

Estudio de la contaminación debido a los aceites de los autos (residuos peligrosos en talleres de mecánica automotriz) –En Juliaca

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de INGENIERIA AMBIENTAL

Perfil de proyecto de investigación:

Estudio de la contaminación debido a los aceites de los autos (residuos peligrosos en talleres de mecánica automotriz) –En Juliaca.

Por:

Yenifer Condori Rondan

Asesor:

Jorge Juvenal Bravo Hualla

Juliaca, Junio del 2025

1. Planteamiento del Problema La gestión inadecuada de los aceites usados en talleres mecánicos en Juliaca está generando contaminación significativa en suelos y cuerpos de agua cercanos, afectando la salud humana y el ecosistema. 1.1 Justificación

La teoría señala que el aceite residual depositado en el suelo, al contener elevadas concentraciones de hidrocarburos y otras sustancias contaminantes de la presencia de los metales pesados, genera una degradación del humus y afecta directamente la calidad de las aguas subterráneas, provocando así la contaminación de fuentes hídricas utilizadas para el consumo humano y agrícola. Esta problemática exige la extracción de suelos hasta la profundidad contaminada. En este contexto, realizar una investigación en la ciudad de Juliaca se vuelve crucial debido a su elevada actividad mecánica, los serios problemas de contaminación ambiental, la escasa gestión ambiental y la cercanía de cuerpos de agua y suelos vulnerables. Los resultados obtenidos podrían servir como modelo de referencia para implementar soluciones similares en otras ciudades que enfrentan problemáticas ambientales parecidas.

Con base en lo anterior, en la parte práctica de la investigación se seleccionarán cinco talleres mecánicos ubicados en Juliaca como áreas de estudio. Esta selección permitirá analizar de forma directa el impacto de los residuos de aceite en los cuerpos de suelo y agua, además de plantear alternativas de solución concretas frente a esta gran problemática ambiental.

Desde la perspectiva meteorológica y ambiental, se plantea una metodología de investigación que combine el enfoque experimental con la recolección de muestras en zonas aledañas a talleres mecánicos. Se realizará la inspección de áreas prácticas de almacenamiento y disposición de residuos, así como el análisis en laboratorio de hidrocarburos y metales pesados. Como estrategia de remediación, se propone el uso de técnicas como la fitorremediación, utilizando plantas como el girasol, que es eficaz en la absorción de componentes químicos dañinos. También se considera la aplicación de la biorremediación como alternativa complementaria. Esta propuesta integral busca reducir la contaminación por aceites usados mediante el diagnóstico, la implementación de tecnologías adecuadas, el reciclaje de aceites y la promoción de capacitaciones y normativas más estrictas, con el objetivo de mitigar el impacto ambiental y mejorar la calidad del suelo y el agua en Juliaca.

1.2 Estado del Arte.

La contaminación por hidrocarburos representa una de las amenazas más persistentes para los ecosistemas terrestres y acuáticos. Los aceites usados, al ser vertidos en el suelo o en cuerpos de agua, liberan hidrocarburos tóxicos que afectan gravemente la calidad y estructura de estos medios. Estos compuestos son altamente persistentes en el ambiente, con capacidad de bioacumularse en organismos vivos, lo cual incrementa su peligrosidad y dificulta su eliminación natural.

En ese contexto, estos aceites contaminados con hidrocarburos y metales pesados están catalogados como residuos peligrosos, tanto a nivel nacional como internacional. Las normativas ambientales, como las establecidas en los sistemas de gestión de residuos, exigen su adecuado tratamiento, transporte y disposición final.

Según el Decreto Supremo N°057-2004-PCM, estos residuos presentan características como inflamabilidad, toxicidad, corrosividad, y capacidad de liberar gases tóxicos, entre otros. Esto refuerza la necesidad de un manejo técnico y riguroso de dichos residuos para evitar mayores daños ambientales y a la salud pública (Condori Cutipa, 2004).

El impacto ambiental derivado del vertido de aceites usados es significativo. En los suelos, estos residuos destruyen el humus, afectan la materia orgánica y alteran tanto la fertilidad como las propiedades químicas y biológicas del suelo. Estudios en Perú han detectado la presencia de metales como plomo (Pb), zinc (Zn) y cobre (Cu) en concentraciones que superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), lo que indica una toxicidad persistente que también altera parámetros como la textura, el pH y la conductividad del suelo (Rodríguez). En los cuerpos de agua, los efectos son igualmente severos. El aceite usado puede contaminar aguas subterráneas, haciéndolas inadecuadas para el consumo humano y el riego agrícola. Se estima que un solo litro de aceite puede llegar a contaminar hasta 40,000 litros de agua, especialmente por la capacidad de los metales pesados de lixiviar hacia los acuíferos (Rodríguez).

La gestión de residuos sólidos peligrosos es una pieza clave en la mitigación de estos impactos. Una gestión adecuada incluye el almacenamiento temporal en condiciones seguras, el transporte controlado y un tratamiento o disposición final apropiada. Sin embargo, en muchas ciudades del país, estos procesos no se cumplen de manera eficiente, lo que agrava la contaminación ambiental.

