



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Estimación de emisiones per cápita generado por el servicio de transporte “Nuevo California S.A.” en la ciudad de Trujillo 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Br. Abner Eli Diaz Ruiz (ORCID: 0000-0002-6396-2050)

Br. Jhonet Anthony Juarez Acosta (ORCID: 0000-0001-8374-503X)

ASESORES:

Dr. José Alfredo Cruz Monzón (ORCID: 0000-0001-9146-7615)

Msc. Germán Luis Huerta Chombo (ORCID: 0000-0002-6211-4578)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios,
por darnos la vida y guiar nuestros pasos.

A nuestros padres,
por su apoyo incondicional.

Agradecimiento

A Dios, por darnos salud y sabiduría.

A nuestros padres, por ser las personas que siempre nos brindar constante apoyo, por haber brindado su confianza en cada uno de nosotros, por habernos educado con valores, y sobre todo por ser una de las principales motivaciones para seguir cumpliendo nuestras metas.

A nuestros asesores, quienes académica y profesionalmente contribuyeron con sus conocimientos y sugerencias, además de transmitir sus observaciones para la mejora del desarrollo de la investigación.

A los representantes administrativos y personal a cargo de la empresa de transportes “Nuevo California SA” por permitir y facilitar el desarrollo de la investigación.

Página del Jurado

Declaratoria de autenticidad

Nosotros, Abner Eli Diaz Ruiz y Jhoset Anthony Juarez Acosta con DNI N° 71216681 y DNI N° 47257960, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, así mismo, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y autentica. Asimismo, que todos los datos e información que se presenta en esta tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 17 de diciembre del 2019



Diaz Ruiz, Abner Eli
DNI N° 71216681



Juarez Acosta, Jhoset Anthony
DNI N° 47257960

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	11
2.1 Tipo y diseño de investigación	11
2.2 Variables y operacionalización	12
2.3 Población, muestra y muestreo	13
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
2.5 Procedimiento	14
2.6 Método de análisis de datos	16
2.7 Aspectos éticos.....	16
III. RESULTADOS	17
IV. DISCUSIÓN.....	22
V. CONCLUSIONES	26
VI. RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS.....	34

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el fin de estimar la cantidad de CO₂ equivalente per cápita generado por el servicio de transporte urbano de la empresa "Nuevo California S.A." en la ciudad de Trujillo, 2019. Debido a que el sector transporte es considerado una de las principales fuentes que genera mayores emisiones de GEI, conocer la cantidad de GEI que generamos y emitimos, va a permitir que las autoridades nacionales y locales tomen decisiones en la implementación de políticas, estrategias y acciones para contribuir con la reducción de emisiones y el objetivo mundial de limitar la temperatura promedio por debajo de 2°C, así como también, que la empresa pueda optimizar sus rutas de acuerdo a la demanda de pasajeros y emisiones. En dicha investigación se midieron variables como volumen vehicular, tipo y consumo de combustible, distancia recorrida y cantidad de pasajeros transportados por cada una de las rutas de la empresa al día, para luego estimar las emisiones por cada ruta y por pasajero, encontrándose que el servicio de transporte urbano de la empresa "Nuevo California S.A." genera una emisión de 23 273.43 kg CO₂ eq en un día laborable y 22 852.68 kg CO₂ eq en un día no laborable, además transporta aproximadamente 49 590 y 33 074 pasajeros respectivamente. Por lo que la emisión per cápita generada por servicio de transporte es de 0.469 kg CO₂ eq en un día laborable y 0.691 kg CO₂ eq en un no laborable. Además, se hizo una simulación de cambio de matriz energética de diésel a gas natural vehicular (GNV) en la cual se halló que las emisiones se reducen en un 72%.

Palabras clave: emisión per cápita, transporte público, pasajeros, gases de efecto invernadero.

ABSTRACT

This research was conducted in order to estimate the amount of CO₂ equivalent per capita generated by the urban transport service of the company "Nuevo California S.A." in the city of Trujillo, 2019. Since the transportation sector is considered one of the main sources that generates the highest GHG emissions, knowing the amount of GHGs that we generate and emit will allow national and local authorities to make decisions in the implementation of policies, strategies and actions to contribute to the reduction of emissions and the global objective of limiting the average temperature below 2°C, as well as allowing the company to optimize its routes according to the demand of passengers and emissions. In this research we measured variables such as vehicle volume, type and consumption of fuel, distance traveled and number of passengers transported by each of the company's routes per day, and then estimate the emissions by each route and per passenger, finding that the urban transport service of the company "Nuevo California SA" generates an emission of 23 273.43 kg CO₂ eq in a working day and 22 852.68 kg CO₂ eq in a non-working day, also carries approximately 49 590 and 33 074 passengers respectively. Therefore, the per capita emission generated by the transport service is 0.469 kg CO₂ eq in a working day and 0.691 kg CO₂ eq in a non-working day. In addition, it was made a simulation of change of energy matrix from diesel to natural gas vehicle (NGV) in which it was found that emissions are reduced by 72%.

Keywords: per capita emissions, public transport, passengers, greenhouse gases.

I. INTRODUCCIÓN

En el reporte más reciente del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) se afirma que el calentamiento global es una realidad, causado irresponsablemente por las actividades del hombre, generando el aumento de 1°C de la temperatura del planeta y que de seguir el ritmo actual, dicha temperatura aumentaría 1.5°C para el año 2030, y los riesgos que enfrentará la tierra serán catastróficos, por lo cual el IPCC advirtió tomar acciones drásticas y urgentes para detener el continuo aumento de la temperatura del planeta (IPCC, 2018, p.5).

El mundo se sigue urbanizando y sus habitantes necesitan desplazarse cada vez más, trayendo consigo grandes niveles de motorización con el fin de desplazar a la población a distintos puntos de la ciudad. Es por eso, que la movilidad urbana, ha adquirido gran importancia, donde la población emplea una gran parte del día para transportarse a sus actividades cotidianas como el trabajo, estudios, entre otros, llenándose las calles de vehículos automotores (Gómez y Semeshenko, 2018, p.107).

Esta presión demográfica provoca una intensidad y frecuencia de desplazamientos en tramas urbanas que agrava los efectos en su entorno, tanto positivos como negativos. El transporte es una fuente principal de contaminación de aire debido a que emite gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al aumento del calentamiento global, convirtiéndose en una de las mayores pesadillas ambientales urbanas, más de la mitad de gases emitidos por el sector transporte son generados, en las áreas urbanas (Anzolín, 2006, p.159).

El sector transporte es considerado el consumidor más importante de combustibles fósiles (Talbi, 2016, p.2). En efecto, se entiende que la cantidad de emisiones de CO₂, depende en gran medida del tipo de combustible que consume, el estado de la tecnología del vehículo y el flujo del tráfico y a eso se suma la distancia y los viajes que recorre el vehículo (Saboohi y Farzaneh, 2009, p.4).

Gran parte de este problema es atribuido a la falta de mantenimiento de los motores (Anzolín, 2006, p.159), así como también, el comportamiento del conductor (la velocidad, aceleración y elección de engranajes) llega a influir considerablemente en el consumo del combustible y las emisiones de gases, y a su vez este, se ve afectado directamente por la condición de las calles, y el tráfico (Brundell y Ericsson, 2005,

p.228). Sin embargo, el elevado costo de las tecnologías limpias para el sector transporte impide lograr reducir sustancialmente las emisiones de GEI, por lo cual el transporte aún sigue dependiendo del uso de combustibles fósiles (Santos, 2017, p.71). Por otro lado, el rápido crecimiento de la motorización, la informalidad y la falta de normas técnicas genera deficiencias para la toma de decisiones, incidiendo en un ineficiente control en el sector.

A consecuencia del material particulado y la emisión de gases a la atmosfera, producto de la combustión motorizada de vehículos (transporte público y privado) la calidad del aire se sigue deteriorando y repercutiendo en el bienestar y la salud de las personas. Existe un incremento de casos por enfermedades respiratorias agudas, asma, riesgo a desarrollar alergias y cáncer pulmonar; estudios epidemiológicos y toxicológicos, aluden una relación entre las emisiones del diésel y el aumento del número de ingresos a hospitales por problemas cardiovasculares (Ballester y Peiro, 2008, p.58), además el hábito de usar el transporte para desplazamientos de cortas distancias, nos aleja de hacer actividad física, no permitiéndonos caminar o utilizar bicicleta (GIZ y OMS, 2011, p.5).

Dentro de las ciudades, los desplazamientos que se realizan son solo una parte de la “mochila” de impactos y emisiones que conlleva el sistema de transportes de las áreas urbanas, se estima que la contribución de la movilidad urbana a las emisiones, en España, representa un 40.1% de las emisiones de GEI del sector transporte con 35.1 millones de toneladas de CO₂ eq. Indicando que a cada ciudadano de un área urbana española le corresponde en promedio una mochila de 0.74 tn de CO₂ eq. Y para contrarrestar esto se debe actuar en la funcionalidad del sistema, aumentando la ocupación media de los vehículos, reduciendo la demanda y distancia de los desplazamientos cotidiano (Greenpeace, 2016, p.4;12).

El Perú no es ajeno a la problemática, ya que el 79% de la población habita en áreas urbanas, y es en las principales ciudades del país donde se concentra de manera significativa (INEI, 2018, p.16).

En el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero se indica que el sector energía es el segundo mayor emisor, representando el 26% de GEI, haciendo un realce en la categoría de transporte con un 40 % de estas emisiones (MINAM, 2012, p.13).

La demanda de combustible diaria en La Libertad está compuesta por un 67% de diésel, 18% gasohol y un 15% de GLP (OSINERGMIN, 2018). El Banco Interamericano de Desarrollo estimó que el sector transporte contribuye con el 60% de emisiones de toneladas de CO₂ eq en la ciudad de Trujillo (BID, 2012, p.8).

Trujillo tiene una sobreoferta en el servicio de transporte público de 28% y 37% en hora punta y valle respectivamente (TMT, 2015, p.42-43), y los principales motivos de viaje de las personas en la ciudad, son el trabajo y estudios que representa el 21.6% y 19.2% respectivamente (CONSIA, 2004, p.5). La empresa de transporte “Nuevo California S.A.” realiza un recorrido promedio de 26 738 km y desplaza alrededor de 59 252 pasajeros en un día laborable con su flota operativa distribuida en las siguientes rutas A, B1, C, BC, V y D (TMT, TARYET y CAF, 2018).

