido cambio de la materia orgánica que tiene relación con las diferentes bacterias y hongos presentes en el proceso, los factores químicos, biológicos y físicos influyen en el metabolismo, con la meta de apresurar la degradación de la materia orgánica y así poder obtener un producto de calidad. El factor ambiental para el proceso del compostaje es uno de los más importantes debido a que estos están en plena relación con los microorganismos de su metabolismo en los diferentes procesos de compostaje, por ello la temperatura es la que condiciona las alteraciones bioquímicas de las células de los organismos. Mientras va en aumento la T°, los procesos del metabolismo se activan y la descomposición de la materia orgánica se acelera afectando de manera positiva hasta poder lograr el punto crítico, a lo cual el desarrollo tiende a disminuir; debido a que las proteínas presentes impiden el metabolismo de los microorganismos. En el proceso del compostaje, en la fase mesofílica la temperatura alcanza una temperatura de los 40° C; en la fase termofílica alcanza una T° de 70 a 80°C, en la fase mesófila II o enfriamiento la T° tiende a decaer hasta tomar valores al ambiente. Asimismo, el oxígeno conlleva a los microorganismos aerobios que están involucrados en los procesos, debido a que es indispensable la inyección de oxígeno

en los procesos de compostaje, esta inyección puede ser de manera manual o mecánica. Si hay deficiencia de oxígeno la velocidad de la degradación de todos los compuestos en el proceso de compostaje se ve reducido y por ende prolifera malos olores ya que los microorganismos anaerobios suelen presentarse. De igual manera, la humedad es el contenido de agua que radica en el protoplasma de las células y los residuos para el compostaje, al inicio del proceso del compostaje la humedad debe estar en promedio del 50%, para poder incrementar las poblaciones microbiana existentes en el proceso. Si el porcentaje de humedad supera el 60% en el proceso, tiende a crear microorganismos anaerobios, estos retrasan la transformación de los compuestos del proceso, prolifera malos olores y aumenta el lixiviado que genera que disminuya los nutrientes del producto del compost. El pH es el factor importante en los microorganismos ya que influye en las reacciones bioquímicas de estos, cada uno de ellos tiene un pH favorecido para su crecimiento y este viene solo del pH extracelular, pero el pH de manera intracelular debe permanecer cercano a la neutralidad para que no se pueda destruir la célula. En el inicio de la fase mesófila se presenta un pH bajo debido a los ácidos orgánicos, en la fase termófila el pH aumenta debido a la generación de amonio producido por la hidrólisis de las proteínas y en la fase de la maduración el pH debe estar cercano a la neutralidad, entonces realizando una buena aireación permite de forma indirecta controlar el pH y esté por encima de los 7.5 lo que resulta una señal que los residuos se están descomponiendo de forma correcta. La relación carbono/nitrógeno, esta relación debe ser la adecuada para poder favorecer a la degradación de los residuos; se puede atribuir que la relación óptima para el proceso del compostaje debe de ser de 1 de nitrógeno y 25 unidades de carbono a 1 de nitrógeno y 35 unidades de carbono. Entonces para poder realizar de forma practica el porcentaje de residuos de animales tiene que ser el 60% y el de restos vegetales un 40% favoreciendo los procesos del compostaje. El tamaño de la partícula en los residuos vegetales y animales es conveniente que el tamaño sea menor para que la actividad microbiana sea mayor. Se recomienda que el tamaño ideal sea de 1 a 5 cm, utilizando maquinas picadoras o machetes de forma manual; debido a que si el tamaño es mucho menor puede ocasionar una menor porosidad y esto imposibilita la disponibilidad de oxígeno. (Bohórquez Santana, W., 2019)

2.2.17. Potencial de la biorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos

Leahy y Colwell (s.f) señalan que el suelo contaminado generalmente es colonizado por una variedad de especies adaptadas a las fuentes de energía presentes en el área. Se estima que se pueden encontrar hasta 600 millones de bacterias en 1 gramo de suelo en condiciones naturales (no afectadas por la influencia humana). La tabla 3 enumera las bacterias más comunes. representante de la tierra.

Tabla 3

Composición de bacterias en el suelo

Género	Bacterias en el suelo (%)
Bacillus	5-67
Arthrobacter	5-60
Agrobacterium	1-20
Pseudomonas	3-15
Alcaligenes	1-20
Flavobacterium	1-20
Micrococcus	2-10
Corynebacterium	2-12
Taphylococcus	<5
Mycobacterium	<5
Xanthomonas	<5

Fuente: Leahy y Colwell (s.f)

Todos los ecosistemas contienen microorganismos que degradan ciertos tipos de hidrocarburos, diferenciándose únicamente en su abundancia y diversidad. Se sabe que las bacterias son la comunidad microbiana es más volubles en la biodegradación de hidrocarburos. En un medio líquido (lagos, ríos, lagunas) casi el 96% de las bacterias aisladas tienen la capacidad de emulsionar hidrocarburos y desarrollarse. Leahy y Colwell informaron que los principales microorganismos degradantes encontrados tanto en el suelo como en el agua eran Pseudomonas, Achromobacter, Acinetobacter, Alcaligenes, Arthrobacter, Bacillus, Flavobacterium y Norcadia. (Leahy y Colwell, s.f)

2.2.18. Efecto del compost en la recuperación de suelos con presencia de contaminantes orgánicos

El petróleo es una combinación de distintos compuestos denominados hidrocarburos, los cuales pueden ser simples, lineales, aromáticos; se han encontrado algunos microorganismos que son eficientes deteriorando petróleo, es decir, pueden

descomponer los hidrocarburos en su proceso metabólico de manera natural. Se reportan que las bacterias tienen dos rutas metabólicas para la descomposición de hidrocarburos, en primer lugar, están las bacterias que usan el oxígeno de la atmósfera para la degradación, en segundo lugar, las bacterias realizan su tarea sin la presencia de oxígeno y degradan los hidrocarburos en elementos con el nitrógeno, hierro o azufre. (Cadena, S. et al. 2019).

El compostaje al poseer gran variedad de microorganismos y nutrientes, es usado con eficacia para la degradación de suelos contaminados con pentaclofenol (PCP), HTP e HAP. El compostaje reduce el nivel de contaminación de HTP ya que contiene una elevación del número de microorganismos. (Velasco y Volke, 2003)

Para degradar los hidrocarburos existen diversas estrategias que requieren el uso de bacterias, siendo una de ellas la bio-estimulación, que consiste en incorporar nutrientes al suelo que van a aportar energía a los microorganismos, de esta manera se lleva el proceso de la descomposición del petróleo de forma eficiente y en corto tiempo. También existe la estrategia bio-aumentación, donde se aísla un grupo de bacterias que realizan la descomposición de petróleo, después se proporciona este grupo microbiano al ambiente, con la finalidad de cambiar los microorganismos nativos por microorganismos únicos en la limpieza de hidrocarburos. Estos microorganismos necesitan de nutrientes y/o oxígeno para lograr la biodegradación de los contaminantes. (Cadena, S., García, José., Aguirre, María., 05 de febrero de 2019).

2.2.19. Potencial de hidrogeno pH

Este parámetro muestra la acidez que contiene el suelo y debido a los diferentes factores que tiene en relación con el proceso de las plantas y la fauna, obtiene mayor velocidad y calidad en los procesos de humificación y mineralización. La clasificación de acidez en el suelo se muestra en la tabla 4. El ion positivo (hidrogeniones) que está en el suelo, se encuentra en el complejo de cambio y en solución, esto forma dos muestras de acidez: la real o activa (en solución) y la de reserva o la de cambio; estas dos se encuentran en estado de equilibrio dinámico. Al eliminar un H^+ de la acidez real se desprenden algunos H^+ de reserva, en consecuencia, el suelo tiende a que su capacidad de modificar el pH sea resistente. (Pereira Morales, C. et. al. S.f)

Tabla 4*Clasificación de acidez en el suelo*

pH de solución del suelo	Clase
Menor de 4	Suelo excesivamente ácido
4.5 - 5.0	Suelo muy fuertemente ácido
5.1 - 5.5	Suelo firmemente ácido
5.6 - 6.0	Suelo moderadamente ácido
6.1 - 6.5	Suelo levemente ácido
6.6 - 7.3	Suelo neutro
7.4 - 7.8	Suelo levemente básico
7.9 - 8.4	Suelo moderadamente básico
8.5 - 9.0	Suelo firmemente básico
>9.1	Suelo muy fuertemente básico

Fuente:(Pereira Morales, C. et al. 2011)

2.2.20. Conductividad Eléctrica

Propiedad del suelo por el cual puede transmitir corriente eléctrica, se llega a dar por la presencia de sales en el suelo, estas pueden estar disueltas o ionizadas en la solución del suelo; una solución que tiene mayor cantidad de sales tendrá mayor velocidad en conducción de electricidad. La conductividad eléctrica es cambiante debido a lo que contiene el suelo como por ejemplo la humedad, esta disminuye en la capacidad máxima y eleva el punto de marchitamiento (en donde se concentra las sales). (Soriano Soto, M. s.f)

Tabla 5*Clasificación de conductividad eléctrica*

CE_{1:5} (dS/m)	CE_{PS} (dS/m)	Calificativo
<0.35	<2	No salino
0.35-0.65	2-4	Ligeramente salino
0.65 – 1.15	4-8	Salino
>1.15	>8	Muy salino

Fuente: (Soriano Soto, M. S.f)

2.2.21. Capacidad de campo

Propiedad en la que consiste la abundancia de agua que contiene el suelo saturado luego de 2 días de desecación. Esta desecación se da por hacer pasar el agua en diferentes poros con diámetros que superan los 0.05 mm; no obstante, esta capacidad de campo puede atribuir a diferentes poros con diámetros de 0.03 a 1 mm. La definición tiene la aplicación en diferentes suelos que en su estructura donde el exceso de agua se drena con suma rapidez, cuando el suelo tiene una mala estructura, el tiempo para que ocurra el drenaje se llega a aplazar más de lo previsto. (FAO, 2005)

2.2.22. Estándares de Calidad Ambiental

Son valores máximos permitidos de contaminantes, elementos, sustancias o parámetro que existen en todo el ambiente como cuerpo receptor. El objetivo es de priorizar la calidad del medio mediante instrumentos de gestión ambiental. Existe diferentes ECA para agentes contaminantes, por lo que se ha creado los siguientes documentos: ECA para suelo, ruido, agua, radiaciones no ionizantes. (Congreso de la república del Perú, 2005, Ley 28611, Artículo 31)

2.2.23. Estándares de Calidad Ambiental para Suelo

Hace referencia a los valores referenciales de concentración de un elemento, sustancia, propiedad que reside en el suelo y no presenta un riesgo significativo en el ambiente y salud. Si se llegara a sobrepasar estos estándares se tiene que seguir evaluando el lugar donde se ha encontrado un elemento o sustancia. (Presidencia de la república del Perú, 2017, ley 28611, artículo 2,3)

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Operacionalización de las variables

3.1.1. Variable independiente

Ictiocompost: Tratamiento de remediación de suelos contaminados con TPH, utilizando Ictiocompost como fuente principal de aporte de nutrientes que son necesarias para desarrollar actividades metabólicas (Ver Anexo 1 y 2).

Indicadores:

- Cantidad de ictiocompost (%).
- Tiempo de remediación (días)

3.1.2. Variable dependiente

Degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH): Proceso que medirá la degradación de los TPH, posterior al tratamiento con el Ictiocompost, el cual será evaluado la concentración iniciales y final de la fracción 1, 2 y 3 del suelo (Ver Anexo 1 y 2).

Fórmula que permite hallar el porcentaje de degradación de TPH:

Formula 1: Porcentaje de degradación

$$\frac{\text{Concentración}_{inicial} - \text{Concentración}_{final}}{\text{Concentración}_{inicial}}$$

Fuente: Elaboración Propia

Indicadores:

- Porcentaje de disminución de concentración de hidrocarburos de petróleo fracción 1, 2 y 3.

3.2. Hipótesis de la investigación

3.2.1. Hipótesis general

El uso de ictiocompost influye significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023.

3.2.2. Hipótesis específicas

La relación de tiempo y dosis de ictiocompost impactan significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo en suelos contaminadas de talleres mecánicos, 2023.

La aplicación de ictiocompost reduce el porcentaje de hidrocarburos totales de petróleo de fracción F1, F2 y F3 en suelos contaminados de talleres mecánicos.

IV. METODOLOGÍA.

4.1 Descripción de la metodología

Se detalla las fases ejecutadas que se desarrollaron en la presente tesis, desde la indagación de la información (referencia bibliográfica) necesaria del tema hasta la obtención de los resultados en un tiempo determinado.

4.1.1 Fase de gabinete (Recopilación de información y coordinación)

Durante esta fase se dedicó a la búsqueda de la información del tema en cuestión para obtener datos relevantes, los cuales se aplicaron en la ejecución de este tema, se elaboró la ficha de recolección de datos; además se solicitó a la empresa APROPISCO el Ictiocompost proveniente de su planta piloto de compostaje, el cual se encuentra ubicado en el distrito de San Andrés, provincia de Pisco, departamento de Ica.

Así mismo se realizó la búsqueda del lugar para extraer la muestra de suelo, ubicado en Villa María del triunfo, Lima, Lima; en uno de los tantos espacios donde los talleres mecánicos suelen realizar sus actividades diarias.

De acuerdo a la información obtenida se estimó un tiempo de 3 meses para la ejecución del trabajo de investigación.

4.1.2 Fase de campo

Inicialmente se procedió con el recojo del ictiocompost de la empresa Apropisco, para ello se recogió 2 costales de 20kg cada uno, como se evidencia en la fotografía 1 y 2.

Fotografía 1

Recojo de ictiocompost



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 2

Diagrama de flujo del proceso del aprocompost



Fuente: Elaboración propia

Posterior a ello se dirigió al área de la toma de muestra en uno de los talleres mecánicos ubicados en Villa María del triunfo, como se muestra en la fotografía 3, para ello se usó “la Guía para muestreo de suelos” del MINAM, donde el patrón de muestreo fue de rejilla circular, se recogió 4 puntos de muestra con una profundidad de 10cm, como se muestra en las fotografías 4 y 5, posteriormente se homogeneizó y tamizó la muestra, se realizó el cuarteo de acuerdo a la fotografía 6, hasta obtener la cantidad adecuada para la fase de experimentación, . En la tabla 6 indica la cantidad de suelo que se recogió en el frontis del taller mecánico.

Tabla 6

Cantidad de suelo con presencia de TPH

Material	Cantidad	Unidades
Suelo contaminado con hidrocarburos (TPH)	13	Kg

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 3

Lugar de obtención de muestra de suelo contaminado



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 4

Muestreo de rejilla circular



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 5

Profundidad del muestreo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 6

Cuarteo de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 7

Recolección de muestra



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Fase de Laboratorio Inicial

La muestra de suelo que se recogió en el taller mecánico fue analizada por un laboratorio acreditado ante INACAL, donde se evaluó los parámetros de fracción F1, F2 y F3, de esta manera se procede con la fase de experimentación, tal como se muestra en la fotografía 7.

4.1.4 Fase de Experimentación

Para la elaboración de los tratamientos se usó doce (12) macetas con una capacidad de 5kg. Después de haber obtenido la muestra de suelo contaminado se procedió con la dosificación del ictiocompost para iniciar con los tratamientos, tal como se muestran en las fotografías 8 y 9.

Se realizaron 4 tratamientos con 3 repeticiones cada una, para ello se realizó la aireación 2 veces por semana, dichas muestras estuvieron expuestas en condiciones naturales ambientales, en la tabla 7 se da a conocer la dosis y el tiempo de tratamiento.

El tiempo de duración de la fase experimental fue de 2 meses.

Tabla 7*Tratamientos y repeticiones*

Tratamiento	Composición	Figura		
M1	Suelo contaminado + ictiocompost			
M2	Suelo contaminado + ictiocompost			
M3	Suelo contaminado + ictiocompost			
M4	Suelo contaminado + ictiocompost			

Fuente: Elaboración propia

Nota: M1 (Suelo contaminado + 50% de ictiocompost +45 días)

M2 (Suelo contaminado + 60% de ictiocompost +45 días)

M3 (Suelo contaminado + 50% de ictiocompost +60 días)

M4 (Suelo contaminado + 60% de ictiocompost +60 días)

Acondicionamiento de las muestras

Dos veces por semana se realizó la aireación de las 12 muestras, tal como se describe en la tabla 8, para ello se utilizaba una pala pequeña como se muestra en la imagen 10, una vez realizado la aireación se ubicaban las muestras en el área acondicionada para el tratamiento, como muestra la fotografía 11.

Tabla 8

Acondicionamiento de las muestras

Tratamientos	Días						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
M1	-	-	Aireación	-	-	-	Aireación
M2	-	-	Aireación	-	-	-	Aireación
M3	-	-	Aireación	-	-	-	Aireación
M4	-	-	Aireación	-	-	-	Aireación

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 8

Pesado de suelo contaminado con TPH



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 9

Dosificación de ictiocompost



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 10

Mezcla de los componentes



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 11

Acondicionamiento de las muestras



Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Fase de laboratorio final

Al concluir los tratamientos de las muestras se procedió a analizar los parámetros fisicoquímicos de cada muestra con sus respectivas repeticiones, de esta manera se escogió una (1) de las tres (3) repeticiones para ser analizadas por un laboratorio acreditado ante INACAL, de acuerdo a la tabla 9.