En ese sentido, el suelo, aunque cumple un papel de filtro natural, tiene una capacidad limitada para degradar compuestos como los aceites usados. Cuando se supera esta capacidad, el suelo actúa como un receptor contaminado, perdiendo su estructura, fertilidad y funciones ecosistémicas esenciales.

Ante este panorama, la biorremediación surge como una alternativa sostenible. Este proceso implica el uso de microorganismos capaces de degradar o transformar contaminantes en compuestos menos tóxicos. Bacterias como *Pseudomonas* spp., *Bacillus subtilis* y *Rhodococcus* spp. han demostrado eficacia en la degradación de metales pesados como Pb, Zn y Cu, así como de hidrocarburos. Un ejemplo de su aplicación se dio en Chimbote, donde se utilizó esta técnica con resultados prometedores. Estos métodos representan una estrategia ambientalmente viable para la recuperación de suelos y aguas contaminadas con aceites usados.

1.3 Objetivos

Objetivo general:

Evaluar el impacto ambiental de los aceites usados provenientes de talleres mecánicos en la calidad del suelo y agua en la ciudad de Juliaca, es poder dar la mitigación mediante técnicas las cuales se aplicarán por la de biorremediación (bacterias como *Pseudomonas* spp., *Bacillus subtilis* y *Rhodococcus* spp) y fitorremediación (plantas como el girasol, *Helianthus annuus* entre otros). Evaluando también las zonas afectadas.

Objetivo específico:

- a. Identificar los niveles de contaminación por hidrocarburos y metales pesados (Pb, Zn, Cu) en los cuerpos de suelos cercanas a talleres mecánicos, que están en Juliaca.
- b. Llegando de ese modo poder analizar las prácticas actuales de gestión de aceites usados en los talleres seleccionados, pudiendo analizar en los laboratorios para evaluar la presencia y concentración de contaminantes en las zonas de estudio de los talleres.
- c. Proponer una alternativa de tratamiento mediante biorremediación (uso de microorganismos (bacterias como *Pseudomonas* spp., *Bacillus subtilis* y *Rhodococcus* spp)) y fitorremediación (plantas como el girasol, *Helianthus annuus* entre otros).
- d. Evaluar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente relacionada con residuos peligrosos en los talleres mecánicos.

1.4 Hipótesis

La gestión inadecuada de aceites usados en los talleres mecánicos de Juliaca incrementa los niveles de contaminación por hidrocarburos y metales pesados (Pb, Zn, Cu) en los suelos cercanos, afectando negativamente su calidad. (Mendoza Torres, C. 2018)

1.5 Variables

Variables independientes: Gestión ambiental de aceites usados en talleres mecánicos de Juliaca.

Esta variable incluye:

- a. Poder en prácticas del almacenamiento, disposición de los aceites y poder buscar el tratamiento de aceites usados.
- b. Las consecuencias presencia de metales pesados (Pb, Zn, Cu) y Concentraciones de hidrocarburos totales.
- c. Parámetros físico-químicos (pH, conductividad, textura, materia orgánica).
- d. Potenciales riesgos a la salud humana de los dueños del taller, trabajadores y clientes.
- e. Cumplimiento de la normativa ambiental vigente, teniendo en consideración a evaluar el grado de implementación de sistemas de manejo de residuos peligrosos conforme a la legislación peruana, de normativas ambientales (Ley N.° 28611, D.S. N.° 005- 2012-MINAM, etc.).

1. Metodología 2.1 Diseño Metodológico

En esta investigación, hemos decidido adoptar un enfoque aplicado, utilizando un diseño no experimental y transeccional descriptivo. Según lo que mencionan (Hernández, Fernández y Baptista 2014), este tipo de diseño nos permite observar fenómenos tal como ocurren en su entorno natural, sin alterar las variables. Esto

resulta muy útil para describir una situación problemática en un momento determinado. para estudiar el impacto ambiental que causa el vertido de aceites usados en los talleres mecánicos de la ciudad de Juliaca.

Se desarrolla en base a una revisión documental y teórica, a partir de la cual se plantean tres soluciones sostenibles para contrarrestar los efectos de los residuos peligrosos en el suelo. En primer lugar, se considera la biorremediación con bacterias como (*Pseudomonas aeruginosa* y *Bacillus subtilis*), cuya eficacia ha sido demostrada en estudios de (Pepi, 2005), logrando degradar hasta el 94 % de hidrocarburos en un periodo de entre 15 y 28 días. En segundo lugar, se propone la aplicación de fitorremediación mediante especies vegetales nativas como (*tatora*, *Schoenoplectus californicus* subsp; *ichu*, *Stipa ichu*, girasol, *Helianthus annuus*).