Trujillo ha tenido un incremento progresivo de ómnibus y micros, de 290 a 1 223 unidades entre el año 1990 al 2016. Por modo de transporte, el taxi genera una demanda de viajes de pasajeros de 39%, los micros un 28%, las combis un 20% y los colectivos un 13%. Asimismo, un microbús que utiliza diésel y que recorre en promedio 134.94 km/día genera una emisión de 87 kg CO₂ eq/día y la emisión per cápita es 264 g CO₂ eq/pasajero, además menciona que el recorrido promedio de un pasajero es de 4.55 km por viaje en un microbús, llegando a emitir 58 g de CO₂ eq/ km* pasajero (TMT, 2016).

La creciente demanda de pasajeros y números de viajes que realizan las personas diariamente en la ciudad de Trujillo nos hace preguntarnos ¿Cuál es contribución a las emisiones de GEI del transporte público “Nuevo California S.A.” distribuidos en sus usuarios?

Según Yuan, Tao y Yang (2019), en su investigación denominada “*CO₂ emission of urban passenger transportation in China from 2000 to 2014*” tuvieron como objetivo demostrar la heterogeneidad espacial y variación temporal de las emisiones de CO₂ que genera el transporte urbano de pasajeros en las ciudades de Beijing, Taiyuan, Chengdu, Shanghai, Guangzhou, Urumqi y Xian desde el año 2000 hasta 2014, basándose en el enfoque “bottom-up” del IPCC, para cada modo de transporte (kg CO₂= N° de Vehículos * km recorridos (anual) * Eficiencia de combustible * Factor de emisión del combustible), se estimó las emisiones de CO₂ que genera el transporte urbano de pasajeros de las 7 ciudades mencionadas, en diferentes escalas y niveles de desarrollo,

se concluyó que existe un aumento considerable de emisiones totales y per cápita, además de un muy notable aumento de vehículos privados, donde sus emisiones están entre el 65% y 88% al 2014. Por lo que las políticas deben estar enfatizadas a priorizar el uso del autobús, debido a que ralentizan el aumento progresivo de emisiones de CO₂.

Jara y Vásquez (2012), en su investigación *“El servicio de transporte público urbano de personas: libre mercado y regulación”*, mencionaron que el servicio de transporte público es una actividad que se configura como un servicio público, a pesar que esta actividad está en atención de las necesidades de la vida urbana, de movilizar e integrar a las personas que viven en las periferias de la ciudad y el centro de la metrópoli. El transporte público al ser libre en la competencia de formación de precios y de libre acceso a las vías, la cual tiene como falla de mercado, que la vía al ser un bien público esta propenso a tener una sobreoferta de vehículos, lo cual ocasiona un bajo nivel de ocupación media de pasajeros en los vehículos, contaminación ambiental y congestión vehicular. Por lo que mediante una regulación tarifaria se busca lograr una cantidad optima de vehículos para evitar vías saturadas, exceso de vehículos con el fin de reducir la congestión del tránsito, la contaminación ambiental y garantizar la satisfacción del interés público.

Los autores Mendoza y Salazar (2014), en su estudio *“Inventario de emisiones en los principales corredores de transporte carretero en México”*, abordaron los impactos ambientales que el transporte genera, enfocándose en la emisión de gases de efecto invernadero de los principales corredores de transporte de carga en México: México-Nuevo Laredo, México- Ciudad Juárez, México Nogales, y sus ramales, Veracruz-México y Manzanillo-Guadalajara, mediante la metodología (Top Down) y con ayuda de la herramienta HDM-4 además de las variables de caracterización de la flota vehicular, datos de transito de los corredores y estado superficial de la carretera estiman la emisión de GEI en el sector transporte de carga, resultando que el corredor México-Nuevo Laredo emite 11562.65 toneladas de CO₂ diarias siendo este el corredor de mayor emisión con un promedio de 10 ton/ kilómetros. Planteando la estrategia de la renovación del parque vehicular del autotransporte de carga, la eco conducción, además de una mejora de la superficie de rodamiento en las carreteras.

Ríos, Marquet y Miralles (2016), en su investigación titulada *“Estimación de las emisiones de CO₂ desde la perspectiva de la demanda de transporte en Medellín”*

planteó el objetivo de estimar la cantidad de CO₂ que se genera por los viajes diarios en Área Metropolitana del Valle de Aburra (AMVA), se usó la base de datos de Encuesta Origen Destino del año 2012, que incluye modos de transporte como (automóvil, moto, bus, microbús, metroplus, taxi, metro, transporte escolar, intermunicipal, caminata y bicicleta) indicando 5.6 millones de viajes diarios, solo en la población móvil una persona hace 2.7 viajes diarios, 60% son mujeres, por modo de transporte, el 26% usa bus, seguidos de caminata, auto, moto, metro, bicicleta y taxi, concluyendo que el AMVA emite 3 545 633 kg CO₂ diarios.

Fernández y Lazo (2017), en su trabajo denominado “*Estimación de las emisiones de CO₂ de los estudiantes de la UCB (Campus Tupuraya), por el uso de transporte y propuestas de mitigación*”, quienes a través de encuestas realizadas a 133 estudiantes de la UCB, obtuvieron información, tipo de unidad y medio de transporte, frecuencia de uso, distancia recorrida de los trayectos, para estimar las emisiones de CO₂ al año de los alumnos de la UCB, mediante los factores de emisión asociados al tipo de vehículo, demostrando que al año se emiten 601,06 Tn de CO₂, provenientes de auto propio, micro, moto, taxi, trufi, bicicleta y caminar además de mini grande y pro, de las cuales para los estudiantes que usan micro sus emisiones per cápita fueron de 56,85 kg de CO₂ al año, concluyendo que las estas emisiones no son relevantes debido a que el 79% de los estudiantes utilizan transporte público, recomendando que se debe concientizar a los usuarios de medios más contaminantes que cambien sus hábitos, además de incluir a los docentes.

Común y Saavedra (2017), en su investigación “*Estimación de la huella de carbono de la comunidad universitaria proveniente de fuentes móviles utilizados para desplazarse hacia la UNALM*” de los semestres 1 y 2 del 2016, aplicó una encuesta a una muestra de 1 066 integrantes de la universidad para conocer el uso habitual del transporte para llegar a la universidad, donde encontró que el desplazamiento hacia la universidad de la comunidad generó emisiones de 1 490.12 tCO₂e en esos semestres, y siendo la coaster el medio de transporte más utilizado y el que generó mayor emisión relacionado a la mayor distancia de recorrido y uso de combustible diésel, este tiene un factor de emisión mayor que los otros combustibles. La contribución per cápita de un estudiante pregrado, posgrado, personal docente, administrativo, fue de 0.21, 0.01, 0.34 y 0.26 tCO₂e respectivamente. Donde el recorrido promedio de un integrante de la universidad es de

12.5 km, con lo cual se estima que la emisión de CO₂ por kilómetro de cada integrante es de 0.53 kg de CO₂.

A continuación, se citan algunas bases y conceptos teóricos relacionados al tema de investigación:

Servicio de transporte, es un servicio que se produce en el momento y lugar en el que se consume. Sin embargo, a lo largo del tiempo las necesidades de desplazarse de los usuarios no son uniformes ni tampoco suelen ser las mismas en diferentes lugares. Así mismo, se le denomina conjunto de actividades económicas que permite la circulación de personas y mercancías de un lugar a otro, estos tipos de transporte tienen en común que su producción no es almacenable (Rus, Campos y Nombela, 2003).

Medios de transporte urbano, existen dos tipos, motorizado y no motorizado, el primero es un medio de transporte con vehículos que prácticamente funcionan con motores de combustión y con energía fósil, comparten calzada con otros medios de transporte en su circulación urbana, refiriéndose a los automóviles, motocicletas y ciclomotores, (González, 2007), al segundo, se le atribuyen caminar y montar en bicicleta, no presentar impactos sociales o ambientales, además resultan ser medios saludables para quienes lo practican (Loo, 2009, p.3).

El Servicio de transporte público urbano, se considera una actividad económica que desplaza a personas o mercancías, que puede incluir distintos modos, dentro de un área urbana continua a cambio de retribuciones. Además, es un derecho de los usuarios desplazarse en condiciones de calidad y seguridad (MTC, 2019). El transporte público proporciona servicios de movilidad barato y accesible (Stelzer *et al.*, 2015, p.2), convirtiéndose en una necesidad básica en las ciudades grandes o pequeñas, además para la gestión y planeación de ciudades es considerado un pilar importante, debido a que atiende a una gran cantidad de personas como servicio, considerándose un tema que requiere de estudio (Delfín y Vazquez, 2017, p.8-9).

La demanda de transportes pasajeros, se refiere al volumen y la distribución temporal y espacial de viajes realizados dentro de los vehículos, mediante frecuencias de salida, rutas, paradas, pasajeros que suben y bajan (Sánchez y Romero, 2010, p.55).

Según Akiva y Leman, los usuarios de transporte pueden clasificar sus diferentes alternativas ya que esta va a depender de las preferencias, en un ambiente determinado,

ya que ellos buscan maximizar su utilidad que está caracterizada por edad, sexo, ingresos; además de características relacionadas al precio, tiempo de viaje y accesibilidad. Además, presentan 5 modos de elección que son el carro individual, taxis, transporte público, bicicleta y caminar (Hammadou y Mahieux, 2014, p. 302-303).

