Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ATIT_2023-FIAS-060

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

"ESTIMACIÓN DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EMITIDOS POR TRIMOTOS-CATEGORIA L5, ICA, 2022"

Presentado por:

CASTRO AGUADO, KARLA SOFIA

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 16%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° **20154528**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

25 de Septiembre del 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
DIRECCION DE UNIDAD DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

TESIS

“ESTIMACIÓN DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EMITIDOS POR TRIMOTOS-CATEGORIA L5, ICA, 2022”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIAS NATURALES, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES

PRESENTADO POR:

CASTRO AGUADO, KARLA SOFIA

ASESOR:

Mag. ISIS CRISTEL CORDOVA BARRIOS

ICA- PERU

2023

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO II

RESUMEN III

SUMMARY IV

I. INTRODUCCIÓN 5

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA 6
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 7
1.2.1. Antecedentes internacionales 7
1.2.2. Antecedentes nacionales 8
1.3. BASES TEÓRICAS 9
1.4. FORMULACIÓN DE PROBLEMA 24
1.4.1. Problema principal 25
1.4.2. Problemas específicos 25
1.5. OBJETIVOS 25
1.5.1. Objetivo principal 25
1.5.2. Objetivos Específicos 25
1.6. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN 26
1.6.1. Hipótesis principal 26
1.6.2. Hipótesis Específicas 26
1.7. VARIABLES 26
1.7.1. Variable independiente 26
1.7.2. Variable dependiente 26
1.7.3. Operacionalización de variables 27
1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 28
1.8.1. Justificación 28
1.8.2. Importancia 28

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA 29

2.1. ÁREA DE ESTUDIO 29
2.2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 32
2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación 32
2.2.2. Población y muestra 32
2.3. PROCEDIMIENTO DE LA METODOLOGÍA GENERAL 35
2.3.2. Instrumento de recolección de datos 36
2.3.3. Análisis e interpretación de datos 36

III. RESULTADOS 37

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 63

V. CONCLUSIONES 65

VI. RECOMENDACIONES 66

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

RESUMEN

La presente investigación titulada “Estimación de la contaminación atmosférica emitidos por Trimotos- categorías L5, Ica, 2022”, partió del siguiente problema ¿Qué cantidad de contaminantes atmosféricos que emiten las Trimotos- categorías L5, Ica, 2022?, tuvo como objetivo general, Estimar la cantidad de contaminantes atmosféricos que emiten las Trimotos- categorías L5, Ica, 2022

La población estará constituida por la totalidad de 11712 trimotos categoría L5 que circulan en el Distrito de Ica y utilizan gasolina como combustible.

El método empleado en la investigación fue el tipo básica, con diseño de investigación no experimental de nivel descriptivo, que recogió la información en un periodo especifico que se desarrolló al aplicar los instrumentos: Cuestionario, se enfoca en registrar datos como el horario de trabajo de los conductores de las trimotos categoría L5, el promedio de consumo de combustible por día, los resultados se representan gráficamente y textualmente.

“La calidad de vida de la ciudadanía en las grandes ciudades se ha ido degradando a causa de la contaminación atmosférica producida por la combustión de hidrocarburos empleados en el transporte y las industrias contaminantes”[1].

La evaluación de los parámetros ambientales es considerada como un instrumento que permite estudiar y evaluar los problemas ambientales.

Las preocupaciones ambientales por el consumo de energía en el sector del transporte son alarmantes, porque las emisiones se concentran especialmente en las zonas urbanas y donde las posibilidades de sustitución de combustible son actualmente limitadas.

Palabras Claves: *Estimación, contaminación atmosférica, trimotos*

SUMMARY

The present investigation entitled "Estimation of air pollution emitted by Trimotos- L5 categories, Ica, 2022", started from the following problem: What amount of air pollutants are emitted by Trimotos- L5 categories, Ica, 2022?, had as a general objective, Estimate the amount of air pollutants emitted by Trimotos- categories L5, Ica, 2022

The population will be made up of all 11,712 category L5 trimotos that circulate in the District of Ica and use gasoline as fuel.

The method used in the research was the basic type, with a non-experimental research design of a descriptive level, which collected the information in a specific period that was developed by applying the instruments: Questionnaire, focuses on recording data such as the working hours of the drivers of category L5 trimotos, the average fuel consumption per day, the results are represented graphically and textually.

“The quality of life of citizens in large cities has been deteriorating due to air pollution produced by the combustion of hydrocarbons used in transport and polluting industries”[1].

The evaluation of environmental parameters is considered as an instrument that allows studying and evaluating environmental problems.

Environmental concerns about energy consumption in the transport sector are alarming, because emissions are especially concentrated in urban areas and where fuel substitution possibilities are currently limited.

***Keywords**: Estimation, air pollution, trimotos*

I. INTRODUCCIÓN

Se ha comprobado que la exposición a los contaminantes atmosféricos es capaz de afectar a la salud humana de diversas maneras: enfermedades cardíacas y accidentes cerebrovasculares, además de enfermedades respiratorias crónicas y cáncer de pulmón.

“Los padecimientos ambientales que en la actualidad afectan a las ciudades han sido ocasionados por las emisiones del parque automotor, que se mantienen en la atmósfera provocando una serie de problemas ambientales tales como la contaminación y el cambio climático, dificultando el desarrollo sostenible”[2].

“La cantidad de gases que genera un vehículo de motor en funcionamiento está en función de una serie de condicionantes como el tipo y la calidad del combustible, la antigüedad del vehículo, su tecnología, la trayectoria media que recorre, además de otros factores”[3].

“En el Perú, tanto como en Ica, en los últimos 15 años, se ha incrementado significativamente la contaminación ambiental producida por de los medios de transporte público o privado, liviano y pesado, el explosivo incremento de vehículos ha provocado mayor demanda de hidrocarburos, como el petróleo, gasolina, y gas; afectando la contaminación atmosférica por la mayor generación de GEI”[4].

“América Latina y el Perú se encuentran en un proceso de expansión vertical de las ciudades y del transporte; el problema de la movilidad urbana en las mayores ciudades ya es agresivo y caótico”[5].

“La reducción de las emisiones de GEI es primordial y muy necesaria para que nuestra sociedad se desenvuelva en un entorno saludable y bajo en carbono, por lo cual las empresas de transporte y las instituciones públicas y privadas, deberán asumir la responsabilidad de las emisiones que causan”[6].

En este contexto, la reducción de los presentes niveles es de un gran beneficio para la salud de la población y requiere la contemplación de medidas o herramientas de control orientadas a cada una de las variables citadas para conseguir una reducción sostenible de las emisiones de los vehículos.

En la actualidad, el sector del transporte en particular utiliza combustibles con un elevado contenido químico, lo que plantea la posibilidad de reemplazar el petróleo y sus asociados por una alternativa energética claramente más económica y menos contaminante.

El presente estudio de investigación permite cuantificar la cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos por Trimotos del cercado de Ica y realizar recomendaciones para una propuesta de reducción de contaminantes atmosféricos emitidos por Trimotos en el distrito.

1.1. Situación problemática

La liberación de contaminantes atmosféricos provoca efectos nocivos para la salud de las personas y para los ecosistemas en general. Por ello, saber las magnitudes exactas que se emiten al ambiente es una noticia muy importante para la puesta en marcha de medidas que contribuyan a reducir las emisiones de los vehículos y para mejorar las acciones que ayuden a mejorar la condición del aire en las ciudades.

"La contaminación del aire es el principal riesgo ambiental para la salud pública en las Américas"[7].

El parque vehicular es la principal causa de emisión de gases contaminantes móviles en el país, y en los últimos años ha habido una relación directa entre el aumento del número de vehículos y la contaminación atmosférica; este acelerado incremento, formado por vehículos propios y usados, provoca un aumento de las emisiones de distintos contaminantes atmosféricos. Entre las primeras razones está la escasa calidad de los combustibles líquidos, debido al alto grado de contaminación de la gasolina.

En Perú, el diésel que se está comercializando es de mala categoría y sumamente contaminante porque posee niveles de azufre (entre 4,000 y 6,000 ppm), que son valores preocupantes, pues si se comparan con el grado de azufre admitido en el diésel a escala mundial, en el que un diésel con 365 ppm de azufre ya se puede considerar un combustible de poca calidad.

"La evaluación de las emisiones de los vehículos de motor en circulación que producen una serie de contaminantes, como los compuestos orgánicos volátiles (COV), el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx), los óxidos de azufre (SOx), las partículas (PTS, PM10 y PM2,5) y las partículas (PM2,5)"[8].

Por lo anterior, OSINERGMIN ha rediseñado su esquema de fiscalización de operaciones a partir de la Resolución de Consejo Directivo Nº042-2016-OS/CD, la misma que "establece obligaciones normativas de alta severidad, es por ello que aquellas situaciones de peligro en forma inminente que puedan causar daños a las personas, a los bienes y que afecten la seguridad ciudadana y la provisión de servicios"[9].

Finalmente, las conclusiones obtenidas y las recomendaciones formuladas servirán para mejorar el nivel de desarrollo de la actividad y la continuidad de la investigación ayudará, entre otros aspectos, a la calidad de vida y al desarrollo sostenible de los recursos naturales de la zona.

1.2. Antecedentes de la investigación

1.2.1. Antecedentes internacionales

Méndez En su estudio de investigación sobre "Estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles a nivel local en el distrito de barranquilla, tuvo como resultados"[10].

> "Cuyo estudio evidencia la problemática asociada a la presencia de motocicletas con motores de 2 tiempos y sin ningún sistema de control de emisiones en la ciudad. Esta clase es responsable de un alto índice de emisiones de PM10 y COV, lo que la sitúa como una de las categorías más relevantes en términos de emisiones, demostrando la relevancia de implementar medidas de control para estos vehículos"[10].

Cruz et al., en su estudio de investigación "Censo de contaminación atmosférica generada por fuentes fijas y móviles en la cabecera municipal de Álamo Temapache, Veracruz tuvo como resultado"[11].

> "Se efectuaron entrevistas y recorridos en la cabecera municipal de Álamo Temapache, se entrevistó a los conductores de motocicletas, taxis, autobuses, camiones y a las personas que laboran en lugares de comida"[11], "En el censo se constató que el carbón es uno de los contaminantes más perjudiciales para la salud ya que tiene efectos negativos para la salud como cáncer de pulmón, derrames cerebrales, agravamiento del asma, entre otros"[11], "Se concluyó que los taxis contaminan mucho más que un coche particular ya que la cantidad de CO2 emitida está en relación directa con los kilómetros recorridos"[11].

Freire En su presente investigación "Análisis de las emisiones de CO2 generadas por el transporte en la vía Santa Rosa Machala, nos dice que"[12].

> "El estudio tuvo como población 90257 vehículos los cuales fueron contados manualmente durante una semana en el horario de 7:00 a.m. hasta las 18:00 tomando como referencia la clasificación del Ministerio de Transporte y Obras Públicas"[12], "Concluyó que en un año se producen 15772,46 Tn de CO2 y recomendó como medidas alternativas para controlar las emisiones: estudios de calidad del aire, implementación de políticas locales, revisión técnica integral de los vehículos e implementación de la electro movilidad"[12].

1.2.2. Antecedentes nacionales

Valencia "Estudió el efecto de medidas administrativas en la reducción de las emisiones de contaminantes criterio por fuentes móviles vehiculares, sector 2 del distrito de Villa el Salvador"[13]

> "La metodología se basó en el Modelo IVE, haciendo un análisis de un total de 2314 cabinas de motocicletas determinado por el aforo de vehículos"[13], "Las deducciones más relevantes han sido que el parque de vehículos de la clase I es el mayor del mundo más partículas (PM10) y compuestos orgánicos volátiles (COV) emite son los mototaxis; los mototaxis y los automóviles son las fuentes móviles que más monóxido de carbono (CO) emiten, lo que está vinculado a que en ambos predomina el uso de la gasolina"[13].

Tello en su estudio "Estimación de contaminantes atmosféricos emitidos por mototaxis en la ciudad de Celendín empleando el modelo internacional de emisiones vehiculares, tuvo como conclusión"[14].

> "Determinando que el CO es el contaminante que se emite en mayor cantidad, representando el 77.23% de las emisiones; seguido del VOC representando el 16.47% de las emisiones; mientras que el SOx, es el contaminante que se emite en menor cantidad, representando el 0.02% de las emisiones"[14], "Las recomendaciones para una propuesta para disminuir los contaminantes atmosféricos emitidos por los mototaxis en la ciudad de Celendín, están dirigidas a la implementación de políticas y estrategias para la actualización y modernización de los mototaxis que circulan en la ciudad"[14].

Hilario en su estudio de investigación "Emisiones contaminantes de vehículos del Distrito de Huancayo, tuvo como conclusión"[15]

> "El aumento del número de vehículos, concretamente de automóviles y motocicletas, repercute en la emisión de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero"[15], "Se recomienda llevar a cabo estudios sobre los efectos de los contaminantes emitidos y los gases de efecto invernadero en las zonas receptoras y aplicar políticas de regulación, modificaciones en el uso de los combustibles y cambios en la tecnología para permitir la migración a tecnologías limpias"[15].

Antecedentes locales

La bibliografía relacionada con el tema ha sido revisada y no se ha encontrado ninguna búsqueda con respecto a él.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Trimoto

"Son un medio importante de transporte de uso público en los países en desarrollo. Este servicio se caracteriza por sus bajas tarifas y su facilidad de acceso a las zonas de tráfico de vehículos"[16].

"No obstante, este concepto ya se ha utilizado en más de 25 países en distintos idiomas para referirse al vehículo motocicleta (vehículo ambulante de 2 ruedas en línea), motocarro (vehículo de 3 ruedas, con carrocería, con elementos propios de una motocicleta) o mototrailer (motocicleta adaptada con chasis trasero) dirigido a la realización de servicios de transporte colectivo individual de viajeros"[17].

1.3.2. Contaminación

"Se produce cuando los niveles de concentración de residuos ocasionan efectos nocivos para los organismos vivos"[18].

1.3.3. Contaminación atmosférica

"Situación en el cual una sustancia impacta en el medio ambiente por su exceso de concentración en el medio natural normal, afectando la calidad de aire, el ecosistema y la salud"[19].

1.3.4. Contaminación atmosférica por trimotos

Los daños causados al ambiente por las trimotos influyen en todos los demás; estos perjuicios no están tasados, ni figuran en los costes del transporte, son necesarios porque tienen un efecto nocivo para la propiedad y la salud de los demás"[20].

"Las motocicletas de gasolina expulsan al aire gases tóxicos a través del conducto de escape como derivados de la combustión, contaminando la atmósfera, en la actualidad, el transporte es la causa primordial de la contaminación atmosférica, en la bibliografía económica, el aire limpio se considera un bien común gratuito, al que todo el mundo tiene derecho"[20].

1.3.5. Contaminación del aire

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), “La contaminación atmosférica existe al aparecer alguna o varias sustancias desconocidas en su composición, en determinadas magnitudes y en ciertos lapsos de tiempo, que podrían ser perjudiciales para las personas, los animales, las plantas o el suelo, y/o alterar el buen estado y el uso de los bienes”[21].

La contaminación atmosférica es un riesgo medioambiental fundamental para la salud, si se reducen los índices de contaminación atmosférica, los Estados pueden disminuir la proporción de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y enfermedades pulmonares graves y crónicas, como el asma, A medida que se reducen los grados de contaminación atmosférica, mejora la salud respiratoria y cardiovascular de la población, tanto a largo como a corto plazo.

1.3.6. Calidad de aire

Landero indica que “La apreciación de la calidad del aire no siempre está relacionada con las características reales del entorno; hay determinados factores que fomentan la percepción de un aire más contaminado, tales como la existencia de alguna fábrica o industria. Puesto que el riesgo concebido no siempre se asemeja al riesgo real, es obvio que la existencia de la industria, la difusión de información gubernamental y los medios de comunicación condicionan la percepción de los contaminantes atmosféricos. Las tres herramientas fundamentales para valorar la calidad del aire lo son: i) la vigilancia del entorno; ii) la modelización; y iii) el inventario o la medición de las emisiones”[22].

1.3.7. El ser humano y el ambiente

“El ser humano a priori es una especie en sí misma, no obstante, su gran aptitud para el aprovechamiento de los recursos naturales y su manejo de la energía los transforman en una especie distinta a las existentes”[23].

“La interconexión entre los humanos y los ecosistemas en los que habitan ha variado a lo largo de la evolución histórica a la vez que ha aumentado el número de hombres y mujeres en la Tierra y ha mejorado su tecnología. En efecto, todos los recursos que empleamos para vivir provienen del medio ambiente: aire, agua, alimentos, energía, etc. Ademas, los desechos y las consecuencias de nuestro crecimiento van a parar a

él. El aspecto que una acción humana determinada produce sobre el medio ambiente se denomina impacto ambiental"[23].

1.3.8. Emisiones atmosféricas vehiculares

"Los automóviles o las unidades móviles generan gases de efecto invernadero directos, como el dióxido de carbono (CO2), el metano (CH4) y el óxido nitroso (N2O), a partir de la incineración de diferentes tipos de combustible, y otros contaminantes originados por la combustión incompleta, como el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC), las partículas (PM), o por la oxidación de ciertas especies no combustibles en la cámara de combustión (NOX a partir del N2 contenido en el aire, SOX a partir del azufre del combustible y los lubricantes, etc), que ocasionan o contribuyen a la formación de contaminantes en la cámara de combustión, que causan o contribuyen a la contaminación atmosférica local o regional"[24].

1.3.9. Emisiones de GEI provenientes del transporte

"El transporte emite GEI como CO2, CH4, N2O, HCFC y HFC; el CO2 procede de la combustión de combustibles fósiles, el CH4 y el N2O se emiten a partir de los gases de escape de los vehículos (el CH4 también puede ser emitido como fuga del gas natural utilizado como combustible por los vehículos) y los HCFC y HFC se emiten como fuga de los sistemas de aire acondicionado, los vehículos de transporte también emiten otros compuestos además de los GEI, como O3, CO y aerosoles"[25].

1.3.10. Emisiones generadas por el parque automotor

"El sector del transporte es el principal emisor de GEI (13,1% del total), el de mayor crecimiento y el que mayor energía consume (22% del total). De 1970 a 2006, las emisiones mundiales de este sector aumentaron un 130%"[26].

"En América Latina, en las más recientes décadas, el transporte ha aumentado a un ritmo mayor que otros sectores que igualmente demandan consumo de energía y que se encuentran en áreas urbanas (casi el 70% de las emisiones de GEI proceden de los automóviles particulares). Durante el período 2005-2030, las emisiones de GEI provenientes del sector automotriz llegarán al 57%"[27].