Tabla 9

Análisis de parámetros fisicoquímicos

Tratamiento	Repeticiones	Parámetros a analizar
M1	R1	pH
	R2	CE
	R3	CC
M2	R1	pH
	R2	CE
	R3	CC
M3	R1	pH
	R2	CE
	R3	CC
M4	R1	pH
	R2	CE
	R3	CC

Fuente: Elaboración propia

Luego de analizar los parámetros fisicoquímicos, la muestra seleccionada fue enviada a un laboratorio acreditado por INACAL para analizar los parámetros de fracción 1, 2 y 3 de TPH, tal como muestra la tabla 10.

Tabla 10

Parámetros evaluados

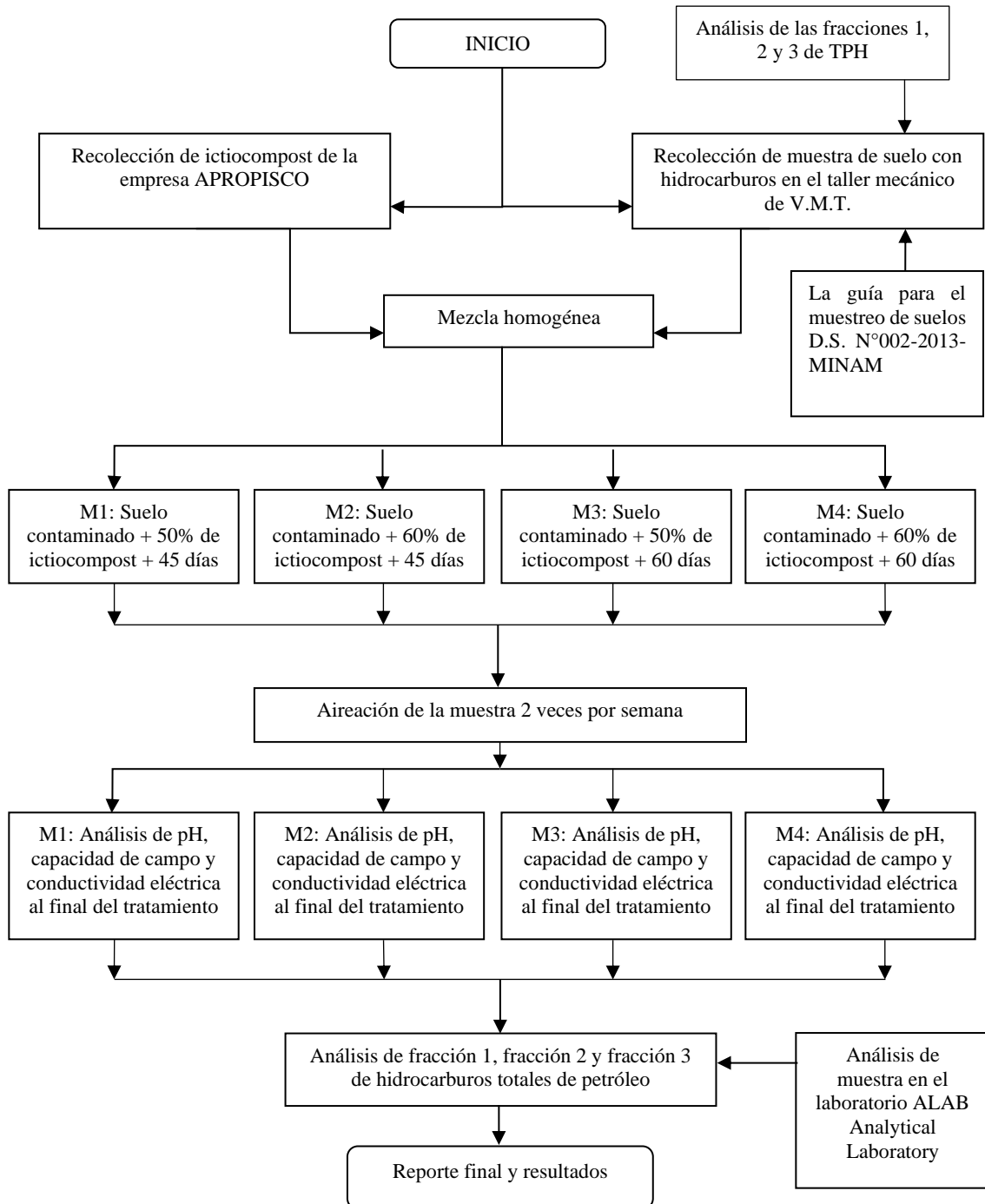
Tratamientos	Días		
	0	45	60
M1	Fracción 1, 2 y 3	Fracción 1, 2 y 3	-
M2		Fracción 1, 2 y 3	-
M3		-	Fracción 1, 2 y 3
M4		-	Fracción 1, 2 y 3

Fuente: Elaboración propia

4.2 Implementación del tema de investigación

Esquema 1

Flujograma de procesos



Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Pruebas realizadas

El análisis de fracción 1, 2 y 3 fue realizada por el laboratorio ALAB Analytical Laboratory, el análisis de pH, capacidad de campo y conductividad eléctrica fue analizado en el laboratorio de edafología de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, tal cual se describe en la tabla 11, 12, 13 y 14.

Tabla 11

Análisis de laboratorio de la Muestra 1

Tratamiento	Laboratorio			
	Laboratorio ALAB Analytical Laboratory		Laboratorio de Edafología de la UNTELS	
	Parámetros	Técnico y método de análisis ¹	Parámetros	Técnico y método de análisis ²
M1	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 1 (C6-C10)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	pH	
	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 2 (>C10-C28)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	Capacidad de campo	Guía de práctica de edafología de la UNTELS
	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 3 (>C28-C40)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	Conductividad Eléctrica	

Fuente: Elaboración propia

Nota: ¹Informe de ensayo IE-23-20666

²Guía de prácticas de edafología de la UNTELS.

Tabla 12*Análisis de laboratorio de la muestra 2*

Tratamiento	Laboratorio			
	Laboratorio ALAB Analytical Laboratory		Laboratorio de Edafología de la UNTELS	
	Parámetros	Técnico y método de análisis ¹	Parámetros	Técnico y método de análisis ¹
M2	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 1 (C6-C10)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	pH	
	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 2 (>C10-C28)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	Capacidad de campo	Guía de práctica de edafología
	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 3 (>C28-C40)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	Conductividad Eléctrica	

Fuente: Elaboración propia

Nota: ¹Informe de ensayo IE-23-20666²Guía de prácticas de edafología de la UNTELS.

Tabla 13*Análisis de laboratorio de la muestra 3*

Tratamiento	Laboratorio			
	Laboratorio ALAB Analytical Laboratory		Laboratorio de Edafología de la UNTELS	
	Parámetros	Técnico y método de análisis ¹	Parámetros	Técnico y método de análisis ²
M3	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 1 (C6-C10)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	pH	Guía de práctica de edafología
	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 2 (>C10-C28)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	Capacidad de campo	
	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 3 (>C28-C40)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	Conductividad Eléctrica	

Fuente: Elaboración propia

Nota: ¹Informe de ensayo IE-23-22468²Guía de prácticas de edafología de la UNTELS.

Tabla 14*Análisis de laboratorio de la muestra 4*

Tratamiento	Laboratorio			
	Laboratorio ALAB Analytical Laboratory		Laboratorio de Edafología de la UNTELS	
	Parámetros	Técnico y método de análisis ¹	Parámetros	Técnico y método de análisis ²
M4	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 1 (C6-C10)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	pH	
	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 2 (>C10-C28)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	Capacidad de campo	Guía de práctica de edafología
	Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 3 (>C28-C40)	EPA METHOD 8015C. Rev. 03 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography	Conductividad Eléctrica	

Fuente: Elaboración propia

Nota: ¹Informe de ensayo IE-23-22468²Guía de prácticas de edafología de la UNTELS.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

El trabajo de investigación se enfoca en los talleres mecánicos del distrito de Villa María del Triunfo, en la provincia de Lima, departamento de Lima, debido a la manipulación y manejo de aceites, químicos e hidrocarburos que provoca un impacto importante en la generación de residuos contaminantes, como se muestra en la figura 4. La tabla 15 muestra las coordenadas del punto de muestreo.

Figura 4

Ubicación del punto de recojo de muestra de suelo contaminado



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Ubicación de toma de muestra de suelo

Departamento	Provincia	Zona	Datum WGS84	
			(X)	(Y)
Lima	Lima	18 S	289 118.2	8 651 920.35

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Muestra

La muestra estará constituida por una cantidad de suelo con TPH, el cual se recolectará de acuerdo a la “Guía para Muestreo de Suelo” del Ministerio del Ambiente. El patrón que se utilizará para la toma de muestras compuestas es rejilla circular, donde se tomarán 3 puntos con una profundidad de 0-10cm.

4.4 Técnicas de recolección de datos

4.4.1 Técnicas

La técnica correspondiente para la recolección de datos es la “observación”, que consiste en el registro sistemático, confiable del comportamiento y valido, la técnica está dirigida a la información establecida en la etapa de gabinete, en la toma de datos de suelo contaminados con TPH y los protocolos internacionales para la medición, tal como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16

Técnicas y métodos

Parámetro	Técnica y método
Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 1 (C6-C10)	EPA Method 8015 C.Rev. 3. 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 2 (>C10-C28)	EPA Method 8015 C.Rev. 3. 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos totales de petróleo Fracción 3 (>C28-40)	EPA Method 8015 C.Rev. 3. 2007 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Potencial de hidrógeno (pH)	Guía de prácticas de edafología de la UNTELS
Conductividad eléctrica (CE)	Guía de prácticas de edafología de la UNTELS
Capacidad de campo (CC)	Guía de prácticas de edafología de la UNTELS

Fuente: Elaboración propia

4.5 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos para la recolección de datos son:

- Ficha de recolección de datos (Ver Anexo 3).
- Ficha de aireación (Ver Anexo 5, 6, 7 y 8)

4.5.1 Validez

El equipo utilizado para el análisis de los hidrocarburos totales de petróleo pertenece al laboratorio acreditado ante INACAL. El cual emite informes de ensayo con los resultados de los análisis.

4.5.2 Confiabilidad

El laboratorio ALAB Analytical Laboratory E.I.R.L. se encuentra acreditado ante INACAL.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados del análisis inicial

La cantidad de parámetros de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) extraídos del suelo del taller mecánico ubicado en el distrito de Villa María del Triunfo, fue analizados por el laboratorio ALAB Analytical Laboratory E.I.R.L. (certificados por INACAL), obteniendo los resultados que muestra la tabla 16 (Ver Anexo 9 y 10).

Tabla 16

Resultados del análisis inicial del suelo

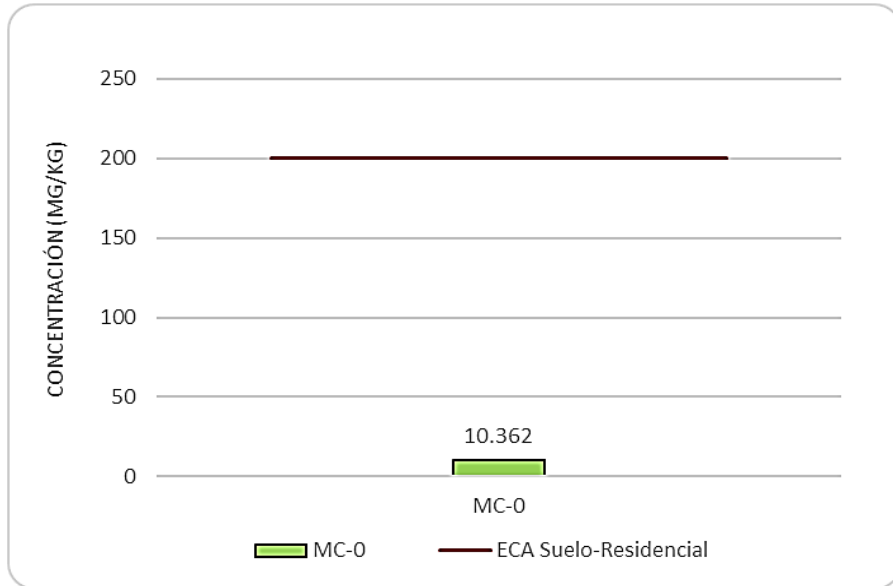
Hidrocarburos totales de petróleo	Resultados (mg/Kg)	Estándar de Calidad ambiental – Suelo Residencial
Fracción 1 (C6-C10)	10.362	200
Fracción 2 (C10<C28)	2 568.940	1 200
Fracción 3 (C28<C40)	2 356.806	3000

Fuente: Elaboración propia

El método de referencia que se utilizó para el análisis de la muestra inicial es el EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007., de esta manera validando los resultados obtenidos. La toma de muestra inicial (MC-0) según el plano de zonificación de Villa María del Triunfo, se encuentra ubicado en zona residencial, por lo que se comparó los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental Suelo – Suelo residencial, la fracción N° 2 es la que resulta excedente a lo permitido (1200 mg/Kg), mientras que las fracciones F1 y F3 se encuentran por debajo del ECA Suelo – Residencial, habiendo señalado ello, el tipo de muestra es considerado suelo contaminado. En los gráficos 1, 2 y 3 muestran los resultados obtenidos comparados con el ECA Suelo – Residencial.

Gráfico 1

Concentración de Fracción 1 en la muestra MC-0



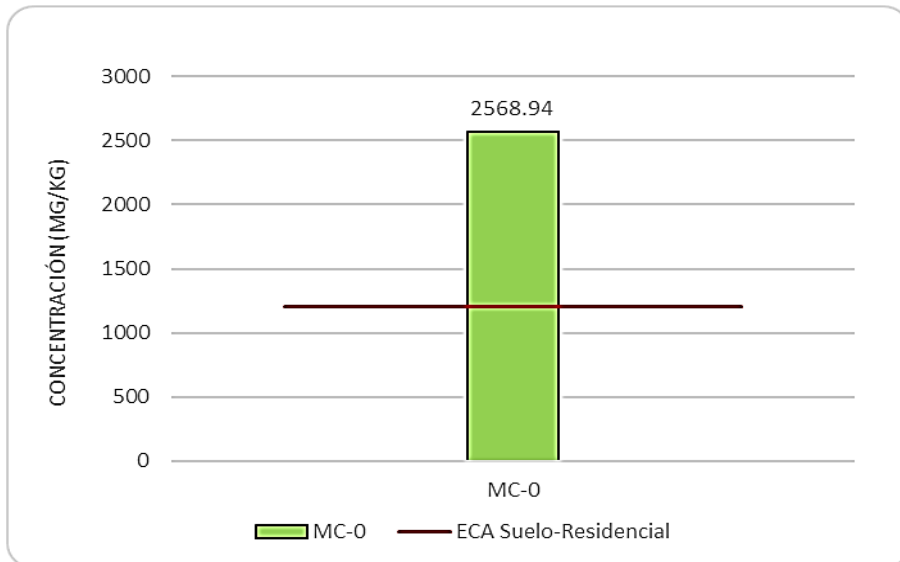
Fuente: Elaboración propia

MC-0: Muestra inicial del suelo del taller mecánico

Nota: En el gráfico se muestra los resultados del análisis de fracción 1 de la muestra inicial

Gráfico 2

Concentración de Fracción 2 en la muestra MC-0



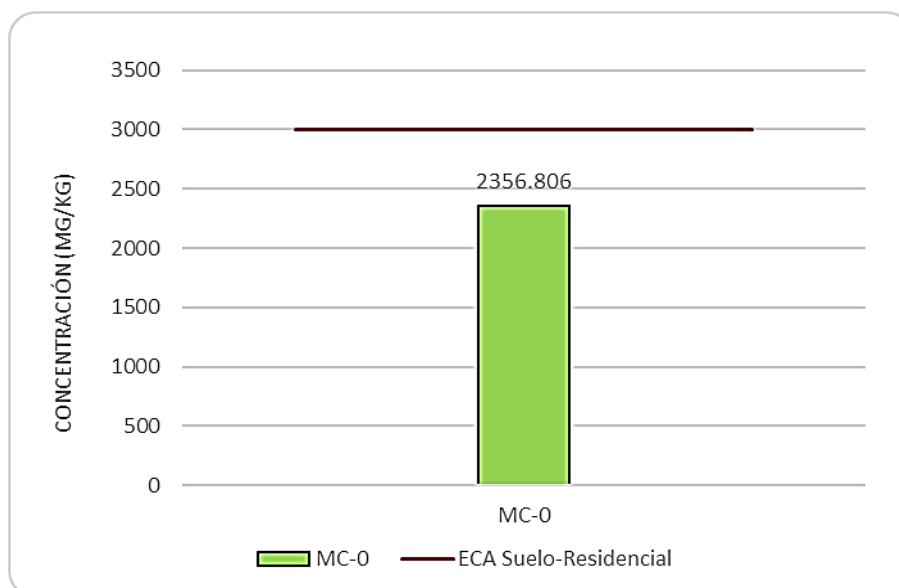
Fuente: Elaboración propia

MC-0: Muestra inicial del suelo del taller mecánico

Nota: En el gráfico se muestra los resultados del análisis de fracción 2 de la muestra inicial

Gráfico 3

Concentración de Fracción 3 en la muestra MC-0



Fuente: Elaboración propia

MC-0: Muestra inicial del suelo del taller mecánico

Nota: En el gráfico se muestra los resultados del análisis de fracción 3 de la muestra inicial

5.2 Características Físicoquímicos al final del tratamiento

Las características físicoquímicas que se tomaron en cuenta para elegir una de las repeticiones de los tratamientos fueron las siguientes, pH, capacidad de campo (CC), conductividad eléctrica (CE), estas características fueron analizadas en el laboratorio de edafología de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (UNTELS) (Ver Anexo 15).