La matriz energética, se refiere a la fuente de energía que hace funcionar a los vehículos automotores, en este caso es el combustible, como el diésel, gasolina, GNV, entre otros (Padilla y Andrés, 2018, p.3). El combustible diésel abarca una definición muy amplia, ya que existen distintas combinaciones de características como (viscosidad, estabilidad, volatilidad, etc), el más común es una fracción específica de petróleo destilado, obtenido principalmente en ebullición, mayormente este combustible líquido se utiliza en los motores diésel de los vehículos (Speight, 2011, p.70), su densidad es de 0.842 kg/L (MINAM, 2016, p.100), y al quemarse libera energía en una cantidad de 43 Tj/10⁶kg (IPCC, 2006). El gas natural vehicular, está conformado básicamente por metano, se busca que el uso de este combustible se generalice en el transporte motorizado (Vieira, 1985, p.187), su densidad es 0.65 kg/m³ (Cámara Peruana del Gas Natural Vehicular, 2016) y al quemarse libera energía en una cantidad de 48 Tj/10⁶kg (IPCC, 2006), El rendimiento promedio del GNV es de 10 m³ para 100 km (Cámara Peruana del Gas Natural Vehicular, 2015, p.12).

Toro y Quinceno, (2015), al analizar el sistema de transporte en el Valle de Aburrá, encuentran que el aporte de emisiones de CO₂ por uso de la gasolina es 54%, el diésel 43% y el GNV contribuye a un 3% (p.49). De la misma manera, Andrade, Arteaga y Segura, (2017), indican que el 60% de emisiones se atribuye al diésel, para la gasolina un 36% y para el GNV un 4% en la ciudad de Ibagué en ambos casos se señala el GNV aún está posicionándose como combustible alternativo a los tradicionales, por lo que hay un número pequeño de estaciones servicio que vende este combustible (p.109).

También, se citan a continuación conceptos sobre las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), primeramente, se debe saber que los GEI son primordiales para la vida en la tierra, se caracterizan por absorber y retener la radiación infrarroja en la atmosfera influyendo en el clima (Dunne, Jackson y Harte, 2013, p.18). Sin embargo, el aumento y acumulación de estos gases atribuidos a las actividades antrópicas del hombre están generando un desequilibrio asociado al cambio climático, el GEI

individual con mayor importancia es el CO₂, pero el aporte sustancial se realiza con los gases traza como lo es el CH₄ y NO₂ (Cloy y Smith, 2015, p.1).

A raíz del problema de la contaminación generado por el transporte motorizado, aparecen los siguientes enfoques, Top-down y Bottom-up son los métodos más populares usados para cuantificar las emisiones de CO₂ del transporte, cabe resaltar, que a diferencia del enfoque top-down el enfoque bottom-up es el método más adecuado, para la medir las emisiones del transporte urbano, debido a que se usan datos más detallados y precisos (Li *et al.*, 2019, p.15).

Según US, EPA el enfoque bottom up se refiere a la elaboración del inventario que parte de valores de emisiones del ámbito local con mayor nivel de detalle o alta resolución, como volumen de los vehículos, tipo, combustible usado, longitud de vías, etc. Con la siguiente formula se realiza la estimación de emisiones de fuentes móviles por contaminante y categoría vehicular (Carmona *et al.*, 2013):

Emisiones GEI= Demanda de transporte*Consumo de combustible*Factor de emisión

Ambos métodos mencionados previamente consideran factores de emisión que son usados para estimar la cantidad de CO₂ emitida por los vehículos, estos factores de emisión se basan con frecuencia en una muestra de datos sobre mediciones, calculado como promedio para calcular la tasa representativa de emisiones de una actividad. Es el coeficiente que relaciona los datos de la actividad con la cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de las ultimas emisiones, el factor de emisión del diésel es 74100 kg/ TJ CO₂, 3.9 kg de CH₄/TJ 3.9, kg de NO₂/ TJ y del GNV es 56100 kg/ TJ CO₂, 92 kg de CH₄/TJ, 3 kg de NO₂/TJ (IPCC, 2006, p.16, 21).

Los vehículos en carretera presentan factores de emisiones que están en relación a la cantidad de emisiones que se emiten de un contaminante, por distancia, tipo de energía consumida, o volumen de combustible utilizado, normalmente estos factores se derivan para categorías de vehículos, pero también puede ser para vehículos individuales o también flotas, así mismo también dependen de la tecnología de control de emisiones, especificaciones del combustible, condiciones ambientales y la operación (Franco *et al.*, 2013).

El potencial de calentamiento atmosférico, es la relación entre el forzamiento radiactivo de un kilogramo dióxido de carbono y un kilogramo de gas de efecto invernadero

medido en un tiempo determinado. Permite expresar los resultados en unidades de CO₂ equivalente (MINAM, 2016, p.12), comúnmente el PCA se expresan en toneladas equivalentes de dióxido de carbono. Indicando que para el CO₂ su PCA es 1, para el CH₄ es 28 y para el N₂O es 265 (IPCC, 2014, p.95).

Las emisiones que genera el sector transporte, dependen de la combustión de los vehículos que emiten gases contaminantes, principalmente gases como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO_x), el dióxido de azufre (SO₂), material particulado (PM) e hidrocarburos (HC) (Singh, Sharma y Agrawal, 2017, p.66).

Las emisiones de CO₂ eq per cápita, son las unidades equivalentes de CO₂ emitidas por cada individuo con respecto a una actividad. Este indicador busca evidenciar el compromiso de que un país le otorga a cada individuo en base a sus emisiones nacionales de CO₂ eq (MINAM, 2008). Produciendo que el CO₂ esté en aumento conjuntamente con el desarrollo económico, debido a que las emisiones de Dióxido de carbono per cápita están siendo proporcional al consumo de energía per cápita (Cheng-Kuan *et al.*, 2019).

Es por todo ello, que para el presente estudio se plantea como problema de investigación: **¿Cuál es la cantidad de CO₂ equivalente per cápita genera el servicio de transporte “Nuevo California S.A.” en la ciudad de Trujillo -2019?** Asimismo, se consideró como problemas específicos ¿Qué cantidad de CO₂ equivalente genera el servicio de transporte “Nuevo California S.A.” en la ciudad de Trujillo - 2019?, ¿Qué cantidad de pasajeros promedio transportan los microbuses de la empresa "Nueva California S.A." al día en la ciudad de Trujillo - 2019? y ¿Cuál es la variación de emisiones per cápita por cambio de matriz energética de Diésel a GNV en el servicio de transporte urbano de la empresa "Nueva California S.A." en la ciudad de Trujillo - 2019?

Esta investigación estuvo justificada por cuanto en el Perú se carece de investigaciones relacionadas a emisiones de CO₂ per cápita, así como por la generación de emisiones provenientes del parque automotor, tal como señalan Sotelo, Sotelo y Tolón (2011), quienes afirman que el transporte motorizado ha sido y es de gran ayuda para el desplazamiento poblacional, pero a su vez es un causante de emisiones de GEI, como es el metano y dióxido de nitrógeno que son receptores de radiación infrarroja en valores

de 28 y 265 veces respectivamente, en comparación al CO₂. Es por ello que esta investigación se planteó desarrollar la metodología bottom-up, para conocer la cantidad de kg CO₂ eq con lo que contribuye el usuario del transporte al cambio climático. Además de simular un cambio de matriz energética de diésel a GNV, debido a que este combustible es mucho más limpio, por lo que sus emisiones son menores (Mantilla, Galeano y Roncancio, 2014, p.28).

Los resultados de este estudio van a permitir la orientación de políticas y la toma de decisiones a fin reducir las emisiones (Kharbach y Chfadi, 2017, p.9). Además, crear conciencia en los usuarios del servicio de transporte, cuando tengan la necesidad de desplazarse podrán hacerlo tomando acciones que permitan minimizar el CO₂ eq per cápita, priorizando reducir o evitar los kilómetros recorridos en transporte motorizado, cambiar la forma de viajar utilizar la bicicleta o caminar y mejorar las formas existentes de transporte. Por otro lado, se estimará las variables del estudio en el contexto trujillano mediante una metodología desarrollada en la investigación, este método puede ser aplicable a otros sectores de transporte de la ciudad de Trujillo.

El objetivo general que tuvo la investigación fue **“Estimar la cantidad de CO₂ equivalente per cápita generado por el servicio de transporte urbano de la empresa "Nuevo California S.A." en la ciudad de Trujillo, 2019.”**, en base a lo cual se plantearon como objetivos específicos: Estimar la cantidad de CO₂ eq generado por el servicio de transporte urbano de la empresa "Nuevo California S.A." en la ciudad de Trujillo, 2019. Determinar la cantidad de pasajeros promedio al día que transportan los microbuses de la empresa "Nueva California S.A." en la ciudad de Trujillo, 2019. Evaluar la variación de emisiones CO₂ eq per cápita por cambio de matriz energética de diésel a GNV en los microbuses de la empresa "Nueva California S.A." en la ciudad de Trujillo, 2019.

II. MÉTODO

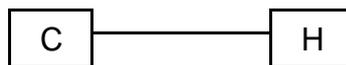
2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

Cuantitativo, según el fin que se persiguió es una investigación de tipo descriptivo ya que se recopiló información para ir construyendo una base de conocimiento.

2.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación tuvo un diseño no experimental transversal, debido a que se describió la cantidad de CO₂ eq con la que contribuye de manera indirecta cada pasajero al usar el servicio de transporte de la empresa Nuevo California S.A.



Dónde:

C: muestra de microbuses de la empresa “Nuevo California S.A.”

H: estimación del CO₂ equivalente per cápita.