1.3.11. Emisiones de contaminantes del parque automotor

Los motores de combustión interna (MCI) provocan emisiones tóxicas, presentes en los vapores del combustible, los gases del cárter y los gases de escape.

Las principales emisiones contaminantes del parque automotor son:

Los vapores del combustible: "Estos gases se forman al mezclar hidrocarburos combustibles (CxHy), en general, la emisión de CxHy con la evaporación representa entre el 15% y el 20% de los vapores del combustible, ya que utilizan gasolina, que es muy volátil"[28].

Los gases del cárter: "Los componentes tóxicos más importantes de estos gases generados por un motor diesel son: NOx (45-80%) y aldehídos (hasta el 30%), sin embargo, los gases del cárter producen irritación en las mucosas de las vías respiratorias causando molestias"[28].

Los gases de escape: "Los principales componentes tóxicos son el CO y el NOx. Además, hay hidrocarburos saturados e insaturados, aldehídos (RxCHO), sustancias cancerígenas, hollín y otros elementos"[28].

Las emisiones de los motores de combustión interna corresponden a:

Monóxido Carbono (CO): "Causado por la combustión incompleta del carbón contenido en el combustible"[28].

Hidrocarburos (HC): "generada por la combustión incompleta y las emisiones consisten en la mezcla de aire y combustible, la temperatura y otras magnitudes de diseño"[28].

Óxidos de Nitrógeno (NOx): "Formado en circunstancias de alta Tº y presión"[28].

Material Particulado (MP): "Sustancias con un tamaño medio de 1,3 micras de diámetro, integradas por hollín, hidrocarburos condensados y compuestos de azufre; las partículas PM-10 y PM-2,5, nombradas por su magnitud en micras, son contaminantes atmosféricos formados por partículas minúsculas generadas por la quema de combustibles fósiles"[28].

Pinedo indica que "Se han implementado varias medidas de control y de prevención para los automóviles, tales como el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas de Vehículos (ITV), que establece qué vehículos son aptos para transitar con seguridad debido a que cumplen con las características especificadas en la normativa vigente, y además verifica que el nivel de emisiones no exceda los límites máximos

permitidos. Por este motivo, el certificado de inspección técnica de vehículos (CITV), que habilita la circulación del vehículo, es de carácter obligatorio"[29].

1.3.12. Automóvil

"Un **automóvil** es un vehículo que es capaz de moverse por sí mismo, la palabra, en este sentido, se conforma a partir de la unión de las raíces auto- y móvil"[30].

"En este sentido, los automóviles están dotados de motores que les permiten propulsarse. Estos motores pueden funcionar a vapor (usados antiguamente), por combustión interna, o a partir de energía eléctrica"[30]

"Generalmente, se les da el nombre de automóviles a todos aquellos vehículos autopropulsados por un motor que son destinados específicamente al transporte de personas o mercancías, sin necesidad de carriles que guíen su curso. Como tal, existen diferentes tipos de automóviles, como los automóviles de turismo, los camiones, los autobuses, las furgonetas, las motocicletas, etc"[30].

"Automóvil es todo vehículo propulsado por un motor de combustión interna que trabaja con combustible fósil, bien sea petróleo, gasolina o gas, a su vez estos poseen cuatro ruedas con las que se movilizan"[31].

"Automóvil es todo tipo de vehículo mecánico propulsado por sí mismo y destinado a ser conducido por la carretera; el concepto se usa en un sentido más limitado para mencionar un vehículo de este tipo con cuatro ruedas y para el transporte de menos de ocho personas. Los vehículos diseñados para un elevado número de pasajeros se conocen como omnibuses, y los destinados al transporte de mercancías se denominan camiones"[32].

1.3.13. Combustibles

"Un combustible es un material de naturaleza reductora, con capacidad para reaccionar con el oxígeno (u otro oxidante) de forma rápida y exotérmica. Los elementos resultantes de la reacción (productos intermedios o finales) adquieren una temperatura lo suficiente como para permitir la emisión de radiaciones visibles, en cuanto al sector del comercio de hidrocarburos, la llamada cadena de valor abarca las principales actividades: importación, exportación, almacenamiento, transporte, distribución y/o comercialización de combustibles líquidos y productos basados en hidrocarburos"[33].

1.3.14. Combustión móvil

"Los medios de transporte terrestre, aéreo y marítimo producen GEI porque utilizan hidrocarburos y en su combustión emiten monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de nitrato (NOX), en el proceso de combustión de la gasolina y el gasóleo, para ambos combustibles demandados por los vehículos de la institución, los principales componentes del combustible (carbono e hidrógeno) se combinan con el oxígeno para formar dióxido de carbono y vapor de agua, El número de moléculas de oxígeno (O2) necesarias en la reacción y el número de moléculas de CO2 y H2O formadas dependen de la composición del hidrocarburo, que sirve de combustible en la reacción"[34].

1.3.15. Combustión en los motores a gasolina

"El motor de combustión interna es el elemento que permite el desplazamiento de los vehículos en estudio, para lograr este desplazamiento, se producen explosiones de la mezcla de combustible y aire en el interior del motor, En resumen, a fin de que el motor mueva el vehículo, debe obtener energía internamente del combustible empleado para que el motor funcione de forma óptima, es necesario que haya una combinación adecuada de aire y combustible, el objetivo de esta mezcla es aportar una cantidad adecuada de oxígeno (O2) para oxidar eficazmente el porcentaje de carbono e hidrógeno existente en el combustible sin duda, el procedimiento de combustión es complicado y está influenciado por varios aspectos, lo que hace que se liberen diferentes gases a la atmósfera como resultado de la combustión del combustible"[35].

1.3.16. El clima

"Es el conjunto de valores normales para una determinada región, Es decir, el promedio a lo largo de muchísimos años, de temperatura, humedad, presión atmosférica, precipitación, etc, se refiere a un conjunto de condiciones duraderas existen elementos básicos que lo conforman y requieren conocer para entender cómo fluctúan las variables climáticas"[36]

El clima "es una interactuación de diversas variables atmosféricas, tales como la temperatura, las precipitaciones, la humedad relativa, la presión atmosférica y el viento, que definen una ubicación geográfica, con unos valores determinados de

altitud y latitud; la vegetación, la cercanía a los océanos, la hidrografía y la orografía"[37].

"El clima de la Tierra se conserva de forma relativamente estable, ya en que la energía que recibe (radiación solar) es equivalente a la que se pierden (espacio exterior)"[37].

1.3.17. Cambio global

"El cambio global y el cambio climático son problemas que han trascendido el ámbito de la investigación científica para percolar el tejido de la sociedad; El cambio global y el cambio climático son realidades instaladas definitivamente entre nosotros, no ya como problemas del futuro, como se han percibido hasta hace poco, sino como una realidad a la cual nos hemos de adaptar y un desafío al que hemos de responder"[38].

"Es el conjunto de alteraciones ambientales provocadas por la acción del hombre, el cambio global engloba aquellas acciones que, a pesar de ser provocadas localmente, sus efectos repercuten tanto en la zona como en la región, provocando así un desequilibrio en el funcionamiento global del sistema climático"[39].

"La definición de cambio climático se refieren al efecto provocado por la actividad humana en el ecosistema climático mundial, lo que afecta al curso natural del clima de la Tierra, que abarca complejas interacciones entre los aspectos climáticos, ambientales, económicos, políticos, institucionales, sociales y tecnológicos"[40].

"Para resolver o enfrentar el cambio climático se están proponiendo y ejecutando medidas y acciones para reducir la incidencia de los sistemas de producción y explotación, se han planteado las limitaciones a las emisiones de GEI y se han celebrado conversaciones de las partes, como la de Kioto, que se ha considerado el convenio ambiental de mayor alcance y mayor participación"[40].

"El párrafo 2 del artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático establece que: el cambio climático es un trastorno del clima atribuible directa o indirectamente a las actividades humanas que modifica la composición de la atmósfera mundial y que se añade a la variabilidad natural del clima registrada durante períodos de tiempo similares"[41].

1.3.18. Instrumentos jurídicos de cambio climático

“En 1864, Marsh, explicó los problemas ocasionados por la inadecuada gestión de los recursos naturales, señalando cómo el hombre ha venido destruyendo el medio ambiente. En 1979 se realizó la primera Conferencia Mundial sobre el Clima, en la que se discutieron los impactos del cambio climático y la amenaza que representa la concentración de altos valores de CO2”[42].

"El principal objetivo del Acuerdo de París es lograr que el aumento de la temperatura media mundial en este siglo esté bastante por debajo de los 2 °C, e incrementar los esfuerzos para lograr limitarlo a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales. La CMNUCC es además el tratado antecesor del Protocolo de Kioto de 1997”[43].

“El objetivo fundamental de todos los tratados de la CMNUCC es la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que prevenga las interferencias humanas peligrosas en el ecosistema climático, en un lapso de tiempo que posibilite la adaptación normal de los ecosistemas y el cumplimiento del desarrollo sostenible”[43].

1.3.19. Efecto invernadero

El efecto invernadero “es un proceso natural que posibilita el mantenimiento de una temperatura media estable en el planeta, lo que permite el desempeño de nuestras actividades habituales, esenciales para la vida en nuestro planeta, este procedimiento natural es esencial, ya que permite el desenvolvimiento de las condiciones de habitabilidad en el planeta, lo que da lugar a una temperatura media en la Tierra, en la cual la atmósfera mantiene el calor por medio de la absorción de los rayos infrarrojos debido a los llamados gases de efecto invernadero, la radiación infrarroja que se emite al espacio se produce a una altura en la que la temperatura media es de -19°C, en un equilibrio con la radiación solar neta que incide, en tanto que la superficie de la Tierra se encuentre a una temperatura mucho más alta, con una media de 14°C”[44].

“Luego de incrementar fuertemente en 2018, las emisiones de gases de efecto invernadero de Estados Unidos cambiaron de rumbo y disminuyeron un 2,1% estimado en 2019, de acuerdo con un análisis de cifras de carácter preliminar divulgado por Rhodium Group, una empresa privada de análisis de datos”[45]

Según el Departamento de Medio Ambiente, “se denomina efecto invernadero a un fenómeno natural que sostiene el equilibrio entre el frío y el calor para que sea posible la vida en la Tierra". A través de la atmósfera, una parte de la energía del sol se almacena en la superficie del planeta para darle calor y conservar una temperatura de aproximadamente 15°C, que de otra manera descendería a 18°C bajo cero”[46].

1.3.20. Gases de efecto invernadero

“Aquellos gases (GEI) atrapados en la atmósfera y que ocasionan un efecto invernadero, alterando el clima del mundo, Las actividades humanas han ido incrementando la cantidad y proporción de estos gases”[47].

Rosenzweig et al., “Las ciudades y los municipios cumplen un papel esencial en la atenuación del cambio climático, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los servicios ciudadanos y su eventual reducción constituyen un aspecto central de la elaboración por las autoridades locales”[48].

Dióxido de Carbono (CO2): “contribuyen alrededor del 64% al esfuerzo radiativo, que se desprende de manera natural por medio de emisiones volcánicas y de la transpiración de animales y plantas, Se genera a partir de los mecanismos de combustión u oxidación de sustancias como el carbón, la madera, los aceites y determinados alimentos”[49].

Metano (CH4): “Se libera cuando se produce y transporta el carbón, el gas natural y el petróleo. Las emanaciones de metano también son resultado de las prácticas ganaderas y agrícolas, así al igual que de la desintegración anaeróbica de los desechos orgánicos en los tiraderos de desechos sólidos municipales”[50].

Óxido Nitroso (N2O): “Se genera en el transcurso de las actividades de la industria, la actividad agrícola y la incineración de combustibles fósiles y desechos sólidos, El óxido nitroso proporciona una contribución de alrededor del 6% al forzamiento radiactivo, siendo este gas emitido tanto de fuentes naturales al igual que de fuentes antropogénicas (aproximadamente el 40%), entre ellas los océanos, los suelos y los trabajos industriales. Los óxidos nitrosos se generan cuando se combinan los combustibles con el aire, que está formado en tres cuartas partes por nitrógeno”[51].

Clorofluorocarbonos (CFC): “Los clorofluorocarbonos son unos compuestos gaseosos muy empleados en refrigeración, en el aislamiento térmico y en los aerosoles, Si bien su fabricación ha cesado virtualmente en los países industrializados

de Europa y América, ha incrementado considerablemente en los países del tercer mundo, sobre todo en los que tienen climas tropicales, pudiendo mantenerse en la atmósfera durante aproximadamente cien años"[51].

"El municipio que no disponga de un instrumento legal que determine los aspectos de la segregación en origen deberá adoptarlo en el plazo de un año a partir de la vigencia de este Decreto Legislativo, los municipios realizarán actos de sensibilización, promoción y educación ambiental para formar a la población en la obligación de segregación en origen, almacenamiento y entrega de los residuos"[52].

1.3.21. Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto "es un convenio internacional que se celebró el 16 de febrero de 2005 y tiene como objetivo reducir la concentración de gases de efecto invernadero"[53].

Para conseguir los objetivos del Protocolo, se crearon varios instrumentos, tales como:

a. La contabilización de las emisiones y sus fuentes

"Todos los países tienen que hacer un recuento de sus emisiones y establecer objetivos de disminución"[53].

b. El comercio de emisiones

"En el protocolo se ha creado un mercado de bonos de carbono, para reducir los GEI"[53].

c. Los proyectos de desarrollo limpio

"Están orientados a los países industrializados que desean poner en marcha proyectos de perfeccionamiento medioambiental en países no industrializados para disminuir las emisiones de gases ambientalmente contaminantes. Por consiguiente, el país receptor recibe a cambio una acreditación de disminución de sus emisiones (CRE)"[53].

d. Los sumideros de gases de efecto invernadero

"Son los bosques, que sirven para absorber las emisiones de CO2, con la finalidad de mitigar el impacto de los GEI"[53].

1.3.22. Tipos de contaminantes atmosféricos emitidos por motores a gasolina

Monóxido de carbono (CO)

"Es un elemento de la combustión incompleta que se produce cada vez que no hay suficiente oxígeno para acabar de oxidar el carbono de los combustibles y formar dióxido de carbono (CO2), Aunque haya bastante oxígeno, el CO se formará en las zonas abundantes en combustible de la llama (zonas en las que no hay suficiente oxígeno para permitir una combustión completa)"[54].

"A elevadas alturas de combustión, el CO se oxida normalmente a CO2 en existencia de oxígeno, sin embargo, el CO puede permanecer en elevadas concentraciones si los gases de escape se enfrían con rapidez, como sucede en los vehículos, a través de la presencia de oxígeno, El ciclo de vida del CO es de diversas semanas, lo que permite que el gas escape de las captaciones urbanas y se mezcle con la atmósfera"[54].

Compuestos orgánicos volátiles (COV´s)

"Los compuestos orgánicos volátiles, o COV, suelen ser hidrocarburos (alcanos, alquenos y compuestos aromáticos), halocarbonos (por ejemplo, tricloroetileno) y oxigenados (alcoholes, aldehídos y cetonas), se presentan en forma de vapores en la atmósfera y se clasifican como contaminantes, el término COV agrupa un gran número de tipos de compuestos químicos, incluidos los hidrocarburos alifáticos y aromáticos (clorados y no clorados), y otros componentes como aldehídos, cetonas, éteres, ácidos y alcoholes"[55].

"Los COV participan de forma importante en la formación de contaminantes secundarios como el ozono por reacción química con los óxidos de nitrógeno en la luz solar. Aunque los COV son especialmente preocupantes en los meses de verano, debido a las reacciones fotoquímicas que producen ozono, algunos hidrocarburos son preocupantes durante todo el año, sobre todo el benceno y el 1,3-butadieno, especialmente por sus consecuencias negativas para la salud humana"[55].

Óxidos de nitrógeno (NOx)

"El monóxido de nitrógeno (NO), la forma principal de las emisiones de NOx de los vehículos, se oxida rápidamente a dióxido de nitrógeno (NO2), que es el precursor esencial de la creación de ozono en la atmósfera, En los vehículos, el NOx se forma

principalmente en un acto térmico que aumenta con la temperatura de combustión. A mayor temperatura y en presencia de oxígeno, el nitrógeno (N2) del aire reacciona con los radicales de oxígeno para formar NOx"[56].

"A diferencia del CO y los HC, la formación de NOx se ve reforzada en condiciones de mezcla pobre. Sin embargo, la temperatura de combustión disminuye con el incremento de la relación aire-combustible, lo que se traduce en una reducción de los niveles de NOx formados en los motores que funcionan con mezclas pobres, como los motores diésel"[56].

"Los óxidos de nitrógeno son irritantes para las vías respiratorias, y la exposición crónica a niveles altos de este contaminante es capaz de aumentar la frecuencia de las enfermedades respiratorias agudas en los niños y de reducir la capacidad de resistir a las enfermedades respiratorias de los adultos, El NO2 consume luz azul, lo que da lugar a la tonalidad rojiza y sucia propia de las atmósferas contaminadas"[56].

Óxidos de azufre (SOx)

"Los óxidos de azufre, liberados principalmente como dióxido de azufre (SO2), se generan por la oxidación del azufre del combustible dentro de la combustión. Por lo general, alrededor del 100% del componente de azufre del combustible se emite como SO2, una proporción del SO2 en la corriente de escape del gasóleo puede oxidarse para crear trióxido de azufre (SO3). El SO3 puede reaccionar con facilidad con el agua para producir ácido sulfúrico (H2SO4) y sulfatos en forma de partículas"[57].

"En la secuencia de los gases de escape del diésel, los aerosoles de sulfato son iniciadores de la producción de partículas, aportando un núcleo para la condensación de nuevos gases, El SO2 se puede oxidar también en la atmósfera para producir SO3, fundamentalmente por reacción con otros elementos de la atmósfera urbana infectada, los óxidos de azufre son agentes irritantes para las vías respiratorias que son capaces de empeorar las enfermedades cardiopulmonares y provocar enfermedades respiratorias y dificultad para respirar"[57].

"El ácido sulfúrico es la otra especie esencial en la creación de la lluvia ácida, que constituye un perjuicio generalizado para los ecosistemas, Los sulfatos en forma de material particulado son un importante problema de salud pública, así como uno de los grupos de contaminantes responsables de la reducción de la visibilidad"[57].

Material particulado (PM)

"Se trata de una mezcla de partículas sólidas microscópicas y gotas líquidas en suspensión en el aire (aerosoles), que se clasifican según su tamaño, en partículas con un diámetro inferior a 10 micras, 2,5 micras y 1 micra; proceden en su mayoría del uso de combustibles fósiles que contienen azufre y de oxidantes fotoquímicos que se forman en la atmósfera por reacciones químicas complejas entre los HC, los óxidos de nitrógeno (NOx) y el CO, todo ello vinculado a las emisiones de los vehículos (las fuentes móviles aportan el 50% o más de las concentraciones de partículas en las zonas urbanas)"[58].