5.2.1 pH

Según Osorio (2012) el pH adecuado para que el suelo tenga los nutrientes necesarios debe estar dentro del rango de 7.4 a 8.0 (pH alcalino) donde existe altos niveles de Calcio (Ca) y magnesio (Mg) pero el fosforo (P) tiende a ser baja. En la tabla 17 muestra los resultados del análisis de pH de los tratamientos M1, M2, M3 y M4, cada una con sus tres (3) repeticiones, los resultados se detallan en el gráfico 4.

Tabla 17

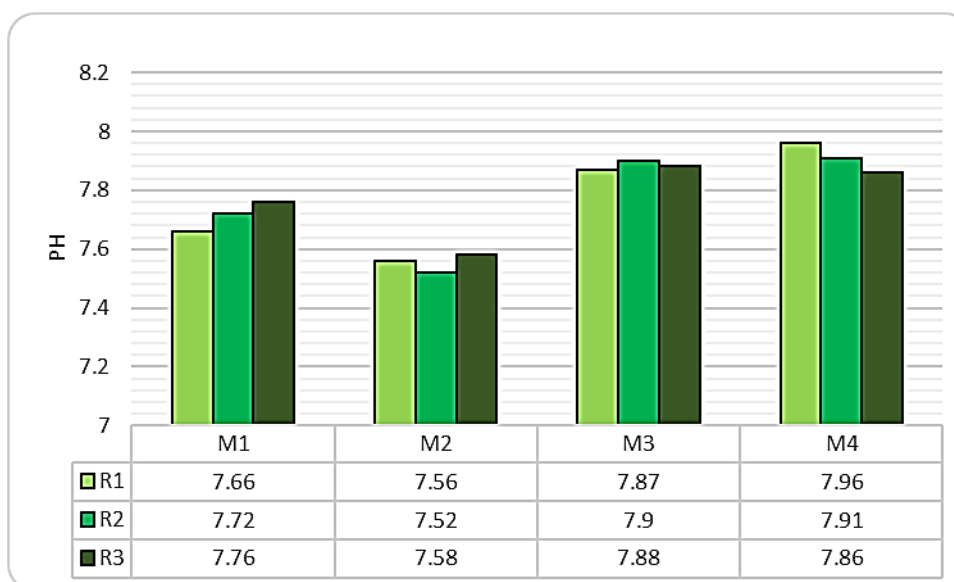
Resultados del análisis de pH del tratamiento

Tratamiento	Repeticiones		
	I	II	III
M1: 50% + 45 días	7.66	7.72	7.76
M2: 60% + 45 días	7.56	7.52	7.58
M3: 50 % + 60 días	7.87	7.90	7.88
M4: 60% + 60 días	7.96	7.91	7.86

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 4

Análisis de pH muestra 1



Fuente: Elaboración propia

Nota: En el gráfico se muestra los valores de pH de los tratamientos M1, M2, M3 y M4, cada una con sus 3 repeticiones

5.2.2 Conductividad eléctrica (CE)

Los resultados de los análisis de la conductividad eléctrica en las diferentes repeticiones de las muestras M1, M2, M3 y M4 resultaron exactamente igual, estos resultados tienden a ser considerados que el suelo es no salina debido a que presenta una conductividad eléctrica <1 dS/m y es considerada estado óptimo para el suelo, si fuese elevada (muy salina) los nutrientes no presentarían una evolución adecuada para brindar a las especies y también generar algunos problemas en la estructuración del suelo (Cremona, M. & Enriquez, A. 2020). En la tabla 18 se muestra los resultados del análisis de la conductividad eléctrica, de igual manera en el gráfico 5.

Tabla 18

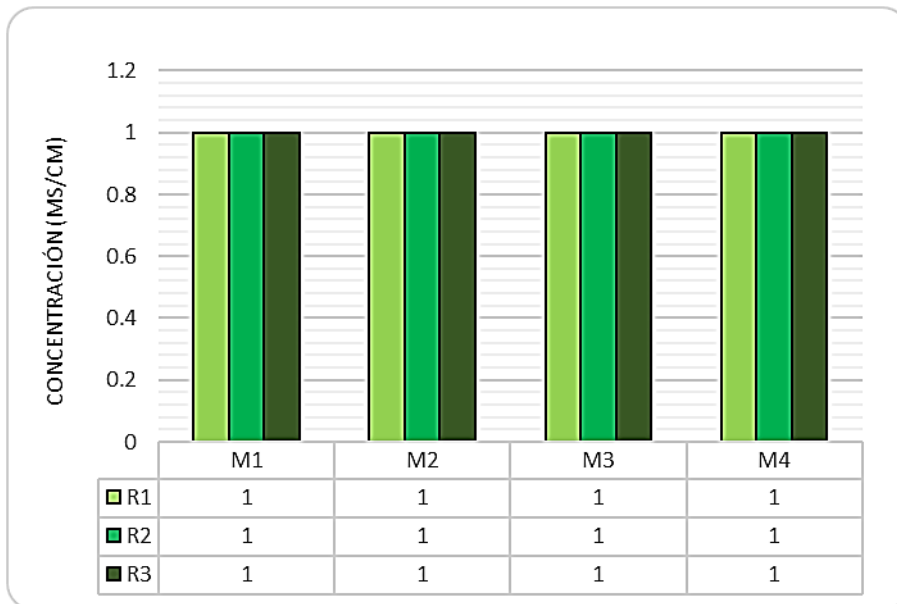
Resultados del análisis de la conductividad eléctrica (ms/cm)

Tratamiento	Repeticiones		
	I	II	III
M1: 50% + 45 días	1	1	1
M2: 60% + 45 días	1	1	1
M3:50 % + 60 días	1	1	1
M4: 60% + 60 días	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5

Análisis de conductividad eléctrica



Fuente: Elaboración propia

Nota: En el gráfico se muestra los valores de conductividad eléctrica de los tratamientos M1, M2, M3 y M4, cada una con sus 3 repeticiones

5.2.3 Capacidad de Campo (CC)

En la tabla 19 y gráfico 6 se muestra los resultados del análisis de la capacidad de campo.

Tabla 19

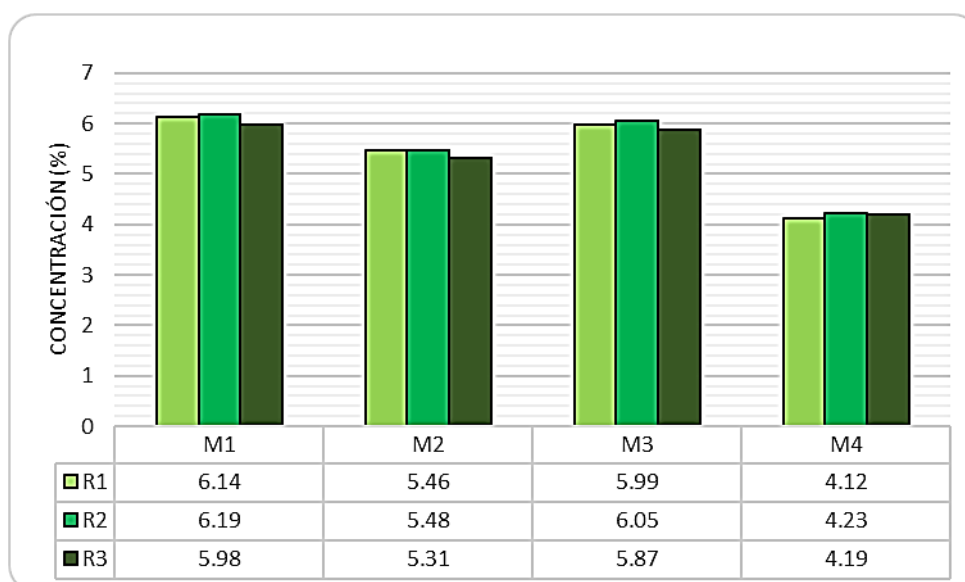
Resultados del análisis de la capacidad de Campo (%CC)

Tratamiento	Repeticiones		
	I	II	III
M1: 50% + 45 días	6.14	6.19	5.98
M2: 60% + 45 días	5.46	5.48	5.31
M3: 50% + 60 días	5.99	6.05	5.87
M4: 60% + 60 días	4.12	4.23	4.19

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 6

Análisis de Capacidad de Campo



Fuente: Elaboración propia

Nota: En el gráfico se muestra los valores del análisis de capacidad de campo para los tratamientos M1, M2, M3 y M4, cada una con sus 3 repeticiones

Según los análisis obtenidos del pH, Conductividad Eléctrica y Capacidad de Campo, mostraron una similitud en los resultados y que este se encuentre dentro del rango óptimo, debido a ello, las repeticiones elegidas para las muestras M1, M2, M3 y M4 son I, II, II y I respectivamente.

5.3 Resultados del análisis final

Objetivo general

En la tabla N°17 se detalla las concentraciones inicial y final de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) para la fracción1, fracción2 y fracción 3 de los tratamientos M1, M2, M3 y M4 (Ver Anexo 11, 12, 13 y 14).

Tabla 17

Resultado final del experimento

Hidrocarburos totales de petróleo	Unidades	Resultados				
		MC-0	M1	M2	M3	M4
Fracción 1 (C6-C10)	mg/Kg	10.362	<2.010	<2.010	<2.010	<2.010
Fracción 2 (C10<C28)	mg/Kg	2 568.940	2 279.655	1 577.697	1 365.78	945.67
Fracción 3 (C28<C40)	mg/Kg	2 356.806	1 047.0523	722.455	620.451	435.638

Fuente: Elaboración propia

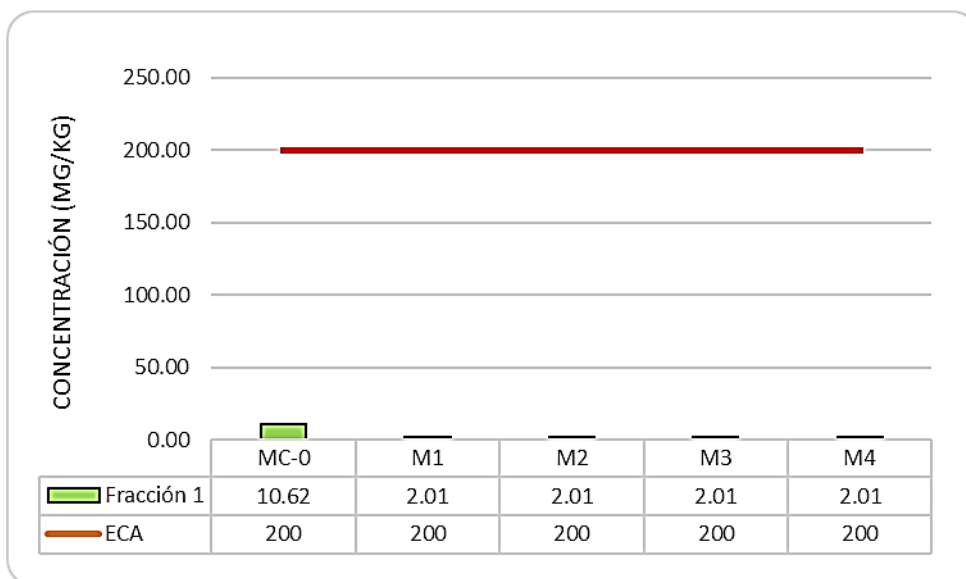
Los valores obtenidos de las concentraciones del experimento en su etapa final para las fracciones 1, 2 y 3 disminuyeron con la aplicación del ictiocompost en diferentes concentraciones en un tiempo de 45 y 60 días.

Objetivo específico 1

El comportamiento de la fracción 1 en el tratamiento M1, M2, M3 y M4 fue de <2,010 mg/Kg de hidrocarburos totales de petróleo, estando por debajo de los estándares de calidad ambiental para suelo, tal como muestra el gráfico 7.

Gráfico 7

Fracción 1 de hidrocarburos totales de petróleo



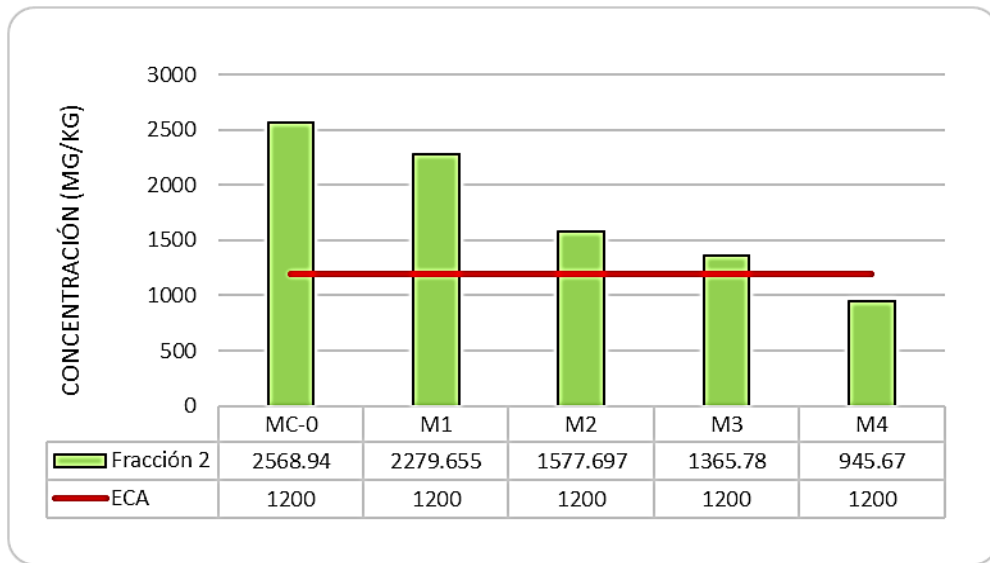
Fuente: Elaboración propia

Nota: El gráfico muestra los resultados del análisis de la fracción 1 para los tratamientos M1, M2, M3 y M4

Asimismo, la fracción 2 tuvo como resultado 2 279.655, 1 577.697, 1 365.78 y 945.67 mg/kg de hidrocarburos totales de petróleo para el tratamiento M1, M2, M3 y M4 respectivamente, sin embargo, la muestra que tuvo una mayor dosis de ictiocompost y días evidenció una mayor reducción en los parámetros de fracción 2, el cual se encuentra por debajo de los Estándares de Calidad de Suelo, tal como se muestra en el gráfico 8.

Gráfico 8

Fracción 2 de hidrocarburos totales de petróleo



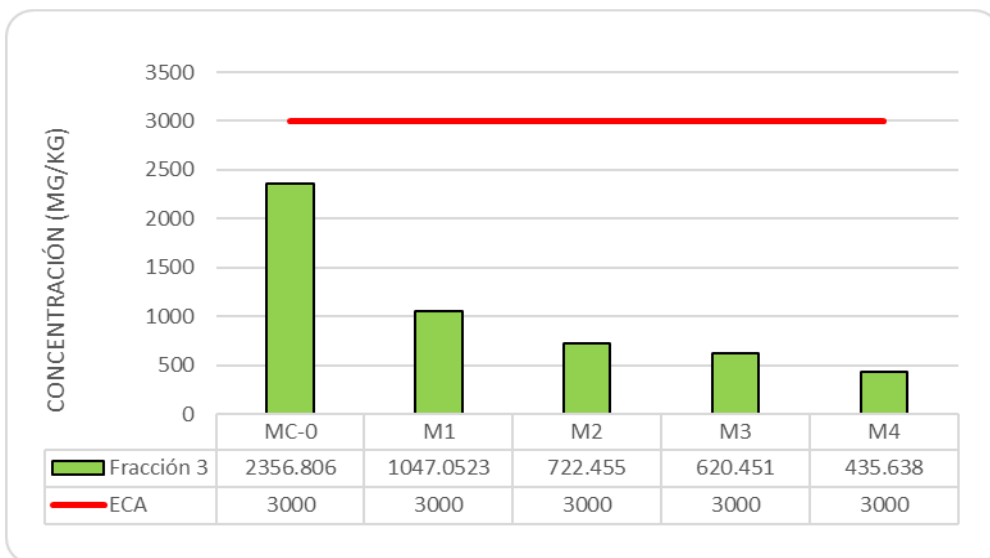
Fuente: Elaboración propia

Nota: El gráfico muestra los resultados del análisis de la fracción 2 para los tratamientos M1, M2, M3 y M4

Mientras que la fracción 3 nos muestra una concentración de 1 047.0523, 722.455, 620.451 y 435.638 mg/kg de TPH presente en los tratamientos M1, M2, M3 y M4 respectivamente, tal como se muestra en el gráfico 9.

Gráfico 9

Fracción 3 de hidrocarburos totales de petróleo



Fuente: Elaboración propia

Nota: El gráfico muestra los resultados del análisis de la fracción 3 para los tratamientos M1, M2, M3 y M4

Objetivo específico 2

Tras un tratamiento de 60 días, se obtuvieron el porcentaje de degradación de hidrocarburos totales de petróleo, tal como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18

Porcentaje de reducción de hidrocarburos

Hidrocarburos totales de petróleo	Unidades	M1	M2	M3	M4
Fracción 1 (C6-C10)	%	81.1	81.1	81.1	81.1
Fracción 2 (C10<C28)	%	11.3	38.6	46.8	63.2
Fracción 3 (C28<C40)	%	55.6	69.3	73.7	81.5

Fuente: Elaboración propia

Frente a los valores iniciales de la concentración de Fracción 1, 2 y 3, hubo una reducción en las concentraciones finales, alcanzando hasta una reducción del 81,5% en la M4 fracción 3. El comportamiento del tratamiento M1 tuvo una reducción de 81.1, 11.3 y 55.6 % para la fracción 1, 2 y 3 respectivamente, el tratamiento M2 tuvo una reducción de 81.1, 38.6, 69.3 % para la fracción 1, 2 y 3 respectivamente, el tratamiento M3 alcanzaron una reducción de 81.1, 46.8, 73.7 % para la fracción 1, 2 y 3, finalmente, el tratamiento M4 disminuyó a un 81.1, 63.2, 81.5 % para la fracción 1, 2 y 3 respectivamente.

