**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

****

**Perfil de proyecto de investigación: Contaminación del aire producido por el parque automotor de vehículos menores de la categoría l5 y su incidencia en el impacto vial en la ciudad de Juliaca**

Por:

Diego Isaack Limachi Surco, DNI 72743115

Vladimir mamani gomez, DNI 73771630

Ivan Saúl Mamani Chuquimia, DNI 75515970

Asesor:

Dr. Jorge Juvenal Bravo Hualla

**Juliaca, Junio del 2025**

1. **Planteamiento del Problema**

**1.1 Problema**

La ciudad de Juliaca enfrenta un grave problema de contaminación ambiental causado por el crecimiento del parque automotor de vehículos menores de la categoría L5. Muchos de estos vehículos no reciben un mantenimiento adecuado y siguen circulando pese a haber superado su vida útil, lo que incrementa la emisión de gases y partículas contaminantes. Esta situación pone en riesgo la salud de la población, aumentando los casos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. A pesar de la gravedad del problema, existe poca disposición por parte de los propietarios para buscar soluciones. Por ello, es urgente conocer el nivel real de contaminación que generan estos vehículos y proponer medidas efectivas para su control. (Charaja, 2011)

**1.2 Justificación**

La ciudad de Juliaca enfrenta una problemática creciente relacionada con la contaminación del aire producida por el parque automotor de vehículos menores de la categoría L5, tales como mototaxis, motocargar, moto lineales y tricimóviles. Estos vehículos, que en su mayoría operan con tecnologías obsoletas y motores altamente contaminantes, circulan sin un control técnico adecuado, generando emisiones de gases tóxicos como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado (PM2.5 y PM10). Este tipo de contaminación representa una amenaza directa para la salud pública, al incrementar los casos de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y otros problemas crónicos, afectando especialmente a niños, adultos mayores y personas vulnerables.

Desde el punto de vista urbano y ambiental, la expansión desordenada de estos vehículos contribuye no solo a la contaminación del aire, sino también al caos vial y al deterioro de la calidad de vida de los ciudadanos. Juliaca carece de una infraestructura adecuada y de políticas públicas eficaces que regulen el uso de vehículos menores, lo cual agrava aún más esta situación.

Esta investigación es necesaria porque permitirá diagnosticar con datos concretos el grado de contaminación que generan los vehículos menores L5, su impacto en el tránsito y su relación con problemas de salud y medio ambiente. Asimismo, busca proponer soluciones viables desde un enfoque técnico y sostenible que ayuden a mejorar la movilidad urbana, promover el transporte limpio y proteger el bienestar de la población juliaqueña. (López, 2019)

**1.3 Estado del Arte**

La contaminación del aire en entornos urbanos es un problema creciente, especialmente en ciudades como Juliaca, donde el parque automotor de vehículos menores, particularmente los de la categoría L5 (mototaxis, moto cargas y motos lineales), ha experimentado un crecimiento acelerado y desordenado. Esta situación ha desencadenado serios problemas ambientales y viales, que actualmente carecen de un control técnico y normativo efectivo.

Diversos estudios nacionales evidencian que el incremento de mototaxis y otros vehículos similares sin una adecuada regulación técnica ni control de emisiones está afectando gravemente la calidad del aire. Según un informe del SENAMHI (2022), Juliaca presenta elevados niveles de material particulado (PM2.5 y PM10), los cuales se asocian directamente con la circulación de vehículos antiguos, mal mantenidos y de combustión ineficiente. Asimismo, la Municipalidad Provincial de San Román ha identificado zonas con alta congestión vehicular que coinciden con los sectores de mayor contaminación atmosférica.

A nivel académico, López (2019) sostiene que el crecimiento desordenado del parque automotor menor en Juliaca responde a factores como el bajo costo operativo y la falta de alternativas de transporte público eficiente. Sin embargo, este fenómeno ha derivado en una red vial colapsada, con impactos negativos tanto en la movilidad urbana como en la salud pública. La población expuesta a estas emisiones presenta mayores riesgos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, especialmente durante la temporada de heladas, cuando las condiciones meteorológicas agravan la acumulación de contaminantes en el aire.

En el ámbito internacional, Segura-Contreras y Franco (2016) destacan que las zonas con alta presencia de transporte informal motorizado concentran mayores niveles de CO, NOx y partículas finas, con impactos directos en la población peatonal. Por otro lado, Díaz et al. (2017) analizan la ineficacia de medidas como el impuesto ambiental en Guayaquil, debido a la falta de sistemas paralelos de fiscalización técnica, una situación comparable con la realidad de Juliaca, donde aún circulan vehículos fuera de norma.

