



UNAP



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

TESIS

**“EMISIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS DEL
SERVICIO DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA
CARRETERA IQUITOS-NAUTA, LORETO 2023”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

GRECIA GREYSI NAVARRO TARAZONA

ASESOR:

Ing. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.

IQUITOS, PERÚ

2024



UNAP

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No. 058-CGYT-FA-UNAP-2024.

En Iquitos, a los 08 días del mes de agosto del 2024, a horas 07:00pm, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **"EMISIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS DEL SERVICIO DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA CARRETERA IQUITOS-NAUTA, LORETO 2023"**, aprobado con Resolución Decanal N°068-CGYT-FA-UNAP-2023, presentado por la Bachiller: **GRECIA GREYSI NAVARRO TARAZONA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO (A) EN GESTIÓN AMBIENTAL**, que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal No.039-CGYT-FA-UNAP-2024, está integrado por:

- | | |
|---|------------|
| Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr. | Presidente |
| Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr. | Miembro |
| Ing. GIORLY GEOVANNI MACHUCA ESPINAR, M.Sc. | Miembro |

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas:

A satisfacción

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis han sido: *Aprobado* con la calificación *Muy Buena*

Estando la Bachiller *Apto* para obtener el Título Profesional de *Ingeniera en Gestión Ambiental*

Siendo las *8:45 pm*, se dio por terminado el acto **ACADÉMICO**.

Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Presidente

Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.
Miembro

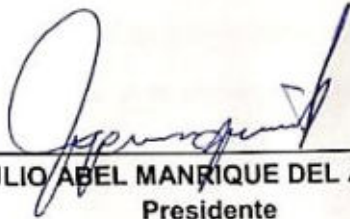
Ing. GIORLY GEOVANNI MACHUCA ESPINAR, M.Sc.
Miembro

Ing. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.
Asesor

JURADO Y ASESOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Tesis aprobada en sustentación pública el 08 de agosto del 2024, por el jurado Ad-Hoc nombrado por el Comité de Grados y Títulos de la Facultad de Agronomía, para optar el título profesional de:

INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL


Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Presidente


Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.
Miembro


Ing. GIORLY GEOVANNI MACHUCA ESPINAR, M.Sc.
Miembro


Ing. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.
Asesor


Ing. FIDEL ASPAÑO VARELA, Dr.
Decano



DEDICATORIA

Este presente trabajo primeramente dedicado a **Dios** y a todas las personas que han sido parte de este proceso que con consejos y enseñanzas han aportado en el logro de esto.

Dedico a mis **padres**, a mi madre que ha sido el motor para llevar a cabo este proyecto, que siempre creyó en mí, con su ejemplo y perseverancia pudo brindarme una buena educación y valores. A mi padre y a mi hermana que fueron parte de esto y me brindaron su apoyo incondicional.

A mis familiares, **abuelos, tíos, primos**, que sin importar la distancia me dieron su apoyo y creyeron en mí, mostrándome siempre el orgullo que sentían por mí.

A mis **docentes**, que tuvieron un rol significativo en mi formación, con las enseñanzas y valores que me brindaron y que hoy en día dieron sus primeros frutos.

Y por último me dedico esto a mí, porque supe sobresalir a pesar de las dificultades, con perseverancia y dedicación, hoy puedo decir que si te lo propones lo puedes lograr.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por ser la casa formadora de grandes profesionales.

Agradezco a la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones de Loreto, por brindarme información fundamental para la realización de este proyecto.

A los conductores de las agencias de transporte colectivo Iquitos – Nauta, por su disposición a responder las encuestas.

A mi co-asesor Dr. Joan Sánchez Matos, por compartirme sus conocimientos y orientarme en el desarrollo de este trabajo.

A mi asesor Ing. Jorge Vargas Fasabi, por aceptar ser parte de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas	6
1.2.1. Contaminación atmosférica	6
1.2.2. Agentes contaminantes de la atmosfera.....	6
1.2.3. Principales tipos de contaminantes atmosféricos.....	7
1.2.4. Categorías de las fuentes.....	9
1.2.5. Emisiones de vehículos automotores	10
1.2.6. Contaminantes emitidos por vehículos	11
1.2.7. Efectos de la contaminación atmosférica.....	12
1.2.8. Metodologías de estimación	14
1.3. Definición de términos básicos.....	18
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	20
2.1. Formulación de hipótesis	20
2.2. Variables y su operacionalización	20
2.2.1. Identificación de las variables	20
2.2.2. Operacionalización de las variables.....	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	22
3.1. Lugar de ejecución.....	22
3.2. Diseño metodológico	23
3.2.1. Tipo de investigación	23
3.2.2. Diseño de la investigación	23
3.3. Diseño muestral.....	23

3.3.1. Población.....	23
3.3.2. Muestra	24
3.4. Procedimiento de recolección de datos.....	25
3.4.1. Técnicas utilizadas para la recolección de datos	25
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	25
3.5.1. Para determinar la distancia recorrida	26
3.5.2. Número de vehículos.....	26
3.5.3. Factor de emisión	26
3.5.4. Para estimar la emisión de los contaminantes atmosféricos.....	27
3.6. Aspectos éticos.....	29
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	30
4.1. Estimación de contaminantes atmosféricos	30
4.1.1. Cantidad de vehículos	30
4.1.2. Distancia recorrida.....	31
4.1.3. Resultados de la encuesta	31
4.1.4. Calculo de emisiones de contaminantes atmosféricos.....	37
4.1.5. Estimación General	46
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	47
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	49
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	51
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	52
ANEXOS	54
1. Matriz de consistencia de la Investigación	55
2. Instrumento de investigación vehicular	56
3. Validación de contenido de encuesta por juicio de expertos	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Lista de verificación de categorías de fuentes de emisión de contaminantes.....	11
Tabla 2. Lista de verificación de categorías de fuentes de emisión de contaminantes.....	12
Tabla 3. Contaminantes incluidos en el grupo 1	14
Tabla 4. Contaminantes incluidos en el grupo 2	15
Tabla 5. Contaminantes.....	15
Tabla 6. Contaminantes incluidos en el grupo 4	15
Tabla 7. Operacionalización de variables.....	21
Tabla 8. Cantidad de vehículos.....	23
Tabla 9. Población de vehículos	25
Tabla 10. Factores de emisión de escape de nivel 2 para autobuses de acuerdo a su tecnología y al tipo de combustible.....	27
Tabla 11. Cantidad de vehículos por agencia	30
Tabla 12. Cantidad de Vehículos según tipo de combustible	32
Tabla 13. Categoría vehicular	36
Tabla 14. Tecnología de vehículo	36
Tabla 15. Contaminantes atmosféricos del transporte Jaén.....	37
Tabla 16. Contaminantes atmosféricos de Transporte Los Amigos.....	39
Tabla 17. Contaminantes atmosféricos de Transporte Amazon Star.....	41
Tabla 18. Contaminantes atmosféricos de Transporte JR.....	43
Tabla 19. Contaminantes atmosféricos de Transporte Gilda López	45
Tabla 20. Contaminantes Atmosféricos del Servicio de Transporte Colectivo Iquitos – Nauta 2023.....	46
Tabla 21. Tabla comparativa de emisiones contaminantes	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso de emisión de contaminantes en vehículos automotores	11
Figura 2. Árbol de decisión para las emisiones de escape de transporte por carretera	16
Figura 3. Ubicación geográfica de Iquitos	22
Figura 4. Reducción de gases con la implementación de cada una de las normas EURO	28
Figura 5. Porcentaje de vehículos por agencia	30
Figura 6. Distancia de paraderos de colectivos Iquitos – Nauta	31
Figura 7. Porcentaje de vehículos según tipo de combustible.....	32
Figura 8. Cantidad de vehículos según número de galones de combustible	33
Figura 9. Número de viajes por unidad vehicular	33
Figura 10. Días trabajados a la semana	34
Figura 11. Cantidad de personas que se movilizan.....	35

RESUMEN

El presente trabajo consiste en la estimación de contaminantes atmosféricos emitidos anualmente desde el tubo de escape unidades vehiculares del servicio de transporte colectivo Iquitos – Nauta 2023, como el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (NMVOC), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el óxido nitroso (N₂O), el amoníaco (NH₃) y el material particulado (PM_{2.5}).

Para esta estimación se empleó un modelo matemático establecido por la guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos 2019 de la Agencia Europea Ambiental (EEA), la cual se basa en la distancia recorrida, número de vehículos y un factor de emisión de cada contaminante, por ello se realizó una encuesta a una muestra representativa de 80 unidades vehiculares, cuya muestra fue conformada por una cantidad proporcional a la cantidad total de cada agencia de vehículos de la población.

Se estimó la emisión de contaminante atmosféricos de cada unidad vehicular de las diferentes agencias de transporte en base a los datos recolectados, para posterior a eso sacar un promedio de emisión de contaminantes por cada agencia, con la finalidad de proyectar la estimación anual de todos los vehículos que se dedican a esta actividad.

Los resultados de la estimación de contaminantes atmosféricos del servicio de transporte colectivo Iquitos – Nauta en el 2023 alcanzaron valores de 1 567 399.0 g/km CO, 924 767.6 g/km NMVOC, 554 365.2 g/km NO_x, 105 893.1 g/km N₂O, 26 142.3 g/km NH₃, y 8 642.3 g/ km PM_{2.5}.

Palabras clave: Contaminantes atmosféricos, vehículos de transporte público.

ABSTRACT

The present work consists of the estimation of atmospheric pollutants emitted annually from the exhaust pipe of vehicle units of the Iquitos – Nauta 2023 collective transport service, such as carbon monoxide (CO), volatile organic compounds other than methane (NMVOC), nitrogen oxides (NOX), nitrous oxide (N₂O), ammonia (NH₃) and particulate matter (PM_{2.5}).

For this estimate, a mathematical model established by the 2019 air pollutant emissions inventory guide of the European Environmental Agency (EEA) was used, which is based on the distance traveled, number of vehicles and an emission factor for each pollutant. For this reason, a survey was carried out on a representative sample of 80 vehicle units, whose sample was made up of a quantity proportional to the total number of each vehicle agency in the population.

The emission of atmospheric pollutants from each vehicle unit of the different transportation agencies was estimated based on the data collected, to subsequently obtain an average emission of pollutants by each agency, with the purpose of projecting the annual estimate of all the vehicles dedicated to this activity.

The results of the estimation of atmospheric pollutants of the Iquitos – Nauta public transport service in 2023 reached values of 1,567,399.0 g/km CO, 924,767.6 g/km NMVOC, 554,365.2 g/km NO_x, 105,893.1 g/km N₂O, 26 142.3 g/km NH₃, and 8 642.3 g/ km PM_{2.5}.

Keywords: Air pollutants, public transport vehicles.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es el mayor reto al que nos enfrentamos, día a día incrementan las emisiones de contaminantes atmosféricos que contribuyen al calentamiento global, ¿Qué hacemos al respecto?, es la gran incógnita.

La Naciones Unidas¹ indica que la quema de combustibles fósiles es la actividad que más contribuye al cambio climático mundial, ya que se estima que representan el 75 % de emisiones de gases de efecto invernadero y el 90 % de las emisiones de dióxido de carbono a comparación de otras actividades.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el sector transporte es el que está detrás de casi una cuarta parte de los gases de efecto invernadero que se emiten a la atmosfera cada año y que probablemente se dupliquen para el año 2050.

Siendo la contaminación atmosférica una de las principales causas de riesgo para la salud de las personas, ocasionando enfermedades en el sistema respiratorio y en el peor de los casos hasta la muerte. Según un estudio de las Naciones Unidas la contaminación de la atmosfera en el 2016 fue la responsable de aproximadamente 6,5 millones de muertes prematuras en todo el mundo. Debido a su vasta propagación tiene repercusiones de largo alcance, es así que se estima que de no tomar medidas adecuadas el número de muertes aumente a más del 50 por ciento antes del 2050.

Hoy en día la ciudad de Iquitos viene siendo afectada por la gran cantidad de vehículos motorizados que existen y que día a día por la demanda de la población se viene incrementado. Entre este tipo vehículos motorizados se encuentran motocarros, motos, autobuses y vehículos particulares.