5.4 Análisis estadístico

El procesamiento de la estadística se realizó con el método de la varianza ANOVA, prueba de Medias, y Correlación de Pearson; para un nivel de significancia del 95%. Estas pruebas se realizaron en el software MINITAB

Para poder realizar estas pruebas, primero se tiene que comprobar la normalidad de los datos continuos manejados en la presente tesis de investigación, se usó la prueba de normalidad de Ryan -Joiner, similar a la prueba de normalidad de Shapiro -Wilk

Prueba de normalidad de Ryan-Joiner

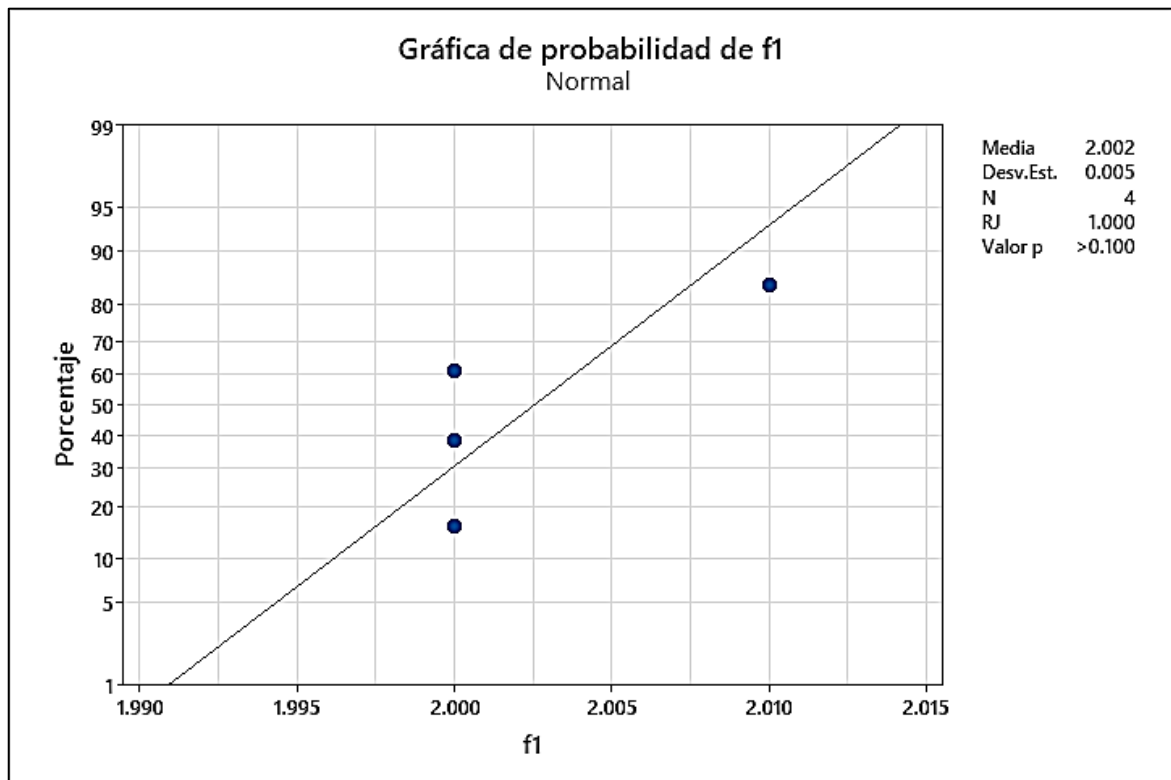
La prueba de Ryan-Joiner evalúa la normalidad calculando los datos y las puntuaciones normales de los datos, el coeficiente de la correlación tienda a acercarse a 1 es muy probable que la población sea normal.

Ho (Hipótesis Nula) = Los datos obtenidos provienen de una población normalmente distribuidos

Ha (Hipótesis Alternativa) = Los datos obtenidos no provienen de una población normalmente distribuida.

Gráfico 10

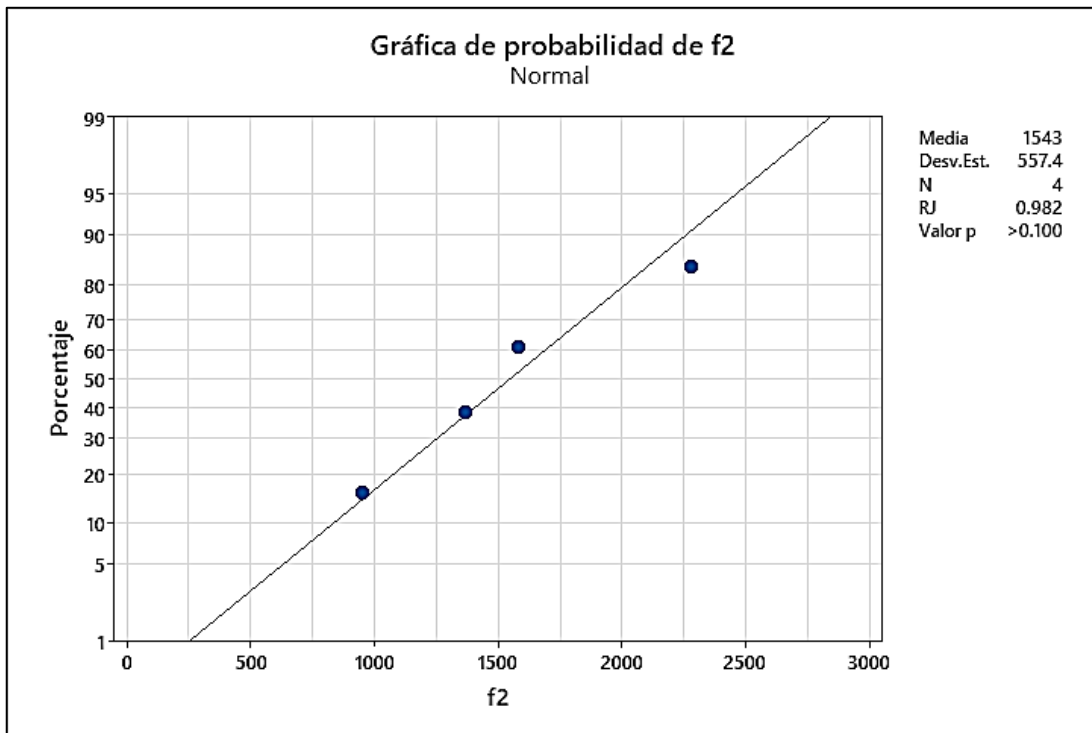
Gráfica de probabilidad de F1



Fuente: Software MINITAB

Gráfico 11

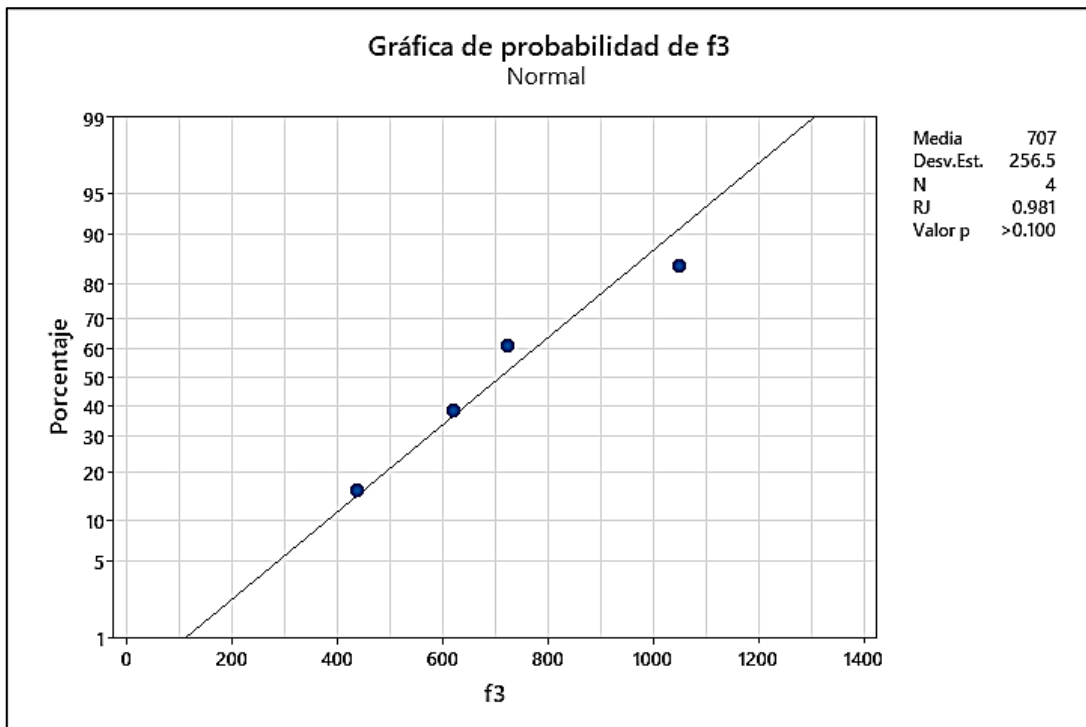
Gráfica de probabilidad F2



Fuente: Software MINITAB

Gráfico 12

Gráfica de probabilidad de F3



Fuente: Software MINITAB

Como se puede apreciar en la gráfica 10, 11 y 12 el valor de p-valor son mayores que el nivel de significancia, por lo que se tiene que aceptar la hipótesis nula. Por ende, se concluye que los datos que se representan provienen de una población normalmente distribuida y se puede a proceder a realizar las distintas pruebas

Hipótesis General

En la presente tesis de investigación de formula “El uso de Ictiocompost influye significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados de talleres mecánicos,2023”

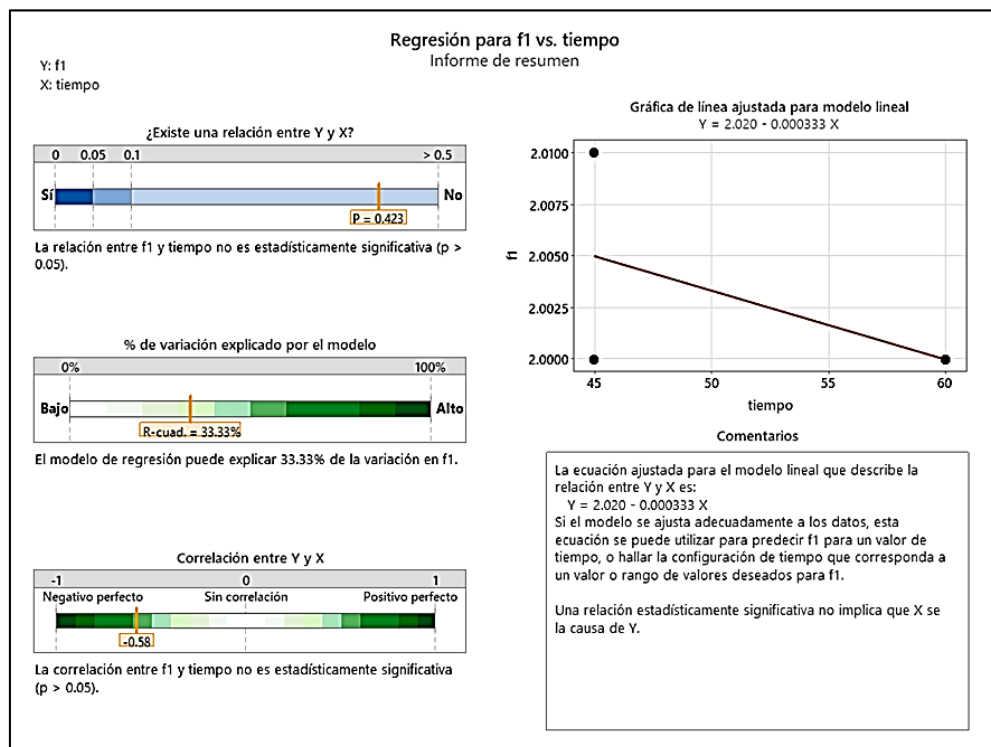
Para poder comprobar la hipótesis planteada se realizó el análisis de la correlación de Pearson, esta nos medirá el grado lineal entre cada par de variable. Los valores de correlación se pueden ubicar entre el -1 y el +1, si estas dos variables tienden a aumentar o a disminuir al mismo tiempo, el valor de la correlación es positivo, pero si una variable disminuye y la otra variable aumenta, el valor de la correlación es negativo.

- Fracción 1 de TPH

Se procede a verificar las variables tienden a ser positivos o negativos.

Gráfico 13

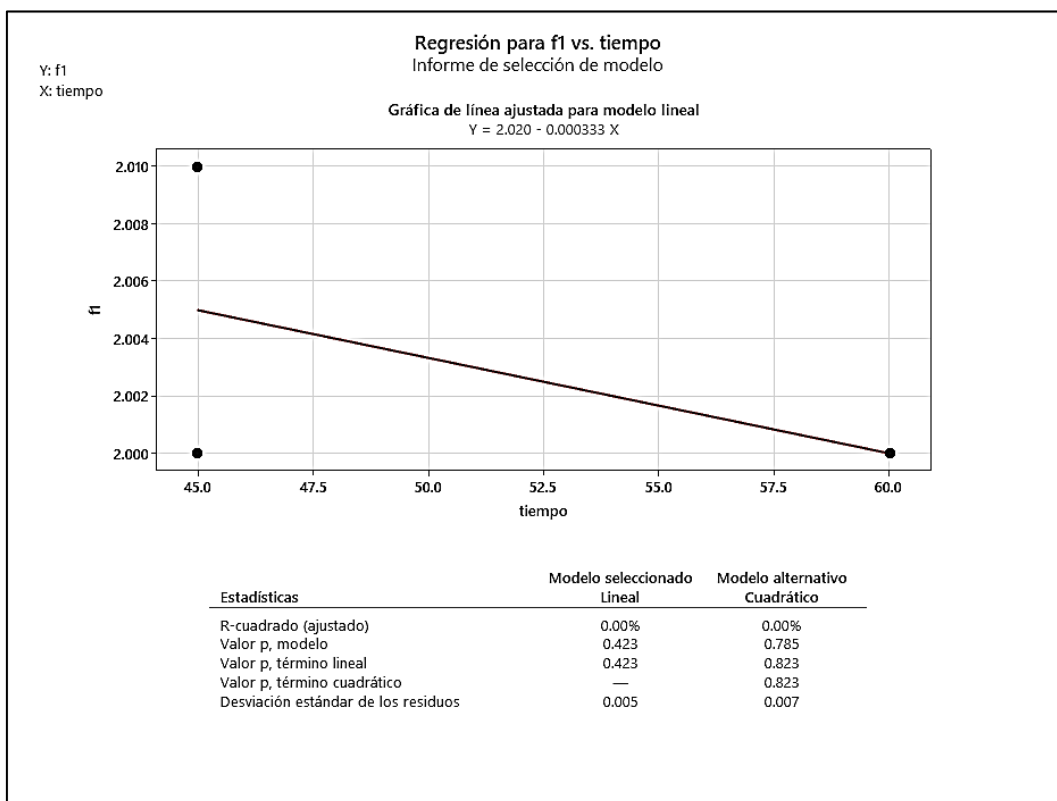
Regresión para F1 vs. Tiempo



Fuente: Software MINITAB

Gráfico 14

Gráfica de línea ajustada para modelo lineal



Fuente: Software MINITAB

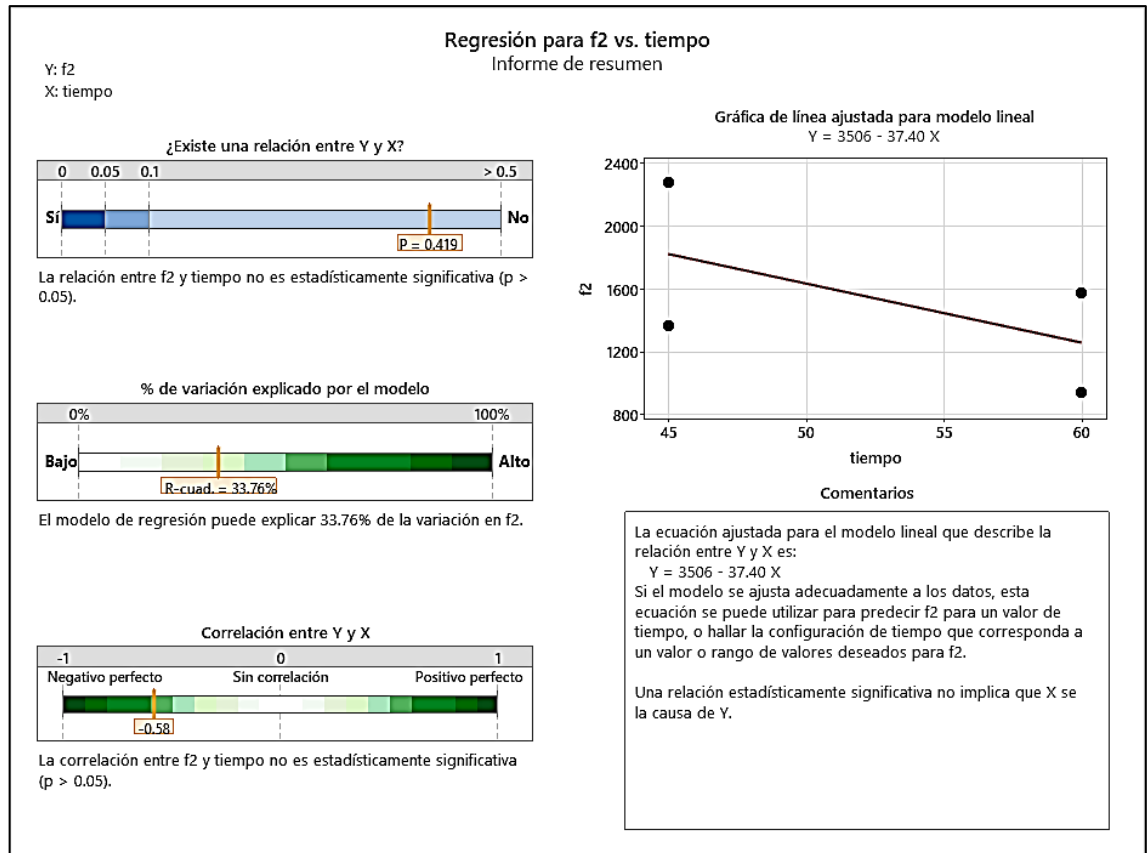
Como se puede apreciar en la gráfica 13, el modelo de correlación tiende a ser negativo, lo que significa que a medida que aumenta el tiempo los datos de la F1 de TPH tienden a disminuir, esto también se aprecia en la gráfica de línea ajustada para modelo lineal (gráfico 14).