"El sistema respiratorio es la principal vía de entrada al organismo de las PM presentes en el aire y el grado de penetración está directamente relacionado con el tamaño de la partícula, ya que cuanto más pequeña es, más fácil es que eluda los recursos de defensa del sistema respiratorio"[58].

1.3.23. Modelos empleados en la estimación de emisiones vehiculares

"Para favorecer la incorporación de los inventarios de emisiones de vehículos, se utilizan programas informáticos que toman como datos de entrada las actividades del parque de vehículos, el grado de actividad y otros elementos locales, con el fin de establecer los factores de emisión o establecer directamente la emisión de cada contaminante correspondiente a las circunstancias de la operación y del parque"[59].

"La mayor parte de los modelos pueden producir directamente el importe total del inventario de emisiones; sin embargo, también hay modelos que producen factores de emisión, en cualquier caso, el desarrollador del inventario debe aplicar los factores obtenidos al número de unidades y a la frecuencia de los vehículos para obtener el valor total previsto del inventario"[59].

A continuación, se exponen de forma general cuatro modelos que suelen utilizarse en distintas regiones del mundo: MOBILE, MOVES, COPERT e IVE

Modelo MOBILE

"El modelo MOBILE es un software compuesto por rutinas desarrolladas en lenguaje de desarrollo Fortran y se utiliza para calcular los factores de emisión de los vehículos con motor de gasolina y diésel, así al igual que ciertos vehículos especializados, como los de gas natural, El programa ha progresado y su versión actual

(MOBILE6.2) proporciona una plataforma de análisis versátil que puede utilizarse en una amplia diversidad de situaciones geográficas y características de los parques de vehículos"[59].

"MOBILE6 calcula los índices de emisión para cada agente contaminante en gramos por milla (g/milla) y para todo tipo de vehículo previsto en la flota analizada, La previsión total del inventario se consigue aplicando el factor de emisión por una aproximación al total de kilómetros recorridos (VMT) por todos los vehículos de cada clase o categoría, en una zona determinada y dentro del periodo de tiempo que abarca el inventario"[59].

Modelo MOVES

"Permite estimar las emisiones de una gran variedad de contaminantes basándose en la metodología PSV, que perfecciona la estimación mediante el uso de patrones de conducción. Puede usarse tanto para vehículos de carretera como para los que no lo son, y permite múltiples escalas de análisis, desde las intersecciones hasta la estimación de inventarios nacionales"[59]

"Por el momento, las versiones están en desarrollo; sin embargo, la EPA planea que, cuando MOVES esté totalmente terminado, sirva para sustituir a los modelos MOBILE y NONROAD"[59].

Modelo COPERT

"Se desarrolló como una herramienta europea para calcular las emisiones de los vehículos de carretera y todoterreno (maquinaria con motor de combustión interna utilizada en la agricultura, la industria forestal, la construcción naval y los ferrocarriles)"[59].

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (Modelo IVE)

"A través del modelo IVE es necesario realizar una estimación de las emisiones de contaminantes criterio (CO, NOx, SOx, PM y COV), de efectos invernadero (CO_2, N_2O, CH_4) y de otras materias tóxicas (NH_3, benceno, plomo, 1,3-butadieno, acetaldehído y formaldehído) procedentes de distintas clases de vehículos, como los de pasajeros (vehículos privados y taxis), motocicletas, autobuses y camiones"[60].

1.3.24. Límites máximos permisibles de emisiones atmosféricas para vehículos automotores

"Mediante el Decreto Supremo N° 010-2017-MINAM de fecha 29 de noviembre de 2017, con el aval del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se aprobaron los Límites Máximos Permisibles de emisiones atmosféricas para vehículos automotores, Medida que permite disminuir las emisiones contaminantes aportando así a elevar la calidad del aire que inhalamos"[61].

1.3.25. Establecimiento de una red de monitoreo ambiental

La gestión ambiental en el rubro del aire que empieza con una modelación atmosférica del área de estudio.

"La red de vigilancia deberá contar con el respaldo de un equipo tripartito de aseguramiento de la calidad, una dependencia de control de la calidad y una entidad de distribución de la información"[62].

1.3.26. Gases de efecto invernadero

"Gases que ocasionan el calentamiento global, y para efectos del estudio son: CO2, CH4, N2O, HCFC y HFC"[63].

1.3.27. Emisión

"La emisión es la concentración de sustancias contaminantes emitidas por una fuente de emisión determinada, que se mide a la salida de la mencionada fuente de emisión"[64].

1.3.28. Factor de emisión

"Factor que permite estimar emisiones de GEI a partir de datos de actividades disponibles (como toneladas de combustible consumido, toneladas de producto consumido) y las emisiones totales de GEI"[65].

"Valor en Kilos de CO2 por litro de combustible consumido"[63].

1.4. Formulación de problema

Esta investigación sobre contaminación atmosférica emitidas por trimotos ha sido realizada como una práctica para transformar la sociedad y generar conciencia para abordar condiciones ambientales más favorables.

"La cantidad de emisiones que genera un vehículo de motor en funcionamiento está en función de una serie de condicionantes como el tipo y la calidad del combustible, la antigüedad del vehículo, su tecnología, la trayectoria media que recorre, además de otros factores"[3].

La OMS destaca que la mayoría de las ciudades del mundo no cuentan con una calidad del aire apropiada, por lo que es imprescindible diseñar y aplicar una serie de medidas para que se controle o minimice la emisión de estos gases contaminantes.

El empleo de combustible es muy imprescindible para el uso y funcionamiento de vehículos y maquinaria, al ser uno de los principales emisores de CO a la atmósfera, así mismo la utilización de electricidad en aparatos eléctricos, su consumo origina una emisión de $CO2$ a causa de la quema de combustible para la producción de energía, haciendo parte de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

"En Perú, el mercado del automóvil ha registrado un importante crecimiento en los últimos 15 años, las ventas han aumentado y las importaciones de vehículos usados se han reducido considerablemente. Asimismo, se ha producido un importante aumento de los vehículos pesados para el transporte de carga y de pasajeros"[66].

En el país se establecieron Normas de Calidad Ambiental (Aire) a manera de decretos supremos, que pretenden monitorear la calidad del aire y realizar el control de las empresas que producen este tipo de contaminantes que inciden en la salud y el bienestar de la población.

"Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire han sido fijados por el Estado Peruano mediante el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire del Perú"[67], aprobado por el D.S. Nº 074-2001-PCM y el D.S. Nº 003-2008-MINAM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire"[68].

El presente estudio de investigación permite evaluar la calidad de contaminantes atmosféricos emitidos por trimotos-categoría L5 del Distrito de Ica y realizar recomendaciones para una propuesta de reducción de contaminantes atmosféricos emitidos por las trimotos.

1.4.1. Problema principal

¿Qué cantidad de contaminantes atmosféricos que emiten las Trimotos-categorías L5, Ica, 2022?

1.4.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es el kilometraje que recorren por día las trimotos – categoría L5 en Ica?

PE2: ¿Cuál es el promedio de combustible que consumen por día las trimotos – categoría L5 en Ica?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo principal

Estimar la cantidad de contaminantes atmosféricos que emiten las Trimotos-categorías L5, Ica, 2022

1.5.2. Objetivos Específicos

OE1: Determinar cuál es el kilometraje que recorren por día las trimotos – categoría L5 en Ica.

OE2: Cuantificar el promedio de combustible que consumen por día las trimotos – categoría L5 en Ica.

1.6. Hipótesis y variables de la investigación

1.6.1. Hipótesis principal

La cantidad de contaminantes atmosféricos que emiten las Trimotos-categorías L5 es significativo, Ica, 2022

1.6.2. Hipótesis Específicas

HE1: Es el kilometraje que recorren por día es significativo en las trimotos – categoría L5 en Ica

HE2: El promedio de combustible que consumen por día las trimotos – categoría L5 es significativo en Ica

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente

Contaminación atmosférica

1.7.2. Variable dependiente

Trimotos

1.7.3. Operacionalización de variables

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variables	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
VI: **"Contaminación atmosférica"**	"Sustancia que se encuentra en el aire, y debido a su concentración alta, ocasiona daño a la salud humana, flora y fauna"[69].	**$D_{I,1}$:** "Tiempo de exposición"	"Sustancias químicas"	"Encuesta" "Análisis con Chi Cuadrado"
VD: **"Trimotos"**	"El diccionario de la Real Academia Española la define "como una motocicleta de tres ruedas cubierta que se utiliza como recurso popular de transporte para distancias cortas, a cambio de una suma de dinero de la misma manera que un taxi"[17].	**D_{D1}:** "Efectos en la salud". **D_{D2}:** "Medidas de protección".	"Planes de contingencia" "Número de estaciones"	"Estadística de fiabilidad de Alfa de Cronbach"

1.8. Justificación e Importancia

1.8.1. Justificación

"La investigación surge porque el MINAM indica que las emisiones de CO2 aumentan cada año, lo que se atribuye principalmente a las actividades humanas, Las actividades de transporte, el crecimiento de la flota de vehículos y el tráfico son las principales causas de las emisiones de CO2"[70].

La atmósfera viene sufriendo contaminación por emisiones gaseosas y contaminantes sólidos (polvo transitorio). Por lo anterior, las estaciones de servicio de combustible tienen que contar con sistemas con niveles de aseguramiento que permitan asegurar que no haya derrames, y con planes de emergencia en la eventualidad de acuerdo a la normativa, en el marco de las políticas dispuestas por el Ministerio de Energía y Minas de nuestro país.

tiene la finalidad de estimar la contaminación atmosférica producidas por estas actividades en el Distrito de Ica, específicamente en la carrocería trimotos – categoría L5.

La realización de la investigación es viable porque existe una información auxiliar que sustenta el contenido de la investigación a través de las revisiones bibliográficas. Asimismo, la investigación también constituye un aporte académico, ya que, dada su aplicación, constituye un nuevo marco de trabajo beneficioso para la academia y la ciencia, y permitirá a futuros investigadores solucionar problemas semejantes.

1.8.2. Importancia

Este estudio será importante para la Municipalidad de Ica, ya que, al disponer de la información suficiente y relevante sobre el tema investigado, se podrá dar un enfoque de lo que causa la contaminación del aire en el ambiente, y adoptar acciones de mejora, así como para los próximos profesionales será un referente para aquellos que busquen ampliar el tema investigado.

Por otro lado, la metodología empleada servirá como modelo para estudios en otras ciudades y los resultados obtenidos servirán para los estudios de las autoridades competentes como el Ministerio de Transporte, Ministerio del Ambiente u otras.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

La estrategia metodológica nos ayudará a determinar las técnicas, métodos y procedimientos para dar solución a la problemática, objetivos e hipótesis planteados en la presente investigación.

2.1.Área de estudio

"Se localiza en el Provincia de Ica, es una ciudad del centro sur del Perú, capital del departamento de Ica, cuenta con una población de 453, 947 habitantes (según Censo INEI 2017), tiene una altitud 406 m.s.n.m."[71].

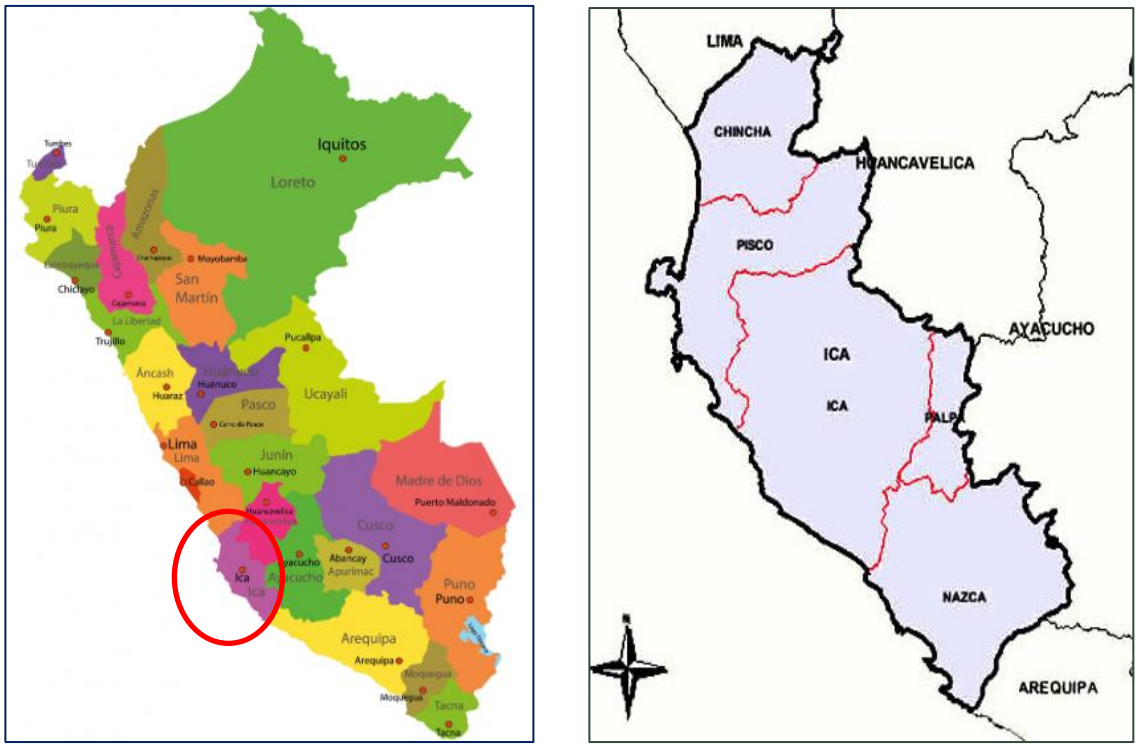


Figura 1 Departamento de Ica

"El departamento de Ica, es uno de los veinticuatro departamentos que forman la República del Perú, ubicado en el centro oeste del país, limitando al norte con Lima, al este Huancavelica y Ayacucho, al sur Arequipa y al oeste el Océano Pacifico"[72].

Características de la ciudad de Ica

Clima

“Ica es la región costera por excelencia, formado por tres espacios geográficos bien definidos: el perfil costero, la planicie costera y las vertientes occidentales andinas. Tiene una superficie de 21.327,83 km² y se encuentra a 12º57´42" de latitud sur y entre los meridianos 75º36´43" y 76º23´48" de longitud oeste”[73].

CLIMATOLOGÍA

“Precipitación: El clima de la región Ica, casi en el 80%, se caracteriza por ser extremadamente árido (hiperárido - según el índice de aridez desarrollado por las Naciones Unidas), siendo la precipitación deficiente durante casi todo el año, con precipitaciones ligeras y esporádicas, que ocurren principalmente en los meses de verano cuando los vientos cálidos y húmedos del este se intensifican y atraviesan los andes (trasvases)”[73].

Temperatura

“Las temperaturas máximas promedio mensual en la ciudad de Ica registran valores de 32°C en verano y de 22°C en invierno, en ciertos días las temperaturas máximas pueden superar los 33°C en épocas del evento del fenómeno El Niño o cuando el viento cambia de dirección, es decir proceden del noreste”[73].

“Las temperaturas mínimas promedio mensuales en la ciudad de Ica registran valores de 18°C en verano y de 9°C en invierno. Las temperaturas mínimas ocurren en la estación de invierno, principalmente en el mes de agosto, los valores más bajos ocurren cuando está de por medio el fenómeno de La Niña (enfriamiento del mar) o cuando hay enfriamientos locales del mar principalmente”[73].

“Tendencias de temperatura del aire Los antecedentes de observación desde 1965 a la fecha demuestran que en la región Ica, como en el resto del mundo, se ha estado calentando prácticamente durante toda la segunda mitad del siglo XX”[73].

“En la Tabla N° 04 se aprecia que la tendencia anual de la temperatura máxima en el punto de observación, estación San Camilo (398 msnm), es ascendente (calentamiento) y presentando significancia estadística con 0.3°C/década de calentamiento”[73].

Tabla N° 02: “Tendencia anual de las Temperaturas Máxima y Mínima (°C) y significancias al 99% (en negrita) en la estac. San Camilo”[73].

Estación	Altitud	TMÁX (°C/década)	TMÍN (°C/década)
San Camilo	398	0.3	ST

“Las tendencias estacionales tanto máximas como mínimas se corresponden con la tendencia anual; es decir, son predominantemente de calentamiento (positivas). En la región de Ica (estac. San Camilo) la temperatura máxima presenta una tasa de calentamiento de hasta 0.4°C/década en otoño y de 0.3°C/década en verano. (Tabla N° 05)”[73].

Tabla N° 03: “Tendencia estacional de las temperaturas máxima y mínima del aire (°C) y significancias al 99% (en negrita) en la estac. San Camilo”[73].

Estación	Unidades	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
		Tmáx	Tmín	Tmáx	Tmín	Tmáx	Tmín	Tmáx	Tmín
San Camilo	°C/década	0.3	0.1	0.4	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1

Geologia

“La geología de la provincia de ica es muy diversa, teniendo distintos tipos de materiales terrestres (rocas y material inconsolidado) de diferente origen y edad, los cuales están ubicados y distribuidos alrededor de este, las más antiguas se representan por rocas ígneas volcánicas de edad Jurásico inferior y las jóvenes por rocas sedimentarias clásticas del Neógeno (Terciario superior)”[74].

Suelos

‘‘La provincia de Ica presenta un suelo en parte desértico y, en otra, accidentado, por lo que resulta ser un recurso de gran escasez, disponiéndose de una reducida extensión de tierras apropiadas para fines agrícolas”[74].

2.2.Metodología de investigación

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo, “El tipo de estudio de la investigación es básica”[75].

Nivel, “El nivel descriptivo, debido a que se describen el estado, las particularidades, los distintos factores y los procesos existentes en los fenómenos y acontecimientos que se producen de forma natural”[76].

Diseño, “según el análisis y el alcance de los resultados esta investigación es de diseño no experimental”[77].

2.2.2. Población y muestra

Población

Estará constituida por la totalidad de 11712 trimotos categoría L5 que circulan en el Distrito de Ica y utilizan gasolina y aceite como combustible.

Figura N° 02: Población de mototaxis en Ica

Muestra

La muestra del estudio de investigación está conformada por 961 unidades de trimotos categoría L5 que circulan en el Distrito de Ica.