Un aspecto poco investigado en el contexto local es la relación entre la contaminación vehicular y el impacto vial. Si bien hay estudios sobre calidad del aire y sobre movilidad urbana por separado, pocos abordan cómo la proliferación de vehículos L5 incide simultáneamente en la contaminación ambiental y en el caos del tránsito. Esta dualidad representa una brecha importante en la literatura científica y una oportunidad para investigaciones futuras.

Por lo tanto, se hace necesario contar con investigaciones más específicas y actuales que analicen de manera conjunta las emisiones contaminantes del parque automotor L5 y su incidencia en el sistema vial de Juliaca. De igual manera, se requiere implementar políticas públicas que fomenten la renovación del parque automotor, la fiscalización técnica obligatoria y la promoción de tecnologías limpias como vehículos eléctricos, considerando la viabilidad climática y económica de la región.

**1.4 Objetivos**

### 1. Objetivo General

Comprender cómo la contaminación del aire causada por los vehículos menores de la categoría L5 afecta la salud de las personas y el tránsito en la ciudad de Juliaca, con el propósito de proponer soluciones que mejoren la calidad del aire, la movilidad urbana y el bienestar de la población.

### 2. Objetivos Específicos

1. Evaluar los niveles de contaminación atmosférica (emisiones de CO, NOx, material particulado, etc.) producidos por los vehículos categoría L5 en Juliaca.
2. Identificar las principales zonas de mayor congestión vehicular y su relación con la emisión de contaminantes por parte de estos vehículos.
3. Determinar el impacto en la calidad del aire y la salud pública asociado a las emisiones del parque automotor L5 en la ciudad.
4. Proponer medidas de mitigación (regulatorias, tecnológicas o de planificación urbana) para reducir la contaminación y mejorar la movilidad sostenible en Juliaca.

**1.5 Hipótesis**

La expansión descontrolada del parque de vehículos menores L5 en Juliaca, sumada al uso de tecnologías obsoletas y a una débil fiscalización ambiental, ha incrementado considerablemente los niveles de contaminación del aire. Esta situación repercute negativamente en la salud de la población, especialmente con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, y degrada la calidad del entorno urbano.

Como señalan Castro y Rodríguez (2020), “el transporte informal, cuando no es regulado, se convierte en un foco permanente de emisiones contaminantes, siendo uno de los principales responsables del deterioro ambiental urbano”.

**1.6 Variables**

1. Variable independiente

* Emisión de gases contaminantes: Es la liberación de gases tóxicos al aire, generados por el funcionamiento de vehículos menores, como CO, NOx y material particulado.

2. Variable dependiente

* Afectación en la salud: Problemas respiratorios y enfermedades causadas por el aire contaminado.
* Concentración de óxidos de nitrógeno: Causa enfermedades respiratorias y recursos de lluvias ácidas.
* Concentración de monóxido de carbono: Gas altamente tóxicos qué proviene de motores mal mantenidos.
* Concentración de material particulado de (PM2.5 y PM 10): Partículas en suspensión qué afectan directamente a la salud pulmonar.

**Metodología**

**2.1 Diseño Metodológico**

Se buscará establecer la relación entre la emisión de gases contaminantes por vehículos menores de la categoría L5 y su impacto en la salud pública y la calidad del aire en la ciudad de Juliaca.

La recolección de datos se realizará mediante técnicas como la observación directa, encuestas estructuradas, revisión documental y monitoreo ambiental del aire. Para esta última, se empleará un analizador portátil de gases de combustión, como el modelo Testo 350, que según Barbero et al. (2015), “permite medir con precisión gases como el dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado (PM2.5), proporcionando datos reales sobre la contaminación vehicular”.

**2.2 Diseño muestral**

El diseño muestral del presente estudio se basa en una estrategia no probabilística de tipo intencional, seleccionando de manera deliberada el óvalo de salida cusco en la ciudad de Juliaca, una zona crítica por su alta congestión vehicular y elevada circulación de vehículos menores de la categoría L5 (mototaxis y trimóviles). Esta zona representa un punto estratégico para evaluar la relación entre la emisión de gases contaminantes y su impacto en la calidad del aire y en la salud urbana.

La unidad de análisis está compuesta por los vehículos categoría L5 que transitan por el óvalo, así como sus conductores y el entorno ambiental inmediato. La población objetivo comprende todos los vehículos L5 activos en dicha zona, mientras que la muestra incluirá un grupo representativo de 50 mototaxis observadas y 30 encuestas aplicadas a conductores y transeúntes expuestos a la contaminación del aire.