- Fracción 2 de TPH

Se procede a verificar las variables tienden a ser positivos o negativos

Gráfico 15

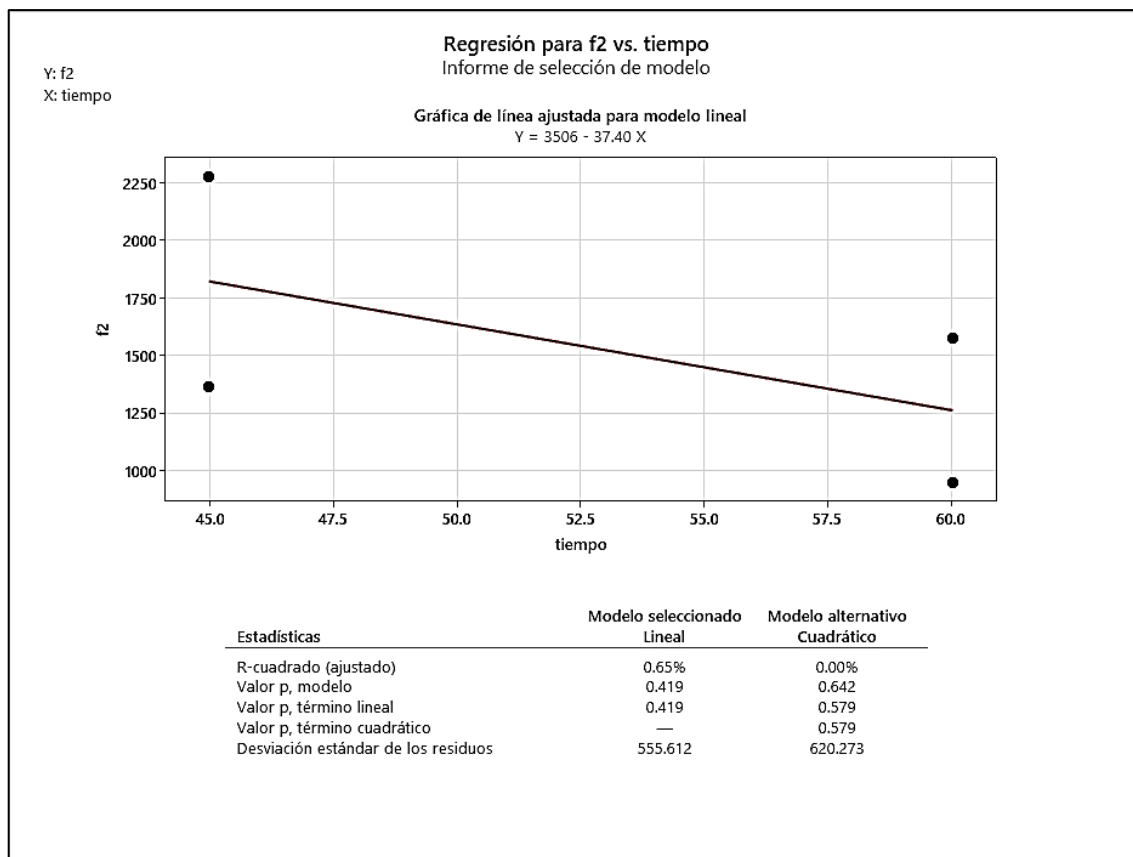
Regresión para F2 vs Tiempo



Fuente: Software MINITAB

Gráfico 16

Gráfica de línea ajustada para modelo lineal



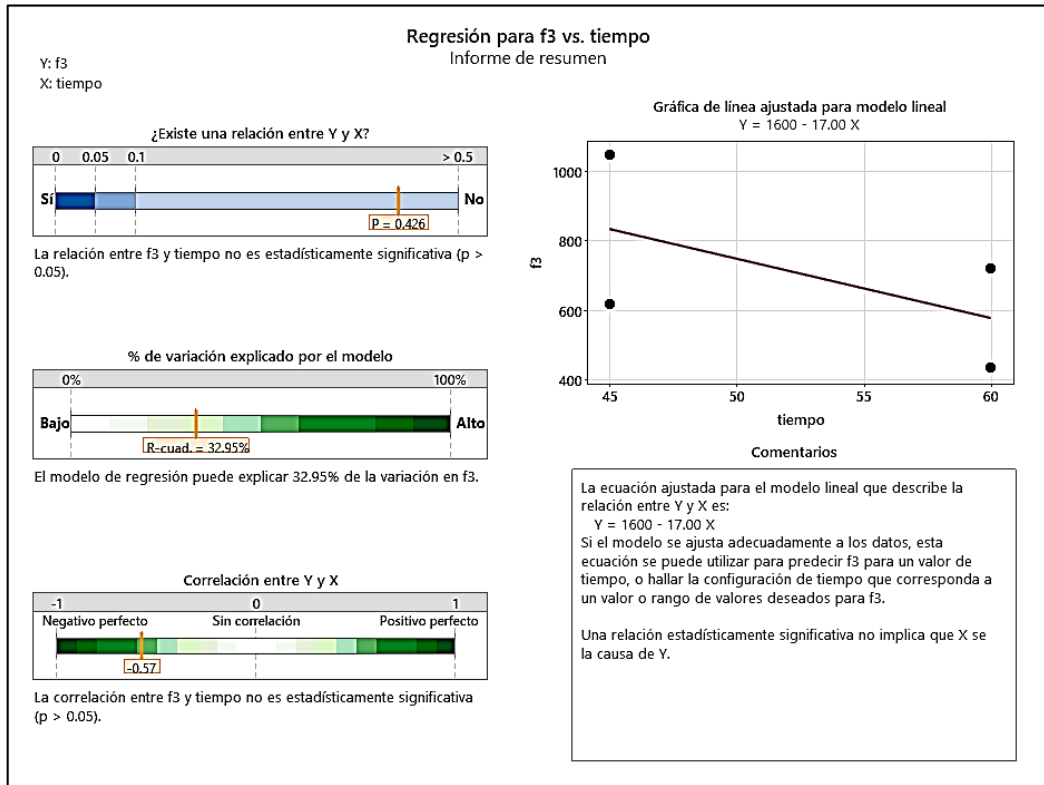
Fuente: Software MINITAB

Como se puede apreciar en la gráfica 15, el modelo de correlación tiende a ser negativo, lo que significa que a medida que aumenta el tiempo los datos de la F2 de TPH tienden a disminuir, esto también se aprecia en la gráfica de línea ajustada para modelo lineal (gráfica 16).

- Fracción 3 de TPH

Gráfico 17

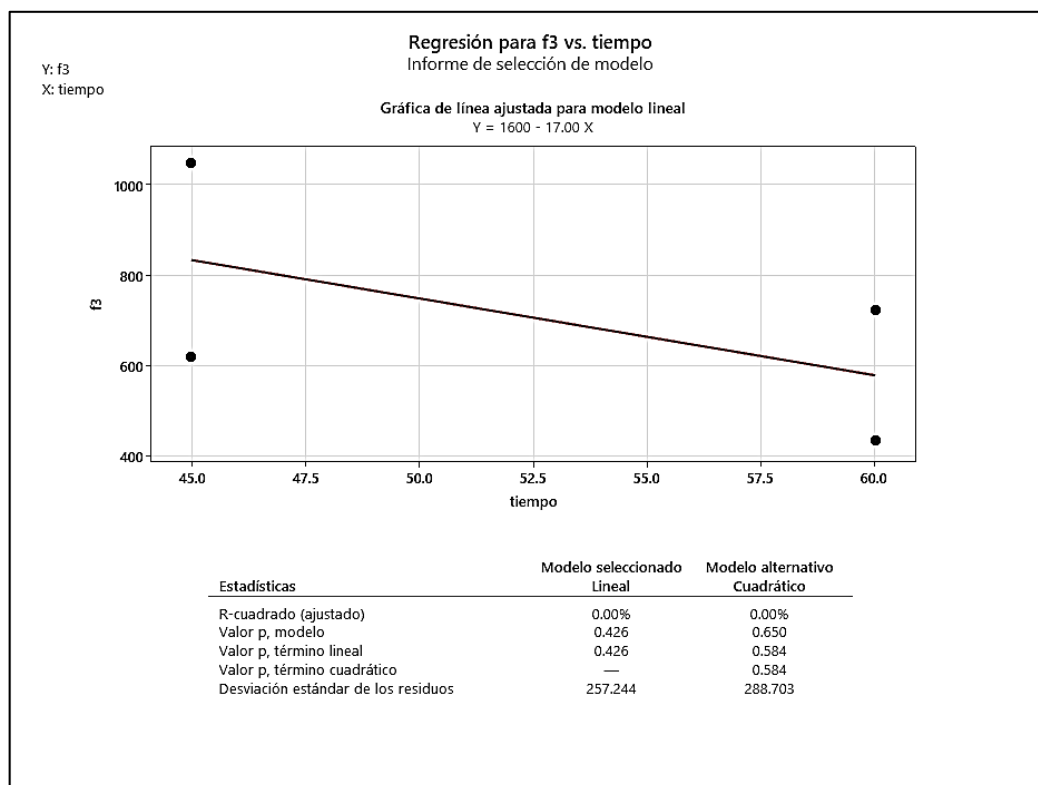
Regresión para F3 vs Tiempo



Fuente: Software MINITAB

Gráfico 18

Gráfica de línea ajustada para modelo lineal



Fuente: Software MINITAB

Como se puede apreciar en la gráfica 17, el modelo de correlación tiende a ser negativo, lo que significa que a medida que aumenta el tiempo los datos de la F3 de TPH tienden a disminuir, esto también se aprecia en la gráfica de línea ajustada para modelo lineal (gráfica 18).

Hipótesis específica 1

Para poder comprobar esta hipótesis específica, se realiza la prueba de normalidad de Ryan-Joiner, esta se verifica en la gráfica 7, 8 y 9 en la cual nos indica que para la Fracción 1, 2 y 3 tiende a tener una población normalmente distribuida. Habiendo concluido en la normalidad, se realiza el ANOVA para las fracciones 1, 2 y 3 de TPH.

Ho (Hipótesis nula) = La relación de tiempo y dosis de ictiocompost no impactan significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023.

Ha (Hipótesis alterna) = La relación de tiempo y dosis de ictiocompost impactan significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023.

Tabla 19: Análisis de Variancia de la fracción 1, 2 y 3

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	4757619	2378810	18.95	0.001
Error	9	1129505	125501		
Total	11	5887124			

Fuente: Software MINITAB

Como se puede apreciar en la tabla 19 el valor de p es menor al nivel de significancia (0.05) a lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo que concluye que: la relación de tiempo y dosis de ictiocompost impacta significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023.

Hipótesis específica 2

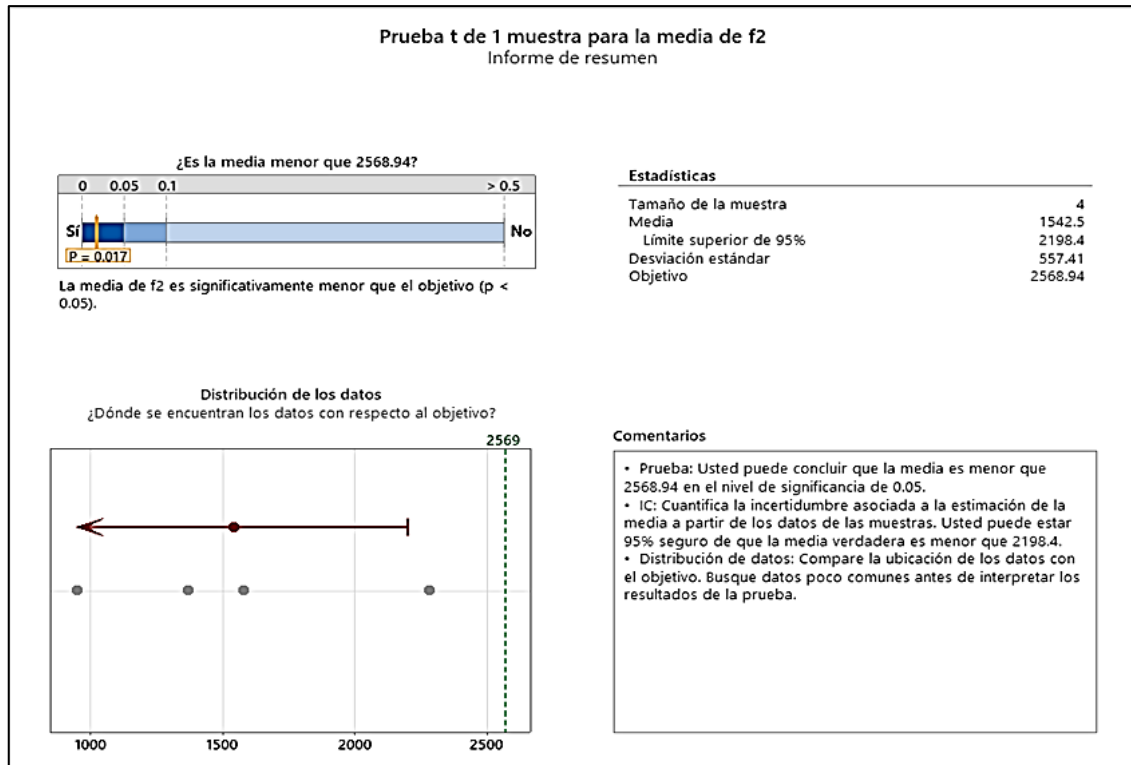
Para desarrollar esta hipótesis, se realiza la prueba t de 1 muestra para determinar si la media difiere significativamente de un valor objetivo.

Ho (Hipótesis nula) = La aplicación de ictiocompost no reduce el porcentaje de hidrocarburos totales de petróleo de fracción F1, F2 y F3 en suelos contaminados de talleres mecánicos.

Ha (Hipótesis alterna) = La aplicación de ictiocompost reduce el porcentaje de hidrocarburos totales de petróleo de fracción F1, F2 y F3 en suelos contaminados de talleres mecánicos.