2.2 Variables y operacionalización

Tabla 1. Variables y operacionalización no intervinientes

		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente	Servicio de transporte público de la empresa “Nuevo California S.A.”	Servicio de desplazamiento de personas en rutas: M-07 (Letra V), M-08 (Letra A), M-09 (Letra BC), M-10 (Letra B1), y M-12 (Letra C); con cobertura en distritos de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Esperanza y Huanchaco (El Milagro).	Mediante un inventario de la flota se estratificó por rutas, y capacidad de transporte de pasajeros y el número de servicios prestados durante un periodo determinado.	-Volumen vehicular. -Combustible consumido por los microbuses. -Distancia media recorrida por los microbuses (longitud de la ruta) -Pasajeros transportados en los microbuses.	-N° vehículos día -Galones -km -N° de pasajeros	Intervalo
Variable dependiente	Estimación de emisiones per cápita.	Es la emisión de CO ₂ eq que cada persona contribuye al usar el servicio de transporte urbano.	Con los datos obtenidos se estimó las emisiones de CO ₂ eq por pasajero/km recorrido, con la metodología bottom up.	Emisiones de CO ₂ eq.	kg CO ₂ *1=kg CO ₂ eq kg CH ₄ *28=kg CO ₂ eq kg NO ₂ *265=kg CO ₂ eq	Razón
				Emisiones per cápita de CO ₂ eq.	Total de kg CO ₂ eq/N° de pasajeros	

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población, muestra y muestreo

- a. Población: Está constituida por toda la flota de microbuses operativos de la empresa Nuevo California S.A. de la ciudad de Trujillo.
- b. Muestra: La muestra fue 30 microbuses de la empresa Nuevo California S.A. Al no encontrar un estudio previo, se realizó una muestra piloto con ayuda de los contabilizadores de pasajeros instalados solo en 4 microbuses de la empresa, la muestra para el estudio se calculó mediante el uso del software G*Power 3.1.9.2, con un nivel de confianza de 95% y un error de estimación de 20% (Anexo 1).
- c. Muestreo: Es una muestra probabilística, aleatorio estratificado.
- d. Unidad de análisis: Cada microbús de la muestra.
- e. Criterios de inclusión:
 - Se consideró a un microbús de ida y otro de vuelta para estimar el promedio de pasajeros del recorrido completo de un microbús, entre las horas 12:00 p.m. (partida) a 13:00 p.m. (llegada), en cada ruta por los días propuestos.
 - Se trabajó con microbuses que utilizan diésel (todos los microbuses de la empresa usan este combustible).

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

El proceso de recolección de datos, se realizó mediante la revisión y selección de información que genera y dispone la empresa Nuevo California (frecuencia de salidas de los microbuses por rutas, horario de servicio, tipo y cantidad de combustible que consume cada microbús), información que se solicitó mediante un oficio.

Para obtener la información de la cantidad de pasajeros transportados se utilizó la técnica de observación en campo, y a su vez el instrumento que se usó es una ficha de registro de datos, la cual sirvió para el levantamiento de la información en campo, según la muestra de microbuses de la empresa de transporte Nuevo California S.A. (Anexo 2).

Para asegurar la validez y confiabilidad, se obtuvieron datos de la empresa, los cuales se procesaron y consolidaron, así como el nivel de complejidad en el cálculo de las emisiones estuvo ligado al nivel de detalle de la información

disponible y la que se levantó en campo con la ficha de registro de datos (Anexo 2), también se tomó como base la herramienta excel que utiliza el MINAM para la cuantificación de CO₂ eq en el sector transporte terrestre, el cual fue adaptado para esta investigación (Anexo 3).

2.5 Procedimiento

Para estimar el CO₂ equivalente por pasajero generado por el servicio de transporte “Nuevo California S.A.”, se realizó una inserción de variables del enfoque bottom up; unidades vehiculares (número de viajes realizados por los microbuses), distancia recorrida, total de kilómetros recorridos al día, y consumo de combustible expresado en terajoules a la herramienta excel que utiliza el MINAM para los inventarios de GEI (Anexo 3). En la investigación se consideró el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y dióxido de nitrógeno (N₂O), los cuales el MINAM reporta, además se utilizaron las directrices del IPPC que usa el MINAM (factores de emisión y el poder de calentamiento), la densidad y valor calorífico neto del combustible se tomaron de la guía del reporte anual de gases de efecto invernadero del sector energía, CPGNV e IPCC.

Consumo de combustible

Mediante un inventario de la flota se estratificó los vehículos en función de la proporción de vehículos designados a cada una de las rutas, así mismo por información por parte administrativa de la empresa se obtuvo el tipo y la cantidad de combustible utilizado por los microbuses, información que sirvió para calcular el rendimiento promedio del combustible.

Volumen vehicular al día

A través del intervalo de frecuencia de salida de los microbuses de la empresa y horario de servicio de cada una de las rutas (Anexo 5), se conoció la cantidad de vehículos por hora y al día (Tabla 12, anexo 7).

Distancia recorrida

La obtención de kilómetros recorridos promedio para cada ruta fue a través de la suma del recorrido (ida + vuelta) (Tabla 19, anexo 7) realizándose en el mismo periodo y simultáneamente que en el conteo de pasajeros, mediante el uso del GPS se registró la longitud de la ruta.

La estimación de los kilómetros recorridos por ruta al día se realizó con la siguiente metodología:

$$km_d = CB * kmr$$

Dónde:

km_d : kilómetros recorridos al día por ruta

CB: Cantidad de microbuses por ruta día

kmr : Longitud de cada ruta (ida + vuelta)

Número de pasajeros

Con la ficha de campo propuesta por (Molinero y Sánchez, 2003, p.355) se registró la cantidad de pasajeros transportados en cada microbús que formó parte del estudio. El conteo de pasajeros se realizó de manera simultánea, donde una persona partió desde el paradero de salida y la otra desde el paradero de llegada, de esa manera se asumió que el conteo de ida y vuelta fue equivalente a la cantidad de pasajeros del recorrido completo, considerando a este como la unidad de análisis de la muestra, realizándose en el periodo de 12:00 p.m. a 13:00 p.m. lo que aproximadamente dura el termino de media vuelta para cada ruta; para esto se consideró 3 días de la semana, 2 días laborables “miércoles y viernes” y un no laborable "domingo”, que representan días típicos y atípicos respectivamente, la empresa considera de lunes a sábado días típicos con excepción de domingos y feriados, cabe resaltar que este proceso se replicó por dos semanas para cada ruta de la empresa. Mediante el Anexo 4, que muestra los porcentajes por hora de la distribución de demanda de viajes en el transporte público en la ciudad de Trujillo, y conociendo el número de vehículos según frecuencia de salida por hora, se estimó la cantidad de pasajeros promedio transportados al día en cada ruta.

Emisiones de kg CO₂ eq km/pasajero

Una vez calculada las emisiones de los microbuses se procedió a dividir con el número de pasajeros estimados al día, obteniendo de esa manera CO₂ eq – percápita, a su vez se utilizó la información publicada por el observatorio de TMT que indica que los usuarios del transporte público recorren en promedio 4.55 km, para calcular los kg de CO₂ eq km/pasajero.

2.6 Método de análisis de datos

El análisis de datos se realizó a través uso del software IBM SPSS Statistics 22 para determinar la distribución normal y Microsoft Excel 2016. Se tomó en cuenta los niveles de medición de las variables mediante la estadística descriptiva de medida de tendencia central (media), que sirvió para cuantificar las emisiones totales y per cápita que genera el servicio de transporte "Nueva California S.A.", así como también se utilizó para estimar la variación de emisiones totales y per cápita con cambio de matriz energética de diésel a GNV mediante el cambio de factores de emisiones.

2.7 Aspectos éticos

El presente estudio se desarrolló teniendo en consideración los valores éticos y morales de los investigadores, por lo cual, mediante citas según la norma ISO 690 se respetó a los autores de las investigaciones tomadas como base para esta, de igual manera, se dieron a conocer los resultados de la investigación con honestidad y veracidad sin ninguna alteración. Realizando las actividades con criterio de no modificar ni alterar el medio ambiente y sin poner en peligro ninguna especie en el área de influencia.

III. RESULTADOS

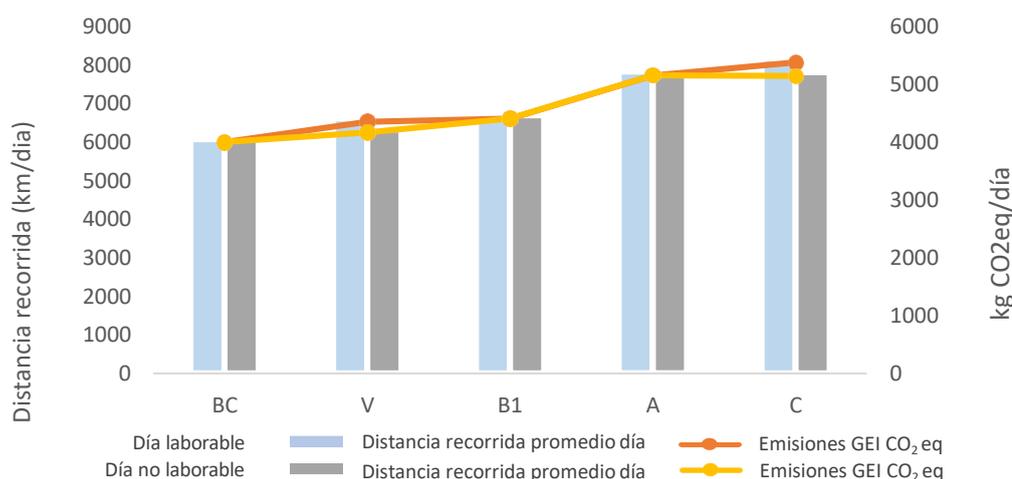
Para efecto, de las presentes tablas se utilizó, las frecuencias de salida de los microbuses en las rutas V y C, 4 minutos en hora punta y 5 en hora valle en día laborable y 5 minutos en día no laborable, mientras que para las rutas BC, A y B1, una frecuencia de 6 minutos respectivamente, de la empresa Nuevo California S.A.