Reconocidas por su capacidad de absorber y acumular metales pesados del suelo, según (Raskin, 2001). Finalmente, se plantea la implementación de programas de reciclaje y acopio de aceites usados, estrategia que ha sido aplicada con éxito en otras ciudades peruanas como Arequipa y Lima, reduciendo el vertido de aceites en más del 60 %, de acuerdo con el Ministerio del Ambiente (2020).

Para sustentar esta propuesta, se analizarán estudios previos, informes técnicos y experiencias comparables. Se proyecta que, en una futura aplicación, se utilicen herramientas como encuestas a operarios, observación directa y análisis de laboratorio de muestras de suelo y agua. A nivel de procesamiento de información, se sugiere el uso de programas como SPSS y Microsoft Excel para organizar datos teóricos y realizar simulaciones estadísticas básicas, utilizando medidas como promedios, desviación estándar y pruebas de comparación. Estas herramientas permitirán respaldar la viabilidad de las propuestas planteadas, siguiendo el enfoque exploratorio recomendado por Zar (1999).

Desde el punto de vista ético, aunque la investigación no involucra participación directa de seres humanos ni animales, se adoptarán los principios éticos fundamentales de Beauchamp y Childress (2013), tales como la autonomía, la no maleficencia, la beneficencia y la justicia. Se proyecta que, en una futura implementación, se solicitará el consentimiento de los responsables de los talleres involucrados y se asegurará el manejo responsable y confidencial de toda la información recolectada. La presente propuesta se enmarca, por tanto, en una visión ética, técnica y ambientalmente sostenible para la ciudad de Juliaca.

2.2 Diseño muestral

La población objetivo está conformada por los talleres de mecánica automotriz ubicados en la ciudad de Juliaca.

La muestra estará compuesta por cinco (05) talleres, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, teniendo en cuenta su accesibilidad y disposición para participar.

La unidad de análisis estará constituida por las muestras de suelo y agua contaminadas por aceites usados en los alrededores de dichos talleres, entre los de 3 a 5 metros de ancho por 6 a 10 metros de largo para vehículos estándar.

Este estudio no contempla la participación de seres humanos ni animales, por lo que los criterios de inclusión se basan en las características del entorno físico: se incluirán talleres sin un plan de gestión de residuos peligrosos y ubicados en zonas urbanas o periurbanas con evidente exposición al vertido de aceites, el caso. Si el estudio no incluye ni seres humanos ni animales, se debe describir aquí que se va a incluir en el estudio y sobre qué criterios y/o fuentes se va a trabajar.

2.3 Técnicas de Recolección de Datos

Para recolectar los datos necesarios, se aplicarán las siguientes técnicas:

1. Observación directa, para registrar las prácticas de disposición de aceites usados.
2. Entrevistas estructuradas, dirigidas a los responsables de los talleres para conocer su nivel de conocimiento y cumplimiento normativo.
3. Toma de muestras de suelo y agua en puntos de alta exposición a residuos aceitosos.

Las muestras serán enviadas a laboratorio para el análisis de hidrocarburos y metales pesados, aplicando métodos validados como cromatografía de gases y espectrofotometría de absorción atómica. Se seguirá el protocolo técnico del Manual de Análisis de Suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017).

2.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información

La información recolectada será procesada utilizando los programas estadísticos SPSS y Microsoft Excel.

Se aplicarán análisis descriptivos (frecuencia, media, desviación estándar) para caracterizar los niveles de contaminación. Asimismo, poder utilizar análisis comparativos y correlacionales para establecer la relación entre la gestión de residuos y el grado de contaminación encontrado en suelo y agua.

En caso de contar con distribución normal, se aplicarán pruebas paramétricas (como t de Student); en caso contrario, se utilizarán pruebas no paramétricas como la U de Mann-Whitney. Este análisis permitirá sustentar con evidencia estadística las conclusiones del estudio.

2.5 Aspectos Éticos (de ser necesario)

La presente investigación no involucra la participación directa de seres humanos ni de animales, por lo tanto, no requiere aprobación de un comité de ética en investigación biomédica. Mas, sin embargo, se contemplan

medidas éticas relacionadas al respeto por el entorno y los actores involucrados indirectamente. (López y González 2018)

Para la recolección de información en talleres mecánicos, se solicitará autorización verbal o escrita a los propietarios o responsables de cada establecimiento, explicando claramente el propósito académico del estudio y asegurando la confidencialidad de la información proporcionada.

Asimismo, las actividades de muestreo mas del suelo de cierto modo con la parte del agua) serán realizadas sin alterar el entorno operativo ni interferir con el desarrollo de las actividades comerciales, y se manejarán los resultados con fines únicamente investigativos(Cohen 2016).

En caso de que se requiera el uso de instalaciones o laboratorios de instituciones públicas o privadas, se gestionará el permiso formal correspondiente para el ingreso y análisis de muestras, respetando siempre los principios de ética, transparencia y responsabilidad científica. (Resnik 2015)

Clasificación del trabajo de investigación

Artículo de revisión narrativa

Autor primario: CONDORI RONDAN, YENIFER