Figura N° 03: Tomando las muestras de mototaxis en la ciudad de Ica

Muestreo

El tipo de muestreo fue aleatorio simple, ya que la muestra se centró en las unidades de trimotos categoría L5 de la zona urbana. Teniendo en cuenta que la muestra fue relevante y representativa, debido a que la población es finita, la muestra será determinada, teniendo en cuenta la formula siguiente de Ecuación de Murray & Larry (n) "[78].

$$n = \frac{N*(\alpha_C*0.5)^2}{1+(e^2*(N-1))} \quad \text{(Ec. 1)}$$

$n = Tamaño\ de\ la\ muestra$

$\alpha_C = Nivel\ de\ confianza$: 1.96

e = Margen de error = 0.05

N = Tamaño de la población

$$n = \frac{961 * (1.96 * 0.5)^2}{1 + (0.05^2 * (961 - 1))} = 272\ mototaxis$$

El tamaño de la muestra estuvo representado por 272 mototaxis de la ciudad de Ica.

Figura N° 04: Tomando las muestras de mototaxis en la ciudad de Ica

2.3.Procedimiento de la metodología general

2.3.1. Técnica de recolección de datos

"Se utilizará la ***técnica*** de la observación, análisis, encuesta e inmersión en el campo"[79].

- Encuestas: Para la recolección de datos se aplicará la técnica de la encuesta a través de un cuestionario que está dirigido a los conductores de las trimotos categoría L5 en el distrito de Ica. para llevar a cabo las encuestas a los conductores de las trimotos categoría L5, para ello se seleccionaron 06 puntos en el área de estudio:

  Esquina Calle Moquegua – Calle Amazonas.

  Esquina Av. Los Maestros – Av. Cutervo.

  Esquina Av. San Martín – Av. Cutervo.

  Esquina Av. Grau – Calle La Mar.

  Esquina Av. San Martin – Calle Libertad.

  Esquina Av. Ayabaca – Calle Huacachina.

  Figura N° 05: Tomado datos de mototaxis en la A, San Martin y Cutervo

2.3.2. Instrumento de recolección de datos

"Como ***instrumento*** de recojo de información se utilizarán: Guía de observación, cuestionario de preguntas, fichas bibliográficas"[79].

- Cuestionario: El cuestionario se enfoca en registrar datos como el horario de trabajo de los conductores de las trimotos categoría L5, el promedio de kilómetros recorridos por viaje, el promedio de consumo de combustible por día, la marca y año de fabricación de su vehículo.

  Figura N° 06: Encuestando a los mototaxistas

2.3.3. Análisis e interpretación de datos

Carrasco, "La documentación que se realizará será encausada mediante el software Excel, del mismo modo se analizará mediante la hipótesis estadística, para las variables principales del estudio y también para las dimensiones efectos, en base al chi-cuadrado"[80].

III. RESULTADOS

3.1. Área de estudio

"Se localiza en el Provincia de Ica, es una ciudad del centro sur del Perú, capital del departamento de Ica, cuenta con una población de 453, 947 habitantes (según Censo INEI 2017), tiene una altitud 406 m.s.n.m."[71].

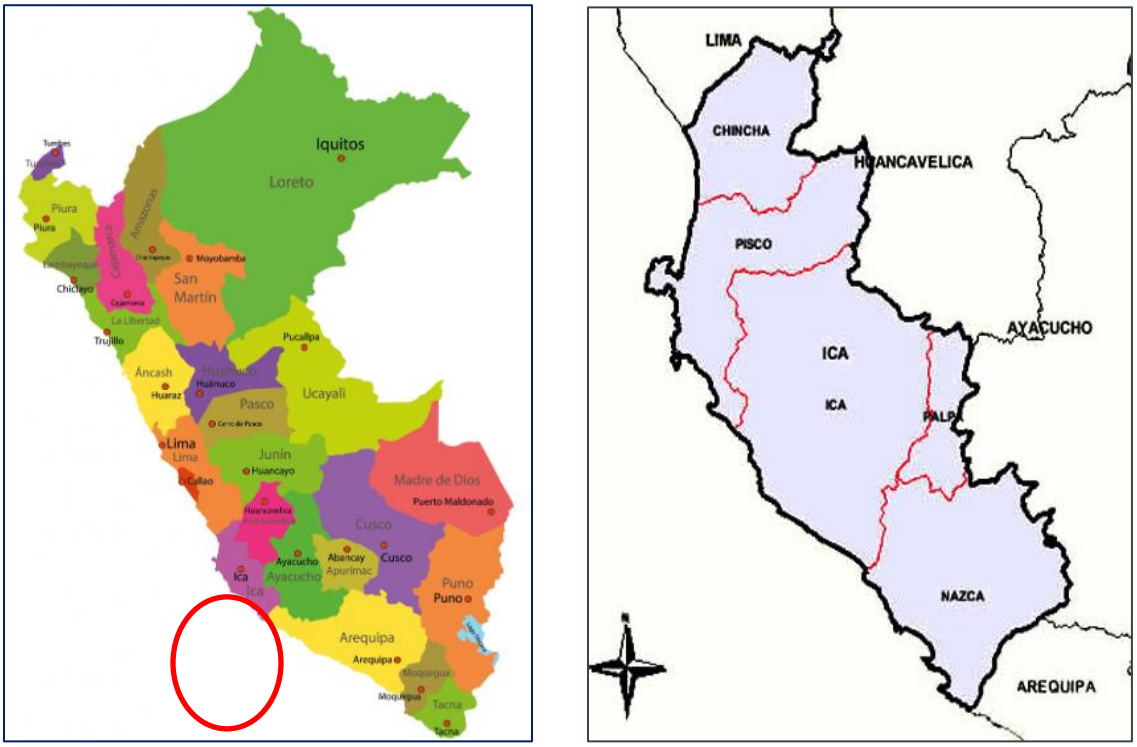
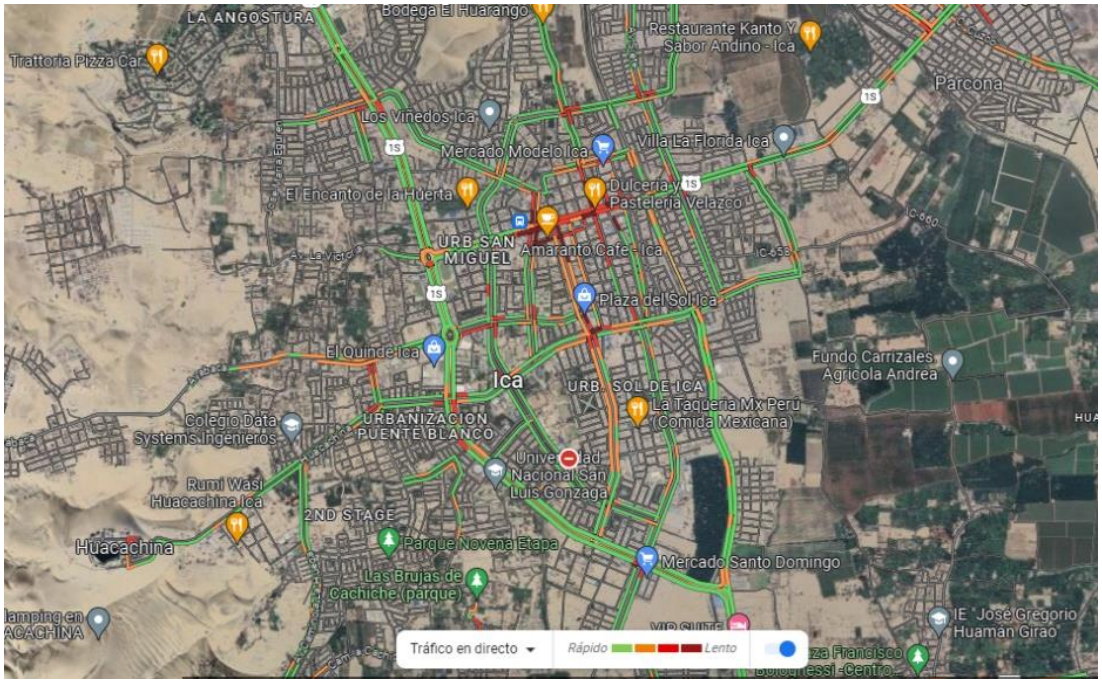


Figura 7 Departamento de Ica

"El departamento de Ica, es uno de los veinticuatro departamentos que forman la República del Perú, ubicado en el centro oeste del país, limitando al norte con Lima, al este Huancavelica y Ayacucho, al sur Arequipa y al oeste el Océano Pacifico"[72].

Figura N°8: DISTRITO DE ICA



"El **distrito de Ica** es uno de los catorce distritos que forman la provincia de Ica, en el Perú. Limita al norte con el distrito de Subtanjalla y San Juan Bautista ,al este con el distrito de Santiago, Pueblo Nuevo, Los Aquijes, Parcona y la Tinguiña, al sur con el distrito de Ocucaje y el océano Pacífico; y al oeste con la provincia de Pisco; y se encuentra bajo la administración del Gobierno regional de Ica"[81].

"El Crecimiento del distrito de Ica se ha venido desarrollando con el tiempo hoy en día está formado por varias zonas como La Angostura, Urb. Las Casuarinas, Los Molinos, San Joaquín, Urb. El Carmen, Divino Maestro, Urb. Villa del Sol, Urb. Santa Rosa del Palmar, Cachiche, Urb. Los Morales, San Isidro, El Carmen, Villa los Educadores, Pueblo Joven y Urb. Las Palmeras"[81].

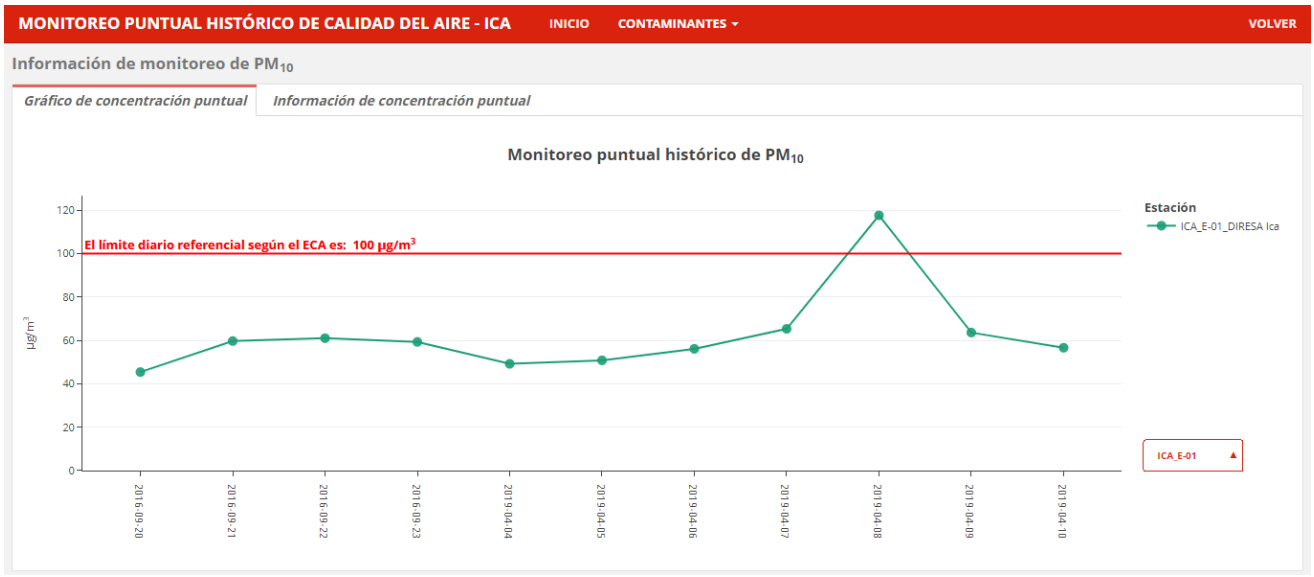
Superficie	total	887.51 km^2.
Altitud	Media	409.0 m.s.n.m.
Población	Total	150280 hab.

Densidad 169.33 hab/km^2

CODIGO E-01

NOMBRE	DIRESA Ica
DEPARTAMENTO	ICA
PROVINCIA	ICA
DISTRITO	ICA
DIRECCION	Ca. Bolívar Nro. 362
UTM_ZONA	18
UTM_BANDA	L
UTM_E	421277
UTM_N	8444812

Figura N° 9: Monitoreo puntual histórico de calidad de aire en Ica



Trabajo de laboratorio:

El análisis de los contaminantes presentes en las muestras de gasohol se llevó a cabo en los laboratorios de ensayo de SGS DEL PERÚ S.A.C, un establecimiento acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL - DA, con el registro N° LE-002.

Trabajo de gabinete

- Variables evaluadas: La evaluación de variables se enfocó en la recolección y procesamiento de datos necesarios para aplicar el Modelo IVE y estimar los niveles de contaminantes atmosféricos. Las variables evaluadas incluyeron:

- Elaboración del archivo de flota: Se agruparon las unidades vehiculares identificadas por tipo, tamaño del motor, tipo de combustible, peso del vehículo, control de aire/combustible, control de escape, control evaporativo y kilometraje. Estos datos fueron recopilados a través de encuestas y consultas a un experto en mecánica automotriz sobre la tecnología vehicular de las unidades en estudio.

- Elaboración del archivo de localidad: Este archivo incluyó la medición de patrones de conducción en tiempo real, patrones de partida, variables ambientales de la ciudad y características del combustible.

- Cálculo de contaminantes atmosféricos: Utilizando los archivos de flota y localidad, se aplicó la hoja de cálculo del Modelo IVE para estimar la cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos por los mototaxis en la ciudad de Ica.

A continuación, se describen las variables evaluadas para la estimación de contaminantes atmosféricos emitidos por mototaxis en la ciudad de Ica:

Estimación de contaminantes atmosféricos

Para estimar los contaminantes atmosféricos emitidos por los mototaxis en la ciudad de Ica, se llevó a cabo el desarrollo de tres archivos fundamentales: el archivo flota, el archivo localidad y el cálculo basado en el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE).

a) Elaboración del archivo Flota: En el proceso de elaboración del archivo flota, se agruparon los vehículos objeto de estudio en función de las siguientes características: tipo de vehículo, tamaño del motor, peso, tipo de combustible, sistema de entrega de combustible, sistema de control de emisiones evaporativas, control de escape y kilometraje. La información necesaria para este archivo se obtuvo mediante encuestas, especificaciones técnicas proporcionadas por los fabricantes de mototaxis, consultas con un experto en mecánica automotriz y tecnologías previamente definidas en el Modelo IVE.

Tipo de vehículo: El tipo de vehículo incluido en la investigación abarcó mototaxis y motos torito.

Tamaño del motor: Los motores de las mototaxis y motos torito pertenecen a la categoría de motores pequeños, como cuatrimotos, motocicletas y vehículos de tres ruedas. En el Anexo N° 06 se presenta la clasificación según el tipo y peso de los mototaxis.

Tipo de combustible: En la ciudad de Ica, tanto los mototaxis como las motos torito utilizan gasohol de 84 y 90 octanos.

Peso del vehículo: Dentro de la clasificación de motores pequeños, se identificaron tres subcategorías, y los motores de los mototaxis se encuentran en la categoría de motor mediano, con cilindradas entre 100 cc y 300 cc. El Anexo N° 06 muestra la clasificación según el tipo y peso de los mototaxis.

Control de aire / combustible: Los vehículos analizados, tanto mototaxis como motos torito, están equipados con motores de 4 tiempos. El sistema original utilizado para mezclar el aire y el combustible en estos motores de combustión interna es el carburador.

Control de escape

Mototaxi: Ninguno

Moto torito: Mejorado

Control evaporativo

Mototaxi: Ninguno

Moto torito: Ninguno

Antigüedad

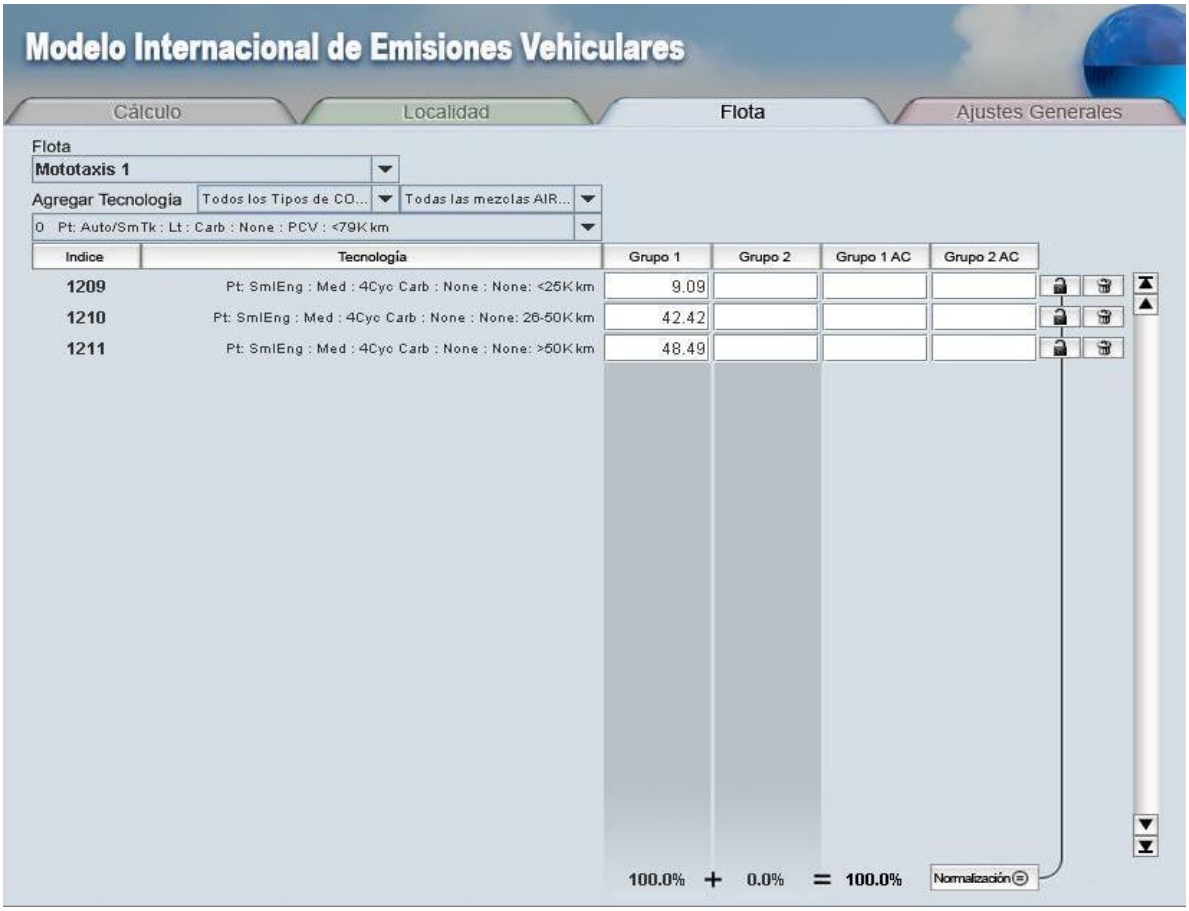
La antigüedad o kilometraje del vehículo, fue distribuido de la siguiente manera:

< a 25000 km, entre 26000 – 50000 km y > a 50000 km.