Tabla 2. Emisiones de CO₂ eq que genera el servicio de transporte urbano de la empresa "Nuevo California S.A." al día

Rutas	Día laborable			Día no laborable		
	Nº de vehículos [unidades /día]	Distancia recorrida total (km/día)	Emisiones [kg CO ₂ eq/ día]	Nº de vehículos [unidades /día]	Distancia recorrida total (km/día)	Emisiones [kg CO ₂ eq/ día]
BC	171	6 067.65	3 995.44	171	6 067.65	3 995.44
V	208	6 608.16	4 351.36	199	6 322.23	4 163.08
C	208	8 159.15	5 372.65	199	7 806.11	5 140.18
A	172	7 822.56	5 151.02	172	7 822.56	5 151.02
B1	174	6 686.53	4 402.96	174	6 686.53	4 402.96
Total	933	35 344.05	23 273.43	915	34 705.08	22 852.68

Tipo y consumo de combustible: diésel, 15gal microbús/día (6 vueltas – 235km), Rendimiento: 6.38 gal/100km

Fuente: Elaboración propia



R= 1 y R²= 1 de la distancia recorrida y cantidad de emisiones de CO₂ eq al día (Tabla 27, anexo 13)

Figura 1. Emisiones de CO₂ eq generados por el servicio de transporte urbano de la empresa "Nuevo California S.A." y la distancia recorrida promedio al día.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. *Número promedio de pasajeros/día por ruta de la empresa “Nuevo California S.A.”*

Día	Ruta					Total
	BC	V	C	A	B1	
Laborable	9 366	7 781	12 438	10 155	9 850	49 590
No laborable	5 854	4 828	5 901	8 421	8 069	33 074

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se muestran los resultados de la cantidad promedio de pasajeros transportados por los microbuses de la empresa “Nuevo California S.A.” al día en las diferentes rutas obtenidos a partir de las tablas 16 y 18 del anexo 7, con lo cual se estima que la empresa transporta aproximadamente 49 590 personas en un día laborable y 33 074 personas un día no laborable.

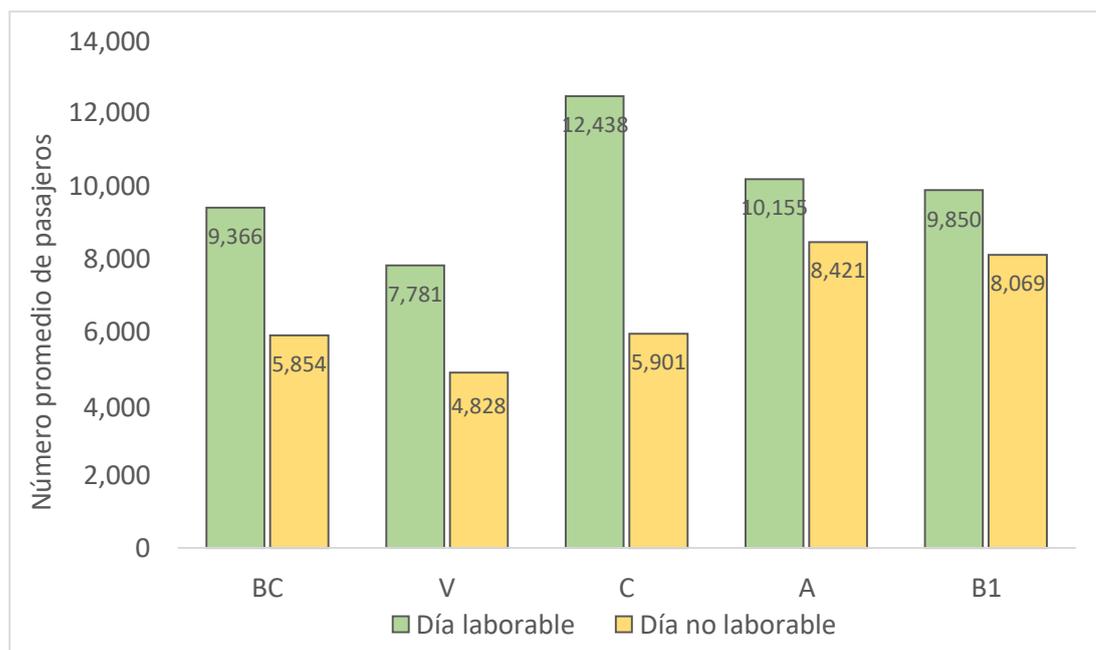


Figura 2. *Número promedio de pasajeros/día por ruta de la empresa “Nuevo California S.A.”*

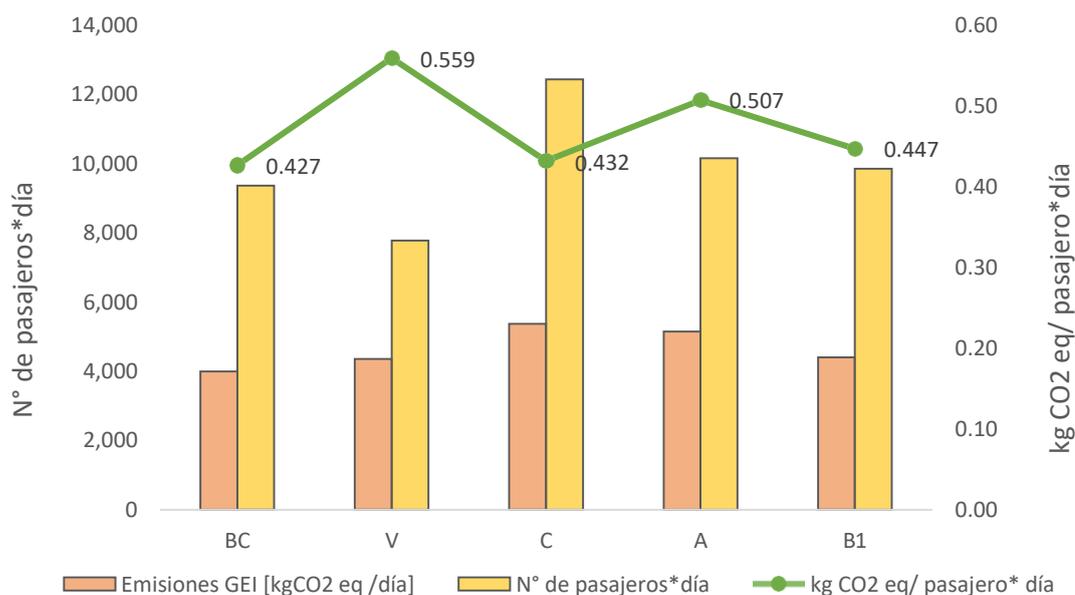
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Emisiones CO₂ eq per cápita en microbuses de empresa "Nuevo California S.A." en día laborable y en no laborable

Rutas	Día laborable			Día no laborable		
	Emisiones GEI [kg CO ₂ eq/día]	N° de pasajeros/día	kg CO ₂ eq pasajero/día	Emisiones GEI [kg CO ₂ eq/día]	N° de pasajeros/día	kg CO ₂ eq pasajero/día
BC	3 995.44	9 366	0.427	3 995.44	5 853.53	0.683
V	4 351.36	7 781	0.559	4 163.08	4 828.29	0.862
C	5 372.65	12 438	0.432	5 140.18	5 901.25	0.871
A	5 151.02	10 155	0.507	5 151.02	8 421.49	0.612
B1	4 402.96	9 850	0.447	4 402.96	8 069.43	0.556
Total	23 273.43	49 590.04	0.469	22 852.68	33 073.99	0.691

Matriz energética actual: diésel

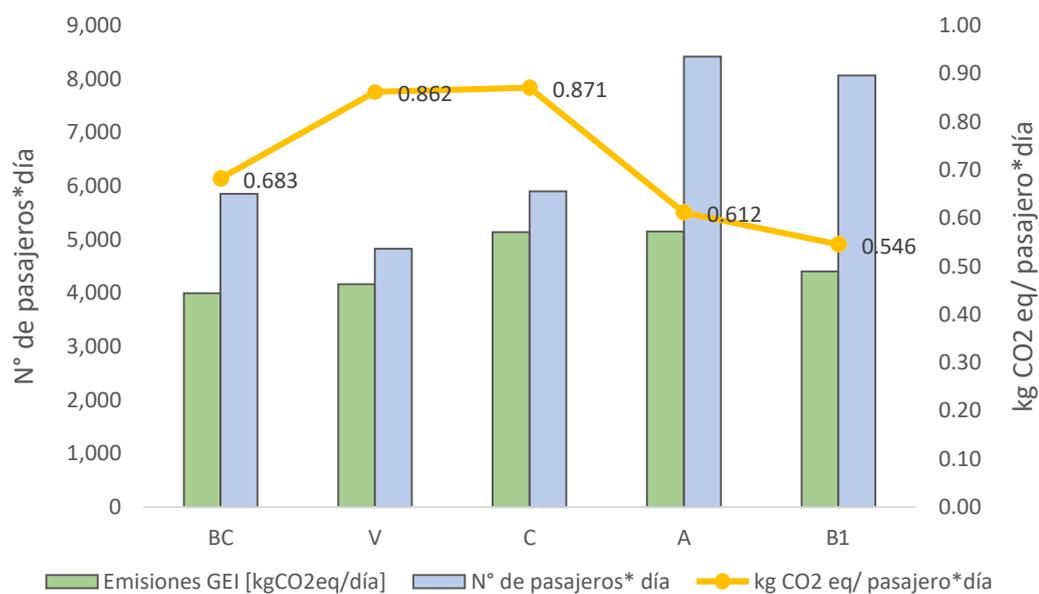
Fuente: Elaboración propia



R= -.857 y R²=.734 del número de pasajeros y emisión per cápita de CO₂ eq (Tabla 28, anexo 13)

Figura 3: Emisiones CO₂ eq per cápita generado por los microbuses de la empresa "Nueva California S.A." en un día laborable.

Fuente: Elaboración propia



R= -.657 y R²=.432 del número de pasajeros y emisión percápita de CO₂ eq (Tabla 28, anexo 13)

Figura 4. Emisiones CO₂ eq percápita generado por los microbuses de la empresa "Nueva California S.A." en un día no laborable.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Emisiones CO₂ eq percápita por cambio de matriz energética a GNV en los microbuses de la empresa "Nueva California S.A."

Matriz energética: Gas Natural Vehicular (GNV)						
Rutas	Día laborable			Día no laborable		
	Emisiones GEI [kg CO ₂ eq/día]	Nº de pasajeros/día	kg CO ₂ eq pasajero/día	Emisiones GEI [kg CO ₂ eq/día]	Nº de pasajeros/día	kg CO ₂ eq pasajero/día
BC	1 125.85	9 365.64	0.120	1 125.85	5 853.53	0.192
V	1 226.14	7 780.97	0.158	1 173.09	4 828.29	0.243
C	1 513.93	12 437.99	0.122	1 448.42	5 901.25	0.245
A	1 451.47	10 155.33	0.143	1 451.47	8 421.49	0.172
B1	1 240.68	9 850.11	0.126	1 240.68	8 069.43	0.154
Total	6 558.07	49 590.04	0.132	6 439.51	33 073.99	0.195

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4, se encontró que los microbuses que usan como matriz energética el diésel, las emisiones percápita para los usuarios son 0.469 kg CO₂ eq en un día laborable, y en un día no laborable 0.691 kg CO₂ eq; mientras que en la tabla 5 se encontró que si estos microbuses usaran GNV como matriz energética las emisiones percápita serían 0.132 kg CO₂ eq en un día laborable, y en un día no laborable 0.195 kg CO₂ eq.