Los criterios de inclusión consideran vehículos menores L5 operativos durante horas pico, y conductores con experiencia mínima de un año. Se excluyen vehículos fuera de dicha categoría, así como conductores no autorizados.

Para la medición de emisiones, se utilizará un analizador portátil de gases de combustión Testo 350, el cual permite registrar niveles de CO, CO₂, NOx y material particulado, tal como señalan Martínez & Gómez (2018), quienes destacan la utilidad de este tipo de instrumentos en estudios de contaminación vehicular urbana.

**2.3 Técnicas de Recolección de Datos**

La recolección de datos en Excel es una herramienta esencial que permite organizar y visualizar información de forma clara y sistemática. En el contexto de la contaminación ambiental por vehículos menores de categoría L5 en la ciudad de Juliaca, Excel sirve para registrar valores concretos como la cantidad de vehículos en diferentes zonas, los niveles de gases contaminantes (CO, CO₂, NOx, PM2.5, etc.), y otras variables relacionadas.

Una vez recolectados estos datos, se pueden analizar estadísticamente usando el método ANOVA (Análisis de Varianza). ANOVA es una técnica que permite comparar los promedios de contaminación entre varias zonas de la ciudad para determinar si las diferencias observadas son significativas. Es decir, ayuda a responder preguntas como:

¿Hay mayor contaminación del aire en zonas donde circulan más vehículos L5?

Este análisis permite fundamentar científicamente las conclusiones del estudio, ofreciendo evidencia clara sobre la relación entre el crecimiento del parque automotor y el deterioro de la calidad del aire. De esta forma, la investigación no solo se basa en observaciones, sino en datos comprobables que pueden influir en decisiones técnicas o políticas ambientales para mejorar la calidad de vida en Juliaca.

**2.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información**

1. Definición del lugar de estudio

Primero, seleccionamos el óvalo de la salida Cusco, porque es una de las zonas con mayor presencia de mototaxis (vehículos L5) en Juliaca. Este espacio urbano tiene gran movimiento de personas y vehículos, lo que lo convierte en un lugar estratégico para evaluar la contaminación del aire.

2. Establecer el tipo y duración del estudio

El estudio será de tipo longitudinal. Esto significa que se observará y medirá la contaminación durante un período continuo de 3 meses. Este tiempo permitirá ver si hay variaciones en los niveles de gases contaminantes y cómo estas se relacionan con el flujo vehicular en diferentes semanas y horarios.

3. Monitoreo ambiental

Se instalarán o utilizarán sensores portátiles de medición de aire para recolectar datos sobre los principales contaminantes atmosféricos, como:

* Monóxido de carbono (CO))
* Óxidos de nitrógeno (NOx)
* Material particulado (PM2.5 y PM10)

Estas mediciones se tomarán en días seleccionados de cada semana, en dos horarios claves: mañana (7:00–9:00 a.m.) y tarde (4:00–6:00 p.m.), para observar diferencias entre horas pico y no pico.

4. Observación directa del parque automotor

En paralelo con el monitoreo del aire, se realizará una observación manual del tránsito en el mismo horario. Se tomará nota de:

* La cantidad de vehículos L5 que circulan.
* El estado visible del vehículo (si emite humo, si es antiguo).
* Tipo de combustible (gasolina y petroleo).
* Tiempo promedio que permanecen en la zona.
* Todo esto se anotará en fichas de observación o registros diarios.

5. Encuestas a los conductores

Se aplicarán encuestas breves y respetuosas a los conductores de mototaxis (vehículos L5). Estas se harán de forma voluntaria y anónima. Las preguntas estarán dirigidas a obtener información como:

* Año de fabricación del vehículo.
* Tipo de motor y combustible.
* Frecuencia de mantenimiento mecánico.
* Tiempo diario de uso del vehículo.
* Si conocen o no el impacto ambiental que generan.

Esto ayudará a complementar los datos técnicos con información del comportamiento del usuario.

6. Organización de los datos en Excel

Toda la información recolectada se ingresará en hojas de cálculo de Microsoft Excel. Se crearán tablas por fecha, horario y tipo de variable (número de vehículos, niveles de gases, etc.). Esto permitirá ver patrones y diferencias entre días u horarios.