Con el presente estudio se pretende estimar la cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos por el sector de transporte colectivo Iquitos – Nauta, los gases estimados serán aquellos que se emiten del tubo de escape del vehículo, entre estos lo más representativos como el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles (COVMN), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el óxido nitroso (N₂O), el amoniaco (NH₃) y el material particulado (PM). En base a los resultados obtenidos se pretende ser un aporte y un antecedente para futuros estudios similares, además que se analizará la realidad y se elaborará recomendaciones para reducir el impacto ambiental y contrarrestar la brecha de los Objetivos del Desarrollo Sostenible referentes al cambio climático.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Curi² en su investigación Estimación de las emisiones del CO₂ relacionado con el consumo de combustible y recorrido del servicio urbano de auto – colectivo en la ciudad de Cerro de Pasco, estimó la cantidad de emisión de CO₂ que emite el servicio urbano de auto – colectivo en la zona urbana de cerro de Pasco en el año 2017, aplicando la fórmula del método indirecta de IPCC y realizando encuestas a los conductores para ver la relación de consumo de combustible y el recorrido urbano ; obteniendo un total de 16.8 toneladas CO₂/día y durante todo el año de 6119.5 toneladas de CO₂/año.

Hilario³ en su investigación Emisiones contaminantes de vehículos del distrito de Huancayo estimó la cantidad de emisiones de contaminantes de vehículos en el distrito de Huancayo para el año 2016, utilizando el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares. Para lo cual se requirió caracterizar la flota vehicular mediante encuestas, determinar la fracción de categorías vehiculares a través de un conteo y determinar los patrones de conducción de las diferentes categorías vehiculares mediante el software Speed Analysis Evaluation y las unidades de posicionamiento global satelital (GPS). Obteniendo como resultado que el parque automotor de Huancayo genera 44511.4 toneladas anuales de contaminantes criterio (monóxido de carbono y óxido de azufre), y 255824.9 toneladas anuales de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono y óxido nitroso).

García⁴ En su investigación Estimación Indirecta de Emisiones Contaminantes de Fuentes Móviles en el casco urbano de la cabecera cantonal del Cantón Sevilla de Oro-Ecuador, se estimó las emisiones contaminantes (CO, COV, NO_x, SO_x, PM, NH₃, CO₂) que provienen de fuentes móviles a través del uso de

software IVE. Para este estudio se recolectó los datos en dos horarios (mañana y tarde) durante los días martes y sábado, para una mayor representatividad. Obteniendo como resultado que los días martes la emisión de contaminantes superan al de los días sábado, y extrapolando datos se estimó la cantidad de emisión de cada contaminante en tonelada por año para el año 2016, siendo el Dióxido de Carbono (CO_2) con 4530.67 (ton/año) el contaminante más emitido por las fuentes móviles, seguido por el Monóxido de Carbono con 714.73 ton/año, Compuestos orgánicos Volátiles (COV) con 83.66 ton/año, Óxidos de Nitrógeno (NO_x) con 26.63 ton/año, Compuestos orgánicos Volátiles Evaporativos (COV evap) con 7.62 ton/año, Material Particulado (PM) con 1.31 ton/año, Amoniac (NH₃) con 0.96 ton/año, Óxidos de Azufre (SO_x) con 0.53 ton/año.

Arciniegas⁵. En su investigación Estimación de emisiones contaminantes de vehículos de transporte escolar e institucional en la ciudad de Ibarra mediante modelo computacional, estimó en el 2018 las emisiones de gases contaminantes como el dióxido de carbono (CO_2), dióxido de Nitrógeno (N_2O), metano (CH_4), compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos no combustionados (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x) y material particulado de 10 micras (PM_{10}) que se generan por el motor diésel del transporte escolar e institucional en la ciudad de Ibarra, mediante el modelo internacional de emisiones vehiculares (IVE). El estudio determinó que la emisión diaria de cada uno de los contaminantes en Ibarra es de CO 7,2 g/km, NO_x 1,1 g/km, PM 0,87 g/km y CO_2 192,02 g/km, de los cuales las emisiones diarias más altas comparadas con los otros compuestos fue la del Dióxido de carbono (CO_2) con 614.86 kg/km de toda una flota, pero a pesar de ello no se encuentra regulado, en el caso del material particulado (PM) se obtuvo una emisión del 300% más en comparación con la normativa Ecuatoriana NTE INEN

2207:2002 ciclo americano FTP-75, las emisiones de los óxidos de nitrógeno (NO_x) frente al 1,1 g/km permitido por la norma se encuentra cumpliendo los límites permisibles y con respecto al monóxido de carbono (CO) las emisiones superan el 6,2 g/km establecido en la norma.

Quinde⁶ en su investigación Estimación de emisiones de CO_2 en taxis con cilindrada de 1400cc bajo parámetros de conducción normal en la ciudad de Cuenca, utilizando el modelo IVE se estimó la emisión de uno de los gases principales que produce el efecto invernadero. Para dicho trabajo se utilizó el modelo IVE, cuya metodología consiste en multiplicar la base de factores de emisiones que posee el programa por cada uno de los factores de corrección y la distancia recorrida del vehículo. Como muestra seleccionó a nueve taxis, los cuales fueron instrumentados con un Smartphone con aplicaciones “GPSloggers” y “Torque pro”, además se incluyó un dispositivo de comunicación “ELM 327”; para la recolección de datos de movilidad, distancia recorrida, velocidad, altitud, tiempo y patrón de conducción. Además, se plantearon dos escenarios: primero un escenario con condiciones de tráfico favorables “hora valle” y segundo un escenario en el cual existe tráfico “hora pico”. Obteniendo como resultado 269.73 g/kg de emisiones de CO_2 para el primer escenario y 273.03 g/kg para el segundo escenario.

Gutierrez⁷ en su investigación Inventario de gases de efecto invernadero del sector Transporte de la provincia de Chimborazo; determinó las emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y el dióxido de azufre (SO_2), a través de la utilización de un modelo de estimación y de información oficial de ciertos indicadores. En el caso de la estimación del CO_2 se utilizó la información sobre los kilómetros recorridos por vehículo (KVR) y el factor de emisión propuesto por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), para el caso del CH_4 y

del N_2O se utilizó la información sobre el consumo de combustible y el factor de emisión y para la estimación del SO_2 se utilizó información sobre el consumo de combustible y propiedades de combustible. Siendo así concluyó que, en la provincia de Chimborazo en el año 2018, el sector transporte produce 709505,13 t/año de CO_2 , 398,21 t/año de N_2O , 248,68 t/año de SO_2 y 199,83 t/año de CH_4 . Así mismo de los resultados obtuvo que los vehículos a base de gasolina son los que aportan en mayor cantidad emisiones de CO_2 (54.23%), SO_2 (56.23%) y CH_4 (91.65%), mientras que los vehículos a diésel son los mayores responsables de la emisión de N_2O (80,55%).

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Contaminación atmosférica

Según la Organización Mundial de la Salud⁸ define a contaminación atmosférica como: “limitada a la situación en la cual la atmósfera exterior contiene una concentración de materiales que son perjudiciales para el ser humano y su entorno”

Por otro lado, **Ubilla et al**⁹ define contaminación atmosférica como a la presencia de sustancias nocivas en la atmosfera que pueden ocasionar daños a la salud de las poblaciones o a ecosistemas.

1.2.2. Agentes contaminantes de la atmosfera

Los contaminantes atmosféricos son producidos por las emisiones de gases de origen antrópico y natural, y que al reaccionar con otros gases presentes en la atmosfera forman otros tipos de contaminantes, y por ello se clasifica en contaminantes primarios y contaminantes secundarios.

- **Contaminantes primarios:** de acuerdo a [Manahan¹⁰](#) los contaminantes primarios se entienden a aquellos que se dan por emisión directa de gases entre ellos tenemos material particulado (PM), óxido de nitrógeno (NO), dióxido de azufre (SO₂), entre otros.
- **Contaminantes secundarios:** según [Manahan¹⁰](#) los contaminantes secundarios son aquellos que se originan a partir de los contaminantes primarios que mediante una reacción química con los gases presentes en la atmosfera forman compuestos, como lo son el ozono (O₃), sulfatos (SO₄), ácido sulfúrico (H₂SO₄), nitratos de peroxiacetilo (PAN), entre otros.

1.2.3. Principales tipos de contaminantes atmosféricos

Según **Comité de Aerobiología de la Sociedad Latinoamericana de Asma, alergia e inmunología [ASBAI]¹¹** los principales contaminantes atmosféricos son gaseosos, que se producen por la quema de hidrocarburos fósiles, incendios forestales, emisiones volcánicas y otros procesos industriales. Entre los contaminantes más conocidos tenemos los siguientes:

- **Óxidos de Nitrógeno (NO_x).** Se denomina así a la suma de concentraciones de Óxido Nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno, estos se generan usualmente por la quema de combustibles fósiles y de biomasa, donde el nitrógeno reacciona con el oxígeno atmosférico.
- **Óxido Nitroso (N₂O).** este gas es producido por el uso de fertilizantes en la agricultura intensiva, combustión de centrales térmicas, tubos de escape de los automóviles y motores de aviones, quema de biomasa, entre otros. El impacto de cada molécula de óxido nitroso es 230 veces más que una de dióxido de carbono y su permanencia en la atmosfera es de 120 a 150 años.

- **Monóxido de Carbono (CO).** Estos gases se forman principalmente por la quema de biomasa y la combustión incompleta de hidrocarburos fósiles en su mayoría por vehículos automotores.
- **Dióxido de Carbono (CO₂).** Es uno de los principales gases del calentamiento global, que proviene de procesos de combustión de madera, carbón petróleo o gas natural, centrales térmicas de electricidad, motores de los medios de transporte, etc.

Se estima que la contribución de este gas al calentamiento global es de 76 %, la más alta de todos los gases y su permanencia en la atmosfera es de 50 a 200 años.

- **Dióxido de azufre (SO₂).** este gas se genera básicamente por la combustión de hidrocarburos fósiles que poseen azufre y actividades naturales como las erupciones volcánicas. Y es uno de los precursores del ácido sulfúrico.
- **Metano (CH₄).** Este gas es producto de procesos como la descomposición de materia orgánica en ausencia de oxígeno por bacterias anaerobias, emisiones desde el tracto intestinal del ganado, también se produce por los escapes de depósitos naturales y actividades industriales.

El metano contribuye en un 13 % al calentamiento global, se estima que su efecto es 25 veces mayor al del dióxido de carbono y su permanencia en la atmosfera es de unos 12 años.

- **Ozono.** Este es un gas que se encuentra naturalmente en la atmosfera, en especial en la capa de ozono, pero cuando este se encuentra en capas más bajas es un gas contaminante.
- **Gases fluorados (HFC, PFC, SF₆).** Estas sustancias ya se encuentran presentes en la atmosfera de por sí, pero también se generan por múltiples usos industriales en sistemas de refrigeración, uso de aerosoles, entre otros.

El efecto que tienen estas sustancias es hasta 15 000 veces más que una molécula de CO₂ y su permanencia en la atmósfera es alrededor de 260 años, a excepción de los perfluorocarburos (PFC) que es de 50 000 años y los hexafluoruros de azufre (SF₆) que es de 3 200 años.

- **Fenómeno del Polvo del Sahara.** Es el polvo que proviene del desierto del Sahara hacia zonas del Caribe, centro y sur América a través del Océano Atlántico, en forma de bandas nubosas densas y se da por estaciones. Estos polvos contienen básicamente arcilla y minerales (hierro, zinc, cuarzo, dióxido de silicio (SiO₂) y óxido de aluminio (Al₂O₃).
- **Material Particulado (PM).** Son partículas sólidas y/o líquidas suspendidas en el aire con variadas formas y composiciones, se clasifican de acuerdo al tamaño en partículas gruesas, finas y ultrafinas. Las partículas gruesas tienen un diámetro >2.5 µm, las partículas finas tienen un diámetro entre 0.1 µm y 2.5 µm y las ultrafinas son aquellas que su diámetro es < 0.1 µm.

1.2.4. Categorías de las fuentes

Según **Martínez**¹² las emisiones provienen de diferentes fuentes dependiendo de las actividades de la humanidad y de los procesos de la naturaleza, es así que, para un inventario de emisiones, las fuentes se clasifican en:

- **Fuentes puntuales o fijas:** estas se caracterizan por ser estacionarias o estar en un punto fijo como podría ser las refinerías de petróleo, las plantas de energía, las industrias.
- **Fuentes de área:** se refiere a las actividades que, en su conjunto, es decir, en un área determinada afectan la calidad del aire, como puede ser el uso de madera, actividades agrícolas.