Luego de llevar a cabo la clasificación de las unidades vehiculares de acuerdo a sus características, se procedió a crear los archivos flota, resultando en un total de 12 flotas vehiculares. El Anexo N° 07 muestra la agrupación de estas flotas vehiculares para el presente estudio de investigación.

Con las flotas vehiculares ya definidas, se procedió a incorporarlas al archivo Flota del Modelo IVE, como se puede observar en la siguiente figura.

Figura N° 10. Pestaña flota del Modelo IVE



Fuente: Software IVE Model 2.0.2

b) Elaboración archivo Localidad

Para elaborar el Archivo Localidad, fue necesario recopilar información sobre los patrones de conducción, patrones de partida, variables ambientales y características del combustible.

Los patrones de conducción, que incluyen la velocidad, aceleración y desaceleración de un vehículo, desempeñan un papel fundamental en las emisiones que se generan en el tubo de escape del vehículo, según lo señalado por el Centro de Investigación de Sistemas Sustentables Internacionales (2008).

El Modelo IVE cuenta con 3 categorías para el estrés del motor y 20 categorías para la potencia específica vehicular (VSP), lo que da lugar a un total de 60 bines. En el Anexo 08 se presentan los límites establecidos para los bines VSP/Estrés del motor.

El Modelo IVE caracteriza los patrones de conducción en función de los siguientes parámetros: potencia específica vehicular (VSP) y estrés de motor. Para calcular los mismos, se debe hacer uso de las Fórmula 1 y Fórmula 2 que a continuación se presentan:

Fórmula 1: Ecuación para la estimación de VSP

$$VSP = v * [1.1a + 9.81 (atan(sin(pendiente))) + 0.132] + 0.000302\, v^3$$

Dónde: pendiente: (h t=0 – h t=-1) / v(-1 a 0 segundos) v: velocidad (m/s) a: aceleración (m/s^2) h: Altitud (m)

Fórmula 2: Ecuación para la estimación de Estrés de Motor

$$Estrés\ de\ Motor\ (sin\ unidades) = Índice\ RPM + (0.08\ ton/kW) * Potencia\ Prepromedio$$

Dónde: Potencia Prepromedio = Promedio ($VSP_{t=-5sec\ to\ -\ 25sec}$) (kW/ton)
Índice RPM: Velocidad $_{t=0}$ / Divisor de Velocidad (sin unidades)
Mínimo Índice RPM = 0.9

Sin embargo, a pesar de contar con fórmulas para obtener los valores de potencia específica vehicular (VSP) y estrés del motor, se realizó una medición de patrones de conducción en tiempo real utilizando la aplicación SpeedView GPS. Esta medición permitió obtener información relevante, como la velocidad promedio, la aceleración/desaceleración y la altitud de la ciudad durante el recorrido. Todos estos datos se procesaron posteriormente mediante el software Speed Analysis Evaluation.

La medición de patrones de conducción en tiempo real se llevó a cabo en el número de mototaxis que formaban parte de la muestra. El gráfico a continuación muestra el promedio de patrones de conducción de los mototaxis en la ciudad de Ica, con información registrada segundo a segundo durante el recorrido.

:

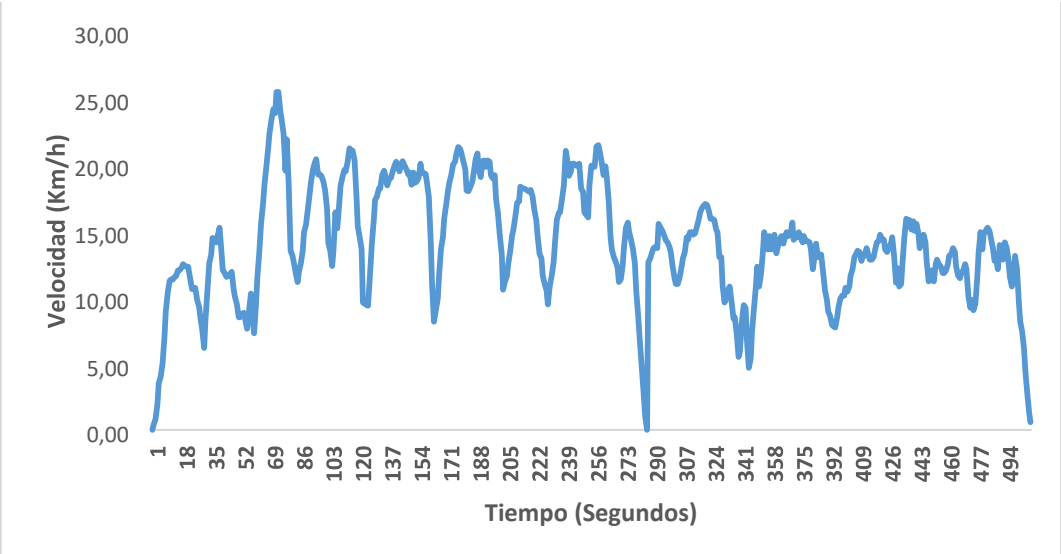


Figura 11. Patrones de conducción de mototaxis en la ciudad de Celendín, 2019.

A continuación, se presenta el cálculo de potencia específica vehicular (VSP) y estrés del motor, mediante el uso del software Speed Analysis Evaluation:

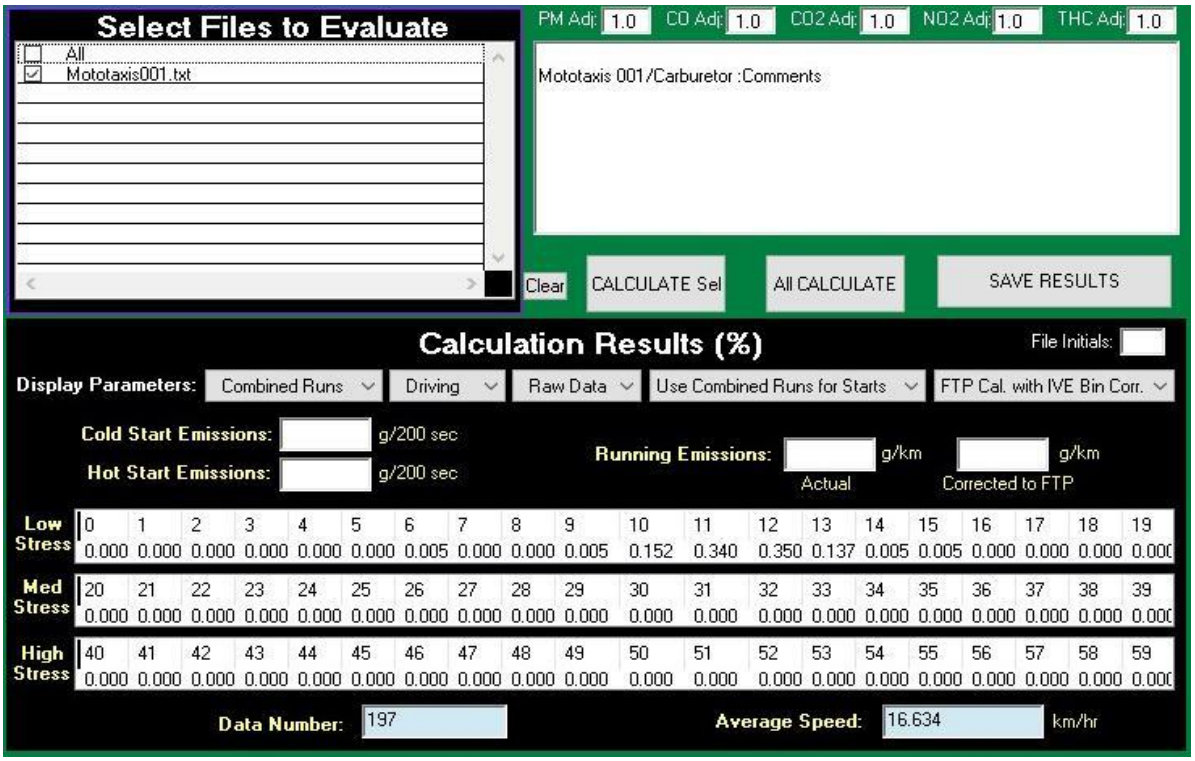


Figura 12. Fracción de tiempo recorrido en cada uno de los bines para la categoría mototaxis. Fuente: Software Speed Analysis Evaluation.

Patrones de partida

Las partidas en este contexto se refieren a las ocasiones en las que el conductor enciende el motor después de haberlo apagado para utilizar el vehículo. Estas partidas pueden ser clasificadas en dos categorías: partidas en frío y partidas en caliente, determinadas por el tiempo de reposo del motor.

A diferencia de los patrones de conducción, para analizar este aspecto se utilizan las "categorías Soak", que se definen como el "periodo de tiempo que un motor en caliente ha estado apagado antes de volver a ponerlo en marcha".

La información sobre los patrones de partida y la distribución de tiempo Soak fue recopilada a través de encuestas realizadas a los conductores de mototaxis en la ciudad de Ica, y estos valores fueron incorporados al archivo localidad.

En la figura N° 12 presenta los valores correspondientes al inicio y final del periodo Soak, los cuales fueron asignados por el Modelo IVE.

Descripción de Bin	Comienzo de Periodo de Soak (minutos)	Final de Periodo de Soak (minutos)
15 min	0	15
30 min	16	30
1 hora	31	60
2 horas	61	120
3 horas	121	180
4 horas	181	240
6 horas	241	360
8 horas	361	480
12 horas	481	720
18 horas	721	n/a

En cuanto a las variables ambientales, para ajustar las emisiones se tienen en cuenta la temperatura ambiente y la humedad relativa. La descripción de las características meteorológicas de la ciudad se obtuvo de la información registrada durante los meses de elaboración del estudio de investigación, procedente de la Estación Convencional Meteorológica "San Camilo", gestionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Tabla 5. Ubicación de la Estación Meteorológica Ica

Estación	**Ubicación Geográfica**			**Ubicación Geográfica**		
	Latitud	**Longitud**	**Altitud**	**Dpto.**	**Provincia**	**Distrito**
Convencional Meteorológica Ica	14° 05' 01"	75° 44' 45"	409	Ica	Ica	Ica

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI 2018)

Temperatura ambiente

Según los registros de la Estación Convencional Meteorológica Celendín, la temperatura promedio mensual, en los meses de análisis, oscila en 15.07 °C (SENAMHI 2018).

Humedad relativa

Según los registros de la Estación Convencional Meteorológica Celendín, humedad relativa promedio en los meses de análisis es de 80% (SENAMHI 2018).

Características del combustible

La calidad y composición de los contaminantes presentes en el combustible juegan un papel crucial en las emisiones atmosféricas generadas por un vehículo. Entre las variables que afectan la calidad general del gasohol se encuentran los niveles de azufre y plomo, así como los porcentajes de oxígeno presentes en el combustible. Toda esta información fue recabada a través del análisis de laboratorio realizado en las muestras de gasohol (Los resultados de los ensayos de laboratorio se encuentran detallados en el Anexo N° 11).

La siguiente tabla muestra los tipos de muestra, contaminantes y resultados de los análisis realizados:

Tabla 6. Contaminantes analizados de las muestras de gasohol

Ítem	Tipo de muestra	Contaminante	Resultados	Unidad
01	Gasohol 84 octanos	Azufre (S)	265 mg/kg	265 ppm
		Plomo (Pb)	<2.5 mg/L	0.0025 g/L
		Oxígeno (O_2)	3.9 % m/m	3.9 %
02	Gasohol 90 octanos	Azufre (S)	308 mg/kg	308 ppm
		Plomo (Pb)	<2.5 mg/L	0.0025 mg/L
		Oxígeno (O_2)	3.2 % m/m	3.2 %

Fuente: Informe de Ensayo con valor oficial: CA1900072.001 (Gasohol 84)
Informe de Ensayo con valor oficial: CA1900073.001 (Gasohol 90)

Contando con la información requerida, se procedió a ingresarla al archivo localidad del Modelo IVE, como se evidencia en la siguiente figura:

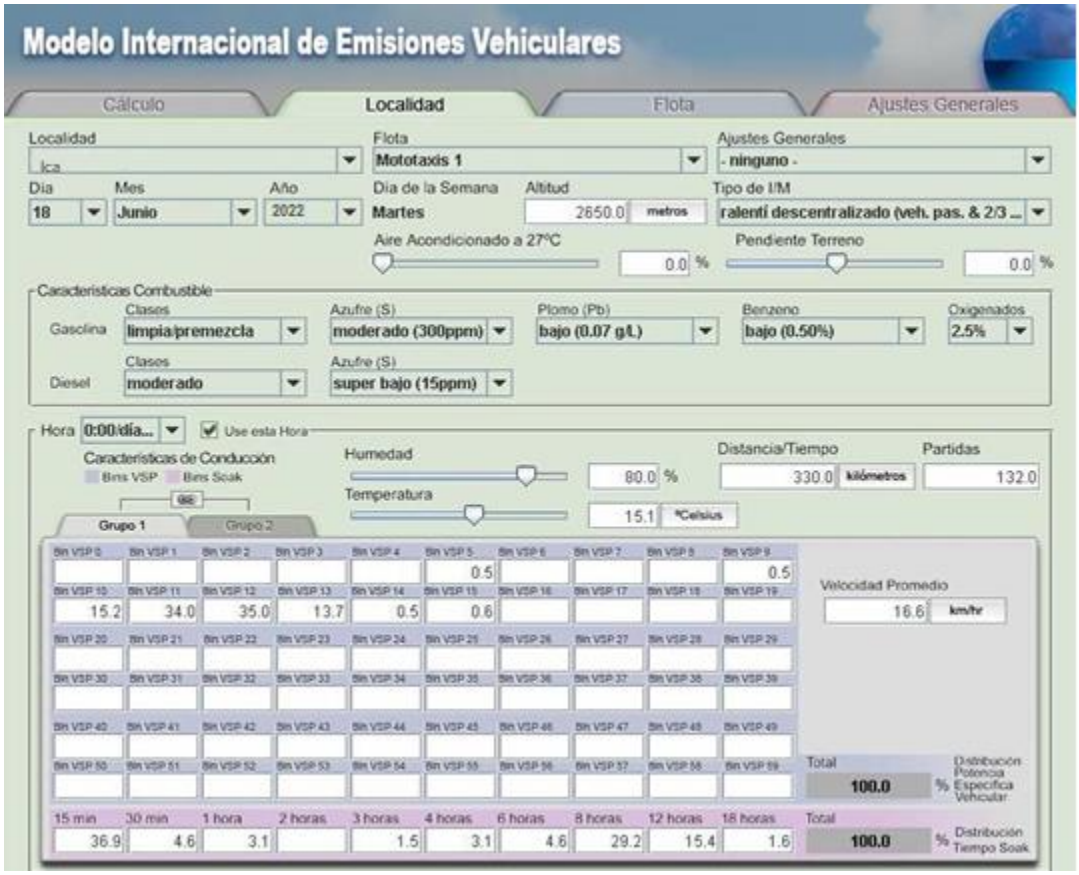


Figura 12. Pestaña Localidad del Modelo IVE

Fuente: Software IVE Model 2.0.2

c) Calculo de contaminantes atmosféricos

Una vez que los datos pertinentes fueron ingresados en los archivos flota y localidad, se procedió a abrir la hoja de cálculo denominada 'Cálculo'. Posteriormente, mediante el uso del comando 'Calcular un día', se efectuó el cálculo de las cantidades de contaminantes atmosféricos (CO, COV's, NOx, SOx y PM) emitidos por los mototaxis en la ciudad de Celendín, empleando como unidad de medida los gramos (g).

Los resultados obtenidos se visualizaron en pantalla y posteriormente fueron exportados y abiertos en un archivo de Excel, para finalmente ser sumados para todas las flotas vehiculares. A continuación, se presenta una muestra de la pestaña 'Cálculo' del Modelo, que muestra la representación de los datos y cálculos realizados.