7. Análisis estadístico (ANOVA)

Con los datos organizados, se utilizará el análisis estadístico ANOVA (Análisis de Varianza), que ayuda a comparar si hay diferencias significativas en los niveles de contaminación entre distintos horarios o semanas. Este análisis puede realizarse usando Excel, SPSS o software estadístico similar.

8. Propuestas y conclusiones

Finalmente, con base en los resultados se propondrán medidas preventivas y correctivas, como:

* Renovación progresiva del parque automotor L5.
* Controles más estrictos de mantenimiento vehicular.
* Campañas educativas sobre el impacto de las emisiones.
* Mayor fiscalización en zonas de alto riesgo.

9. Resultado esperado

Con este procedimiento se busca ofrecer un análisis completo, confiable y realista del problema, con datos que respalden decisiones futuras en políticas ambientales, salud pública o control vehicular en Juliaca.

**2.5 Aspectos Éticos (de ser necesario)**

La presente investigación, al involucrar la participación de seres humanos como fuente de información (conductores, transeúntes y autoridades locales), requiere la evaluación y aprobación por parte del Comité de Ética de la Universidad Peruana Unión (UPeU), a fin de asegurar el cumplimiento de los principios éticos fundamentales: respeto, beneficencia y justicia. Como lo señalan Beauchamp y Childress (2013), “toda investigación que involucre personas debe regirse por principios éticos claros que garanticen la protección de los derechos y el bienestar de los participantes”.

Previo al trabajo de campo, se obtendrá el consentimiento informado por escrito de cada participante, explicando los objetivos del estudio, la voluntariedad de su participación, la confidencialidad de sus datos y el uso exclusivo de estos con fines académicos. No se identificará a ningún participante de forma personal en la presentación de los resultados.

Asimismo, se solicitará el permiso institucional a la Municipalidad Provincial de San Román para la recolección de datos en la vía pública, particularmente en el óvalo de salida Cusco de la ciudad de Juliaca. La investigación no presenta conflictos de interés ni utilizará animales en su diseño muestral, por lo que no se requerirá evaluación por un comité especializado en el uso de animales.

1. **Referencias Bibliográficas**

Díaz, P. F. Z., Tigrero, I. F., & Prado, J. V. (2017). Aproximaciones sobre la (no) efectividad del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular en la reducción del parque automotor de Guayaquil. *Revista Ciencia UNEMI*, *10*(23), 11-21.

Segura-Contreras, J. F., & Franco, J. F. (2016). Exposición de peatones a la contaminación del aire en vías con alto tráfico vehicular. *Revista de Salud Pública*, *18*, 179-187.

De la Cruz Lezama, M. (2015). Concentración de contaminantes del aire generado por las fuentes móviles en la ciudad de Huancayo 2012.

Begazo Patiño, M. (2024). Diagnóstico y percepción de una propuesta de gestión para mitigar la contaminación originada por vehículos menores en el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna.

Chuquija-Flores, I. C. (2021). Contaminación del aire producido por el parque automotor de vehículos menores de la categoría l5 y su incidencia en el impacto vial en la ciudad de Juliaca. Revista Científica Investigación Andina, 21(1).

Romero Placeres, M., Diego Olite, F., & Álvarez Toste, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. Revista cubana de higiene y epidemiologia, 44(2), 0-0.

Boldo, E. (2016). La contaminación del aire. Instituto de Salud Carlos III (ISCIII). Centro Nacional de Epidemiología (CNE).

Choy Rossi, L. (2014). Principales causas de la contaminación del aire y propuestas para su mitigación por efecto del parque automotor de transporte público de Lima cuadrada.

Quenaya Calle, E. C. (2018). Impacto de la contaminación del aire por el parque automotor en la población del área urbana de Arequipa 2016–2017.

Marin Paucara, E. (2007). Contaminación del aire por parque automotor en la ciudad de Puno.

Gabriel, H. C. D., Katherine, M. Z. E., & Gabriela, R. P. A. F. (2016). Impacto Ambiental Del Parque Automotor Del Cantã “N Quevedo. Revista Caribeña de Ciencias Sociales, (2016\_10).

Tello, I. J. Z., Carranza, C. F. C., & Torres, R. M. (2021). Tendencias y escenarios de la contaminación del aire por origen automotriz en Lima Metropolitana. Rev. Inst. Investig. Fac. Minas Metalur. Cienc. Geogr, 24, 211-219.

Arnez, S. A., Pérez, M. L., & Bomblat, C. (2004). Modelación de las emisiones del parque automotor en la ciudad de Cochabamba-Bolivia. Acta Nova, 2(4), 475.