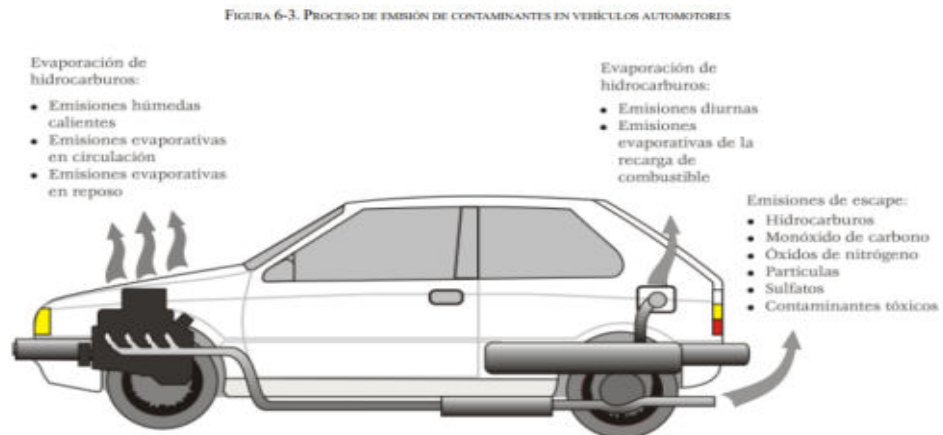
- **Fuentes naturales:** estas emisiones son producto de los fenómenos naturales, como erupciones de volcanes, descomposición de la materia orgánica, emisiones biogénicas (pastos, cultivos, bosques emiten hidrocarburos a la atmosfera), emisiones de suelos (es natural de los suelos, que se producen por el proceso de desnitrificación), los relámpagos (emisiones de NO_x), etc.
- **Fuentes Móviles (Vehículos automotores):** Son emitidas por vehículos motorizados que están diseñados para circular en la vía pública, como autobuses, automóviles, camiones, entre otros. Siendo estos los principales generadores de emisiones como COT, CO, NO_x, SO_x, PM y contaminantes tóxicos del aire.

1.2.5. Emisiones de vehículos automotores

Martínez¹² define que los vehículos automotores emiten gases contaminantes por diferentes procesos, como los que se dan a través de las emisiones de los tubos de escape, que se dan directamente por el tipo de combustible, y también otros procesos evaporativos como:

- **Emisiones húmedas calientes:** estas se dan cuando el motor se apaga, el combustible del sistema de dosificación se volatiliza por el calor del motor.
- **Emisiones evaporativas en circulación:** los gases que se emiten por fuga cuando el motor está en funcionamiento.
- **Emisiones diurnas:** se generan debido a las altas temperaturas del ambiente donde el combustible del tanque se volatiliza.
- **Emisiones evaporativas en reposo:** se genera por la permeabilidad o fuga de los conductos de combustible.
- **Emisiones evaporativas de la recarga de combustible:** las fugas que se generan al momento de recargar el combustible en los grifos.

Figura 1. Proceso de emisión de contaminantes en vehículos automotores



Fuente: Martínez¹²

1.2.6. Contaminantes emitidos por vehículos

Según Martínez (2005), en la guía de inventario de emisiones, señala una lista de verificación de categorías de fuentes, donde se encuentran las emisiones más significativas de las diferentes fuentes de categoría. A continuación, en la Tabla N°01 y 02, se muestra los contaminantes considerados para la estimación en caso de las fuentes móviles.

Tabla 1. Lista de verificación de categorías de fuentes de emisión de contaminantes

Categoría de Fuente	Contaminantes del Inventario															
	CO ₂	COV	CO	NO _x	SO _x	PM	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃	Ce _{le}	Org	HAPs	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CFCs
<i>Fuentes de área (continuación)</i>																
Residuos agrícolas	✓	✓							✓			✓				✓
Arado agrícola						✓	✓	✓		✓	✓	✓				
Incineración en sitio	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Manejo de residuos - quema a cielo abierto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Tratamiento de aguas residuales	✓	✓							✓			✓				✓
Canales abiertos de drenaje y aguas residuales	✓	✓							✓			✓				✓
Incendios forestales e incendios prescritos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Quemas controladas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Polvo de superficies pavimentadas						✓	✓	✓		✓	✓	✓				
Polvo de caminos no pavimentados						✓	✓	✓		✓	✓	✓				
<i>Fuentes móviles</i>																
Vehículos de trabajo ligero a gasolina (LDGV)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Camiones de trabajo ligero a gasolina (LDGT)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Martínez¹²

Tabla 2. Lista de verificación de categorías de fuentes de emisión de contaminantes

Categoría de Fuente	Contaminantes del Inventario															
	COT	COV	CO	NOx	SOx	PM	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃	Cele	Corg	HAPs	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CFCs
<i>Fuentes móviles (continuación)</i>																
Vehículos de trabajo pesado a gasolina (HDGV)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Vehículos diesel de trabajo ligero (LDDV)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Camiones diesel de trabajo ligero (LDGT)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Vehículos diesel de trabajo pesado (HDDV)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Motocicletas (MC)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Fuente: Martínez¹²

Por otro lado, la European Environment Agency (EMEP, 2019) señala que las emisiones más importantes generados por los vehículos motorizados; que provienen por la quema de combustibles fósiles como el petróleo, diésel, gas licuado de petróleo y gas natural; son el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (NMVOCs), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), el amoníaco (NH₃), el dióxido de azufre (SO₂), material particulado (PM), especies cancerígenas (PAHs y POPs), sustancias tóxicas y metales pesados.

1.2.7. Efectos de la contaminación atmosférica

- **Efectos en la salud:** Según Ubilla et al⁹ la contaminación del aire trae serias complicaciones a la población expuesta a ella, desde efectos fisiológicos imperceptibles hasta enfermedades, inclusive la muerte. Siendo los niños el grupo más propenso debido a que su sistema respiratorio aún no ha alcanzado su madurez, ocasionándoles exacerbaciones asmáticas y reducción en la función pulmonar.

Además, la **OMS**¹ afirma que el calentamiento global producto de la contaminación atmosférica provocará enfermedades infecciosas como la malaria, el cólera o el dengue por muchas más zonas del planeta.

- **Efectos en el ambiente:** la contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales más relevantes que viene atravesando el planeta tierra, la cual trae ciertas consecuencias para el medio ambiente. Debido a la emisión de gases generados por los diferentes sectores o industrias, estos gases acentúan el efecto invernadero acelerando así el calentamiento global, cuyas consecuencias se detallan a continuación:
 - Deshielo de masas glaciares: este deshielo a la vez genera la reducción del albedo (reflejo de energía solar) y la subida global del nivel del mar.
 - Inundaciones de islas y ciudades costeras: según el IPCC se estima que para el año 2100 el nivel del mar subirá entre 15 y 90 centímetros más alto que el actual.
 - Huracanes más devastadores: el aumento de la temperatura del mar intensifica más a los huracanes.
 - Migraciones de especies: el aumento progresivo de la temperatura obligará a que las especies migren a otras zonas.
 - Desertificación de zonas fértiles: el calentamiento global impacta profundamente en los procesos de degradación de los suelos y favorece la desertificación, como reconoció la ONU¹³ en el 2018, el 30 % de las tierras están degradadas y han perdido su valor real.
 - Impacto de la agricultura y la ganadería: el aumento de temperatura influye en la proliferación de insectos, hierbas invasoras y enfermedades que podrían afectar la cosecha, como también en la ganadería que, afectando la reproducción, el metabolismo de los animales.

1.2.8. Metodologías de estimación

Para el presente trabajo de investigación se utilizará la metodología de estimación de emisiones de la Agencia Ambiental Europea (EEA)¹⁴, presente en su guía de inventario de emisiones de contaminantes del aire (2019).

Esta metodología estima las emisiones de escape contenidas en combustibles (CO, NO_x, COVDM, CH₄, CO₂, N₂O, NH₃, SO_x, partículas de escape, PAH y COP, dioxinas y furanos, PCB, HCB y metales pesados) y el lubricante (plomo, arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, selenio y zinc).

Esta guía divide en cuatro grupos a los contaminantes en estudio de acuerdo al nivel de información disponible y el enfoque adoptado para el cálculo de emisiones.

A continuación, se detallan los grupos:

- **Grupo 1:** este grupo están los contaminantes para los cuales existe una información detallada como: factores de emisión específicos y condiciones del motor. Cubren diferentes situaciones de tráfico (urbano, rural, carretera).

Tabla 3. Contaminantes incluidos en el grupo 1

Contaminante
Monóxido de Carbono (CO)
Óxidos de Nitrógeno (NO _x : NO y NO ₂)
Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)
Metano (CH ₄)
COV distintos del metano (COVNM)
Óxido Nitroso (N ₂ O)
Amoniaco (NH ₃)
Material Particulado (PM)
Numero de partículas de materia y superficie

Fuente: (EEA)¹⁴

- **Grupo 2:** estos contaminantes se estiman en función del consumo de combustible.

Tabla 4. Contaminantes incluidos en el grupo 2

Contaminante
Dióxido de Carbono (CO ₂)
Dióxido de Azufre (SO ₂)
Plomo (Pb)
Arsénico (As)
Cadmio (Cd)
Cromo (Cr)
Cobre (Cu)
Mercurio (Hg)
Níquel (Ni)
Selenio (Se)
Zinc (Zn)

Fuente: (EEA) ¹⁴

- **Grupo 3:** son contaminantes para los cuales existe una ausencia de datos, por ello se aplica una metodología simplificada.

Tabla 5. Contaminantes

Contaminante
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y contaminantes orgánicos persistentes (COP)
Dibenzodioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF)
Bifenilos policlorados (PCB) y Hexaclorobenceno (HCB)

Fuente: (EEA) ¹⁴

- **Grupo 4:** contaminantes que se derivan como una fracción de las emisiones totales de COVDM.

Tabla 6. Contaminantes incluidos en el grupo 4

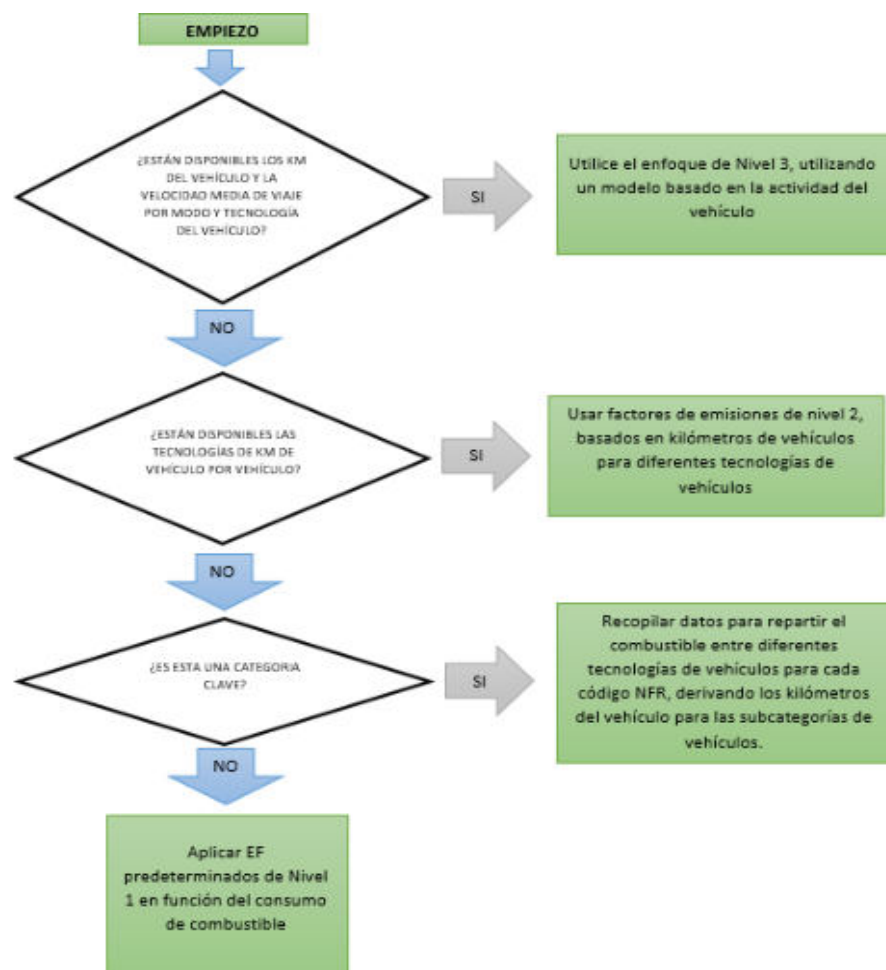
Contaminante
Alcanos (C _n H _{2n+2})
Alquenos (C _n H _{2n})
Alquinos (C _n H _{2n-2})
Aldehídos (C _n H _{2n} O)
Cetonas (C _n H _{2n} O)
Ciclo alcanos (C _n H _{2n})
Compuestos aromáticos

Fuente: (EEA) ¹⁴

- Elección del método

A continuación, en la Figura 2 se presenta un procedimiento que permite seleccionar un método para estimar las emisiones de escape del transporte por carretera. Este árbol de decisión es aplicable para todas las naciones.