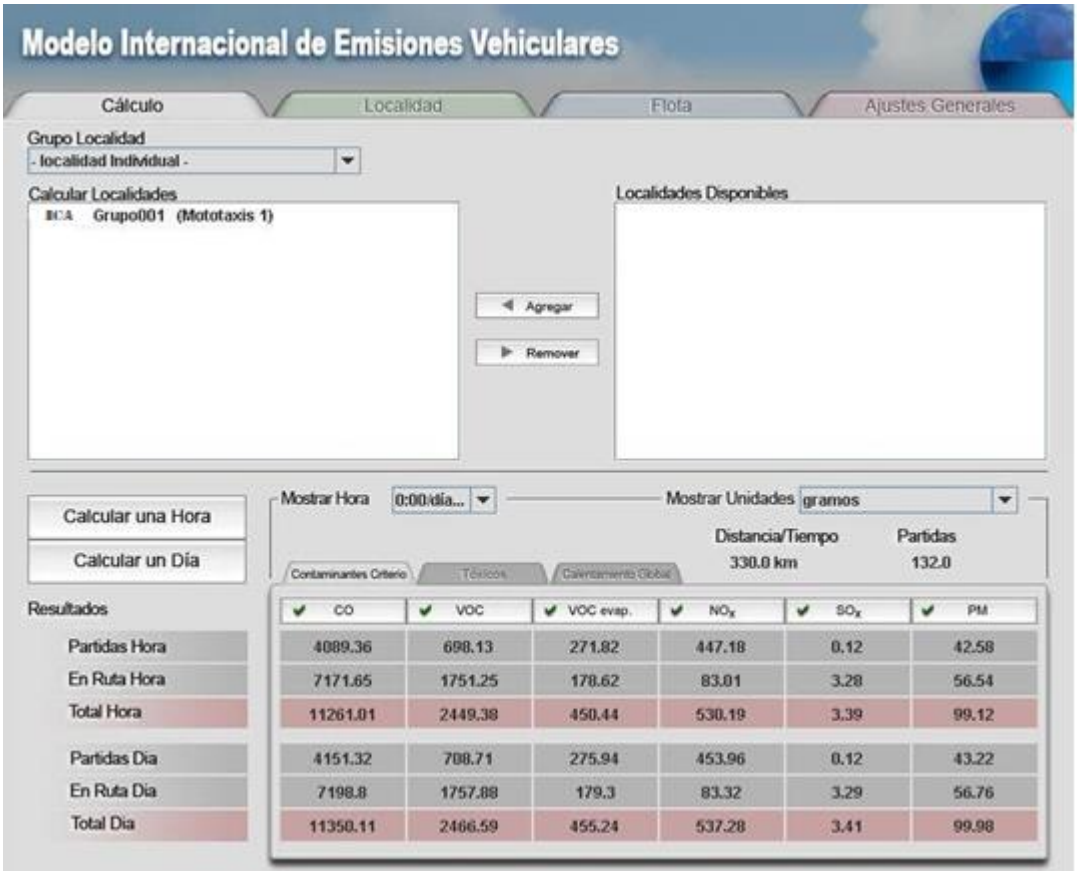


Figura 16. Pestaña de Cálculo Modelo

IVE Fuente: Software IVE Model 2.0.2

Figura N°4: Datos de monitoreo san Camilo

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COD_VAL	NOMBRE_ESTACION SAN CAMILO_VAL	METODOLOGÍA	FECHA	CONCENTRACIÓN (µg/m³)
ICA							
E-01							
ICA	ICA	ICA	E-01	DIRESA Ica	Activo (Muestreador de Alto Volumen Hi-Vol)	10/4/2019	56.60
ICA	ICA	ICA	E-01	DIRESA Ica	Activo (Muestreador de Alto Volumen Hi-Vol)	9/4/2019	63.60
ICA	ICA	ICA	E-01	DIRESA Ica	Activo (Muestreador de Alto Volumen Hi-Vol)	8/4/2019	117.60
ICA	ICA	ICA	E-01	DIRESA Ica	Activo (Muestreador de Alto Volumen Hi-Vol)	7/4/2019	65.30
ICA	ICA	ICA	E-01	DIRESA Ica	Activo (Muestreador de Alto Volumen Hi-Vol)	6/4/2019	56.10
ICA	ICA	ICA	E-01	DIRESA Ica	Activo (Muestreador de Alto Volumen Hi-Vol)	5/4/2019	50.80
ICA	ICA	ICA	E-01	DIRESA Ica	Activo (Muestreador de Alto Volumen Hi-Vol)	4/4/2019	49.20

La tabla N° 5: siguiente muestra el resultado de estimación de contaminantes atmosféricos emitidos por mototaxis en la ciudad de Ica, calculados en g día^{-1} mediante el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares, a partir de la agrupación de flotas vehiculares presentado en la Tabla N° 06: **Características de agrupación de flotas vehiculares**

N° Flota vehicular	Tipo de vehículo	Descripción	Combustible	Peso	Control de aire / Control de combustible escape		Control Evaporativo	Años	Cantidad	ɔrcentaje (%)
Gasohol 84 octanos										
01	Mototaxi	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	None	None	<25000 km	6	9.09
02	Mototaxi	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	None	None	26000-50000 km	28	42.42
03	Mototaxi	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	None	None	>50000 km	32	48.49
Gasohol 90 octanos										
04	Mototaxi	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	None	None	<25000 km	86	48.86
05	Mototaxi	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	None	None	26000-50000 km	79	44.89
06	Mototaxi	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	None	None	>50000 km	11	6.25

Fuente: Elaboración propia

Flota Vehicular motos torito

N° Flota vehicular	Tipo de vehículo	Descripción	Combustible	Peso	Control de aire / Control de combustible escape		Control Evaporativo	Años	Cantidad	ɔrcentaje (%)
Gasohol 84 octanos										
07	Moto torito	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	Improved	None	<25000 km	2	100.00
08	Moto torito	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	Improved	None	26000-50000 km	0	0.00
09	Moto torito	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	Improved	None	>50000 km	0	0.00
Gasohol 90 octanos										
10	Moto torito	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	Improved	None	<25000 km	14	50.00
11	Moto torito	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	Improved	None	26000-50000 km	11	39.29
12	Moto torito	Sm/Eng	Petrol	Med	4Cyc Carb	Improved	None	>50000 km	3	10.71

Tabla 9. Cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos por mototaxis en la ciudad de Ica.

Flota vehicular mototaxis	**Número de unidades**	**Emisión de contaminantes atmosféricos (g día^{-1})**						**Total (g día^{-1})**
		CO	**VOC**	**VOC$_{evap}$**	**NOx**	**SOx**	**PM**	
01	**6**	979.24	201.08	19.55	34.96	0.28	7.38	**1242.50**
02	**28**	4781.76	1006.75	144.59	203.93	1.42	38.95	**6177.40**
03	**32**	5589.11	1258.76	291.09	298.39	1.70	53.66	**7492.70**
04	**86**	14018.48	2887.39	276.36	494.49	4.07	104.86	**17785.65**
05	**79**	13422.53	2798.55	403.20	567.89	3.99	107.32	**17303.48**
06	**11**	**1970.62**	431.49	99.09	101.21	0.58	17.83	**2620.81**
Muestra	**242**	**40761.74**	**8584.01**	**1233.89**	**1700.87**	**12.04**	**330.00**	**52622.56**
Unidad	**1**	**168.44**	**35.47**	**5.10**	**7.03**	**0.05**	**1.36**	**217.45**

Tabla 10. Cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos por motos torito en la ciudad de Ica

Flota vehicular mototaxis	**Número de unidades**	**Emisión de contaminantes atmosféricos (g día^{-1})**						**Total (g día^{-1})**
		CO	**VOC**	**VOC$_{evap}$**	**NOx**	**SOx**	**PM**	
07	**2**	165.69	41.79	4.63	7.14	0.05	1.67	**220.97**
08	**0**	**0.00**	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.00**
09	**0**	**0.00**	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.00**
10	**14**	**1165.99**	294.67	32.41	49.97	0.36	11.71	**1555.09**
11	**11**	**956.46**	244.95	43.78	49.08	0.29	10.25	**1304.81**
12	**3**	**275.25**	74.08	22.70	17.12	0.08	3.33	**392.57**
Muestra	**30**	**2563.39**	**655.48**	**103.52**	**123.31**	**0.79**	**26.96**	**3473.45**
Unidad	**1**	**85.45**	**35.47**	**3.45**	**4.11**	**0.03**	**0.90**	**115.78**

Los mototaxis, al carecer de un sistema de control de escape de emisiones, exhiben una mayor emisión de contaminantes en comparación con las motos torito. En contraste, las motos torito implementan un sistema mejorado de control de emisiones, que se fundamenta en una inyección precisa de la cantidad necesaria de combustible y un ajuste exacto del punto de encendido. Además, optimizan la activación de todos los componentes según el punto de funcionamiento, lo que conlleva a un aumento en la potencia de los motores y una significativa mejora en la calidad de las emisiones de contaminantes.

Figura N° 14: Distrito de Ica zonas de desplazamiento de las mototaxis

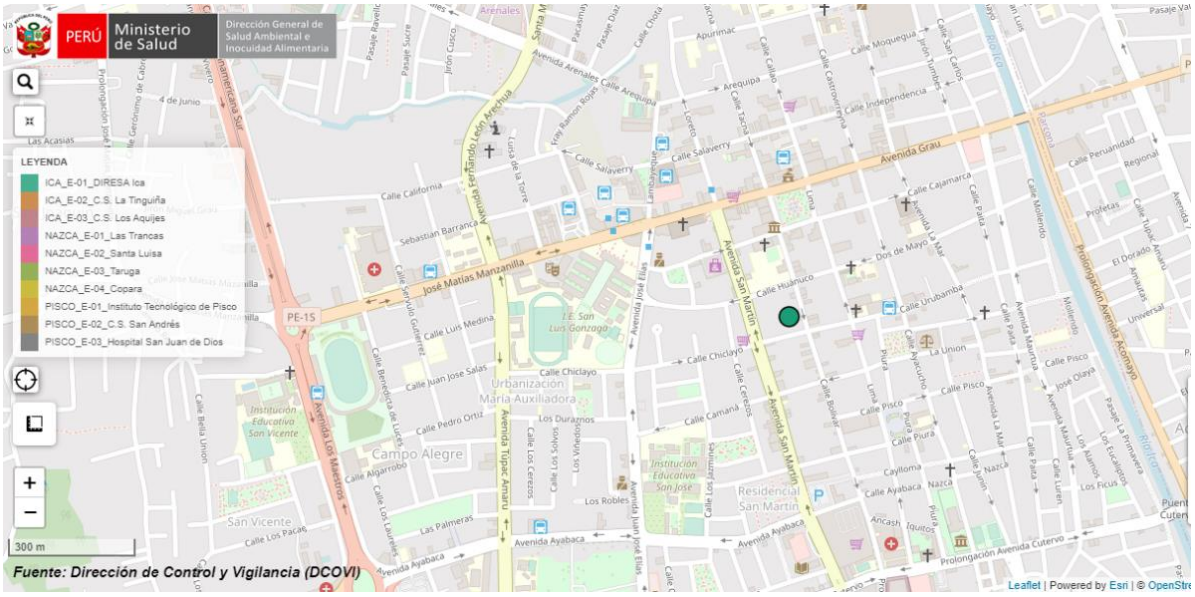


Tabla 9. Total de contaminantes atmosféricos emitidos por mototaxis y motos torito en la ciudad de Ica

Flota vehicular	**Número de unidades**	**Emisión de contaminantes atmosféricos (g día^{-1})**						**Total (g día^{-1})**
		CO	**VOC**	**VOC$_{evap}$**	**NOx**	**SOx**	**PM**	
Mototaxi	**242**	**40761.74**	8584.01	1233.89	1700.87	12.04	330.00	52622.56
Mototorito	**30**	**2563.39**	655.48	103.52	123.31	0.79	26.96	3473.45
Muestra	**272**	43325.13	**9239.49**	1337.41	1824.19	12.83	356.96	56096.01
Población	**961**	**153071.5**	**32643.95**	**4725.19**	**6445.02**	**45.34**	**1261.16**	**198192.15**
Unidad	**1**	**159.28**	**33.97**	**4.92**	**6.71**	**0.05**	**1.31**	**206.24**

La cantidad promedio de contaminantes atmosféricos emitidos por mototaxis en la ciudad de Celendín es de 206.24 g mototaxi-1 día^{-1} .

Tabla 10. Cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos en la ciudad de Ica

Flota de mototais	**Unidad de medición**	**Emisión de contaminantes atmosféricos (g día^{-1})**						**Total**
		CO	**VOC**	**VOC$_{evap}$**	**NOx**	**SOx**	**PM**	
961	**(g día^{-1})**	**153072**	32644	4725.19	6445	45.34	1291.2	198192.15
	(g día^{-1})	0.1531	**0.0326**	0.0047	0.0064	0.0000	0.0013	0.20
	(g día^{-1})	**4.5921**	**0.9793**	**0.1418**	**0.1934**	**0.0014**	**0.0378**	**5.95**
	(g día^{-1})	**5510.57**	**11.7518**	**1.7011**	**2.3202**	**0.0163**	**0.4540**	**72.34**

En la ciudad de Ica, los mototaxis emiten un total de 198192.15 g día^{-1} de contaminantes atmosféricos, lo que equivale a 0.20 t día-1, 5.95 t mes^{-1} y 72.34 t año^{-1}. Para obtener estos resultados, se compararon las cantidades promedio de contaminantes atmosféricos (CO, HC -que incluye COV y COVevap- y NOx) emitidos por cada mototaxi en estudio, dividido por el recorrido promedio diario de mototaxis en la ciudad de Ica (15 km día^{-1}).

La comparación se realizó con los límites máximos permitidos de emisiones atmosféricas para vehículos automotores, establecidos en el D.S 010-2017-MINAM. Los límites máximos permitidos para vehículos nuevos que se incorporan al parque automotor (ver tabla 1 del anexo I de la norma) se expresan en g km^{-1} (que se utilizaron en este trabajo de investigación). Por otro lado, los límites máximos permitidos para vehículos en circulación (ver tabla 2 del anexo II de la norma) se expresan en ppm, y según la literatura revisada, no es posible realizar una conversión directa de ppm a g km^{-1}

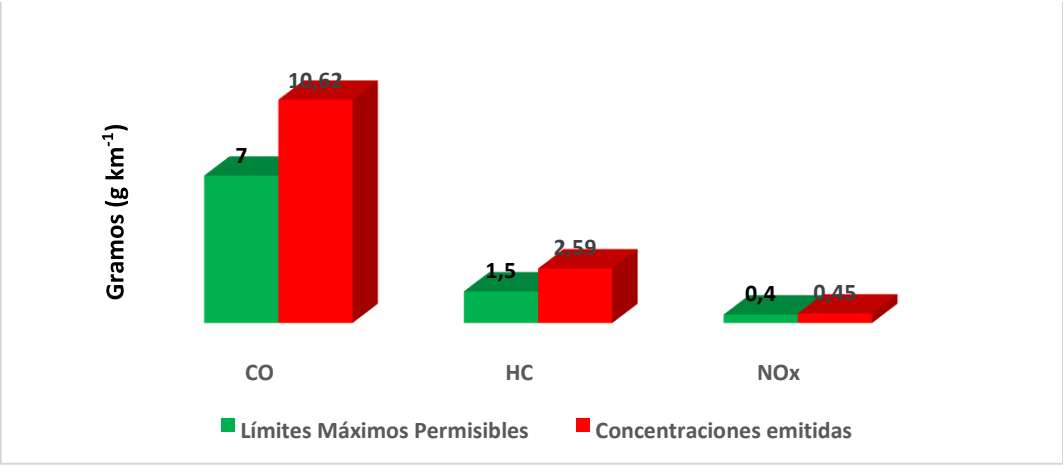


Figura 14. Contrastación de los resultados obtenidos con los límites máximos permisibles.

La comparación de los resultados obtenidos con los límites máximos permitidos para vehículos automotores de categoría L3 a L5, que cuentan con motores de cuatro tiempos y utilizan gasolina como combustible, reveló que las emisiones de CO exceden en 3.62 g km-1, las emisiones de HC exceden en 1.09 g km-1, y las emisiones de NOx exceden en 0.05 g km-1.

Esto se relaciona con diversos factores de emisión, tales como el tipo y tamaño del motor del vehículo en estudio, la cantidad de contaminantes presentes en los tipos de gasolina utilizados (como azufre, plomo y oxígeno), así como variables ambientales significativas en la ciudad de Ica, como la altitud, pendiente, temperatura y humedad. Además, los patrones de conducción de las unidades vehiculares evaluadas también influyen en las emisiones observadas

Figura N° 16: Encuestando los tipos de combustible que usan

Cantidad de contaminantes atmosféricos (CO, VOC´s, NOx, SOx y PM) emitidos por mototaxis en la ciudad de Ica

La cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos por mototaxis en la ciudad de Ica, es de 198192.15 g día^{-1}, distribuidos en 153072 g de CO, 32644 g de VOC, 4725.19 g de VOCevap, 6445 g de NOx, 45.34 g de SOx y 1261.2 g de PM.

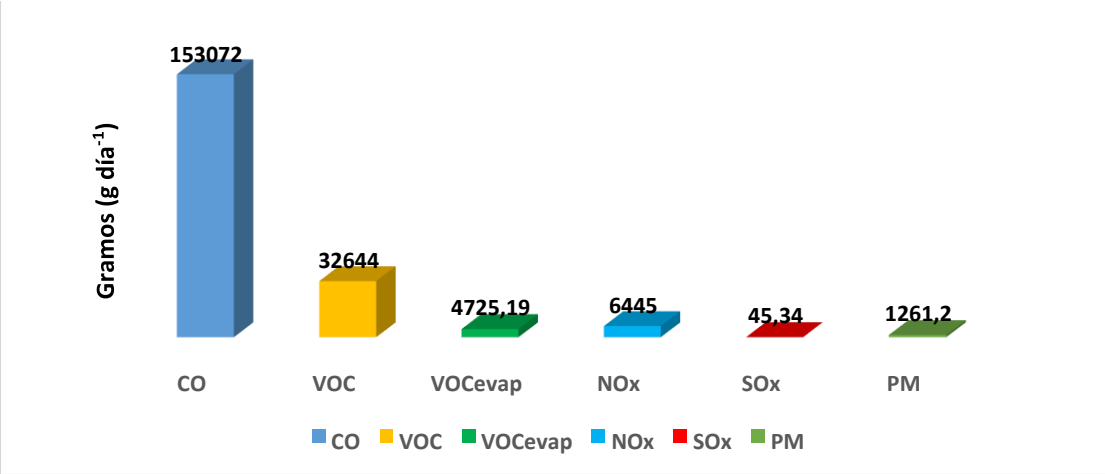


Figura 17. Cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos por mototaxis, Celendín 2019.

A partir de la figura anterior, se observan los principales tipos de contaminantes emitidos a la atmósfera, donde el monóxido de carbono (CO) es el contaminante dominante, representando el 77.23% del total de emisiones. Esto se relaciona con el uso predominante de gasolina en todas las unidades estudiadas. Los compuestos orgánicos volátiles (VOC) se encuentran en el segundo lugar en términos de cantidad, debido a la quema incompleta del combustible en el motor, representando el 16.47% de las emisiones. Los óxidos de nitrógeno (NOx) ocupan el tercer lugar, formados principalmente por especies no combustibles presentes en la cámara de combustión, representando el 3.25% de las emisiones. Los compuestos orgánicos volátiles evaporativos (COVevap) se ubican en el cuarto lugar, representando el 2.38% de las emisiones. Las partículas en suspensión (PM) ocupan el quinto lugar, originadas por la quema de combustibles con azufre, representando el 0.64% de las emisiones. Finalmente, los óxidos de azufre (SOx), formados por la oxidación del azufre del combustible durante la combustión, representan el 0.02% de las emisiones.