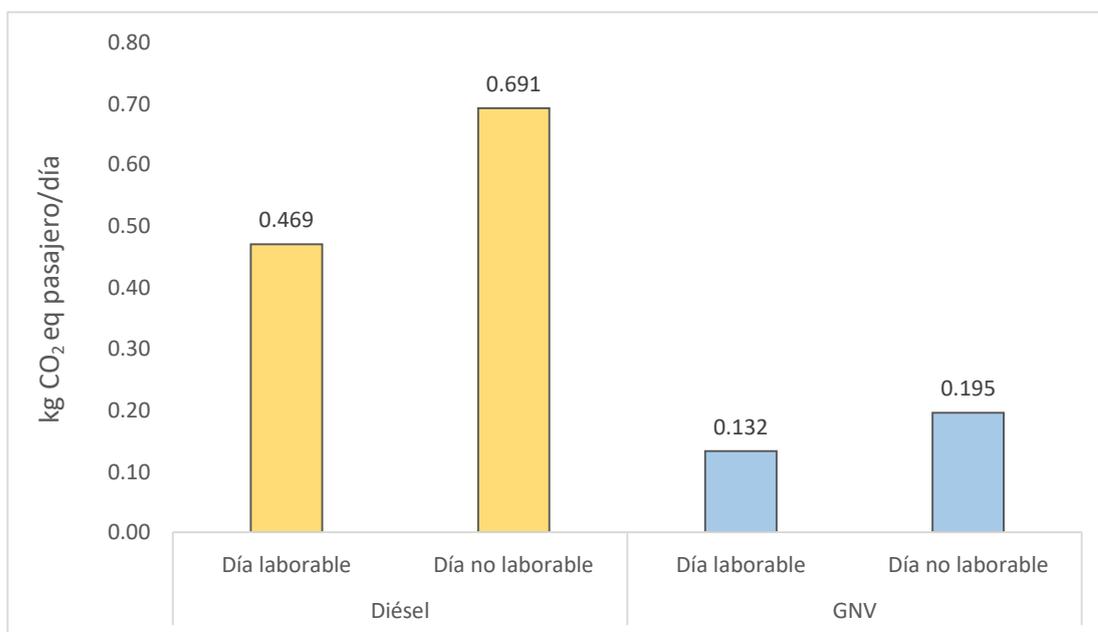


Figura 5. Emisiones CO₂ eq percápita por cambio de matriz energética de Diésel a GNV en los microbuses de la empresa "Nueva California S.A."

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Emisiones percápita por kilómetro recorrido

Matriz energética	kg CO ₂ eq km/pasajero	
	Día laborable	Día no laborable
Diésel	0.103	0.152
GNV	0.029	0.043

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6, indica que un usuario contribuye con 0.103 y 0.152 kg CO₂ eq por kilómetro en un día laborable y no laborable; si se cambiase la matriz energética a GNV, se contribuiría con 0.029, y 0.043 kg CO₂ eq km/pasajero en un día laborable y no laborable.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a la tabla 2, se puede apreciar que los microbuses de la empresa "Nuevo California S.A." que prestan servicio de transporte de pasajeros utilizan combustible diésel como matriz energética para su recorrido en sus diferentes rutas, generan emisiones de aproximadamente 23 273.43 kg CO₂ eq en un día laborable y 22 852.68 kg CO₂ eq en un día no laborable, presentando una diferencia de 420.75 kg CO₂ eq respecto al día laborable. La diferencia del total de emisiones entre ambos días, se debe a que el total de kilómetros recorridos no es la misma en día laborable como en no laborable, esto depende del número de vehículos que varían de acuerdo al día, debido a que las frecuencias de salida en algunas rutas cambian en ambos días; como se observa en la figura 1, las rutas A y C presentan mayor distancia recorrida y a su vez muestran una mayor cantidad de emisiones respecto a las rutas BC, V y B1. Entre la distancia recorrida y la cantidad de emisiones, se identificó una correlación positiva perfecta representada por $R=1$, además de un coeficiente de determinación por $R^2=1$, indicando que la distancia recorrida influye 100% sobre la cantidad de emisiones. Al analizar las rutas de la empresa "Nuevo California S.A.", se entiende, que cuando el intervalo de salida es más frecuente (hora punta y/o valle), el número de microbuses o número de viajes vehiculares es mayor, por consiguiente, la distancia recorrida total, el consumo de combustible y las emisiones aumentan. Según, Común y Saavedra (2017) la mayor emisión de gases contaminantes, proviene de la combustión del diésel, además tiene un factor de emisión muy alto a diferencia del resto de combustibles. Asimismo, Franco *et al.* (2013), indican que las emisiones están relacionadas al tipo de combustible consumido y la distancia recorrida por los vehículos. De la misma manera Saboohi y Farzaneh (2009), indican que la cantidad de emisiones de CO₂, va a depender del tipo y consumo de combustible, distancia y el número de viajes que recorre el vehículo. TMT (2016), encuentra que en la ciudad Trujillo un microbús, emite 87 kg de CO₂ eq/día, con un recorrido de 134.94 km/día, mientras, que en este estudio se encuentra que un microbús de la empresa Nuevo California S.A. emite en promedio 150 kg de CO₂ eq/día, con un recorrido promedio de 235 km, realizando 6 vueltas, alternándose una vuelta en cada ruta secuencialmente, encontrándose similitud al comparar estas emisiones por km recorrido, que es de 0.64 kg de CO₂ eq microbús/km en ambos estudios.

Como se observa en tabla 3, la empresa “Nuevo California S.A.” transporta 49 590 y 33 074 pasajeros, en un día laborable y en un no laborable, evidenciando que la personas suelen movilizarse más en un día laborable que en un no laborable. En la figura 2, se muestra el número promedio de pasajeros que son movilizados en cada ruta de la empresa, donde en un día laborable, la ruta C transporta la mayor cantidad de pasajeros con alrededor 12 438 personas y la ruta V moviliza alrededor de 7 781 pasajeros, siendo la ruta que menos pasajeros transporta en comparación con las otras rutas, mientras que en un día no laborable, la mayor cantidad de pasajeros transportados lo realiza la ruta A con alrededor de 8 421 y la V moviliza alrededor de 4 854 pasajeros siendo la ruta que menos personas transporta en este día. Según Gómez y Semeshenko (2018), las personas suelen movilizarse a otros puntos con el fin de realizar sus actividades cotidianas. CONSIA (2004), menciona que en la ciudad de Trujillo el principal motivo de desplazamiento es el trabajo y el estudio, esto explica porque en nuestros resultados se evidencia un menor número de personas en día no laborable, ya que estas actividades se realizan generalmente en días laborables. Se encuentra una diferencia con la cantidad de pasajeros estimado en el estudio realizado por TMT, TARYET y CAF (2018), quienes llegan a estimar que el servicio de transporte público de la empresa “Nuevo California S.A.”, con 6 rutas, moviliza alrededor de 59 252 pasajeros en día laborable, mostrando una diferencia de 9 662 pasajeros con respecto a lo encontrado en esta investigación, dicha diferencia se debe a que en este estudio se ha considerado las rutas BC, A, C, V, y B1, siendo estas 5 rutas, las que operan actualmente. Delfin y Vazquez (2015), sostienen que el transporte urbano de pasajeros, se ha convertido en una necesidad básica en la ciudad, y son los usuarios quienes aprovechan la utilidad del transporte público según sus preferencias, como señalan Akiva y Leman. Es así que, según los resultados y la teoría planteada, la cantidad de pasajeros está relacionado a la necesidad de los usuarios, la cual depende de que estas rutas logren adecuarse a sus preferencias en la accesibilidad y frecuencias de salida; es por ello que la empresa tiene distintas frecuencias de salida en cada ruta para días laborables y no laborables.

En la tabla 4, encontramos que en un día laborable la emisión per cápita es de 0.469 kg CO₂ eq, mientras que en un día no laborable se estima que la emisión por usuario es de 0.691 kg CO₂ eq. Según el reporte de TMT (2016), la emisión per cápita para un

usuario de un microbús es de 0.264 kg CO₂ eq, representando la mitad para un día laborable y la tercera parte para un no laborable, con respecto a lo encontrado en el presente estudio, esto se debe a que TMT, estima al día que un microbús transporta una cantidad mayor de pasajeros, y el recorrido es 100 km menos de acuerdo con este estudio. Mientras que Fernández y Lazo (2017), hallan que la emisión per cápita para los alumnos de la UCB que utilizan microbús es de 56.85 kg de CO₂ al año, en el estudio se calcula que un usuario de los vehículos de Nuevo California le corresponde 0.469 kg de CO₂ eq en un día laborable y que al año representaría un total de 140.79 kg de CO₂ eq. En la figura 3 y 4, se aprecia las variaciones de las emisiones per cápita en las distintas rutas, observándose que la ruta V muestra una elevada emisión per cápita debido a que la cantidad de pasajeros transportado es menor que las otras rutas, ya sea en día laborable como en no laborable, mientras que la ruta C en día laborable y las rutas A y B1 en día no laborable, transportan mayor cantidad de pasajeros, por ende, la emisión per cápita es menor, con respecto a las otras rutas. Por lo tanto, mientras haya mayor cantidad de pasajeros transportados, la emisión per cápita es menor y cuando haya menos pasajeros, la emisión per cápita es mayor, esto se comprueba con los datos encontrados para un día laborable y no laborable, se identificó que entre el número de pasajeros y la emisión per cápita hay una correlación alta en un día laborable, y en un día no laborable una hay correlación moderada, y de acuerdo al coeficiente de determinación el número de pasajeros influye en un 73% y 43% en la emisión per cápita respectivamente. Notándose además que, entre las diferentes rutas, la emisión per cápita generada por los microbuses son relativamente diferentes, en día laborable como también en día no laborable, esto se debe a que cada ruta lleva distinta cantidad de pasajeros en sus microbuses, entonces se entiende que una ruta resulta eficiente cuando moviliza mayor cantidad de pasajeros, desde el punto de vista ambiental y de la movilidad urbana sostenible. Como menciona Jara y Vásquez (2012), una sobreoferta vehicular, no solo genera congestión del tránsito por exceso de vehículos en las vías, sino también mayores emisiones y una ineficiente movilización de pasajeros, este último es porque la ocupación media del vehículo disminuye. De acuerdo con Greenpeace (2016), estas emisiones generadas por el sector transporte son solo una parte de la mochila de impactos, que le corresponde a cada individuo. Según el MINAM (2008), este indicador busca el compromiso de cada individuo para la

reducción de sus emisiones de CO₂ eq generados de manera directa o indirecta por sus actividades o acciones.