Figura 2. Árbol de decisión para las emisiones de escape de transporte por carretera



Fuente: (EEA) ¹⁴

Nivel 1: el enfoque de Nivel 1 para las emisiones de escape utiliza la siguiente ecuación general:

$$E_i = \sum_j (\sum_m (FC_{j,m} \times E_{Fi,j,m}))$$

Donde:

E_i : emisión del contaminante i (g)

$FC_{j,m}$: consumo de combustible de la categoría de vehículos j usando combustible m (kg).

$E_{Fi,j,m}$: factor de emisión específico del consumo de combustible del contaminante i para la categoría de vehículos j y el combustible m (g/kg).

Nivel 2: el enfoque de Nivel 2 considera el combustible utilizado por diferentes categorías de vehículos y sus estándares de emisión. Por lo tanto, el usuario debe proporcionar la cantidad de vehículos y el kilometraje anual por tecnología (o la cantidad de vehículos-km por tecnología). Estos datos de vehículos-km se multiplican por los factores de emisión Nivel 2.

Por lo tanto, el algoritmo es el siguiente:

$$E_{i,j} = \sum_k (<M_{j,k}> \times E_{Fi,j,k}) \quad \text{o} \quad E_{i,j} = \sum_k (N_{j,k} \times M_{j,k} \times E_{Fi,j,k})$$

Donde:

$<M_{j,k}>$: distancia total anual recorrida por todos los vehículos de categoría j y tecnología k (veh-km)

$E_{Fi,j,k}$: factor de emisión específico de la tecnología del contaminante i para la categoría de vehículos j y la tecnología k (g/veh-km).

$M_{j,k}$: distancia media anual recorrida por vehículo de categoría j y tecnología k (km/veh)

$N_{j,k}$: número de vehículos de la flota nacional de categoría j y tecnología k .

Nivel 3: con este método las emisiones de escape se calculan utilizando una combinación de datos técnicos firmes (ej.: factores de emisión) y datos de la actividad (ej.: km total del vehículo).

Las emisiones de escape totales del transporte por carretera se calculan como la suma de las emisiones en caliente (cuando el motor está a su temperatura normal de funcionamiento) y las emisiones durante el funcionamiento transitorio del motor y cualquier dispositivo de postratamiento de gases de escape, se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$E_{total} = E_{hot} + E_{cold}$$

Donde:

E total : emisiones totales (g) de cualquier contaminante para la resolución espacial y temporal de la aplicación.

E hot : emisiones (g) durante el funcionamiento del motor estabilizado (caliente).

E cold : emisiones (g) durante el funcionamiento transitorio del motor térmico (arranque en frío).

1.3. Definición de términos básicos

- **Servicio de transporte de vehículos:** son autobuses que brindan el servicio de transporte a la población.
- **Autobus:** vehículo motorizado para pasajeros de gran capacidad y recorrido fijo dentro de una urbe o que une varias poblaciones.
- **Efecto invernadero:** es un fenómeno en el cual un conjunto de gases denominados gases de efecto invernadero (GEI) que conforman la atmósfera planetaria retienen la energía solar, ya que forman una capa que impide que los rayos reflejados por la tierra salgan, incrementando así la temperatura terrestre. **Sánchez¹⁵**

- **Cambio climático:** hace referencia al calentamiento global y sus efectos secundarios
- **Calentamiento global:** hace referencia al aumento de la temperatura de la superficie de la Tierra.
- **Combustión:** la combustión se entiende como toda reacción química que libera calor, que se desarrolla en fase gaseosa o heterogénea (líquido-gas, sólido-gas), puede o no manifestar llamas o radiaciones visibles. Pero si nos enfocamos en una reacción química, esta se produce en una reacción entre un material oxidable y el oxígeno, flúor, cloro, etc., los cuales se oxidan y liberan energía. **Salvi¹⁶**
- **Contaminantes atmosféricos:** son gases emitidas a la atmósfera producto de distintas actividades naturales y antropogénicas,
- **Contaminación atmosférica:** es la presencia de partículas o gases en el aire que pueden implicar daños para las personas y para el medio ambiente.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de hipótesis

El servicio de transporte colectivo de la carretera Iquitos – Nauta influye significativamente en la emisión de contaminantes atmosféricos.

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Identificación de las variables

- **Variable Independiente (VI)**

Servicio de transporte colectivo de la carretera Iquitos – Nauta.

Método Indirecto.

- **Variable dependiente (VD)**

La emisión de contaminantes atmosférico.

2.2.2. Operacionalización de las variables

Tabla 7.Operacionalización de variables

N°	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo por su Naturaleza	Escala	Unidad de Medida
1	Emisión de contaminantes atmosféricos	Gases producidos por la quema de combustibles fósiles que se emiten a la atmosfera	Factor de emisión de gases de efecto invernadero	Emisión de monóxido de carbono	Cuantitativa	continuo	Gramos
				Emisión de compuestos orgánicos volátiles	Cuantitativa	continuo	Gramos
				Emisión de óxidos de nitrógeno	Cuantitativa	continuo	Gramos
				Emisión de óxidos nitrosos	Cuantitativa	continuo	Gramos
				Emisiones de amoniaco	Cuantitativa	continuo	Gramos
				Emisiones de material particulado	Cuantitativa	continuo	Gramos
2	Servicio de Transporte Colectivo	Conjunto de vehículos asociados para transportar de un lugar a otro a la población.	kilometraje	Distancia de recorrido	Cuantitativa	continuo	kilómetros
3	Método Indirecto	Metodología para estimar cálculos hipotéticos de emisiones de gases de efecto invernadero	Modelo matemático	Cantidad de viajes	Cuantitativa	discreto	Unidad
				Cantidad de vehículos	Cuantitativa	discreto	Unidad
				Tipo de combustible	Cualitativa	nominal	Gasolina Diesel
				Categoría de Vehículo	Cualitativa	nominal	N1, N3, M1 M3-C3, ..
				Año de Fabricación	Cuantitativa	discreto	Unidad

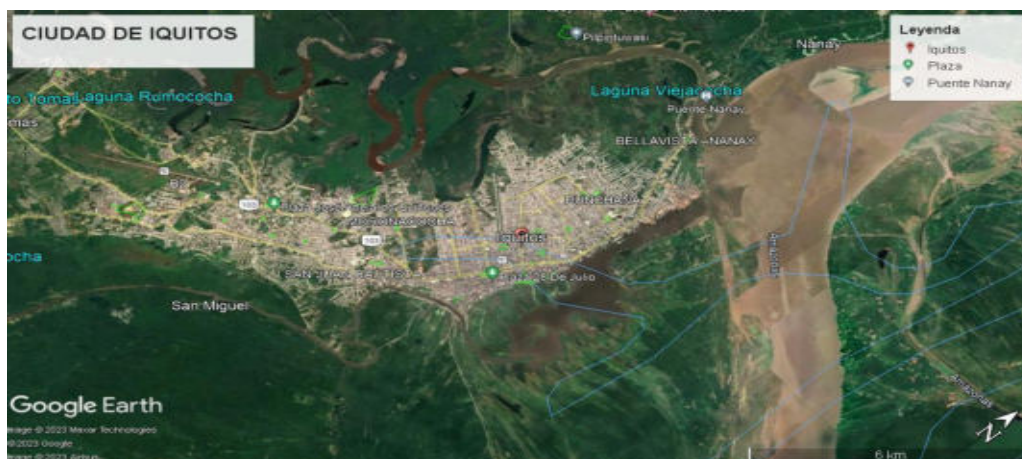
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizará en la ciudad de Iquitos, está ubicado en el noreste de Perú, al noreste de departamento de Loreto, y en el extremo sur de la Provincia de Maynas. Asentada en una llanura llamada la Gran Planicie, la ciudad tiene una extensión de 368,9 km² (142,4 mi²) y abarca parte de los distritos de Belén, Punchana y San Juan Bautista. Se encuentra aproximadamente en las coordenadas 03°43'46"S 73°14'18"O a 106 m s. n. m. Por ende, es la ciudad más septentrional del país.

Está rodeada por el Puerto de Iquitos que conforman los ríos Amazonas, Nanay e Itaya. Está situada a la orilla izquierda del Amazonas, el cual proporciona una significativa vida económica, que incluye el comercio y transporte.³² Los ríos Itaya y Nanay son límites naturales de su expansión física y por tanto obliga a una urbanización por derrame hacia el sur, existiendo también una ligera densidad poblacional hacia el Centro de Iquitos. Cerca de Iquitos también existe un sinnúmero de lagunas y cochas, prominentemente el lago Moronacocho, las cuales delimitan la ciudad por el oeste. Esta característica hidrográfica convierte a la ciudad en una isla fluvial.

Figura 3. Ubicación geográfica de Iquitos



3.2. Diseño metodológico

3.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación según su profundidad es de tipo descriptiva cuantitativa, ya que busca describir las emisiones de vehículos de transporte público. Además, según su temporalidad, el estudio es de tipo transversal, ya que se evaluarán las emisiones actuales (2023) sin hacer un análisis histórico de estas.

3.2.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es con enfoque no experimental descriptivo, ya que se evaluarán las emisiones atmosféricas de vehículos de transporte público, sin modificar las variables independientes o dependientes consideradas en este estudio.

3.3. Diseño muestral

3.3.1. Población

Según la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones – GRTC Loreto (2023), la cantidad de vehículos que brindan el servicio colectivo Iquitos – Nauta se muestran a continuación:

Tabla 8. Cantidad de vehículos

Agencia	N° de vehículos
Transporte Los Amigos	45
Transporte Grupo Jaén	50
Transporte Amazon Star	45
Transporte JR	32
Transporte Gilda López	15
TOTAL	187

3.3.2. Muestra

La muestra representativa para este estudio fue determinada por la ecuación del cálculo de tamaño de muestra de una población finita.

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N-1)E^2 + Z^2pq}$$

N: tamaño de la población (187)

p: probabilidad de ocurrencia (0.9)

q: probabilidad de no ocurrencia (0.1)

Z: nivel de confianza (distribución normal para un nivel de confianza al 95 %=1.96)

E=error (5%= 0.05)

$$n = \frac{(187)(1.96)^2(0.9)(0.1)}{(187-1)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.9)(0.1)}$$

$$n = 80$$

Empleando la ecuación con un nivel de confianza del 95% con una probabilidad de ocurrencia del 90% y un margen de error del 5%, la investigación se trabajará con una muestra de 80, representando así el 43% de la población.

Debido a que la población en estudio está dividida en agencias, utilizaremos el tipo de muestreo por conglomerados, seleccionando una cantidad de individuos de cada conglomerado, que sea proporcional a la cantidad de individuos de cada agencia con respecto a la población. Los individuos seleccionados de cada conglomerado serán seleccionados de manera aleatoria simple.

Tabla 9. Población de vehículos

Agencia	N(Población)	n (muestra)
	N° de vehículos	
Transporte Los Amigos	45	19
Transporte Grupo Jaén	50	21
Transporte Amazon Star	45	19
Transporte JR	32	14
Transporte Gilda López	15	7
TOTAL	187	80

Fuente: Elaboración propia

3.4. Procedimiento de recolección de datos

3.4.1. Técnicas utilizadas para la recolección de datos

La recolección de datos para el presente trabajo se realizará a través de la encuesta a los encargados de las agencias que brindan el servicio colectivo, como también se realizará una encuesta a los conductores.

A través de la encuesta a los encargados de las agencias se recolectará información general del servicio, como por ejemplo cuántos vehículos forman parte de la agencia, cuantas agencias realizan este servicio. mientras que con la encuesta a los conductores se obtendrá información específica como la cantidad de viajes, el tipo de combustible, la cantidad de combustible, etc.