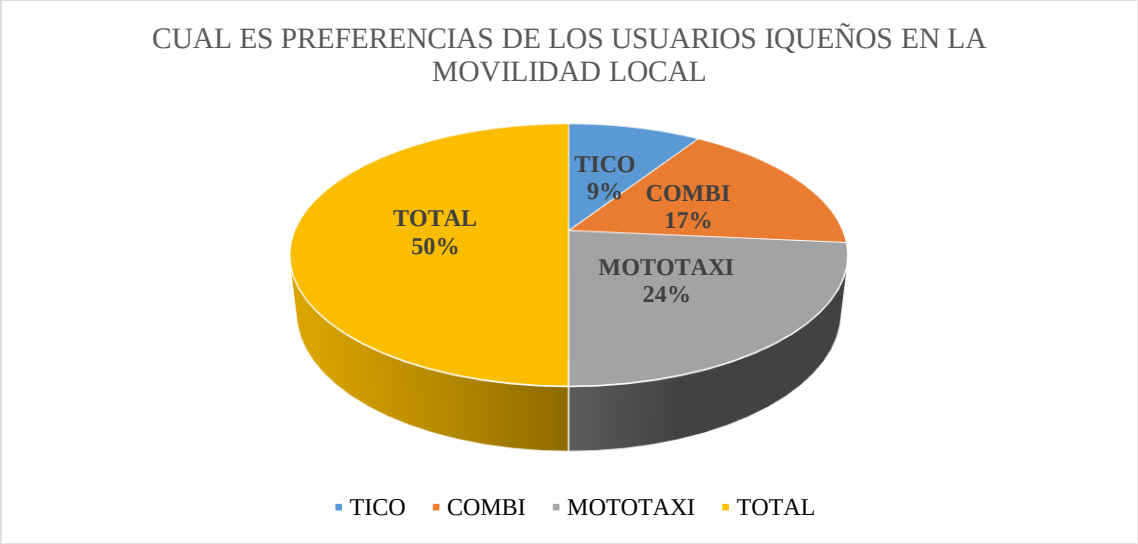
Investigaciones previas utilizando el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares han demostrado un alto porcentaje de emisiones atmosféricas por parte de los mototaxis, especialmente en lo que respecta al monóxido de carbono (CO). Estas unidades vehiculares, que son carburadas al 100% y carecen de un sistema de control de emisiones, utilizan exclusivamente gasolina como combustible.

Los conductores de mototaxis en la ciudad de Ica, indican que utilizan principalmente gasohol de 90 octanos, ya que este tipo de combustible es más eficiente para sus recorridos diarios. El gasohol de mayor octanaje se adapta mejor a los altos niveles de compresión del motor, lo que favorece el aumento de la potencia del vehículo.

ENCUESTAS

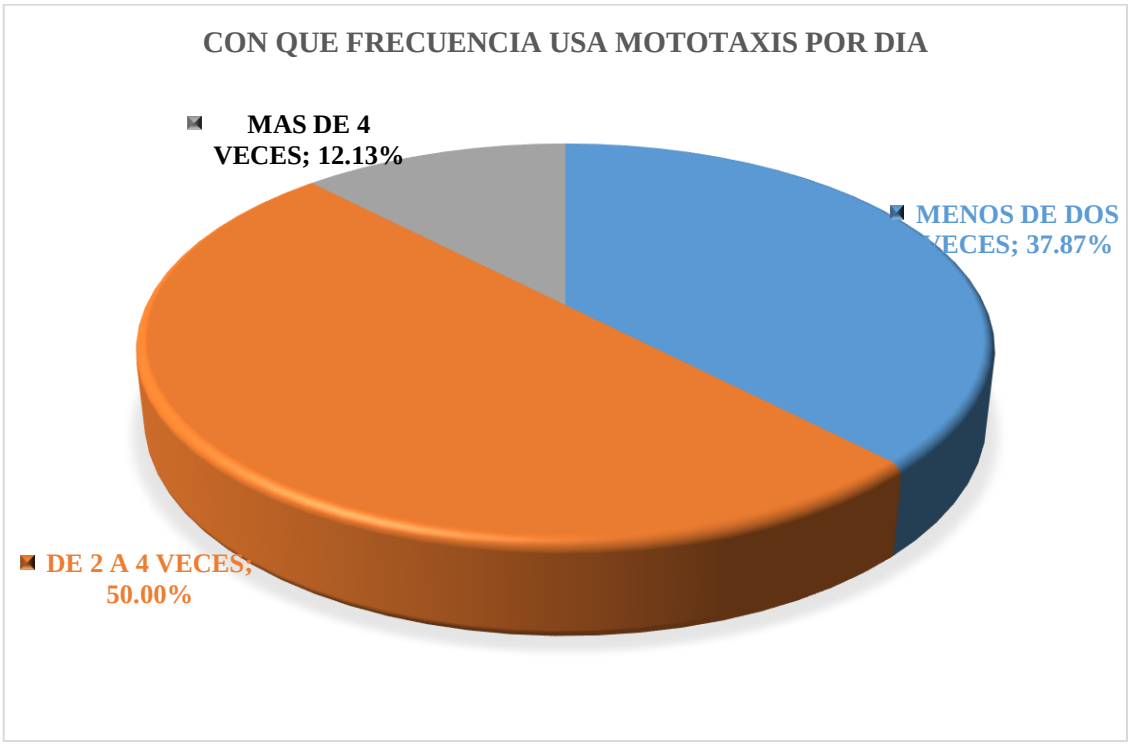
¿CUAL ES PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS IQUEÑOS EN LA MOVILIDAD LOCAL?

CUAL ES PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS IQUEÑOS EN LA MOVILIDAD LOCAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% DE FRECUCNCIA	% DE FRECUCNCIA ACUMULADA
TICO	50	50	18.38	18.38
COMBI	94	144	34.56	52.94
MOTOTAXI	128	272	47.06	100.00
TOTAL	272		100.00	

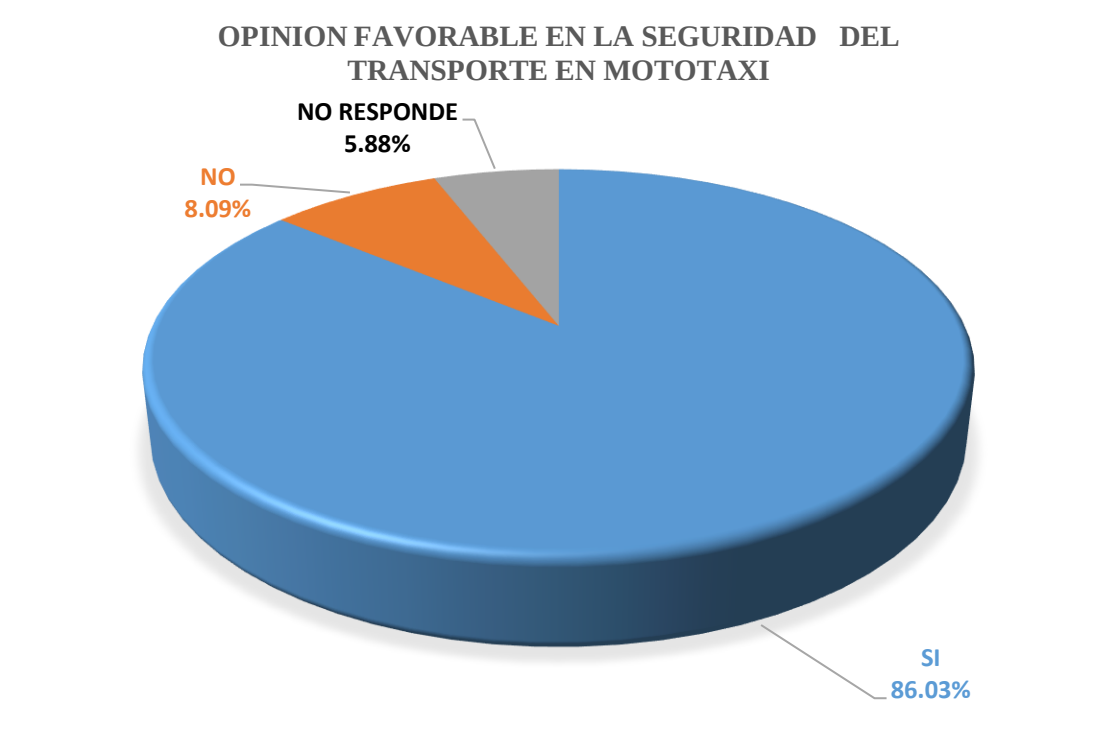


¿CON QUE FRECUENCI USA MOTOTAXIS POR DIA?

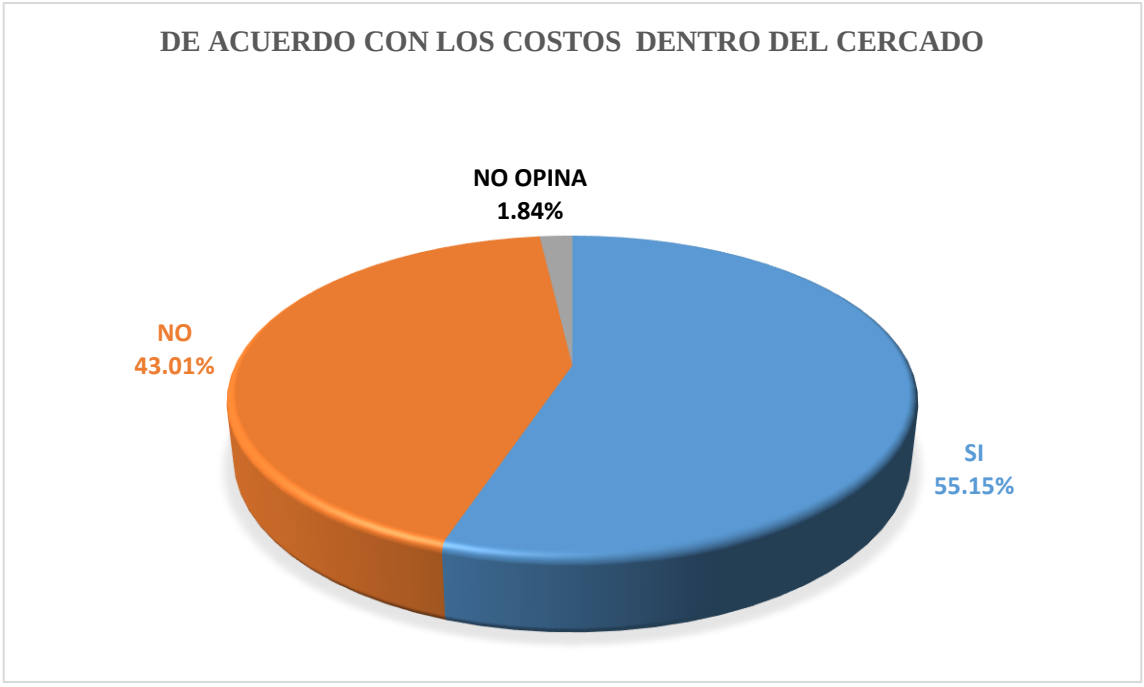
CON QUE FRECUENCIA USA MOTOTAXIS POR DIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% DE FRECUCNCIA	% DE FRECUCNCIA ACUMULADA
MENOS DE DOS VECES	103	103	37.87	37.87
DE 2 A 4 VECES	136	239	50.00	87.87
MAS DE 4 VECES	33	272	12.13	100.00
TOTAL	272		100.00	



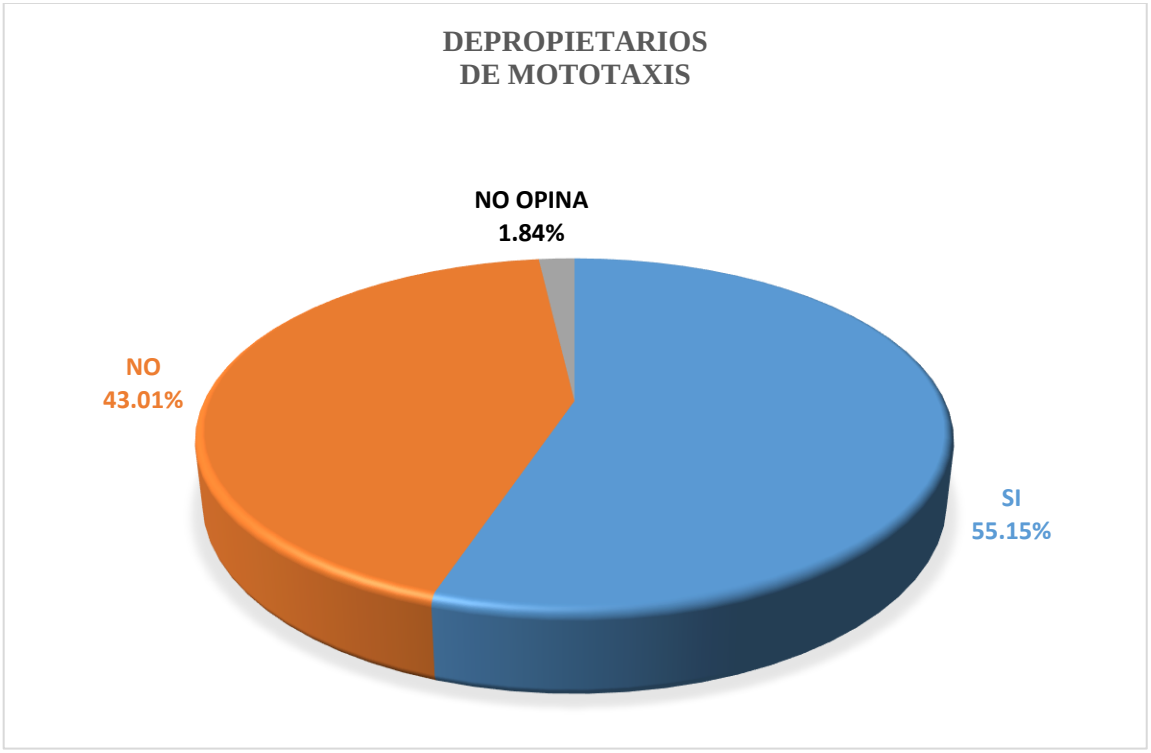
OPINION FAVORABLE EN LA SEGURIDAD DEL TRANSPORTE EN MOTOTAXI	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% DE FRECUCNCIA	% DE FRECUCNCIA ACUMULADA
SI	234	234	86.03	86.03
NO	22	256	8.09	94.12
NO RESPONDE	16	272	5.88	100.00
TOTAL	272		100.00	



DE ACUERDO CON LOS COSTOS DENTRO DEL CERCADO	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% DE FRECUCNCIA	% DE FRECUCNCIA ACUMULADA
SI	166	166	61.03	61.03
NO	103	269	37.87	98.90
NO OPINA	3	272	1.10	100.00
TOTAL	272		100.00	



PROPIETARIOS DE MOTOTAXIS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% DE FRECUCNCIA	% DE FRECUCNCIA ACUMULADA
SI	150	150	55.15	55.15
NO	117	267	43.01	98.16
NO OPINA	5	272	1.84	100.00
TOTAL	272		100.00	



HORAS TRABAJADAS EN EL DIA POR MOTOTAXISTAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% DE FRECUCNCIA	% DE FRECUCNCIA ACUMULADA
8 HORAS	41	41	15.07	15.07
ENTRE 8 Y 12 HORAS	92	133	33.82	48.90
MAS DE 12 HORAS	139	272	51.10	100.00
TOTAL	272		100.00	

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La Municipalidad Provincial de Ica debe implementar estrategias para llevar a cabo la renovación y modernización de las unidades vehiculares destinadas al transporte público en la ciudad. Esto implicaría retirar de circulación los mototaxis antiguos con motores a gasolina y permitir el aumento de mototaxis modernas que utilicen combustibles como GLP (Gas Licuado de Petróleo) y GNV (Gas Natural Vehicular), siempre y cuando cuenten con sistemas de control de emisiones. Esta iniciativa de renovación debe ir de la mano con mejoras en la calidad de los combustibles, lo que podría generar resultados óptimos para la reducción de contaminantes atmosféricos en la ciudad.

El estado peruano tiene la responsabilidad de regular que la producción de combustibles líquidos y la importación de vehículos al país cumplan con la norma Euro IV o un nivel superior. La tecnología Euro se utiliza en Europa y establece un conjunto de normas para controlar las emisiones generadas por los motores de los vehículos, con el objetivo de reducir la contaminación ambiental. En la actualidad, existen 6 niveles de estándares adoptados en diferentes partes del mundo, siendo el Euro 6 el más reciente, presentado en septiembre de 2014, 22 años después de la introducción del primer nivel de emisiones.

A partir del 1 de abril de 2018, mediante el D.S N° 010-2017-MINAM, entró en vigencia la adopción de la norma de emisiones vehiculares Euro IV y equivalentes en el Perú. Esta norma reemplaza la tecnología Euro III que estuvo en vigor desde el año 2007 para vehículos que utilizan gasolina y desde el año 2015 para vehículos diésel.

Mediante el Decreto Supremo N° 013-2016-MINAM, se ha constituido un Grupo de Trabajo Multisectorial (GTM) encabezado por el Ministerio del Ambiente y conformado por el Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y el Ministerio de Economía y Finanzas. El objetivo del GTM es coordinar y proponer estrategias para mejorar la calidad de los combustibles y reducir las emisiones vehiculares. También se busca promover las acciones necesarias para implementar estas propuestas. El GTM ha mantenido una continua coordinación con los sectores involucrados para facilitar la adopción de la norma de emisiones Euro IV y equivalentes.

Además, el GTM ha establecido la prohibición de la comercialización y uso de gasolinas y gasoholes de alto octanaje (95/97/98) que contengan más de 50 ppm de contenido de azufre a nivel nacional. Estas medidas sobre las gasolinas fueron ratificadas mediante el Decreto Supremo N° 025-2017-EM en septiembre de 2017.

Sin embargo, los análisis de laboratorio realizados para determinar la cantidad de contaminantes presentes en los combustibles vendidos en las estaciones de servicio de la ciudad de Ica aún revelan un alto contenido de azufre (265 ppm y 308 ppm) y elevados porcentajes de oxígeno (3.9% y 3.2%) en los gasoholes de 84 y 90 octanos, respectivamente.

A continuación, se presenta una tabla con una estimación de los contaminantes atmosféricos emitidos por mototaxis en la ciudad de Ica, calculada a partir de unidades vehiculares que cuentan con sistemas de escape de emisiones y utilizan combustibles limpios regulados por las Normas Euro.

Tabla 11. Cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos en la ciudad de Ica con mejoras en las unidades vehiculares y calidad de combustible

Mototaxis	**Número de unidades**	**Emisión de contaminantes atmosféricos (g día^{-1})**						**Total (g día^{-1})**
		CO	**VOC**	**VOC$_{evap}$**	**NOx**	**SOx**	**PM**	
Muestra	**272**	19530.68	5789.59	1133.49	1058.26	0.68	314.52	27827.22
Población	**961**	69003.62	20455.13	4004.72	3738.93	**2.40**	1111.23	98316.02
Unidad	**1**	71.80	21.29	4.17	3.89	**0.00**	**1.16**	102.31

La cantidad estimada de contaminantes atmosféricos que se emitirían por mototaxis en la ciudad de Ica, basada en el cálculo considerando mototaxis equipadas con sistemas de escape y el uso de combustibles más limpios, es de 98316.02 g día-1. Esto equivale a un total de 0.10 t día-1, 2.95 t mes-1 y 35.89 t año-1. Estos cálculos indican una reducción del 50.39% en las emisiones de contaminantes atmosféricos por parte de los mototaxis en la ciudad

V. CONCLUSIONES

La población vehicular de mototaxis en la ciudad de Ica, que incluye tanto mototaxis como motos torito, consta de 961 unidades. De acuerdo con la estimación realizada, se determinó que la cantidad total de contaminantes atmosféricos emitidos por estos mototaxis en la ciudad de Celendín es de 198192.15 g día-1, lo que equivale a un total de 0.20 t día-1, 5.95 t mes-1 y 72.34 t año-1. La tasa promedio de emisión es de 206.24 g mototaxi-1 día-1.