Gráfico 19

Análisis de prueba T de 1 muestra para la media de F2



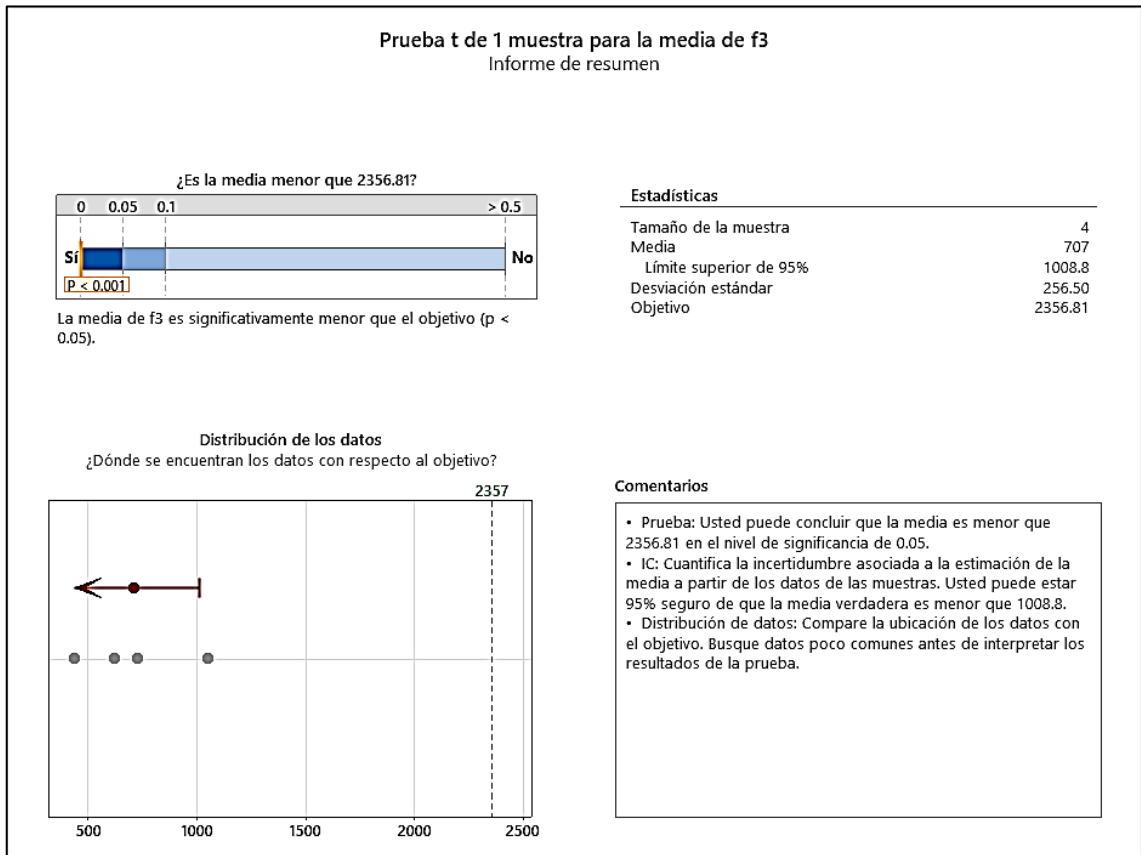
Fuente: Software MINITAB

Según la gráfica 19 el valor de p es menor al nivel de significancia (0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, de esta manera la media es menor a la del objetivo en el nivel de significancia propuesta.

Según la distribución de datos se puede apreciar que los datos tienden a ser menores que el objetivo, concluyendo que la diferencia entre ellos genera una potencia significativa para el porcentaje de reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en fracción 2.

Gráfico 20

Prueba T de 1 muestra para la media de F3



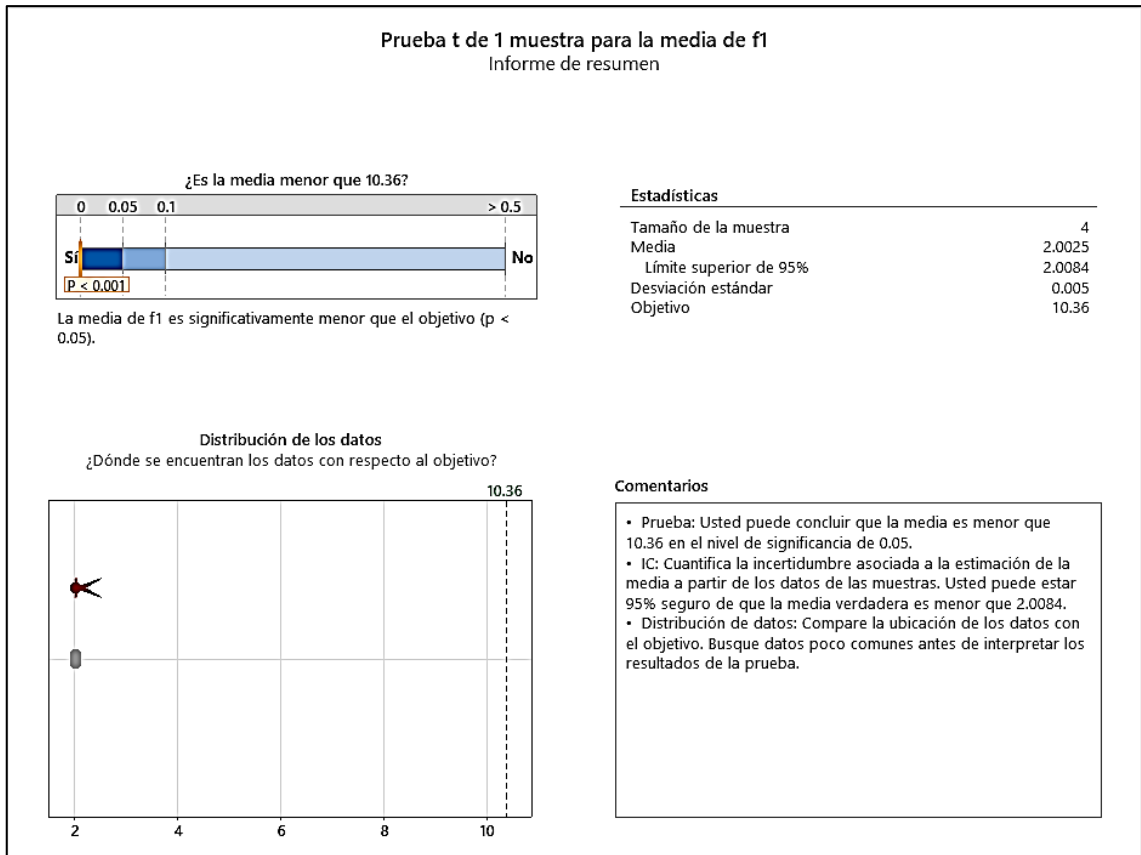
Fuente: Software MINITAB

Según la gráfica 20 el valor de p es menor al nivel de significancia (0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, de esta manera la media es menor a la del objetivo en el nivel de significancia propuesta.

Según la distribución de datos se puede apreciar que los datos tienden a ser menores que el objetivo, concluyendo que la diferencia entre ellos genera una potencia significativa para el porcentaje de reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en fracción 3

Gráfico 21

Prueba T de 1 muestra para la media de F1



Fuente: Software MINITAB

Según la gráfica 21 el valor de p es menor al nivel de significancia (0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, de esta manera la media es menor a la del objetivo en el nivel de significancia propuesta.

Según la distribución de datos se puede apreciar que los datos tienden a ser menores que el objetivo, concluyendo que la diferencia entre ellos genera una potencia significativa para el porcentaje de reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en fracción 1.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo al trabajo de investigación de Miño (2022). demostró que el uso de compost puede ser utilizado para recuperar suelos agrícolas en un periodo mediano a largo plazo, de esta manera la materia orgánica se mineraliza en el suelo enriqueciendo los parámetros físico químicos, Miño realizó tres (3) tratamiento, de los cuales el tratamiento T0 contenía 10 kg de suelo erosionado, el tratamiento T1 contenía 10 kg de suelo erosionado más 2 kg de compost maduro y el tratamiento T2 contenía 10 kg de suelo erosionado y 2 kg de compost semimaduro, el compost semimaduro a un 20% logra un aporte significativo en macronutrientes, pero si el suelo tiene una mayor agresividad se necesita un 50% de compost semimaduro, de esta manera exista una carga adicional de materia orgánica, nitrógeno y potasio. De igual manera, el trabajo de investigación de Palacios y Vásquez (2022) obtuvo una remoción del 60.85% de TPH en un periodo de 9 semanas, para una mayor reducción de los hidrocarburos se debe extender el tiempo. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación usó ictiocompost a base de residuos hidrobiológicos, que presenta un alto contenido de macronutrientes como el nitrógeno, fosforo y potasio, de esta manera se obtuvo una degradación significativa de hidrocarburos totales de petróleo hasta un 81.1% para la fracción 1, 63.2% para la fracción 2 y 81.5% para la fracción 3 en un periodo de tiempo de 60 días con una dosis al 60%, para una mayor degradación de hidrocarburos se recomienda realizar el tratamiento en un periodo a largo plazo.

En la investigación realizado por Curasi y Luque (2019) demostró que el uso del compost es efectiva en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, la muestra inicial antes del tratamiento tuvo una concentración de 32 622 mg/kg de TPH, el suelo contaminado al pasar por un tratamiento con compost y por 20 días tuvo una concentración de 12 600mg/kg, asimismo, después de 45 días de la aplicación del compost se obtuvo una concentración de 9 300 mg/kg, de esta manera el autor indica que a un tiempo de 60-90 días existiría una mayor biorremediación de suelos contaminados. Por ende, nuestro trabajo de investigación se realizó en un periodo de 45 y 60 días, de esta manera se demostró que existe una significativa reducción de las fracciones F1, F2 y F3 de suelos contaminados con hidrocarburos totales de petróleo.

Taipe et al. (2020) en la investigación, tuvo como objetivo evaluar la remoción de F2 y F3 de los suelos contaminados, haciendo uso de *Zea mays* (Maíz) y compost. El

suelo contaminado tuvo una concentración inicial de 34 131 mg/kg y 52 050 mg/kg de TPH para F2 y F3 respectivamente. A cada maceta se le agrego 5 semillas de Zea mays, la maceta M1 no se le agrego compost, la maceta M2 contenía un 40%, la muestra M3 una concentración 50% y la maceta M4 una concentración 60% de compost, según los resultados se demostró que la aplicación de Zea Mays y compost como un tratamiento conjunto para la remoción de TPH. La fracción F2 y F3 removi6 a un 71 y 53 % respectivamente en un tiempo de 90 días, asimismo la concentración para la M1 fue de 27 931.33 mg/kg para fracción 2 y 51 503.00 mg/kg para fracción 3, para el tratamiento M2 la concentración de fracción F2 fue de 9 754.33 mg/kg y 24 158.33 mg/kg para fracción 3, el tratamiento M3 tuvo una concentración de 6 635.00 mg/kg para fracción F2 y 19 948.33 para fracción F3, y por último el tratamiento M4 tuvo una concentración de 5 580.33 mg/kg para fracción F2 y 18 126.00 mg/kg para fracción 3, de acuerdo a lo observado el tratamiento M4 gener6 una mayor remoci6n y mejor germinaci6n. De acuerdo a nuestro trabajo de investigaci6n, nuestra muestra inicial de suelo contaminado tenía una concentraci6n de 10.362, 2 568.940 y 2 356.806 mg/kg para F1, F2 y F3 respectivamente. Se tuvo 4 tratamientos, M1 con 50% de compost y un tiempo de 45 días, M2 con 60% compost en un tiempo de 45 días, M3 con 50% de compost en un tiempo de 60 días y M4 con 60% de compost en un tiempo de 60 días, se pudo observar que posterior el tratamiento se evidenci6 una reducci6n de TPH, el tratamiento de la muestra M1 tuvo como resultado <2.010, 2 279.655, 1 047. 0523 mg/kg para la fracci6n F1, F2 y F3 respectivamente, el tratamiento M2 tuvo una reducci6n de hidrocarburos totales de <2.010, 1 577.697 y 722.455 mg/kg para la fracci6n F1, F2 y F3, el tratamiento M3 tuvo una concentraci6n de <2.010, 1 365.78 y 620.451 mg/kg para la fracci6n F1, F2 y F3 respectivamente, el tratamiento de la muestra M4 tuvo como concentraci6n de <2.010, 945.67 y 435.638 mg/kg para la fracci6n F1, F2 y F3 respectivamente, de esta manera la muestra M4 tuvo la mayor disminuci6n de hidrocarburos totales de petr6leo para la F2 y F3, a comparaci6n de los otros tratamientos, esta degradaci6n podría deberse a que el ictiocompost usado tiene una gran cantidad de nutrientes capaces de incrementar la densidad microbiana.

VII. CONCLUSIONES

Se determinó que inicialmente el suelo contaminado proveniente del taller mecánico contiene 10.362 mg/kg para la fracción 1, 2 568.940 mg/kg para la fracción 2 y 2 356.806 mg/kg para la fracción 3.

De acuerdo al análisis de los resultados, se concluye que el uso del ictiocompost influencia significativa en la degradación de TPH del suelo contaminado de talleres mecánicos, asimismo, se evidenció que existe una reducción para las fracciones 1, 2 y 3 para los tratamientos M1, M2 M3 y M4.

Se demostró que existe la remoción de la fracción 1, 2 y 3, al aumentar la dosis de concentración de ictiocompost en cada tratamiento hay una mayor degradación de TPH, para nuestro trabajo de investigación la dosis y tiempo óptimo fue el tratamiento M4 (60% ictiocompost + 60 días), el cual tuvo como resultado de <2.010 mg/kg para la fracción 1, 945.67 mg/kg para la fracción 2 y 435.638 mg/kg para la fracción 3.

El tratamiento con más éxito en el porcentaje de degradación de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo fue el tratamiento M4, teniendo una reducción del 81.1% para la fracción 1, 63.2% para la fracción 2 y el 81.5% para la fracción 3. Por lo que se afirma que la aplicación del ictiocompost es eficiente en la degradación de los hidrocarburos totales de petróleo.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el análisis de las fracciones 1, 2 y 3 de hidrocarburos totales de petróleo para las 3 repeticiones con la finalidad de tener una variabilidad de resultados.

Se recomienda usar el ictiocompost para la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos, ya que es un producto eficiente y de bajo costo.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brutti, L., Beltran, M., Garcia de Salome, I. (2018) *Biorremediación de recursos naturales: biorremediación*. Ediciones INTA. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/4027>
<https://inta.gob.ar/documentos/biorremediacion-de-los-recursos-naturales>

Vásquez Cordano, A. (2005). *La organización Económica de la industria de Hidrocarburos en el Perú: el segmento Upstream del sector petrolero* (trabajo N° 8). OSINERG.

Pereira Morales, C. et al. (2011) *Edafología 1: Propiedades químicas del suelo*. Primera edición. Espacio Grafico Comunicaciones S.A.
<https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>

Soriano Soto, M. (S.f) *Conductividad eléctrica del suelo: conductividad electrica*. Universidad politécnica de Valencia.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/105110/Soriano%20-%20Conductividad%20el%C3%A9ctrica%20del%20suelo.pdf?sequence=1>

FAO (2005) *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal: Glosario*. <https://www.fao.org/3/y4690s/y4690s00.htm#Contents>

PRODUCE. (2016). “Reaprovechamiento de residuos hidrobiológicos” [Diapositiva del Power Point].
<https://www.produce.gob.pe/documentos/pesca/dgsp/notas-informativas/reaprovechamiento-de-recursos.pdf>

Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades. (6 de mayo de 2016). *Hidrocarburos totales de petróleo (Total petroleum Hydrocarbons)*.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts123.html#bookmark1

Aguilar Chinchilla, N. (2022). *Implementación y validación de la metodología EPA 8015C para la determinación de Hidrocarburos Totales de Petróleo en muestras de agua y suelos por cromatografía de gases*. [trabajo para obtener la Licenciatura en Química]. Repositorio
<http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/16735/1/46390.pdf>

Arrieta Guevara, G. y Paucar Neira, J. (1era. Ed.) (2016). *Compilación de definiciones contenidas en la Normativa del sector Hidrocarburos en el Perú*. Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía.

Avellaneda Enríquez, F. (2019) *Protocolo para la producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado de la ciudad de Lambayeque en el año 2018* [obtención de título Profesional] repositorio Institucional Universidad de Lambayeque. <https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/226>

Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. (A. Rubeira)Shalom. <http://187.191.86.244/rceis/wpcontent/uploads/2015/07/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n-DANIEL-S.-BEHAR-RIVERO.pdf>

Bohórquez Santana, W. (Ed. 1) (2019) *El proceso del Compostaje. Factores implicados en el proceso del compostaje*. Unisalle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/libros/72/>

Cadena, S., García, José., Aguirre, María., (05 de febrero de 2019). *Los microorganismos como tecnología emergente para la limpieza del petróleo*. Nombre del sitio web. <https://cigom.org/noticias/los-microorganismos-como-tecnologia-emergente-para-la-limpieza-del-petroleo/#:~:text=En%20la%20primera%20ruta%2C%20las,el%20nitr%C3%B3geno%2C%20hierro%20o%20azufre.>

Carbonell Rodríguez, C. E. (2020). *Evaluación de la eficiencia del compostaje en la remediación de sedimentos de fondo de tanques de hidrocarburos frente a otras técnicas de tratamiento*. [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas]. Repositorio Digital <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12761>

Coloma, J. & Paima, A. (2022) *Efectividad del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceite automotriz*, Arequipa 2022 [Tesis para obtener el grado de Ingeniero] Repositorio institucional de UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/91613/Coloma_LJM-Paima_FAP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Conciencia Eco. (19 de julio de 2013). *¿Qué es el compostaje?*. [https://www.concienciaeco.com/2013/07/19/que-es-el-compostaje/.](https://www.concienciaeco.com/2013/07/19/que-es-el-compostaje/)

Curasi Rafaela, N. y Luque Soncco, M. (2019). *Efectividad de los bioestimuladores de compost, lombricompost y abono verde en la biorremediación de suelos contaminados con aceite automotriz* [Trabajo para obtener el título] Repositorio

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3079/Nancy_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Decreto supremo N° 011-2017, 2 de diciembre, Estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo, Diario el Peruano, N° 14307, <https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/VisorPDF>

Delgado Paredes, C.L. (2022). *Biorremediación de suelos contaminados por diésel mediante el aprovechamiento de los biosólidos compostados por la empresa Ecothani S.A.C., Cusco-2021* [Trabajo previo a la obtención del título] Repositorio <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12238>

Espíritu Canchari, W. y Guerreros Gutiérrez, L. (2022) *Efecto del vermicompost en un suelo contaminado con hidrocarburos y crecimiento de rabanito (Raphanus sativus L.), Daniel A. Carrión, Pasco-2021*. [Trabajo para obtener el título] Repositorio https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11473/1/IV_FIN_107_TE_Esp%C3%ADritu_Guerreros_2022.pdf

Gobierno de Mexico. (07 de junio de 2018). *Nada se tira, todo se aprovecha: residuos pesqueros*. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/nada-se-tira-todo-se-aprovecha-residuos-pesqueros>.