El instrumento para este estudio que es la encuesta, será validado a través del juicio de experto ver Anexo N°3, el cual permita una mayor confianza a la investigación.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para la estimación de gases de efecto invernadero, se trabajará con la guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos 2019 de la Agencia Europea Ambiental (EEA), a través de la siguiente ecuación planteada:

$$E_{i,j} = \sum k (< M_{j,k} > \times E_{Fi,j,k}) \quad \text{o} \quad E_{i,j} = \sum k (N_{j,k} \times M_{j,k} \times E_{Fi,j,k})$$

Donde:

<M_{j,k}>: distancia total anual recorrida por todos los vehículos de categoría j y tecnología k (veh-km)

E_{Fi,j,k}: factor de emisión específico de la tecnología del contaminante i para la categoría de vehículos j y la tecnología k (g/veh-km).

M_{j,k}: distancia media anual recorrida por vehículo de categoría j y tecnología k (km/veh)

N_{j,k}: número de vehículos de la flota nacional de categoría j y tecnología k.

Para emplear la fórmula planteada se requiere datos específicos (la distancia recorrida del trayecto, el número de vehículos y el factor de emisión), los cuales serán procesados en una hoja de cálculo Excel.

3.5.1. Para determinar la distancia recorrida

La distancia de la carretera Iquitos- Nauta es una longitud conocida, la cual se relacionará con la cantidad de viajes que realiza cada vehículo de la muestra, para obtener la distancia recorrida total.

3.5.2. Número de vehículos

La información de la cantidad de vehículos que brinda el servicio colectivo de Iquitos-Nauta se obtuvo de la base de datos del departamento de Transporte Terrestre de la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones Loreto.

3.5.3. Factor de emisión

Para seleccionar que factor de emisión vamos a emplear se requiere conocer la categoría de vehículo y el tipo de combustible.

3.5.4. Para estimar la emisión de los contaminantes atmosféricos

Esta investigación estimará los contaminantes atmosféricos más representativos provenientes del tubo de escape de los autobuses que brindan el servicio de transporte colectivo Iquitos – Nauta, entre estos tenemos al monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles (COVMN), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el óxido nitroso (N₂O), el amoniaco (NH₃) y el material particulado (PM).

A continuación, en la Tabla 10 se muestra los factores de emisión para cada contaminante atmosférico, según la tecnología del vehículo.

Tabla 10. Factores de emisión de escape de nivel 2 para autobuses de acuerdo a su tecnología y al tipo de combustible

Tipo	Tecnología	CO	NM VOC	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM _{2.5}
Unidad		g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Notas			Dada como THC-CH ₄	Dada como NO ₂ equivalente			PM _{2.5} =PM ₁₀ =T SP
Petroleo pequeño	EURO 4 - 98/69/EC II	0.092	0.014	0.58	0.01	0.0010	0.0314
	EURO 5 - EC 715/2007	0.049	0.010	0.55	0.004	0.0019	0.021
	EURO 6 a/b/c	0.040	0.010	0.45	0.004	0.0019	0.0015
	EURO 6 d-temp	0.040	0.010	0.35	0.004	0.0019	0.0015
	Euro 6 d	0.040	0.010	0.17	0.004	0.0019	0.0015
Gasolina pequeño	EURO 4 - 98/69/EC II	0.67	0.48	0.056	0.002	0.0339	0.0011
	EURO 5 - EC 715/2007	0.67	0.48	0.056	0.0013	0.0123	0.0014
	EURO 6 a/b/c	0.67	0.48	0.056	0.0013	0.0123	0.0014
	EURO 6 d-temp	0.67	0.48	0.056	0.0013	0.0123	0.0016
	Euro 6 d	0.67	0.48	0.056	0.0013	0.0123	0.0016

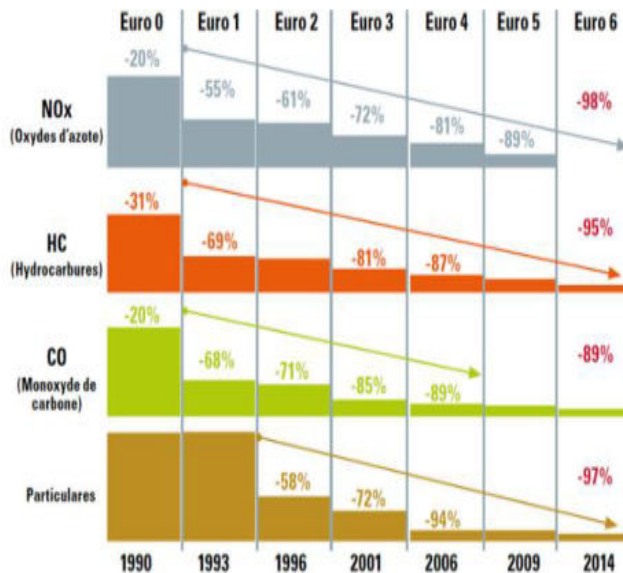
Fuente: (EEA) ¹⁴

- Determinar la tecnología del vehículo

La tecnología del vehículo está basada en la Norma Euro, la cual es un conjunto de requisitos que regulan los límites aceptables para las emisiones de gases de combustión interna de los vehículos, cabe señalar que esta norma se aplica para los dos tipos de motores de combustión interna como los son de tecnología diésel y gasolina. A partir del año 1992 entro en vigor la 1era norma EURO I, y cada 4 años se actualiza con nuevos requisitos, a

través de las cuales se pide a los fabricantes implementar y acondicionar nuevas tecnologías para reducir las emisiones.

Figura 4. Reducción de gases con la implementación de cada una de las normas EURO



Posterior a la información proporcionada sobre la Norma Euro, en el estudio identificaremos la tecnología del vehículo de acuerdo a su año de fabricación, esto es importante para elegir el factor de emisión de cada contaminante.

- **Determinar la emisión de contaminantes atmosféricos**

Para la determinación de todos los contaminantes atmosféricos se aplicará una fórmula general detallada en el punto 4.5, donde se tiene en cuenta la distancia recorrida, el número de vehículos y el factor de emisión. Donde la distancia recorrida será la misma para todos los vehículos debido a que es un único trayecto, el número de vehículos variará según la tecnología y el factor de emisión variará de acuerdo a la tecnología y al tipo de contaminante atmosférico.

3.6. Aspectos éticos

Esta investigación busca ser un aporte para el estudio de emisiones de contaminantes atmosféricos y así ser un avance en el desarrollo de nuevas tecnologías con fines de salvaguardar el bienestar de la población, bajo principios éticos como la confidencialidad de la recolección de los datos, cuidando la privacidad de los encuestados, respeto del derecho de autor de la información recabada y confiabilidad del estudio a través de una encuesta validada por medio de expertos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Estimación de contaminantes atmosféricos

4.1.1. Cantidad de vehículos

La cantidad de vehículos que brindan el servicio colectivo Iquitos – Nauta se obtuvo de la base de datos de la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones de Loreto (GRTC).

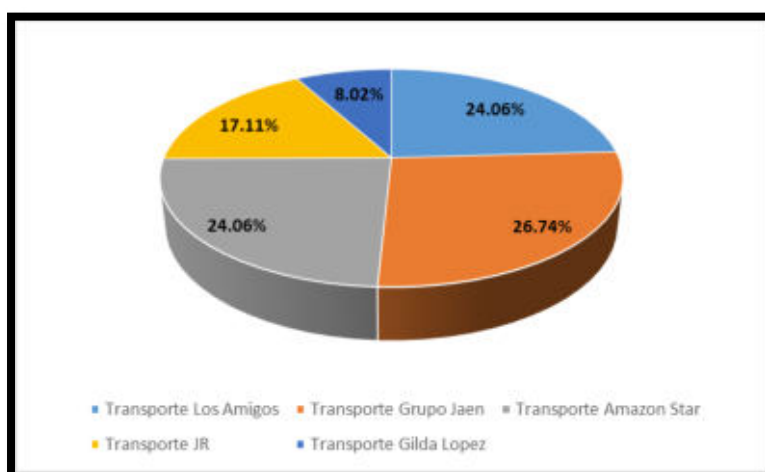
Según los datos obtenidos son cinco agencias las que se dedican al servicio de transporte colectivo Iquitos-Nauta. A continuación, se muestra la cantidad de vehículos por Agencia de Transporte y su porcentaje.

Tabla 11. Cantidad de vehículos por agencia

Agencia	N° De Vehiculos	Porcentaje
Transporte Los Amigos	45	24.06%
Transporte Grupo Jaen	50	26.74%
Transporte Amazon Star	45	24.06%
Transporte JR	32	17.11%
Transporte Gilda Lopez	15	8.02%
TOTAL	187	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Porcentaje de vehículos por agencia



Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Distancia recorrida

La distancia de las agencias de transporte de la ciudad de Iquitos y las agencias de Transporte de la ciudad de Nauta es de 99.1 km aproximadamente. Teniendo en consideración que para el estudio la distancia recorrida se considera el recorrido de ida y vuelta del vehículo, lo cual nombramos como “un viaje”.

Figura 6. Distancia de paraderos de colectivos Iquitos – Nauta



Fuente: Google Maps

4.1.3. Resultados de la encuesta

1) Tipo de combustible

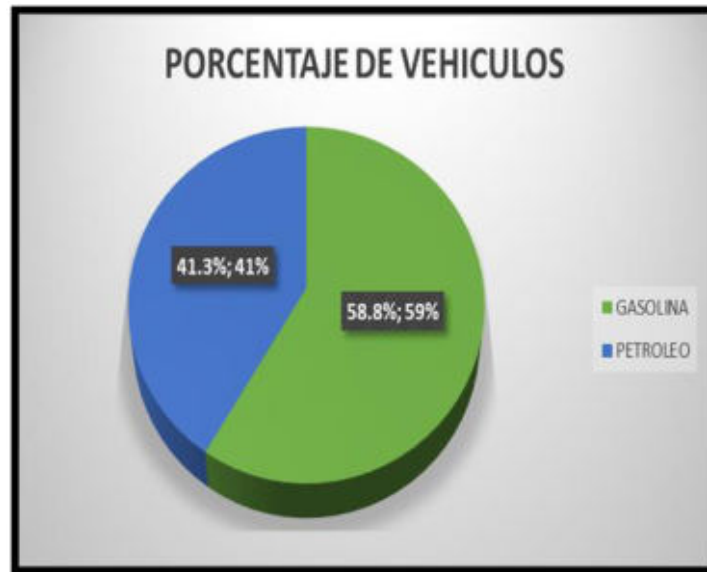
A continuación, se muestra el porcentaje de vehículos según el tipo de combustible, cabe resaltar también que esto se da de acuerdo a la categoría también. En el estudio identificamos dos categorías vehiculares M1 y M2, los vehículos de categoría M1 utilizan gasolina y su capacidad de personas es de 4 a 6 personas mientras que los vehículos de categoría M2 utilizan petróleo y su capacidad es de 15 personas.

Tabla 12. Cantidad de Vehículos según tipo de combustible

TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD	PORCENTAJE DE VEHICULOS
GASOLINA	47	58.8%
PETROLEO	33	41.3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Porcentaje de vehículos según tipo de combustible



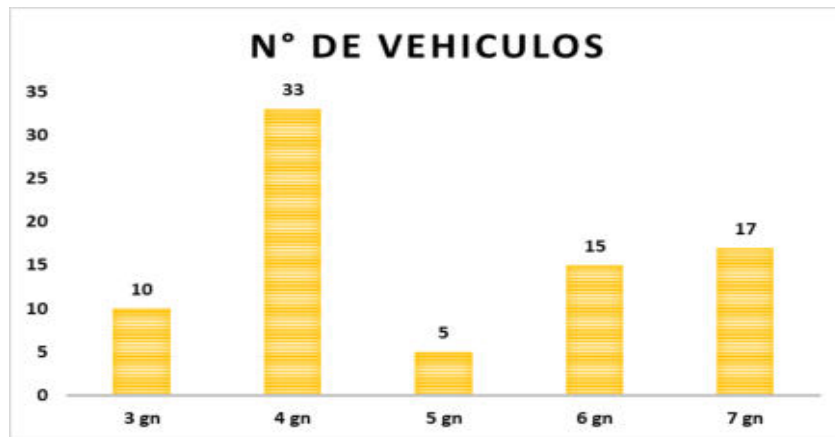
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De acuerdo a la población se estima que en su mayoría los vehículos tienen como combustible la gasolina a comparación del petróleo con un margen de 7.5%. Lo cual influye en la estimación de contaminantes atmosféricos.