En la tabla 5, se muestra las emisiones de CO₂ eq generado por los microbuses de la empresa “Nuevo California S.A.” por cambio de matriz energética a GNV, donde se calcula que hay una diferencia de 16 715.36 kg CO₂ eq en un día laborable y 16 413.17 kg CO₂ eq en un día no laborable con respecto a las emisiones encontradas con la matriz energética de diésel; de la tabla 4 y 5 se obtiene la diferencia de las emisiones de CO₂ eq per cápita por cambio de matriz energética de diésel a GNV, que es de 0.337 kg CO₂ eq para día laborable y 0.496 kg CO₂ eq en un día no laborable, esta variación, tanto para emisiones totales como per cápita es del 72%. Asimismo, en la tabla 6, se calcula que la emisión es de 0.103 y 0.152 kg CO₂ eq por kilómetro pasajero en un día laborable y en un día no laborable para microbuses con matriz energética de diésel, mientras que Transportes Metropolitanos de Trujillo (2016), encuentra una emisión de 0.058 kg CO₂ eq kilómetro pasajero para un usuario de un micro que utiliza diésel como matriz energética, representa la mitad y tres veces menos en promedio para un día laborable y en un día no laborable en emisiones, estos cálculos difieren debido a que TMT plantea que un microbús recorre en promedio 134.94 km al día, para su estimación de emisiones de GEI, a comparación de un microbús de la empresa Nuevo California S.A. que recorre 100 km más. Común y Saavedra (2017), estiman que la emisión de CO₂ por kilómetro de cada integrante universitario es de 0.53 kg de CO₂ eq, resultado que difiere con el de la investigación, debido a que ellos encuentran que en promedio un integrante universitario se moviliza 12.5 km, distancia que refleja la movilización de su casa a la universidad y viceversa además que su población está limitada por la comunidad universitaria. Además, en esta tabla, se encuentra que los vehículos con matriz energética GNV reducen considerablemente sus emisiones a 0.029 y 0.043 kg de CO₂ kilómetro pasajeros respectivamente, resultados que se hallan a partir de la distancia promedio de 4.55 km que recorre un pasajero en microbús. Toro y Quinceno (2015) y Andrade, Arteaga y Segura (2017) señalan que el aporte de emisiones de CO₂ por uso de combustible diésel en el sector transporte representa la mayor cantidad de emisiones, y al estar el GNV aún está posicionándose como combustible alternativo a los tradicionales, existe un número pequeño de estaciones de servicio que vende este combustible.

V. CONCLUSIONES

1. El servicio de transporte urbano de la empresa "Nuevo California S.A." genera una emisión de 23 273.43 kg CO₂ eq en un día laborable y 22 852.68 kg CO₂ eq en un día no laborable.
2. Los microbuses de la empresa "Nuevo California S.A." transportan aproximadamente 49 590 pasajeros en un día laborable y 33 074 en un día no laborable.
3. La emisión per cápita generado por servicio de transporte de la empresa "Nuevo California S.A." con la matriz energética actual es de 0.469 kg CO₂ eq en un día laborable y 0.691 kg CO₂ eq en un día no laborable y la emisión per cápita por kilómetro recorrido es de 0.103 y 0.152 kg CO₂ eq respectivamente.
4. La emisión per cápita por cambio de matriz energética de diésel a GNV es de 0.132 kg CO₂ eq en un día laborable y 0.195 kg CO₂ eq en un día no laborable y por kilómetro recorrido la emisión es de 0.029 y 0.043 kg CO₂ eq km/pasajero respectivamente, el cual representa una variación del 72% en las emisiones.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar estudios de ascenso y descenso de pasajeros durante todo el día, en días laborables como en días no laborables, para asegurar una disminuir la incertidumbre de personas que utilizan el servicio de transporte.

Hacer investigaciones sobre las emisiones de CO₂ eq provenientes del servicio de transporte de taxi en la ciudad de Trujillo y evaluar alternativas verdes para contrarrestar esas emisiones, así como también impulsar la implementación de medios de transporte sostenible.

Continuar ejecutando investigaciones de emisiones de CO₂ eq per cápita relacionadas a la movilidad urbana y que contribuyan al transporte urbano sostenible, con fin de conocer parte de la huella de carbono y para que así cada persona tome conocimiento, analice y tome decisión de reducir esas emisiones generadas ya sea de manera directa o indirecta por sus acciones con el propósito de mejorar la calidad de vida.

Realizar estudios desde el punto de vista económico y ambiental en cada una de las rutas de la empresa, en el cual se evalué, una posible modificación de sus frecuencias de salida de sus microbuses que sean acordes a la demanda de pasajeros.

La empresa debe evaluar las rutas que tienen mayor recorrido y poca demanda, debido a que genera menos ingresos, y mayor cantidad emisiones, por lo que debe plantearse, acortar los recorridos de la ruta con el fin de corregir y mejorar la capacidad y ocupación media de los microbuses de la empresa, para que de esa manera lograr la eficiencia de las rutas al trasladar los pasajeros.

REFERENCIAS

ANDRADE Hernán, ARTEAGA Camilo y SEGURA Milena, Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1):103-112, enero - abril 2017. ISSN: 0122-8706.

ANZOLIN, Adriana. *Lazos Verdes*. Ituzaingó: Maipue, 2006. 159 pp. ISBN: 9789879493274.

Are per capita carbon emission predictable across countries? por Cheng-Kuan, Li. [et al]. *Journal of Environmental Management*, 237[s.n.]:569-575, mayo 2019. ISSN: 0301-4797.

BALLESTER, Ferran y PEIRO, Rosanna. Transporte, medio ambiente y salud, Informe SESPAS 2008. *Gaceta Sanitaria*, 22[s.n.]:53-64, abril 2008. ISSN: 0213-9111.

BRUNDELL, Karin y ERICSSON, Eva. Influence of Street characteristics, driver category and car performance on urban driving patterns. *Transportation Research Part D 10: Transport and Environment*, 10[s.n.]:213-229, mayo 2005. ISSN: 1361-9209.

Cámara Peruana del Gas Natural Vehicular (CPGNV). Estudio económico del mercado del GNV propuesta de mejora. *La Revista CPGNV*, [en línea]. septiembre 2015. [Fecha de consulta: 8 de mayo del 2019]. Disponible en: https://issuu.com/cpgnv/docs/09-2015_cpgnv.

CARMONA, Luis. Conciliación de inventarios top down – bottom up de emisiones de fuentes móviles en Bogotá, Colombia. *Tecnura*, 20(49):59-74, mayo 2016. ISSN: 0123-921X.

CLOY y SMITH. *Earth Systems and Environmental Sciences*. [en línea]. Escocia: Elsevier, 2015. [Fecha de consulta: 9 de mayo del 2019]. *Greenhouse Gas Emissions*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095489051782>. ISBN: 9780124095489.

COMÚN, Kathy y SAAVEDRA, Ana. Estimación de la huella de carbono de la comunidad universitaria proveniente de fuentes móviles utilizados para desplazarse hacia la UNALM. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, 2017. 109 pp.

DELFIN, Odette y VÁZQUEZ, Melo. Eficiencia del transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán (México) en el año 2015: Un análisis de la envolvente de datos. Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión. 25(2):7-23, diciembre 2017. ISSN: 0121-6805.

Demanda Nacional de Combustibles. OSINERGMIN. 2018. Disponible en: http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/hidrocarburos/Paginas/SCOP-DOCS/scop_docs.htm.

Desarrollo de un sistema sustentable de transporte público en Trujillo. [en línea]. Trujillo: CONSIA, 2004. [Fecha de consulta: 09 de mayo del 2019]. Disponible en: https://www.tmt.gob.pe/DAT_archivos/files/files/PAGINA/SITT/ESTUDIOS/CONSIA/3_INFORME_PAI_PCP_Texto.pdf.

DUNNE, Jennifer, JACKSON, Stacy y HARTE, John. Encyclopedia of Biodiversity. [en línea]. 2.a ed. Waltham: Elsevier, 2013. [Fecha de consulta: 9 de mayo del 2019]. Greenhouse Effect. Disponible en: <https://peacelab.000webhostapp.com/pdf/Dunne2013GEeffect.pdf>. ISBN: 9780123847201.

El transporte en las ciudades Un motor sin freno del cambio climático. Greenpeace. 2016. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/transporte-ciudades-cambio-climatico.aspx>.

Emissiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y externalidad negativa. TMT. 2016. Disponible en: <https://www.tmt.gob.pe/pag.php?pags=101&option=69df8a6de70cbaed4b61b6fcd851a4cc>.

Energía – 2012. MINAM. 2016. Disponible en: <http://infocarbono.minam.gob.pe/reportes-sectoriales/reporte-sectorial-de-gases-efecto-invernadero/energia/>.

Energía – Fuentes Móviles. MINAM. 2016. Disponible en: <http://infocarbono.minam.gob.pe/energia-movil/>.

Evaluación de área saturada de la red vial metropolitana de Trujillo. TMT. octubre 2015. Disponible en: <http://sial.segat.gob.pe/documentos/informe-tecnico-evaluacion-area-saturada-red-vial-metropolitana>.