Gomez Mamani, K. (2023). *Determinación del tiempo del compostaje y el contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno* [Trabajo para obtener el Título] Repositorio http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/474/Katerine_Vianey_GOMEZ_MAMANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lachira, A. y Ayala, B. (2022). *Diseño de unaplanta piloto de compostaje para el aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos solidos generados en la Universidad de Piura*. [Tesis para obtener el titulo de Ingenierio]. Repositorio PIRHUA. <https://hdl.handle.net/11042/5902>

Leon, A; Zuñiga, M. (Ed. 1) (2022). *La sombra de los hidrocarburos. Actualización de la información sobre sitios con daño hidrocarburífero en el Perú: 1997-2021*. Oxfam. https://oi-files-cng-prod.s3.amazonaws.com/peru.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/La-sombra-de-los-hidrocarburos-en-el-Peru%CC%81.pdf

Llerena, M. & Coello, F. (2019) *Conflictos sociales en la industria de hidrocarburos del Perú: análisis de dos casos representativos*. Documento de trabajo N° 46, Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin, Perú

Melendrez Moreto, N. & Sánchez Delgado, J (2019) *Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi*. [Obtención del título]. Repositorio de tesis Universidad Peruana Union. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1777>

Mendoza. A, Ramírez, J. (2020) *Aprendiendo metodología de la investigación*, Editorial Grupo Compás. <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/523>

Meza Rueda, D. (2023) *Propuesta para la producción de abono orgánico mediante el copostaje de los residuos solidos organicos para arboles frutales de la finca "don luchito" de la parroquia Chicaña, Canton Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe, durante el año 2023*. [Obtención del título de ingeniero]. Repositorio digital del instituto tecnológico sudamericano de Loja. <http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/handle/123456789/687>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (s.f.) [yhttps://www.midagri.gob.pe/portal/45-sector-agrario/recurso-energetico/339-el-petroleo](https://www.midagri.gob.pe/portal/45-sector-agrario/recurso-energetico/339-el-petroleo)

Ministerio de la Producción, (2016). *Reaprovechamiento de residuos hidrobiológicos*. <https://www.produce.gob.pe/documentos/pesca/dgsp/notas-informativas/reaprovechamiento-de-recursos.pdf>

Miño, D. (2022). *Compostaje de los lodos procedentes de la industria de alimentos y evaluación de la calidad agronómica del compost para su empleo en la restauración de suelos erosionados*. [Master titulado].Universidad Miguel Hernández de Elche.

Moriano, L. (2023). *Evaluación de la aplicación de compost para la recuperación sostenible de suelos degradados*. [Master in biotechnology of environment and health]. Universidad de Oviedo.

Palacios, K. Vasquez, M. (2022). “Biorremediación de un suelo contaminado con aceite automotriz usado mediante compostaje a base de residuos orgánicos” [Trabajo de

titulación, Universidad de Guayaquil],
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/65339/1/BINGQ-IQ-22P47.pdf>

Portal terminológico de la FAO. (2009, octubre). *Glosario de Agricultura Orgánica*. <https://www.fao.org/3/as989t/as989t.pdf>

Quiñones Carreño, M. (2023) *Implementación de un sistema de compostaje abierto de permite el aprovechamiento de residuos orgánicos en la vereda los almendros municipio de Arauquita – Arauca* [proyecto aplicado]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/55921>

Rodriguez Berna, P. (2018) *Efecto del humus de lombriz en la remediación de suelos contaminados con crudo de petróleo. Ucayali, Perú*. [Trabajo para tener el título] Repositorio http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4047/000003720T_AMBIENTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Secretaria de energía-Republica argentina (2003). Conceptos sobre Hidrocarburos [Archivo PDF]. https://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/hidrocarburos.pdf

Tapia Pérez, R., Amaro Barreto, L. y Armas Tarazona, L. (2020). *Evaluación de la remoción de hidrocarburos de petróleo fracción F2 y F3 en suelos contaminados mediante la aplicación de Compost y Zea Mays (maíz)* [Trabajo previo para la obtención del título, Univerdad Nacional del Callao]. Repositorio <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5801>

Velasco, J., Volke, T. (2003). El composteo: una alternativa tecnológica para la biorremediación de suelos en México. *Gaceta Ecológica*, 66(41-53), 4-11.

Zarate, Y. A. (2014) *Evaluación del impacto de la contaminación con diesel en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso*. [Trabajo para obtener el Grado de Maestro] Repositorio <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/333/1/RI003449.pdf>

Presidente de la República del Perú (2017). Decreto supremo N°011-2017. *Por lo cual se expide la aprobación de estándares de calidad ambiental (ECA) para Suelo*. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/011-2017-minam_0.pdf

Congreso de la República del Perú, (2005). Ley 28611 de 2005. Por lo cual se expide Ley General del ambiente

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

Anexo 2. Matriz de consistencia

Anexo 3. Ficha de recolección de datos

Anexo 4. Resultados de evaluación de ictiocompost

Anexo 5. Aireación muestra 1

Anexo 6. Aireación muestra 2

Anexo 7. Aireación muestra 3

Anexo 8. Aireación muestra 4

Anexo 9. Informe de ensayo de muestra inicial MC-0

Anexo 10. Cadena de custodia de la muestra inicial MC-0

Anexo 11. Informe de ensayo de los tratamientos M1 y M2

Anexo 12. Cadena de custodia del tratamiento M1 y M2

Anexo 13. Informe de ensayo de los tratamientos M3 y M4

Anexo 14. Cadena de custodia del tratamiento M3 y M4

Anexo 15. Registro de requisición de material del laboratorio de la UNTELS

Anexo 16. Autorización de APROPISCO

Anexo 17. Panel fotográfico

Anexo 18. Glosario de términos

Anexo 1. Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente: Ictiocompost	Llamado abono orgánico creado a partir de los residuos hidrobiológicos, poda de césped y maleza, residuos orgánicos de cocina y estiércol de ganado vacuno.	Ictiocompost como Tecnología de biorremediación para degradar los hidrocarburos totales de petróleo, esta tecnología contiene los nutrientes necesarios para las actividades presenciales	<p>M1: Aplicación de ictiocompost 50% + tiempo 45 días.</p> <p>M2: Aplicación de ictiocompost 50% + tiempo 60 días.</p> <p>M3: Aplicación de ictiocompost 60% + tiempo 45 días.</p> <p>M4: Aplicación de ictiocompost 50% + tiempo 60 días.</p>	Cantidad de ictiocompost (%) Tiempo de remediación
Variable dependiente: Degradación hidrocarburos totales	Compuesto orgánico que está constituido por cadenas de carbono en interacción con el hidrogeno. Se originan a partir de restos fósiles.	Proceso por el cual se desarrolla la degradación de los hidrocarburos totales de petróleo con la introducción del ictiocompost en diferentes tiempos y diferentes porcentajes.	Concentración de hidrocarburos de petróleo fracción 1, 2 y 3	Porcentaje de remoción de concentración de hidrocarburos de petróleo fracción 1, 2 y 3

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General ¿Cómo influye el Ictiocompost en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023?</p> <p>Problema Específico 1 ¿Cuál es la relación de tiempo y dosis de ictiocompost que impacta significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo</p>	<p>Objetivo General Determinar la influencia del Ictiocompost en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminado de talleres mecánicos, 2023</p> <p>Objetivo Específico 1 Determinar la relación de tiempo y dosis de ictiocompost que impacta significativamente en la degradación de hidrocarburos totales</p>	<p>Hipótesis General El uso de Ictiocompost influye significativamente en la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023.</p> <p>Hipótesis Específica 1 La relación de tiempo y dosis de ictiocompost impactan significativamente en la degradación</p>	<p>Variable 1 (independiente) ICTIOCOM POST</p>	<p>M1: Aplicación de Ictiocompost 50% + tiempo de 45 días.</p> <p>M2: Aplicación de Ictiocompost 50% + tiempo de 60 días.</p> <p>M3: Aplicación de Ictiocompost 60% + tiempo de 45 días.</p> <p>M4: Aplicación de ictiocompost 60% + tiempo de 60 días.</p>	<p>Cantidad de Ictiocompost (%) Tiempo de remediación (días)</p>	<p>Tipo investigación Investigación experimental</p> <p>Nivel de investigación Nivel Aplicativo</p> <p>Diseño de investigación Diseño completamente al azar (DCA)</p> <p>Enfoque de investigación Enfoque cuantitativo</p> <p>Técnica</p>

<p>(TPH) en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023?</p> <p>Problema Específico 2</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de reducción de hidrocarburos totales de petróleo de fracción 1, 2 y 3 en suelos contaminados de talleres mecánicos posterior a la aplicación del ictiocompost?</p>	<p>de petróleo (TPH) en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023.</p> <p>Objetivo Específico 2</p> <p>Determinar el porcentaje de reducción de hidrocarburos totales de petróleo de fracción F1, F2 y F3 en suelos contaminados de talleres mecánicos posterior a la aplicación del ictiocompost.</p>	<p>de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados de talleres mecánicos, 2023.</p> <p>Hipótesis Específica 2</p> <p>La aplicación de ictiocompost reduce el porcentaje de hidrocarburos totales de petróleo de fracción F1, F2 y F3 en suelos contaminados de talleres mecánicos.</p>	<p>Variable 2 (dependiente)</p> <p>Degradación de hidrocarburos totales</p>	<p>Concentración de hidrocarburos de petróleo fracción 1, 2 y 3</p>	<p>Porcentaje de remoción de concentración de hidrocarburos de petróleo fracción 1, 2 y 3</p>	<p>Guía para muestreo de suelos EPA METHOP 8015C Guía de prácticas de edafología de la UNTELS Instrumentos Ficha de recolección de datos Ficha de aireación Población Suelo de taller mecánico ubicado en el distrito de Villa María del Triunfo Muestra La muestra estará constituida por una cantidad de suelo con hidrocarburos totales de petróleo (TPH), el cual se recolectará de acuerdo a la “Guía para Muestreo de Suelo” del Ministerio del Ambiente. Métodos de Análisis de Datos Análisis de Varianza (ANOVA)</p>
--	---	---	--	---	---	---

Anexo 3. Ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
Técnicos:	QUISPE GONZALES, DIANA Y LIZARRAGA DAVILA, JOSE RODRIGO		
Tesis:	INFLUENCIA DEL ICTIOCOMPOST PARA LA DEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (TPH) EN SUELOS CONTAMINADOS, 2023		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
Código del punto de control:	MC-0		
Tipo de muestra:	S	L=Líquido G=Gaseoso S=Sólido CA=Condiciones Ambientales	B=Biológico
Clase:	R	E=Emisión/EFuente	R=Receptor
Descripción:	Punto de área de suelo afectado por derrames de hidrocarburos totales de petróleo		
<u>UBICACIÓN</u>			
Distrito:	Provincia:	Departamento:	
VILLA MARÍA DEL TRIUNFO	LIMA	LIMA	
<u>UBICACIÓN</u>			
Norte:	Este:	Zona:	Altitud:
9 502 761	475 377	18 S	158 msnm
<u>PARÁMETROS A EVALUAR</u>			
Los parámetros de los hidrocarburos totales de petróleo a evaluar son los siguientes: Fracción 1 Fracción 2 Fracción 3			

Anexo 4. Resultados de evaluación de ictiocompost

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : APROPISCO S.A.C.
PROCEDENCIA : ICA/ PISCO/ PARACAS
MUESTRA DE : COMPOST
REFERENCIA : H.R. 77542
FACTURA : 8830
FECHA : 06/09/2022

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
501	C -16	4.95	46.63	32.87	3.39	9.15	2.05
502	C -17	5.64	30.68	45.16	4.29	8.67	1.62

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
501	C -16	10.75	1.38	38.66	2.00
502	C -17	10.19	1.33	33.46	1.68

Nº LAB	CLAVES	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
501	C -16	14275	52	338	203	81
502	C -17	13425	46	270	173	67

Nº LAB	CLAVES	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Acido húmico %	Acido fúlvico %	Humina %
501	C -16	32.60	6.15	35.93	6.41	3.76	22.43
502	C -17	27.65	5.70	43.08	9.61	4.74	29.81

APROPISCO SAC

Fernando Kocichin Calisto
GERENTE GENERAL

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

Anexo 5. Aireación Muestra 1

CALENDARIO DE AIREACIÓN								
Responsable de la aireación:		Rodrigo Lizarraga Davila / Diana Quispe Gonzales						
Tesis:		Influencia del ictiocompost para la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados, 2023						
Marcar con una "X" si se realizó la aireación								
MUESTRA		FECHAS						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
M1	R1 R2 R3	7/08/2023	8/08/2023	9/08/2023	10/08/2023	11/08/2023	12/08/2023	13/08/2023
					X			X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		14/08/2023	15/08/2023	16/08/2023	17/08/2023	18/08/2023	19/08/2023	20/08/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	26/08/2023	27/08/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		28/08/2023	29/08/2023	30/08/2023	31/08/2023	1/09/2023	2/09/2023	3/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		4/09/2023	5/09/2023	6/09/2023	7/09/2023	8/09/2023	9/09/2023	10/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		11/09/2023	12/09/2023	13/09/2023	14/09/2023	15/09/2023	16/09/2023	17/09/2023
		X				X		
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
18/09/2023	19/09/2023	20/09/2023	21/09/2023	22/09/2023	23/09/2023	24/09/2023		
		X				X		

Anexo 6. Aireación Muestra 2

CALENDARIO DE AIREACIÓN								
Responsable de la aireación:		Rodrigo Lizarraga Davila / Diana Quispe Gonzales						
Tesis:		Influencia del lictiocompost para la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados, 2023						
Marcar con una "X" si se realizó la aireación								
MUESTRA		FECHAS						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
M2	R1 R2 R3	7/08/2023	8/08/2023	9/08/2023	10/08/2023	11/08/2023	12/08/2023	13/08/2023
					X			X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		14/08/2023	15/08/2023	16/08/2023	17/08/2023	18/08/2023	19/08/2023	20/08/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	26/08/2023	27/08/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		28/08/2023	29/08/2023	30/08/2023	31/08/2023	1/09/2023	2/09/2023	3/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		4/09/2023	5/09/2023	6/09/2023	7/09/2023	8/09/2023	9/09/2023	10/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		11/09/2023	12/09/2023	13/09/2023	14/09/2023	15/09/2023	16/09/2023	17/09/2023
		X				X		
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
18/09/2023	19/09/2023	20/09/2023	21/09/2023	22/09/2023	23/09/2023	24/09/2023		
		X				X		

Anexo 7. Aireación Muestra 3

CALENDARIO DE AIREACIÓN								
Responsable de la aireación:		Rodrigo Lizarraga Davila / Diana Quispe Gonzales						
Tesis:		Influencia del ictiocompost para la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados, 2023						
Marcar con una "X" si se realizó la aireación								
MUESTRA		FECHAS						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
M3	R1 R2 R3	7/08/2023	8/08/2023	9/08/2023	10/08/2023	11/08/2023	12/08/2023	13/08/2023
					X			X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		14/08/2023	15/08/2023	16/08/2023	17/08/2023	18/08/2023	19/08/2023	20/08/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	26/08/2023	27/08/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		28/08/2023	29/08/2023	30/08/2023	31/08/2023	1/09/2023	2/09/2023	3/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		4/09/2023	5/09/2023	6/09/2023	7/09/2023	8/09/2023	9/09/2023	10/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		11/09/2023	12/09/2023	13/09/2023	14/09/2023	15/09/2023	16/09/2023	17/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		18/09/2023	19/09/2023	20/09/2023	21/09/2023	22/09/2023	23/09/2023	24/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		25/09/2023	26/09/2023	27/09/2023	28/09/2023	29/09/2023	30/09/2023	1/10/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
2/10/2023	3/10/2023	4/10/2023	5/10/2023	6/10/2023	7/10/2023	8/10/2023		
		X				X		

Anexo 8. Aireación Muestra 4

CALENDARIO DE AIREACIÓN								
Responsable de la aireación:		Rodrigo Lizarraga Davila / Diana Quispe Gonzales						
Tesis:		Influencia del ictiocompost para la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos contaminados, 2023						
Marcar con una "X" si se realizó la aireación								
MUESTRA		FECHAS						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
M4	R1 R2 R3	7/08/2023	8/08/2023	9/08/2023	10/08/2023	11/08/2023	12/08/2023	13/08/2023
					X			X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		14/08/2023	15/08/2023	16/08/2023	17/08/2023	18/08/2023	19/08/2023	20/08/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	26/08/2023	27/08/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		28/08/2023	29/08/2023	30/08/2023	31/08/2023	1/09/2023	2/09/2023	3/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		4/09/2023	5/09/2023	6/09/2023	7/09/2023	8/09/2023	9/09/2023	10/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		11/09/2023	12/09/2023	13/09/2023	14/09/2023	15/09/2023	16/09/2023	17/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		18/09/2023	19/09/2023	20/09/2023	21/09/2023	22/09/2023	23/09/2023	24/09/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		25/09/2023	26/09/2023	27/09/2023	28/09/2023	29/09/2023	30/09/2023	1/10/2023
				X				X
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
2/10/2023	3/10/2023	4/10/2023	5/10/2023	6/10/2023	7/10/2023	8/10/2023		
		X				X		

Anexo 9. Informe de ensayo de Muestra inicial MC-0



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-16703

N° Id.: 0000084891

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : QUISPE GONZALES DIANA
2.-DIRECCIÓN : Mz II6a lote3 cmt 32 b santa rosa baja - Villa Maria del Triunfo
3.-PROYECTO : MONITOREO DE CALIDAD DE SUELO
4.-PROCEDENCIA : VILLA MARIA DEL TRIUNFO, LIMA, LIMA
5.-SOLICITANTE : QUISPE GONZALES DIANA
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000003999-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
8.-MUESTREADO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2023-08-21

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Suelos
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2023-08-12
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2023-08-12 al 2023-08-21

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-16703

N° Id.: 0000084891

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.