2) Cantidad de combustible por viaje

La cantidad de combustible se midió en galones y se consideró los galones totales que el vehículo consume para realizar un viaje (ida y vuelta) en su mayoría los vehículos a base de gasolina utilizan entre 3 a 5 gn, mientras que los vehículos a base de petróleo utilizan entre 6 y 7 gn.

Figura 8. Cantidad de vehículos según número de galones de combustible



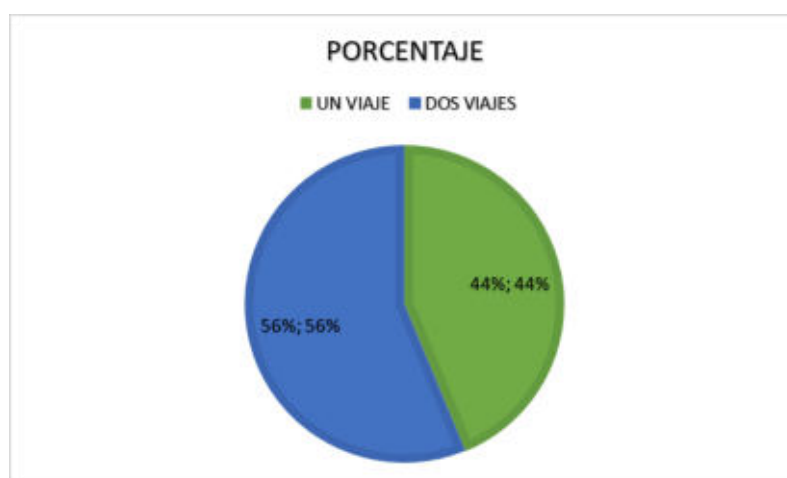
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De la muestra estudiada en su mayoría con un valor de 33 vehículos consumen 4gn de gasolina, seguido por 17 vehículos que consumen 7 gn de petróleo por cada viaje que realizan.

3) Número de viajes diarios

El número de viaje de cada unidad vehicular es importante para la estimación de contaminantes atmosféricas, ya que no permite estimar el recorrido que realizan, teniendo en consideración que un viaje hace referencia al recorrido de ida y vuelta del vehículo desde el punto de partida al punto de llegada.

Figura 9. Número de viajes por unidad vehicular



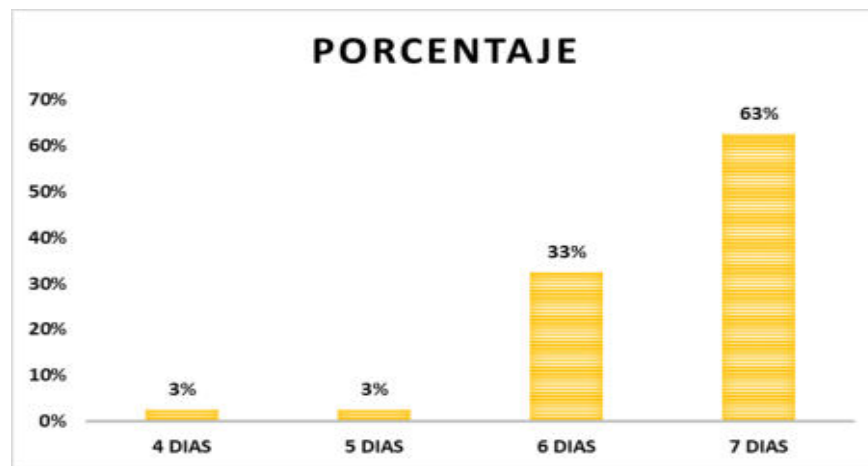
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En su mayor porcentaje con un valor de 56% los vehículos de transporte colectivo Iquitos-Nauta realizan un viaje diario, y un 44% realiza hasta dos viajes diarios, esto se debe a la distancia que recorren y al turno que tiene cada unidad vehicular para su salida.

4) Número de días trabajados a la semana

La cantidad de días a la semana que trabaja un conductor en el servicio de transporte colectivo va a depender de la decisión propia de conductor y de la demanda de la población.

Figura 10. Días trabajados a la semana



Fuente: Elaboración propia

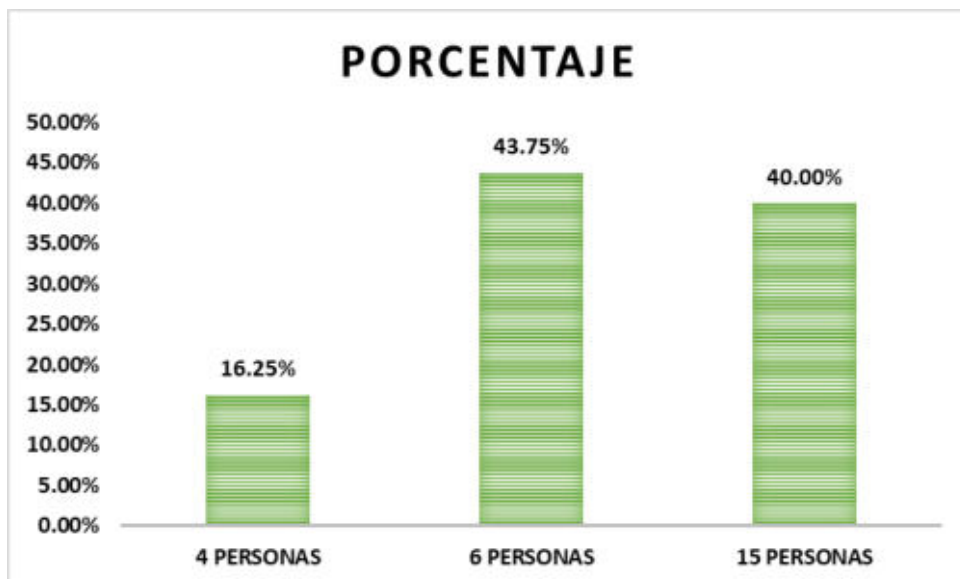
Interpretación: En su mayoría con un valor porcentual de 63% los conductores suelen trabajar los 7 días a la semana, seguido por un 33% que trabajan 6 días, esto es una decisión de los conductores, ellos deciden cuantos días trabajar a la semana.

5) Cantidad de personas que se movilizan

Las personas que se movilizan va a depender de la capacidad de los vehículos, según la categoría los vehículos M1 tienen capacidad de 6

personas y 4 personas, mientras que los vehículos M2 tienen capacidad de 15 personas.

Figura 11. Cantidad de personas que se movilizan



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Hay mayor cantidad de salida de vehículos con capacidad de 6 personas representando un 43.75%, seguido los vehículos de 15 personas siendo el 40%, mientras que el 16.25% es de capacidad de 4 personas.

6) Categoría vehicular

Existen diferentes categorías vehiculares de acuerdo a su función, los vehículos en este estudio son de categoría M, se denomina así a vehículos automotores de 4 ruedas o más diseñados para el transporte de personas.

Donde:

M1: de hasta 9 asientos (incluido el conductor)

M2: de más de 9 asientos (incluido el conductor) y PBV de hasta 5 toneladas

M3: de más de 9 asientos (incluido el conductor) y PBV mayor a 5 toneladas

Tabla 13. Categoría vehicular

CATEGORÍA	N° DE VEHICULOS	N° DE VEHICULOS
M1	47	58.75%
M2	33	41.25%
TOTAL	80	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: las categorías vehiculares del servicio de transporte colectivo Iquitos – Nauta en su mayoría con un valor de 58.25% son M1 y el resto son categoría M2.

7) Tipo de tecnología según el año de fabricación del vehículo

La tecnología del vehículo la determinamos según el año de fabricación, dentro del estudio se identificaron vehículos de tecnología EURO 4, 5 y 6. La tecnología es importante porque va a influir en la cantidad y tipo de contaminante atmosférico.

Tabla 14. Tecnología de vehículo

TECNOLOGIA	N° DE VEHICULOS	N° DE VEHICULOS
EURO 4 (2006-2008)	4	5%
EURO 5 (2009-2013)	5	6%
EURO 6 (2014 a más)	71	89%
TOTAL	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: la flota de vehículos de servicio colectivo Iquitos – Nauta, en gran porcentaje (89%) son de última tecnología EURO 6, lo que quiere decir que son vehículos relativamente nuevos, pero también se identificaron vehículos de tecnología EURO 4 (5%) y EURO 5 (6%).

4.1.4. Cálculo de emisiones de contaminantes atmosféricos

a) Cálculo de las emisiones de Transporte Jaén

Tabla 15. Contaminantes atmosféricos del transporte Jaén

N°	AGENCIA	TIPO DE COMBUSTIBLE	CATEGORIA	NORMA EURO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
					DISTANCIA RECORRIDA DE IDA	NUMERO DE VIAJES (IDA-VUELTA)	NUMERO DE DIAS A LA SEMANA DE TRABAJO	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA/ SEMANA (A*B*C*2)	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA/ AÑO (D*52)	CO (g/km) (E*F)	NMVOG (g/km) (E*G)	(g/km)NO _x (E*H)	N ₂ O (g/km) (E*I)	(g/km) NH ₃ (E*J)	(g/km) PM _{2.5} (E*K)
1	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
2	GRUPO JAEN	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
3	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	8245.1	206.1	9275.8	82.5	39.2	30.9
4	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 5	99.1	2	4	1585.6	11778.7	577.2	117.8	6478.3	47.1	22.4	247.4
5	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 5	99.1	1	7	1387.4	10306.4	505.0	103.1	5668.5	41.2	19.6	216.4
6	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	6	1189.2	8834.1	3533.6	88.3	3975.3	35.3	16.8	13.3
7	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
8	GRUPO JAEN	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
9	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	6	1189.2	8834.1	3533.6	88.3	3975.3	35.3	16.8	13.3
10	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
11	GRUPO JAEN	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
12	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	7067.2	176.7	7950.7	70.7	33.6	26.5
13	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
14	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	2	4	1585.6	11778.7	4711.5	117.8	5300.4	47.1	22.4	17.7
15	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
16	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 5	99.1	1	7	1387.4	10306.4	505.0	103.1	5668.5	41.2	19.6	216.4
17	GRUPO JAEN	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
18	GRUPO JAEN	gasolina	M1	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	6905.3	4947.1	577.2	577.2	126.8	14.4
19	GRUPO JAEN	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	5	1982	14723.4	9864.7	7067.2	824.5	824.5	181.1	20.6
20	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
21	GRUPO JAEN	petroleo	M2	EURO 5	99.1	2	7	2774.8	20612.8	1010.0	206.1	11337.0	82.5	39.2	432.9
TOTAL										120517.2	49176.3	92981.4	6254.5	1560.2	1445.5

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para el presente estudio se encuestaron 21 unidades vehiculares del Grupo de Transporte Jaén, para lo cual se realizó las estimaciones de contaminantes atmosféricos para cada unidad vehicular. Como se puede observar en la tabla la cantidad de contaminantes estimados varía para cada vehículo, esto se debe a que poseen diferentes características. La estimación de la muestra que se realizó fue proyectada a un año.; siendo así que la cantidad total de emisiones contaminantes que emiten las 21 unidades vehiculares del grupo de transporte Jaén en un año son de 12517.2 g/km CO, 49176.3 g/km NMVOC, 92981.4 g/km NO_x, 6254.5 g/km N₂O, 1560.2 g/km NH₃, 1445.5 g/km PM_{2.5}.

b) Cálculo de las emisiones de Transporte Los Amigos

Tabla 16. Contaminantes atmosféricos de Transporte Los Amigos

N°	AGENCIA	TIPO DE COMBUSTIBLE	CATEGORIA	NORMA EURO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
					DISTANCIA RECORRID A DE IDA	NUMERO DE VIAJES (IDA-VUELTA)	NUMERO DE DIAS A LA SEMANA DE TRABAJO	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA / SEMANA (A*B*C*)	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA / AÑO (D*52)	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	(g/km)NO _x	N ₂ O (g/km)	(g/km) NH ₃	(g/km) PM _{2.5}
										(E*F)	(E*G)	(E*H)	(E*I)	(E*J)	(E*K)
1	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
2	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
3	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
4	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
5	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
6	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 4	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	11543.2	41.2	698.8	22.7
7	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
8	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	1	6	1189.2	8834.1	5918.8	4240.3	494.7	494.7	108.7	12.4
9	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
10	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
11	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	1	6	1189.2	8834.1	5918.8	4240.3	494.7	494.7	108.7	12.4
12	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
13	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
14	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
15	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
16	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
17	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
18	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
19	LOS AMIGOS	gasolina	M1	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	6905.3	4947.1	577.2	577.2	126.8	14.4
TOTAL										229847.4	164666.8	29600.0	18098.0	4664.8	474.1