Esta cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos por los mototaxis en la ciudad de Ica se distribuye de la siguiente manera: 153072 g de CO, 32644 g de VOC, 4725.19 g de VOCevap, 6445 g de NOx, 45.34 g de SOx y 1261.2 g de PM. Del total de emisiones, el CO es el contaminante que se emite en mayor cantidad, representando el 77.23% de las emisiones totales, seguido del VOC que representa el 16.47% de las emisiones. Por otro lado, el SOx es el contaminante que se emite en menor cantidad, representando solo el 0.02% de las emisiones totales.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para proponer una reducción de los contaminantes atmosféricos emitidos por los mototaxis en la ciudad de Ica se centran en la implementación de políticas y estrategias dirigidas a la renovación y modernización de los mototaxis que circulan en la ciudad. Esto implica regular el ingreso de unidades equipadas con sistemas de escape de emisiones y vincularlo a mejoras en la calidad de los combustibles, siguiendo las Normas Euro IV.

Además, se sugiere continuar realizando estudios complementarios de emisiones de contaminantes atmosféricos, abarcando toda la población vehicular de la ciudad de Ica. Estos estudios pueden utilizar modelos que empleen factores de emisión, mediciones directas u otras metodologías con el propósito de proponer políticas que contribuyan a disminuir las cantidades emitidas por el parque automotor en la ciudad.

Para obtener una mejor comprensión del impacto en la salud de la población local, se recomienda llevar a cabo estudios de investigación que midan las concentraciones de contaminantes atmosféricos en la calidad del aire de la ciudad de Ica.

Asimismo, se sugiere replicar esta experiencia en otras ciudades en proceso de crecimiento para obtener datos más amplios sobre las emisiones atmosféricas vehiculares en el país. Estos datos podrían ser correlacionados con la calidad del aire en las ciudades y los problemas de salud que afectan a sus habitantes.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] X. Querol, *Calidad Del Aire en las ciudades*. Madrid, 2018.

[2] S. G. Rodas Samayoa, "ESTIMACIÓN Y GESTIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR," Universidad Rafael Landivar, 2014.

[3] INECC-SEMARNAT, "Guía Metodológica para la estimación de emisiones de fuentes fijas," *Inst. Medio Ambient. y Recur. Nat. Medio Ambient. y Recur. Nat.*, no. 1, p. 146, 2013.

[4] "Parque automotor ocasiona el 70% de la contaminación en el Perú | Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina."

[5] CEDIB, "Construyendo comunidades urbanas para vivir bien en el siglo XXI," p. 129, 2016.

[6] B. Daniel, "'Logistica verde: La importancia del conocimiento de la huella de carbono para una empresa de transporte,'" Universidad Tecnológica Nacional, 2014.

[7] OPS, "Calidad del aire - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud," 2019. https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire (accessed May 12, 2022).

[8] I. Jorge, "Estimacion De Emisiones En Vehiculos En Circulacion," *Ind. Data*, p. 6, 2001.

[9] OSINERGMIN, *RESOLUCION DE CONSEJO DIRECTIVO Nº 042-2016-OS-CD*. Lima, 2016, pp. 2014–2017. [Online]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/863431/OSINERGMIN-042-2016-OS-CD.pdf

[10] A. A. MÉNDEZ SEVERINO, "ESTIMACION DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES POR FUENTES MÓVILES A NIVEL LOCAL EN EL DISTRITO DE BARRANQUILLA," UNIVERSIDAD DEL NORTE, 2018. [Online]. Available: https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/9934/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[11] V. I. Cruz Núñez and Y. Y. Cruz Hernández, "Censo de contaminación atmosférica generada por fuentes fijas y móviles en la cabecera municipal de Álamo Temapache, Veracruz," Instituto Tecnologico Superior De Alamo Temapache, 2021. [Online]. Available: https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/4182/1/7 YAZMIN YURIDIA - VANESSA ITZEL tesis.pdf

[12] K. J. FREIRE LUNA, “ANALISIS DE LAS EMISIONES DE CO2 GENERADAS POR EL TRANSPORTE VEHICULAR EN LA VÍA SANTA ROSA MACHALA,” Universidad tecnica de machala, 2020. [Online]. Available: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15425/1/ECFIC-2020-IC-DE-0001

[13] M. J. Valencia Padilla, “‘EFECTO DE MEDIDAS ADMINISTRATIVAS EN LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO POR FUENTES MÓVILES VEHICULARES, SECTOR 2 - VILLA EL SALVADOR, 2016,’” Universidad científica del sur, 2017. [Online]. Available: https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/249/TL-Valencia_Padilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[14] J. B. Tello Barboza, “ESTIMACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS POR MOTOTAXIS EN LA CIUDAD DE CELENDÍN EMPLEANDO EL MODELO INTERNACIONAL DE EMISIONES VEHICULARES,” Universidad nacional de cajamarca, 2019. [Online]. Available: https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3412/ESTIMACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS POR MOTOTAXIS EN LA CIUDAD DE CELENDÍN EMPLEAND.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[15] N. Hilario Roman, “Emisiones Contaminates de Vehicullos Del Distrito De Huancayo,” Universidad nacional del centro del peru, 2017. [Online]. Available: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4137/Hilario Roman.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[16] Y. Ramirez More, I. Timana Sernaque, and L. Vera Guzman, “NIVEL DE CONOCIMIENTO DE REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR BÁSICA, CONTROL DE HEMORRAGIA EXTERNA E INMOVILIZACIÓN DE FRACTURAS EN CONDUCTORES DE MOTOTAXIS FORMALES DE SAN MARTÍN DE PORRES EN EL AÑO 2014,” Universidad peruana cayetana heredia, 2017. [Online]. Available: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/749/Nivel_RamirezMore_Yanina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[17] M. Elena and R. Piedrahita, “EL MOTOTAXISMO UNA SOLUCION PARA LA MOVILIDAD INTERVEREDAL EN EL MUNICIPIO DE SAN JERONIMO,” p. 18, 2013, [Online]. Available: http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiadeltransporte/06.pdf

[18] J. Granados Sanchez, “La educación para la sostenibilidad en la enseñanza de la geografia.,” p. 15, 2010.

[19] J. Reyna Ramos, “La Contaminación Ambiental,” *Minist. Educ.*, vol. 2, no. 1, p. 84, 2014, doi: 10.15381/idata.v2i1.6504.

[20] A. Huañap Guzman, “Condiciones del uso de gas licuado de petroleo de mototaxis para el diseño de un programa de conversion rentable,” Universidad Nacional De Trujillo, 2012. [Online]. Available: https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5950/Tesis Doctorado - Andrés Huañap Guzmán.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[21] “Calidad del aire ambiente (exterior) y salud.” https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health (accessed Jun. 03, 2022).

[22] K. Landeros Mugica, “DIMENSIONES PSICOSOCIALES DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.,” UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, 2013. [Online]. Available: http://132.248.9.195/ptd2013/noviembre/0706086/0706086.pdf

[23] DFM Directorio Forestal Maderero, “¿Qué es el Informe Brundtland?,” *Forestal Maderero*, 2017.

[24] A. L. Rojas Perez, “ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES PROVENIENTES DE FUENTES MÓVILES EN LA JURISDICCIÓN CAR,” Universidad Nacional De Colombia, 2015. [Online]. Available: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56743/AuraRojas.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[25] “Estrategias de Mitigación y Métodos para La Estimación de Las Emisiones de Gases Efecto Invernadero. en El Sector Transporte. | PDF | Mitigación del cambio climático | Transporte.”

[26] “Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de aspectos energéticos destacados - Producto de datos - IEA.”

[27] C. Huizenga, “Instrumentos Climáticos para el Sector Transporte : Consideraciones,” p. 109, 2010.

[28] berly gil Saucedo, “CONTAMINACIÓN SONORA PRODUCIDA POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN EL CASCO URBANO DE NUEVO CHIMBOTE EN EL 2016 EN RELACIÓN A LOS LMP,” Universidad nacional del santa, 2019.

[29] C. Pinedo-jáuregui and J. Verano-cachay, “Análisis del control de emisiones atmosféricas

vehiculares en Lima Metropolitana of vehicular atmospheric," vol. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.21142/SS-0101-2020-005.

[30] "Significado de Automóvil (Qué es, Concepto y Definición) - Significados." https://www.significados.com/automovil/ (accessed Sep. 30, 2022).

[31] "Contaminación del aire : causas, efectos y soluciones [by] W. Strauss, S.J. Mainwaring ; traducción, Jorge Mendoza Sierra : revisión técnica, Martha Yolanda Barbiaux Saldaña. de Strauss, Werner ; Mainwaring, S. J.: Very Fine Mint (1993) Later printing. | ."

[32] Ministerio del Ambiente [MINAM], "Manual para municipios ecoeficientes," *Enotria*, p. 179, 2009.

[33] M. de E. y Minas, *DECRETO SUPREMO Nº 030-98-EM. Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y otros Productos Derivados de los Hidrocarburos*, no. 11. Lima, 2019, p. 39. [Online]. Available: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/DS-030-98-EM.pdf

[34] "Libro Quimica la Ciencia Central, Theodore L. Brown, ISBN 9786074420210. Comprar en Buscalibre."

[35] W. M. Fletes, "ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES VEHICULARES EN LA CIUDAD DE TEGUCIGALPA, HONDURAS," Universidad nacional de ciencias forestales unacifor, 2016. [Online]. Available: https://reporterosdeinvestigacion.com/wp-content/uploads/2019/04/2016-11-26.tesis-emisiones-vehiculares-wmf.pdf

[36] D. Moreno Cepero and H. F. Mafla Ch., "Manejo e interpretación de variables del clima y de agrometerología :desde la finca del agricultor, ante los efectos de la ola invernal," no. 00086, p. 36 p. :,Il. Dat. num., 2011, [Online]. Available: http://hdl.handle.net/20.500.12324/2341

[37] "(PDF) Cambio climático: bases para la adaptación."

[38] CSIC, "Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra," Madrid, 2006. [Online]. Available: http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/Cambio_global.pdf

[39] D. Carlos, *Impacto de la actividad humana sobre el sistema tierra*, CSIC., vol. 7, no. 1. 2015.

[40] "Acerca de Cambio climático | Comisión Económica para América Latina y el Caribe."

[41] UNFCCC, "Manual Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático,"

vol. 72, no. 3, p. 27, 1992.

[42] OMM, *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos*. 2014.

[43] "La Conferencia sobre el Clima de Bonn finaliza con una llamada de la ONU a cumplir plenamente el Acuerdo de París | CMNUCC."

[44] "Futuro Verde."

[45] Futuro Verde, "EE.UU. disminuyó las emisiones de gases de efecto invernadero en 2019 | Futuro Verde." https://futuroverde.org/2020/01/ee-uu-disminuyo-las-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-en-2019/ (accessed Oct. 01, 2022).

[46] MINAM, "Cambio climático y desarrollo sostenible," *Rev. Latinoam. Ogmios*, vol. 1, no. 1, p. 31, 2009, doi: 10.53595/rlo.2021.1.008.

[47] A. de P. A. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, "Plan de Acción frente al Cambio Climático," p. 122, 2015.

[48] C. Rosenzweig, W. Solecki, S. A. Hammer, and S. Mehrotra, "Cities lead the way in climate-change action," *Nature*, vol. 467, pp. 9–11, 2010.

[49] Kramer Fernando, "Educación ambiental para el desarrollo sostenible - Catarata," 2003.

[50] K. Saavedra Navarro, "Cálculo de la huella de carbono de Edegel S.A.A en el año 2014, según metodología de la norma ISO 1406-1," Univeridad De Piura, 2017.

[51] Barquin Julian, "Energía: técnica, economía y sociedad - Dialnet," 2004.

[52] P. P. Godard Kuczynski, "Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos," *anexo IV*, pp. 18–49, 2017.

[53] J. Schneider, Heloísa; Samaniego, "La Huella de carbono en la Producción, distribución y consumo de bienes y servicios," *Com. Ecónomica para Am. Lat. y el Caribe*, p. 46, 2010.

[54] K. Blumberg, M. Walsh, and C. Pera, "GASOLINA Y DIESEL DE BAJO AZUFRE: LA CLAVE PARA DISMINUIR LAS EMISIONES VEHICULARES," p. 78, 2003, [Online]. Available: https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/01/Bajo_Azufre_ICCT_2003.pdf

[55] M. A. Caballero Morales, "Análisis de emisiones de vehículos livianos según ciclos de conducción específicos para la región metropolitana," Universidad De Chile, 2011. [Online]. Available: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104333/Analisis-de-emisiones-de-vehiculos-livianos-segun-ciclos-de.pdf?sequence=3&isAllowed=y

[56] J. Spiegel and L. Y. Maystre, “CAP 55: Control de la contaminacion ambiental,” p. 60. [Online]. Available: https://www.insst.es/documents/94886/162520/Capítulo+55.+Control+de+la+contaminación+ambiental

[57] “la atmósfera,” p. 28, [Online]. Available: https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-pau-bachillerato/tema_3_.pdf

[58] MINAM, “Informe nacional de la calidad del aire 2013-2014,” p. 52, 2014, [Online]. Available: https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf

[59] SEMARNAT, *Guia de elaboración y usos de inventarios de emisiones*, 1 ed. Mexico, 2005. [Online]. Available: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/447321/Guia_Inventario_de_Emisiones.pdf

[60] L. A. Giraldo Amaya, “ESTIMACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES MÓVILES PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES PERTINENTES,” p. 78, 2005, [Online]. Available: https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/9147/u271368.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[61] MTC, “DECRETO SUPREMO N° 010-2017-MINAM,” pp. 11–16, 2017, [Online]. Available: https://sinia.minam.gob.pe/normas/establecen-limites-maximos-permisibles-lmp-emisiones-atmosfericas

[62] AMC Nº 031-2011-MINAM/OGA, “Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental,” *Protocolo Nacional De Monitoreo De Ruido Ambiental*. Ministerio del Ambiente, Lima - Perú, p. 21, 2012.

[63] IHOBE, “Inventario de emisiones de Gases De Efecto Invernadero,” p. 78, 2019.

[64] Amarales, “ Control de las emisiones para el transporte automotor,” 2005.

[65] C. Roxin, “Inventario Nacional De Gases De Efecto INvernadero,” p. 356, 1997.

[66] H. Mosqueira Estraver, “UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ,” *Programa EAVU*, 2011.

[67] MINAM, “DECRETO SUPREMO N ° 074-2001-PCM REGLAMENTO DE ESTANDARES NACIONALES,” Lima - Perú, 2001. [Online]. Available:

http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/DS-074-2001-PCM.pdf

[68] MINAM, *DECRETO SUPREMO Nº 003-2017-MINAM-Aprueban Estándares de Calidad Ambiental AMBIENTE Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*. Lima, 2017, pp. 6–9. [Online]. Available: https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf

[69] J. Cornejo, J. Erwin, B. Rodriguez, J. P. Rodr, M. S. Mu, and C. Pmm, "'Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial del Cusco,'" pp. 1–46, 2011.

[70] O. M. de la Salud, "¿Cómo influyen los gases de efecto invernadero en el calentamiento global?," 2019. https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/gases-efecto-invernadero-influyen-calentamiento-global/?_adin=11551547647 (accessed Sep. 14, 2022).

[71] "Ica - Wikipedia, la enciclopedia libre."

[72] INEI, *Instituto Nacional de estadistica e Informatica. Sistema ESTADISTICO nacional*. Oficina Departamental de Estadistica e Informatica de ICA, 2017.

[73] SENAMHI, "Evaluación de los modelos CMIP5 del IPCC en el Perú : Proyecciones al año 2030 en la Región Áncash," *Repos. Inst. - SENAMHI*, vol. 6141414, pp. 1–26, 2013, [Online]. Available: https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/216#.Yo1n_NBtsy0.mendeley

[74] U. GIRALDO, "Estudio geológico del departamento de ica," Ica-Peru, 2018. [Online]. Available: file:///G:/II JAMH2018/TESIS 2022/39. TESIS KARLA SOFIA CASTRO AGUADO/REFERENCIAS/ESTUDIO_GEOLOGICO_DEL_DEPARTAMENTO_DE_IC.pdf

[75] R. Hernandez, C. Fernandez, and P. Baptista, *Metodologia de la Investigacion*, Sexta Edic. Mexico: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736, 2014.

[76] M. Tamayo y Tamayo, *El Proceso de la Investigación Científica. Incluye evaluación y Administración de Proyectos de Investigación*, Cuarta Edi. Mexico - Mexico, 2003.

[77] R. Hernandez Sampieri, C. Fernandez Collado, and M. del P. Baptista Lucio, *Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa*. 2010.

[78] S. Fernández Bao, *Diseño de Experimentos: Diseño Factorial. Memorias y Anexos*. España: Universitat Politecnica de Catalunya, 2020.

[79] E. Cabezas, D. Andrade, and J. Torres, *Introduccion a la Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Ecuador, 2018.

[80] S. Carrasco Diaz, *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima - Perú, 2019.

[81] "distrito de ica - Buscar con Google." https://www.google.com.pe/search?q=distrito+de+ica&sxsrf=AB5stBhDcS7qsLc__BBLMPDubXYCy3iRGQ%3A1689297707965&source=hp&ei=K6OwZPy4OJvL1sQPu7mjkA4&iflsig=AD69kcEAAAAAZLCxO8cJKKuX82Fywex9Xcwc_zhi1Ty8&gs_ssp=eJzj4tTP1TcwNissyDNg9OJPySwuKcosyVdISVXITE4EAHqECPk&oq=&gs_lp=Egdnd3Mtd2l6IgAqAggAMgcQLhjqAhgnMgcQIxjqAhgnMgcQIxjqAhgnMgcQIxjqAhgnMgcQIxjqAhgnMgcQIxjqAhgnMgcQIxjqAhgnMgcQIxjqAhgnSOIJUABYAHABeACQAQCYAQCgAQCqAQC4AQHIAQCoAgo&sclient=gws-wiz (accessed Jul. 13, 2023).