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

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

◆ SEDE PRINCIPAL
 Av. Guardia Chalaca N° 1877,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0756
 Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

◆ SEDE ZARUMILLA
 Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0636
 Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

◆ SEDE AREQUIPA
 COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf.: (+054) 616 843
 Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

◆ SEDE PIURA
 Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf.: (+073) 542 335
 Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág.2 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-16703

N° Id.: 0000084891

IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-53536
CÓDIGO DEL CLIENTE:				MC-0
COORDENADAS:				E:0289118.2
UTM WGS 84:				N:8651920.35
PRODUCTO:				Suelos
SUB PRODUCTO:				Suelos
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				11-08-2023 14:10
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	mg/Kg MS	0,990	2,010	10,362
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	mg/Kg MS	4,920	10,000	2 568,940
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40) (*)	mg/Kg MS	4,920	10,000	2 356,806

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

 L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " \leq " Menor que el L.C.M.
 L.D.M.: Límite de detección del método, " \leq " Menor que el L.D.M.

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

 **SEDE PRINCIPAL**
 Av. Guardia Chalaca N° 1877,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0756
 Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

 **SEDE ZARUMILLA**
 Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0636
 Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

 **SEDE AREQUIPA**
 COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf.: (+054) 616 843
 Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

 **SEDE PIURA**
 Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf.: (+073) 542 335
 Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág.3 de 3

Anexo 11: Informe de ensayo de los tratamientos M1 y M2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20666

N° Id.: 000088831

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : QUISPE GONZALES DIANA
2.-DIRECCIÓN : Mz ll6a lote3 cmt 32 b santa rosa baja - Villa MAria del Triunfo
3.-PROYECTO : ENSAYO/MONITOREO DE CALIDAD DE SUELO
4.-PROCEDENCIA : LIMA
5.-SOLICITANTE : QUISPE GONZALES DIANA
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 000005088-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
8.-MUESTREADO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2023-10-06

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Suelos
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 2
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2023-09-26
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2023-09-26 al 2023-10-06

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág. 1 de 3

📍 **SEDE PRINCIPAL**
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 **SEDE ZARUMILLA**
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 **SEDE AREQUIPA**
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 **SEDE PIURA**
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20666

N° Id.: 000088831

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.

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

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

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 2 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20666

N° Id.: 000088831

IV. RESULTADOS

ITEM				1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-64182	M-23-64183
CÓDIGO DEL CLIENTE:				M2	M1
COORDENADAS:				NO APLICA	NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA	NO APLICA
PRODUCTO:				Suelos	Suelos
SUB PRODUCTO:				Suelo	Suelo
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO :				24-09-2023 15:00	24-09-2023 15:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	mg/Kg MS	0,990	2,010	<2,010	<2,010
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	mg/Kg MS	4,920	10,000	1 577,697	2 279,655
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40) (*)	mg/Kg MS	4,920	10,000	722,455	1 047,523

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

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

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 3 de 3

Anexo 12: Cadena de custodia del tratamiento M1 y M2

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										L1	F-006-1.12.1										
Datos del cliente Razón Social: <u>Diana Quirope Gonzales</u> Persona de contacto: _____ Correo / Teléfono: _____ Nombre del proyecto: <u>Ensayo / Monitoreo de calidad de suelo</u>												Orden de servicio: <u>3088</u> Pág. ____ de ____ Plan de Monitoreo: _____ Informe de ensayo: <u>IE-23-20666</u> <u>II CC-23-64427</u> Procedencia o lugar de muestreo: <u>Lima</u>	RUC: _____ 91 2020-Feb-13										
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO												OBSERVACIONES							
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	N° Frascos			PARAMETROS DE ENSAYO														
		1-23			Coordenadas (UTM)	V	P	B	Frascos de Vidrio	Frascos de Plástico	Frascos de Bolsa												
1	M1	64182	F: 24/09/2023 H: 3:00pm	Suelo	N: E:				X	X	X												
2	M2	64183	F: 24/09/2023 H: 3:00 pm	Suelo	N: E:				X	X	X												
3			F: H:		N: E:																		
4			F: H:		N: E:																		
5			F: H:		N: E:																		
6			F: H:		N: E:																		
7			F: H:		N: E:																		
8			F: H:		N: E:																		
9			F: H:		N: E:																		

Descripción de equipos utilizados:			Muestreado por:		Cliente:		LABORATORIO 2 E SEP 2023 08:49 CALLAO	Leyenda		
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	Nombre:	Fecha:	Nombre:	Fecha:		V: Vidrio	T° amb:	Temperatura ambiente
1			Diana Quirope Gonzales	24/09/2023	Diana Quirope Gonzales	24/09/2023		P: Plástico	T° ref:	Temperatura de refrigeración
2							B: Bolsa	C:	Conforme	
							N: Norte	F:	Fecha	
							E: Este	H:	Hora	

Muestreado por: ALAB Cliente

Observaciones / Comentarios

Prolongación Zarumilla Mz D2 L1 3. Asociación Deniel Alcides Camión. Belavista. Callao. Lima
 Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC : 20800651901 - Tlf : (01)4531389 - (01)7130636 Cel: 940598588 - 932646458

Documento controlado. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de ALAB.

INFORMES

Anexo 13: Informe de ensayo de los tratamiento M3 y M4



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-22468

N° Id.: 000090633

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : QUISPE GONZALES DIANA
2.-DIRECCIÓN : Mz 116a lote3 cmt 32 b santa rosa baja - Villa María del Triunfo
3.-PROYECTO : ENSAYO
4.-PROCEDENCIA : LIMA
5.-SOLICITANTE : QUISPE GONZALES DIANA
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 000005440-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
8.-MUESTREADO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2023-10-24

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Suelos
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 2
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2023-10-13
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2023-10-13 al 2023-10-24

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el Informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág. 1 de 3

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chaleca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+011) 713 0756
Cel.: 977 518 675 / 840 586 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+011) 713 0636
Cel.: 957 111 579 / 970 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 3,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 816 612 / 940 586 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 942 335
Cel.: 919 475 133 / 910 598 572

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20666

N° Id.: 000088831

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.

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

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

📍 **SEDE PRINCIPAL**
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 **SEDE ZARUMILLA**
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 **SEDE AREQUIPA**
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 **SEDE PIURA**
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág.2 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-22468

N° Id.: 0000090633

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-70180	M-23-70181
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M4	M3
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA
UTM WGS 84:	NO APLICA	NO APLICA
PRODUCTO:	Suelos	Suelos
SUB PRODUCTO:	Suelo	Suelo
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO :	08-10-2023	08-10-2023

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	mg/Kg MS	0,990	2,010	<2,010	<2,010
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	mg/Kg MS	4,920	10,000	945,67	1 365,78
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40) (*)	mg/Kg MS	4,920	10,000	435,638	620,451

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

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

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág.3 de 3

Anexo 15. Registro de requisición de materiales del laboratorio de la UNTELS



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA
SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

FORMATO DE REQUISICIÓN DE MATERIALES – INVESTIGACIÓN FORMATIVA

Laboratorio	QG	BMB	QA	<input checked="" type="checkbox"/> EDA	BHG	Nombre de la Práctica:	
Curso:	Taller de Tesis					Fecha	Horario
Docente:	GARZON ALCIDES					18-10-23	7.18pm

El siguiente material se compromete el responsable del grupo a entregarlo en las mismas condiciones que lo recibió y deberá devolverlo con el Visto Bueno del asistente de laboratorio.

Integrantes	Nº Matricula
Lizarraga Davila, Jose Rodriguez	2015100230
Quispe Gonzales, DIANA	2014200336

ITEM	CANTIDAD SOLICITADA	DESCRIPCION MATERIALES Y EQUIPOS (Detalle características como volumen y sensibilidad)	CANTIDAD ENTREGADA	CANTIDAD DEVUELTA
1	1	pHmetro II	1	1
2	1	Conductímetro	1	1
3	6	Embudo	6	6
4	1	BALANZA ANALITICA	1	1
5	2	VARILLA	2	2
6	6	VASO PRECIPITADO	6	6
7	6	TRIBETA	6	6
8	3	BANDEJA	3	3
9	1	COLADOR	1	1
10	3	PLACA PETRI (BASE)	3	3
11	1	ESPA TULA	1	1

Responsable:	RODRIGO LIZARRAGA DAVILA	Firma:	
O.K. asistente de laboratorio:	Andrea Laos		

1. No se entregará equipo que no se haya solicitado (a no ser por fuerza mayor).
2. Los estudiantes deben permanecer en el área de la práctica o en las mesas de trabajo.
3. Es importante conservar durante toda la práctica una actitud adecuada, de la cual es responsable el coordinador del grupo.
4. Al finalizar la práctica deben dejar el equipo limpio y en las mismas condiciones en que lo encontraron.
5. A la finalización de la práctica el coordinador del grupo debe solicitar al asistente de laboratorio el O.K. del equipo prestado por el laboratorio para la realización de la práctica.

Anexo 16. Autorización de APROPISCO



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

Paracas, 26 de julio de 2023

APRO-173 A-2023

Señor
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLOGICA DE LIMA SUR

Presente. –

Asunto: Autorización para investigación del uso del Compost.

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a Usted, a fin de saludarlo a nombre de la Asociación de Productores de Harina y Aceite de Pescado de Pisco – APROPISCO S.A.C., y a su vez manifestarle lo siguiente:

Que mi representada autoriza el uso del compost a base de residuos hidrobiológicos para el trabajo de investigación a los dos testistas:

Diana Quispe Gonzales con DNI 75791318

José Rodrigo Lizarraga Dávila con DNI 71262692

Sin otro particular, me despido de Usted, esperando contar con vuestra participación y expresando muestras de mi especial consideración.

Atentamente


APROPISCO SAC
Fernando Koethlin Calisto
GERENTE GENERAL

Car. a Paracas Km. 15.1 Mz. H
Lote 4
Urb. Santa Elena - Sub Lote 2
Paracas - Pisco
Teléfono: (056)531215
informes@apropisco.org
www.apropisco.org

Anexo 17. Panel fotográfico

Acondicionamiento de las muestras



Muestras y las repeticiones



Aireación de las muestras



Cernido de las muestras

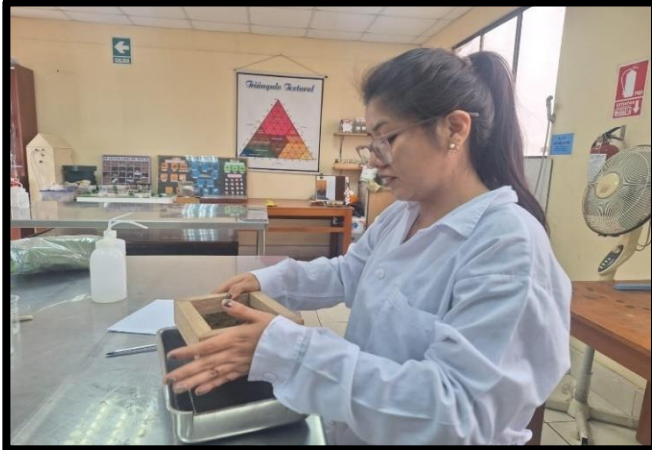




Rotulado de las muestras para llevar a analizar

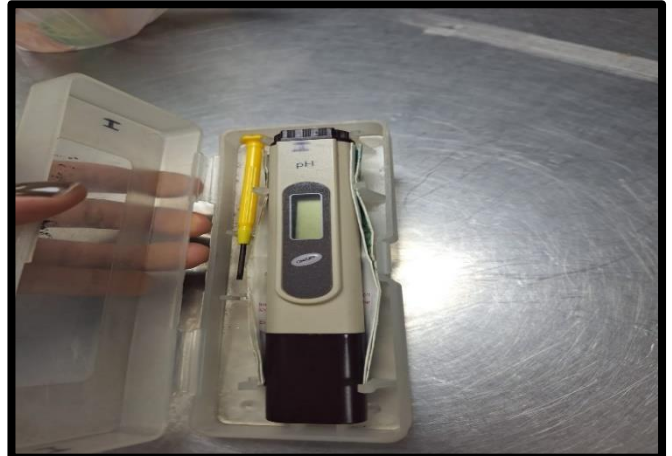


Análisis del laboratorio de la UNTELS

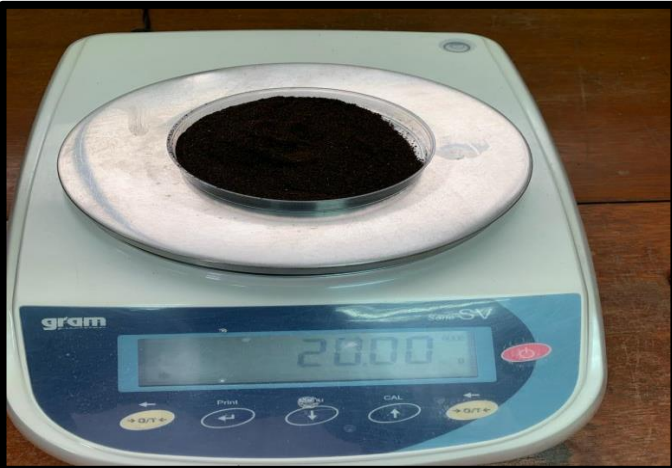




Medición del pH



Medición de la conductividad eléctrica

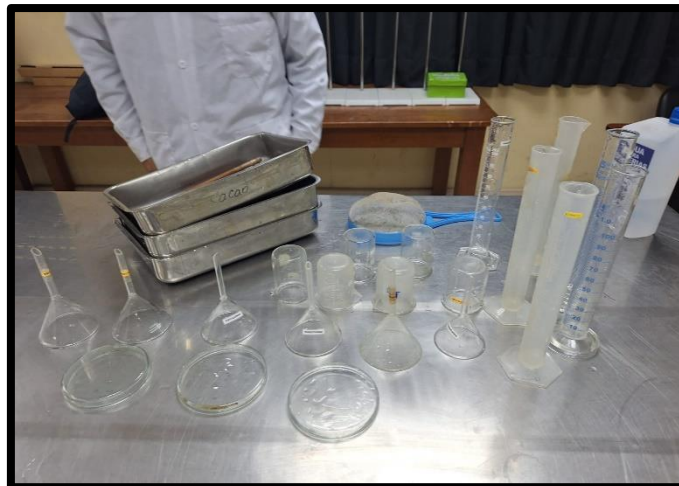




Capacidad de campo



Materiales de Laboratorio



Anexo 18. Glosario de términos

ICTIOCOMPOST: Es un Fertilizante orgánico que contiene altas concentraciones de nutrientes y fue generado a partir de diferentes compuestos como los residuos de pescado, poda de césped, maleza, residuos orgánicos de cocina, estiércol, etc.

BIORREMEDIACIÓN: Tecnología ambiental en el cual se utiliza diferentes tipos de organismos vivos para degradar o transformar compuestos orgánicos tóxicos presentes en el agua o suelo.

CONCENTRACIÓN DE ICTIOCOMPOST: Dosis por la cual se optará a emplear en el tratamiento para degradar o remover los hidrocarburos totales de petróleo presentes en el suelo.

CONTAMINACIÓN: dispersión de sustancias químicas no aptas para el medio (agua, aire, suelo), en el cual ocasionan efectos negativos sobre las propiedades físicas o químicas, así también se tiene un resultado adverso hacia la salud.

DEGRADACIÓN: es una transformación de la materia en su fase de descomposición sea por medios físicos, químicos o biológicos.

FRACCIÓN F1 DE TPH: Compuesta por una fusión de moléculas de hidrocarburos que contienen entre 6 átomos de carbono hasta 10 átomos de carbono.

FRACCION F2 DE TPH: Compuesta por una fusión de molécula de hidrocarburos que contienen más de 10 átomos de carbono hasta 28.

FRACCION F3 DE TPH: Compuesta por una fusión de hidrocarburos que contienen más de 28 átomos de carbono hasta 40.

MADURACIÓN: Etapa del proceso del compost en el cual la temperatura es la del ambiente y se da reacciones de condensación y polimerización

MESÓFILA: Etapa del proceso del compost en el cual la temperatura está en un promedio de 25 -40°C, en se da la degradación de los compuestos orgánicos.

RESIDUO HIDROBIOLÓGICO: Residuos orgánicos obtenidos de un recurso marino, no es considerado un residuo peligroso.

RESIDUO: Aquel material que se puede aprovechar según sus propiedades físicas o químicas, dando por consiguiente un nuevo ciclo de vida para otro producto.

SUELO CONTAMINADO: Suelo que ha sido alterado en sus características químicas por un contaminante proveniente de actividades humanas.

TERMÓFILA: Etapa del proceso del compost en el cual la temperatura no desciende de los 45°C y su pico máximo es los 60°C, se tiende a tener la presencia de hongos y su Ph de manera alcalina.

TIEMPO DE DEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS: Plazo que se da para poder obtener la degradación de los Hidrocarburos Totales de Petróleo.

TPH: Hidrocarburos Totales de Petróleo.