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se seleccionaron 19 unidades vehiculares del grupo de transporte Los Amigos, los cuales fueron encuestados, los vehículos de esta agencia son de categoría M1 y en su mayoría tecnología EURO 6, y el tipo de combustible que utilizan es gasolina, ya que las características de los vehículos son similares no varía mucho la cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos por cada categoría vehicular. En su totalidad se obtuvo una emisión de 229847.4 g/km CO, 164666.8 g/km NMVOC, 29600 g/km NO_x, 18098 g/km N₂O, 4664.8 g/km NH₃, 474.1 g/km PM_{2.5}.

c) Cálculo de las emisiones de Transporte Amazon Star

Tabla 17. Contaminantes atmosféricos de Transporte Amazon Star

N°	AGENCIA	TIPO DE COMBUSTIBLE	CATEGORIA	NORMA EURO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
					DISTANCIA RECORRID A DE IDA	NUMERO DE VIAJES (IDA-VUELT)	NUMERO DE DIAS A LA SEMANA DE TRABAJO	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA / SEMANA (A*B*C*)	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA / AÑO (D*52)	CO (g/km) (E*F)	NMVOC (g/km) (E*G)	(g/km)NO _x (E*H)	N ₂ O (g/km) (E*I)	(g/km) NH ₃ (E*J)	(g/km) PM _{2.5} (E*K)
1	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
2	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
3	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 4	99.1	1	7	1387.4	10306.4	948.2	144.3	5977.7	103.1	10.3	323.6
4	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 4	99.1	1	7	1387.4	10306.4	948.2	144.3	5977.7	103.1	10.3	323.6
5	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	6	1189.2	8834.1	3533.6	88.3	3975.3	35.3	16.8	13.3
6	AMAZON STAR	gasolina	M1	EURO 5	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	23.0	217.3	24.7
7	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
8	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
9	AMAZON STAR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
10	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 4	99.1	1	7	1387.4	10306.4	948.2	144.3	5977.7	103.1	10.3	323.6
11	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	7067.2	176.7	7950.7	70.7	33.6	26.5
12	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
13	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
14	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	7067.2	176.7	7950.7	70.7	33.6	26.5
15	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	6	1189.2	8834.1	3533.6	88.3	3975.3	35.3	16.8	13.3
16	AMAZON STAR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
17	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
18	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	6	1189.2	8834.1	3533.6	88.3	3975.3	35.3	16.8	13.3
19	AMAZON STAR	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
TOTAL										98046.3	28731.3	85996.6	3053.1	993.2	1265.6

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Del grupo de transporte Amazon Star se seleccionaron 19 unidades vehiculares, las características de estos vehículos son diferentes, se encuentran vehículos a base de petróleo y gasolina, vehículos de categoría M1 y M2, tecnología EURO 4, 5 y 6 y la distancia de recorrido anual varía de acuerdo a la cantidad de días que trabajan en 1 semana.

Se estimó la emisión de contaminantes de cada unidad vehicular obteniendo un total de 98046.3 g/km CO, 28731.3 g/km NMVOC, 85996.6 g/km NO_x, 3053.1 g/km N₂O, 993.2 g/km NH₃, 1265.6 g/km PM_{2.5}.

d) Cálculo de las emisiones de Transporte JR

Tabla 18. Contaminantes atmosféricos de Transporte JR

N°	AGENCIA	TIPO DE COMBUSTIBLE	CATEGORIA	NORMA EURO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
					DISTANCIA RECORRID A DEIDA	NUMERO DE VIAJES (IDA-VUELT	NUMERO DE DIAS A LA SEMANA DE TRABA	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA / SEMANA (A*B*C*	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA / AÑO (D*52)	CO (g/km) (E*F)	NMVOC (g/km) (E*G)	(g/km)NO _x (E*H)	N ₂ O (g/km) (E*I)	(g/km) NH ₃ (E*J)	(g/km) PM _{2.5} (E*K)
1	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
2	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
3	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	6905.3	4947.1	577.2	577.2	126.8	14.4
4	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
5	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
6	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	6905.3	4947.1	577.2	577.2	126.8	14.4
7	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
8	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
9	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
10	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	1	5	991	7361.7	4932.3	3533.6	412.3	412.3	90.5	10.3
11	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
12	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
13	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
14	JR	gasolina	M1	EURO 6	99.1	1	6	1189.2	8834.1	5918.8	4240.3	494.7	494.7	108.7	12.4
TOTAL										156848.7	112369.2	13109.7	13109.7	2879.5	327.7

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se seleccionaron 14 unidades vehiculares del grupo de transporte JR, estas unidades vehiculares cuentan con características similares como tipo de combustible gasolina, categoría vehicular M1, tecnología EURO 6, a diferencia del recorrido que varía un poco.

Se estimó la cantidad de emisiones de contaminantes atmosféricos anual de cada unidad vehicular obteniendo como total 156848.7 g/km CO, 112369.2 g/km NMVOC, 13109.7 g/km NO_x, 13109.7 g/km N₂O, 2879.5 g/km NH₃, 327.7 g/km PM_{2.5}.

e) Cálculo de las emisiones de Transporte Gilda López

Tabla 19. Contaminantes atmosféricos de Transporte Gilda López

N°	AGENCIA	TIPO DE COMBUSTIBLE	CATEGORIA	NORMA EURO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
					DISTANCIA RECORRIDA DE IDA	NUMERO DE VIAJES (IDA-VUELTAS)	NUMERO DE DIAS A LA SEMANA DE TRABAJO	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA / SEMANA	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA / AÑO (D*52)	CO (g/km)	NMVOG (g/km)	(g/km)NO _x	N ₂ O (g/km)	(g/km) NH ₃	(g/km) PM _{2.5}
								(A*B*C*)	(D*52)	(E*F)	(E*G)	(E*H)	(E*I)	(E*J)	(E*K)
1	GILDA LOPEZ	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	6	1189.2	8834.1	3533.6	88.3	3975.3	35.3	16.8	13.3
2	GILDA LOPEZ	petroleo	M2	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	4122.6	103.1	4637.9	41.2	19.6	15.5
3	GILDA LOPEZ	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	6	2378.4	17668.1	11837.6	8480.7	989.4	989.4	217.3	24.7
4	GILDA LOPEZ	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
5	GILDA LOPEZ	gasolina	M1	EURO 6	99.1	1	7	1387.4	10306.4	6905.3	4947.1	577.2	577.2	126.8	14.4
6	GILDA LOPEZ	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
7	GILDA LOPEZ	gasolina	M1	EURO 6	99.1	2	7	2774.8	20612.8	13810.6	9894.1	1154.3	1154.3	253.5	28.9
TOTAL										67830.8	43301.6	13642.7	5106.1	1141.1	154.4

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se seleccionaron 7 unidades vehiculares del Grupo de transporte Gilda López, cuyas características varían se identificaron vehículos a base de gasolina y petróleo, categoría M1 y M2, tecnología EURO 6 y la distancia recorrida anual varía de acuerdo a la cantidad de días laborados a la semana.

Se estimó la cantidad de emisiones de contaminantes atmosféricos anual de cada unidad vehicular, obteniendo como total 67830.8 g/km CO, 43301.6 g/km NMVOC, 13642.7 g/km NO_x, 5106.1 g/km N₂O, 1141.1 g/km NH₃, 154.4 g/km PM_{2.5}

4.1.5. Estimación General

Se pretende estimar la emisión de contaminantes atmosféricos anuales de toda la población de vehículos que brindan el servicio de transporte colectivo Iquitos – Nauta, para ello se seleccionó una muestra, dentro de la muestra se seleccionaron una cantidad de individuos de cada conglomerado proporcional a la cantidad de individuos de cada agencia de la población.

En la tabla N° 20 Se puede observar la cantidad total de emisiones de contaminantes atmosféricos emitidos por cada agencia, ese total se promedió y se multiplicó por la cantidad de unidades vehiculares que posee cada agencia, lo cual nos permitió proyectar las emisiones totales.

Tabla 20. Contaminantes Atmosféricos del Servicio de Transporte Colectivo Iquitos – Nauta 2023

AGENCIA	N° DE VEHICULOS	CO (g/km)	NM VOC (g/km)	(g/km)NO _x	N ₂ O (g/km)	(g/km) NH ₃	(g/km) PM _{2.5}
JAEN	50	286945.6	117086.3	221384.3	14891.7	3714.9	3441.8
LOS AMIGOS	45	544375.5	390000.4	70105.2	42863.8	11048.3	1122.9
AMAZON STAR	45	232214.8	68047.8	203676.2	7230.9	2352.4	2997.5
JR	32	358511.3	256843.9	29965.1	29965.1	6581.6	749.1
GILDA LPEZ	15	145351.8	92789.2	29234.4	10941.6	2445.1	331.0
TOTAL		1567399.0	924767.6	554365.2	105893.1	26142.3	8642.3

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en la tabla anterior, cada agencia con su cantidad total de unidades vehiculares y la cantidad de emisiones de cada contaminante atmosférico, dicha estimación fue proyectada a un año. Obteniendo como resultado que las unidades vehiculares del servicio de transporte colectivo Iquitos – Nauta emiten anualmente 1 567 399.0 g/km de CO (Monóxido de carbono), 924 767.6 g/km NMVOC (compuestos orgánicos volátiles distintos del metano), 554 365.2 g/km NO_x (Óxidos de nitrógeno), 105 893.1 g/km N₂O (Óxido nitroso), 26 142.3 g/km NH₃ (Amoniac), 8 642.3 g/km PM_{2.5} (Material particulado).

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Del presente estudio es resaltante que la cantidad de contaminantes atmosféricos que se emiten del tubo de escape de un vehículo va a depender de dos factores principales, uno el tipo de combustible, y por otro lado la tecnología del vehículo.

Enfocándonos en el primer punto, tipo de combustible, se analizó que los vehículos a base de petróleo emiten menos contaminantes como el monóxido de carbono, los compuestos orgánicos volátiles y el amoníaco, en comparación con los vehículos a gasolina; pero lo contrario con los contaminantes como los óxidos de nitrógeno, el material particulado y el óxido nitroso, ya que producen más que los vehículos a gasolina.

Por otro lado, el tipo de tecnología es un punto que influye en la emisión, como se puede observar en la Tabla 10, el factor de emisión de cada contaminante varía de acuerdo a la tecnología, a mayor tecnología (EURO 6) menor porcentaje de emisión de contaminantes, esto se debe a que, bajo normativa, los vehículos más actualizados van mejorando los filtros para una mayor purificación de gases provenientes del tubo de escape.

Ahora si bien con este estudio estimamos la cantidad de emisiones de contaminantes del servicio de transporte colectivo Iquitos – Nauta. Nos detenemos a comparar el beneficio de estas unidades vehiculares, como bien sabemos solo se identificaron 2 categorías vehiculares, la M1 y la M2, los M1 tienen una capacidad de 4 a 6 personas, mientras que los M2 tienen una capacidad de 15. Por ello se elaboró un cuadro comparativo de emisiones de vehículos a base de gasolina y petróleo.

Tabla 21. Tabla comparativa de emisiones contaminantes

TIPO DE VEHICULO	N° DE PERSONAS	DISTANCIA (km)	EMISION DE CONTAMINANTES					
			CO	NM VOC	NOX	N2O	NH3	PM2.5
M1 (GASOLINA)	15	1	2.68	1.92	2.24	0.0052	0.492	0.0064
M2 (PETROLEO)	15	1	0.4	0.01	0.17	0.004	0.0019	0.0015
DIFERENCIA			7	192	13	1	259	4

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se comparó cuanto emiten los vehículos transportando la misma cantidad de personas a una misma distancia de 1 km. Como se puede observar los vehículos a base de petróleo emiten 7 veces menos CO, 192 veces menos NMVOC, 13 veces menos NO_x, 0.0008 menos de N₂O, 259 veces menos de NH₃, 4 veces menos de PM_{2.5}

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos del presente trabajo en base a los objetivos se llegó a las siguientes conclusiones:

- Para el estudio se identificaron cinco agencias que realizan el Servicio de Transporte colectivo Iquitos – Nauta: Transporte Los Amigos, Transporte Jaén, Transporte Amazon Star, Transporte JR y Transporte Gilda López, todas estas agencias hacen un total de 187 unidades vehiculares, de los cuales se seleccionó 80 unidades como muestra representativa,
- En base a la información obtenida de la aplicación Google Maps se determinó que la distancia recorrida de los vehículos por viaje es de 198.2 km, desde el punto de partida hasta el punto final, ida y vuelta, ya que el trayecto es único, no varía dicha distancia.
- Se conoció que en mayor porcentaje las unidades vehiculares utilizan de combustible la gasolina (58.8%) y el resto utiliza petróleo, el margen de diferencia no es muy amplio, esto se debe básicamente al tipo de vehículo. En cuanto al tipo de vehículo, varía según categoría, en este estudio se identificaron: categoría M1 y M2, siendo los más representativos los de categoría M1 con un porcentaje de 58.8, en relación al tipo de combustible, los de categoría M1 utilizan gasolina y M2 petróleo.
- Según el estudio se identificaron vehículos de tecnología Euro 4, Euro 5 y Euro 6, de los cuales en su mayoría con un 89% son Euro 6, lo que quiere decir que los vehículos no son tan antiguos, y esto influencia en la cantidad y tipo de contaminantes atmosféricos.
- Los contaminantes atmosféricos estimados fueron el Monóxido de Carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (NMVOC), los óxidos de

nitrógeno (NO_x), el Óxido Nitroso (N_2O), el Amoniacó (NH_3) y el Material Particulado ($\text{PM}_{2.5}$), estos gases son los más representativos provenientes del tubo de escape de los vehículos.

- Se estimó que el servicio de Transporte colectivo Iquitos – Nauta en el año 2023 emitió 1 567 399.0 g/km de CO, 924 767.6 g/km NMVOC, 554 365.2 g/km NO_x , 105 893.1 g/km N_2O , 26 142.3 NH_3 , 8 642.3 g/ km $\text{PM}_{2.5}$. De los cuales se puede observar que el monóxido de carbono es emitido en mayor porcentaje en comparación a los demás.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

El presente trabajo se realizó como un aporte al diagnóstico de emisión de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Iquitos de una parte de la población vehicular, en base a los análisis de los resultados se establecieron las siguientes recomendaciones:

- El 89% de los vehículos son de última tecnología, pero aún hay un 11% de tecnología antigua que se recomienda renovar por otras de mejor tecnología, más actualizadas.
- En base al cuadro comparativo de emisiones entre las dos categorías vehiculares estudiadas, se recomienda utilizar vehículos de mayor capacidad para el transporte de las personas, ya que se ha demostrado que, a comparación de vehículos menores, emiten menos cantidad de contaminantes atmosféricos.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1) **Naciones Unidas**. Cambio climático y medio ambiente. 2021 Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490372>
- 2) **Curi Aguirre, J. Z.** Estimación de las emisiones del co2 relacionado con el consumo de combustible y recorrido del servicio urbano de auto-colectivo en la ciudad de Cerro de Pasco. [internet]. Perú. 2019. [2023]. Disponible de: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1481/1/T026_40573841_M.pdf
- 3) **Hilario N.** Emisiones contaminantes de vehículos del distrito de Huancayo. Internet. Tesis. Perú. 2017. Disponible de: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4137/Hilario%20Roman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 4) **García L.** Estimación Indirecta de Emisiones Contaminantes de Fuentes Móviles en el casco urbano de la cabecera cantonal del Cantón Sevilla de Oro (Master's thesis, Universidad del Azuay). 2017. Disponible de: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6928/1/12883.pdf>
- 5) **Arciniegas O.** Estimación de emisiones contaminantes de vehículos de transporte escolar e institucional en la ciudad de Ibarra mediante modelado computacional. [internet]. Tesis. Ecuador. 2018. [2023]. Disponible de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8355/1/04%20MAUT%20066%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- 6) **Quinde D.** Estimación de emisiones de CO2 en taxis con cilindrada de 1400cc bajo parámetros de conducción normal en la ciudad de Cuenca, utilizando el modelo IVE (Master's thesis, Universidad del Azuay). 2020. Disponible de: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9708/1/15337.pdf>
- 7) **Gutierrez E.** Inventario de gases de Efecto Invernadero del Sector Transporte de la Provincia de Chimborazo. Ecuador; 2018. Disponible de: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/15311/1/236T0557.pdf>
- 8) **Organización de las Naciones Unidas**. Cambio Climático: La tierra más cerca de calentarse 1,5°C en los próximos cinco años. Agencia Ambiental Europea. Guía de inventario de emisiones de contaminantes del aire 2019 - actualizado octubre del 2021; 2019. Disponible de Disponible de: <https://news.un.org/es/story/2021/05/1492492>; <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>
- 9) **Ubilla, C., & Yohannessen, K.** Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(1), 111-118. 2017

- 10) **Manahan, S.** Introducción a la química ambiental. Reverté. 2006
- 11) **Comité de Aerobiología de la Sociedad Latinoamericana de Asma, alergia e inmunología.** Contaminación atmosférica en América Latina: impacto en salud y regulación actual: principales tipos de contaminantes atmosféricos. 2020. *ResearchGate*. Pag 424. <http://dx.doi.org/10.5935/2526-5393.20200064>
- 12) **Martínez J.** Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones. Instituto Nacional de Ecología México, D. F. 1era edición. 2005 Disponible de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/447321/Guia_Inventario_de_Emisiones.pdf
- 13) **Naciones Unidas.** Prevención y reducción de la contaminación atmosférica para mejorar la calidad del aire a nivel mundial. 2022. Disponible en: <https://www.un.org/es/observances/clean-air-day>
- 14) **Ntziachristos L., Samaras, Z.** Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles Category. EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019. 2021
- 15) **Sánchez F.** Emisión de gases de efecto invernadero: *Efecto invernadero. Variaciones climáticas*. Editorial Elearning S.L. ISBN: 978-84-18214-63-9. 2020 Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=zif-DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=gases+de+efecto+invernadero&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=gases%20de%20efecto%20invernadero&f=false
- 16) **Salvi G.** La combustión. Edición 2. Editor Dossat. 1975

ANEXOS

1. Matriz de consistencia de la Investigación

Título de la Investigación	Pregunta de Investigación	Objetivos de la Investigación	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento	Instrumento de recolección de datos
"Emisión de contaminantes atmosféricos del servicio de transporte colectivo de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto 2023"	¿Cómo se relaciona emisión de contaminantes atmosféricos y el servicio de transporte colectivos de la carretera Iquitos - Nauta?	<p>Objetivo general: Estimar la emisión de contaminantes atmosféricos del servicio de transporte colectivo de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto 2023</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la distancia recorrida de los vehículos de servicio colectivo de la carretera Iquitos Nauta. • Conocer datos generales de los vehículos como el año de fabricación, la categoría, el tipo de combustible. • Estimar el kilometraje anual en promedio de los vehículos • Conocer la cantidad anual en promedio de vehículos que brindan el servicio colectivo Iquitos – Nauta. • Realizar encuestas a los conductores de los autobuses 	-El servicio de transporte colectivo de la carretera Iquitos – Nauta influye significativamente en la emisión de contaminantes atmosféricos	Según su profundidad es Descriptiva cuantitativa y según su temporalidad es del tipo transversal	La población de estudio es la cantidad de vehículos inscritos en la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones Loreto, que brindan el servicio colectivo Iquitos – Nauta. Se tomará una muestra representativa, para luego aplicar una encuesta a los conductores de dichos vehículos. Luego la información será procesada en una hoja de cálculo de Excel, aplicando una ecuación matemática para la obtención de los resultados.	Encuesta

2. Instrumento de investigación vehicular



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA

Anexo 2. Encuesta proyecto de investigación vehicular

Aplicada a los conductores del servicio colectivo de la carretera Iquitos-Nauta de la ciudad de Iquitos para realizar un estudio de estimación de gases de efecto invernadero. Se agradece su participación.

1. En su unidad vehicular que está a cargo ¿Qué tipo de combustible utiliza?
 - a. Gasolina
 - b. Petróleo

2. Teniendo en cuenta la partida desde el terminal ¿Cuánto combustible por viaje utiliza?
 - a. 1gn
 - b. 2gn
 - c. 3gn
 - d. Otro {...}

3. De acuerdo a su jornada ¿Cuántos viajes al día realiza?
 - a. 2
 - b. 3
 - c. 4
 - d. Otro(...)

4. De acuerdo a su jornada ¿Cuántos días a la semana trabaja?
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. Otro(...)

5. Teniendo en cuenta la cantidad de usuarios ¿Cuántas personas se movilizan en el transporte vehicular? |
 - a. 12
 - b. 14
 - c. 16
 - d. Otro(...)

6. ¿Qué categoría vehicular es?
.....

7. ¿Cuál es el año de fabricación de su unidad vehicular?
.....

3. Validación de contenido de encuesta por juicio de expertos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA.
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE GESTION AMBIENTAL

FICHA DE VALIDEZ DEL CONTENIDO POR JUICIO DE EXPERTOS

Título del proyecto : ESTIMACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO
RELACIONADO AL RECORRIDO DE AUTOBUSES DE SERVICIO
COLECTIVO DE LA CARRETERA IQUITOS-NAUTA, 2023.

Evaluador : Joan Sanchez Matos
DNI : 47243252
Especialidad del Juez : Ecología Industrial
Grado del Juez : Doctor en Desarrollo y Ambiente
Fecha : 28/09/2023
Autor del instrumento : Grecia Greysi Navarro Tarazona

Este formato sirve para que el EXPERTO EVALUADOR valore la coherencia, claridad, escala y relevancia del instrumento que se está evaluando. Deberá considerar la puntuación que considere adecuada a los diferentes enunciados según la siguiente escala:

1 (Muy Mala) 2 (Mala) 3 (Regular) 4 (Alto) 5 (Muy alto).

Ítems del instrumento	COHERENCIA El ítem mide alguna variable / categoría presente en el cuadro de congruencia metodológica.	CLARIDAD El ítem es claro (no genera confusión o contradicciones)	ESCALA El ítem puede ser respondido de acuerdo a la escala que presenta el instrumento	RELEVANCIA El ítem es ítem relevante para cumplir con las preguntas y objetivos de investigación
1	4	4	3	5
2	4	4	3	4
3	4	4	4	5
4	5	5	5	5
5	4	4	4	4
6	4	4	4	4

Muchas gracias por su respuesta

Firma del experto informante
DNI 47243252

ITEMS DEL CUESTIONARIO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION VEHICULAR

1. ¿Qué tipo de combustible utiliza?
2. ¿Cuánto combustible por viaje utiliza?
3. ¿Cuántos viajes al día realiza?
4. ¿Cuántos días a la semana trabaja?
5. ¿Cuántas personas se movilizan en el transporte vehicular?
6. ¿Qué categoría vehicular es?



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA.
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE GESTION AMBIENTAL

FICHA DE VALIDEZ DEL CONTENIDO POR JUICIO DE EXPERTOS

Titulo del proyecto : ESTIMACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO
RELACIONADO AL RECORRIDO DE AUTOBUSES DE SERVICIO
COLECTIVO DE LA CARRETERA IQUITOS-NAUTA, 2023.

Evaluador : Luis Antonio Flores Flores
DNI : 45218431
Especialidad del Juez : Ingeniero Químico
Grado del Juez : Maestro en Ciencias y Tecnologías Ambientales
Fecha : 17 de octubre de 2022
Autor del instrumento : Grecia Greysi Navarro Tarazona

Este formato sirve para que el EXPERTO EVALUADOR valore la coherencia, claridad, escala y relevancia del instrumento que se está evaluando. Deberá considerar la puntuación que considere adecuada a los diferentes enunciados según la siguiente escala:

1 (Muy Mala) 2 (Mala) 3 (Regular) 4 (Alto) 5 (Muy alto).

Ítems del instrumento	COHERENCIA El ítem mide alguna variable / categoría presente en el cuadro de congruencia metodológica.	CLARIDAD El ítem es claro (no genera confusión o contradicciones)	ESCALA El ítem puede ser respondido de acuerdo a la escala que presenta el instrumento	RELEVANCIA El ítem es ítem relevante para cumplir con las preguntas y objetivos de investigación
1	5	5	5	5
2	5	5	5	5
3	3	4	5	4
4	3	4	4	4
5	3	4	4	4
6	3	3	3	3

Muchas gracias por su respuesta

Firma del experto informante
DNI: 45218431