FERNÁNDEZ, Michelle y LAZO, Andrea. Estimación de las emisiones de CO₂ de los estudiantes de la UCB (Campus Tupuraya), por el uso de transporte y propuestas de mitigación. *Acta Nova* [en línea]. Vol.3, n.º 3, marzo 2018. [Fecha de consulta: 7 mayo de 2019]. Bolivia. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892018000100010. ISSN: 1683-0789.

FRANCO, Vicente. [et al]. Road vehicle emission factors development: A review. *Atmospheric Environment*, 70 [s.n.]:84-97, mayo 2013. ISSN: 1352-2310.

GOMEZ, Yadira y SEMESHENKO, Viktoriya. Transporte y calidad de vida urbana. Estudio de caso sobre el Metroplús de Medellín, Colombia. *Lecturas de Economía*, (89):103-131, julio - diciembre 2018. ISSN: 0120-2596.

GONZÁLES, Mariano. Los medios de transporte en las ciudades un análisis comparativo. Madrid: Ecologistas en acción. 2007. 37pp. ISBN: 9788493562243.

Guía Técnica para indicadores de cambio climático. MINAM. Noviembre 2008. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-tecnica-indicadores-cambio-climatico>.

HAMMADOU, Hakim y MAHIEUX, Auriéle. Transportation demand management in a deprived territory: A case study in the North of France. *Transportation Research Procedia*. [en línea]. Vol.4, [s.n.], mayo 2014. [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2019]. Francia. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146514003068>. ISSN:2352-1465.

Inventario de gases de efecto invernadero (GEI), línea base y opciones de mitigación en Trujillo. BID. 2012. Disponible en: <http://sial.segat.gob.pe/documentos/inventario-gases-efecto-invernadero-gei-linea-base-opciones>.

IPCC. Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [en línea]. Ginebra, Suiza: IPCC. 2014. [Fecha de consulta: 26 de abril del 2019]. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf. ISBN: 9789291693436.

IPCC. Directrices del IPCC de 2006 para inventarios nacionales de GEI, Vol.2, Energía. [en línea]. 2006. [Fecha de consulta: 26 de abril del 2019]. Hayama, Japon: Institute for Global

Environmental Strategies (IGES). 2006. Disponible en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html>. ISBN: 9291693200.

IPCC. Global Warming of 1.5°C. [en línea]. Suiza: Geneva, Switzerland, 2018. [Fecha de consulta: 25 de abril del 2019]. Suiza. Disponible en: https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf. ISBN: 9789291691517.

JARA, María y VÁSQUEZ, Joaquín. El servicio de transporte Público Urbano de personas: libre mercado y regulación. *Revista de Derecho Administrativo*. (12): 309-322, 2012. ISSN: 2074-0956.

KHARBACH, Mohammed y CHFADI, Tarik. CO₂ Emissions in Moroccan Road Transport Sector: Divisia, Cointegration, and EKC analyses. *Sustainable Cities and Society*, 35: 396-401, noviembre 2017. ISSN: 2210-6707.

LI, Wenxiang [et al]. Comparative evaluation of global low-carbon urban transport. *Technological Forecasting and Social Change, Science Direct*. 143 [s.n.]: 14-26, junio 2019. ISSN: 0040-1625.

LOO, B.PY. *International Encyclopedia of Human Geography*. Hong Kong: Elsevier, 2009. [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2019]. *Transport Urban*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080449104010397>. ISBN: 9780080449104.

MANTILLA, Juan, GALEANO, Carlos y RONCANCIO, Jorge. Desempeño y emisiones de un motor de combustion interna con combustible dual diesel y gas natural. *Ingeniería Energética*. [en línea]. Vol.36, n.1, enero 2015. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2019]. La Habana. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012015000100004. ISSN:1815-5901.

MENDOZA, Juan y SALAZAR, Armando. *Inventario de emisiones en los principales corredores de transporte carretero en México*. Publicación técnica - Instituto Mexicano del Transporte. (400): 1:129. 2014. ISSN: 0188-7297.

MOLINERO, Angel y SÁNCHEZ, Luis. *Transporte Público: Planeación, diseño y administración*. 4.a ed. México: Quinta del agua ediciones S.A. de C.V., 2003. 776 pp. ISBN: 9709108840.

MTC. D.S. N° 012-2019-MTC. Política Nacional de Transporte Urbano - PNTU. Lima, 2019. 110 pp.

PADILLA Emilio y ANDRES Lidia. Driving factors of GHG emissions in the EU transport activity. *Transport Policy*, 61 [s.n.]: 60-74, 2018. ISSN: 0967-070X.

Perú: Perfil Sociodemográfico. INEI, agosto 2018. Disponible en: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/index.html.

Plan regulador de rutas del sistema integrado de transporte de Trujillo - SITT – anexo que forma parte de la O.M. 022-2018-MPT. TMT. 2018. Disponible en: <http://sial.segat.gob.pe/normas/ordenanza-municipal-que-aprueba-plan-regulador-rutas-sistema-integrado>.

Qué es el GNV. Cámara Peruana del Gas Natural Vehicular (CPGNV). 2017. Disponible en: <https://www.cpgnv.org.pe/que-es-el-gnv/>.

RIOS, Vanessa, MARQUET, Oriol y MIRALLES, Carme. Estimación de las emisiones de CO₂ desde la perspectiva de la demanda de transporte en Medellín. *Transporte y Territorio*, [en línea]. n.º15. 2016. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5692938>. ISSN: 1852-7175.

RUS, Ginés, CAMPOS, Javier y NOMBELA, Gustavo. *Economía del Transporte*. Barcelona: Antoni Bosch Editor, 2003. 447 pp. ISBN: 849534808X.

SABOOHI y FARZANEH. Model for developing an eco-driving strategy of passenger vehicle based on the least fuel consumption. *Applied Energy*, 86 [s.n.]:1925-1932, octubre 2009. ISSN: 0306-2619.

SÁNCHEZ, Óscar, ROMERO, Javier. Factores de calidad del servicio en transporte público de pasajeros: estudio de caso de la ciudad de Toluca, México. *Economía, sociedad y territorio*, 10(32):49-80, abril 2010. ISSN: 1405-8421.

SANTOS, Georgina. Road transport and CO₂ emissions: What are the challenges. *Transport Policy*, 59 [s.n.]:71-74, octubre 2017. ISSN: 0967-070X.

SINGH Richa, SHARMA Chhemendra y AGRAWAL Madhoolika. Emission inventory of trace gases from road transport in India. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 52 [s.n.]:64-72, mayo 2017. ISSN: 1361-9209.

SOTELO, José, SOTELO, Maria y TOLÓN, Alfredo. Las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte por carretera. *Investigaciones Geográficas*. (54):133-169, 2011. ISSN: 0213-4691.

SPEIGHT. Production, properties and Environmental impact of hydrocarbon fuel conversion. En: RASHID M., *Advances in Clean Hydrocarbon Fuel Processing*. Inglaterra: Woodhead Publishing, 2011. pp. 54-82. ISBN: 9781845697273.

STELZER, Anselmo [et al]. Improving service quality in public transportation systems using automated customer feedback. *Transportation Research Part E. Logistics and Transportation Review*. 89 [s.n.]:259-271, mayo 2016. ISSN: 1366-5545.

TALBI, Bisma. CO₂ emission reduction in road transport sector in Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Science Direct. 69 [s.n.]:232-238, marzo 2017. ISSN: 1364-0321.

TMT, TARYET y CAF. Elaboración de la estructura y política tarifaria del Sistema Integrado de Transporte Público de la provincia de Trujillo. [s.n.]:183, agosto 2018.

TORO, Maria y QUINCENO, Diana, Estimacion de la demanda energética y de las emisiones vehiculares en el Valle de Aburrá durante el periodo 2000-2010, usando el modelo LEAP. *DYNA*, 82(189):45-51, febrero 2015. ISSN: 0012-7353.

Transporte Urbano y Salud. [en línea]. Alemania: GIZ y OMZ, 2011. [Fecha de consulta: 08 de mayo del 2019]. Disponible en: https://www.who.int/hia/green_economy/giz_transport_sp.pdf?ua=1.

VIERIA, Arnaldo. Natural gas and other alternative fuels for transportation purposes. *Energy*, 10 [s.n.]:187-215, febrero 1985. ISSN: 0360-5442.

YUAN, Rui-Qiang, TAO, Xin y YANG, Xiang-Long. CO₂ emission of urban passenger transportation in China from 2000 to 2014. *Advances in Climate Change Research*, 10 [s.n.]:59-68, marzo 2019. ISSN: 1674-9278.

ANEXOS

Anexo 1: Muestra piloto

Tabla 7. Tarjeta de reporte del contabilizador de pasajeros de la unidad 174 ruta B1

Transp. Nuevo California						
Unidad	Salida #895760				Vuelta 2	
174	LUNES - SABADO				B1	
Salida 08:38 12 Jun. 2019						
#	CTRL	PROG	MARC	FALT	SUB	BAJ
1	BSAS	0.35972222	08:39:22a	+1	0	0
2	LARC	0.3625	08:42:05a	0	2	0
3	UCV	0.36666667	08:48:37a	0	17	3
4	HUSA	0.36944444	08:53:37a	+1	24	7
5	OGRA	0.37291667	09:02:06a	+5	28	17
6	VALL	0.38055556	09:14:39a	+6	37	25
7	LAVA	0.3875	09:27:30a	+9	54	42
8	AREV	0.40347222	09:45:03a	+4	59	61
9	VRAU	0.40625	09:50:09a	+5	64	64
10	REYS	0.41111111	09:54:18a	+2	64	65
11	CDU	0.41666667	09:59:40a	-1	71	66
12	MOCH	0.42361111	10:10:24a	0	75	70
13	VALL	0.43194444	10:28:12a	+6	88	80
14	PERL	0.44097222	10:41:58a	+6	95	85
15	FATI	0.44722222	10:50:54a	+6	111	101
16	DESA	0.45277778	10:56:09a	+4	112	113
17	BSAS	0.45416667	10:58:40a	+4	112	116

** FUERA DE RUTA **

Pasajeros: Subida 112. Bajada 116

Fuente: Empresa “Nuevo California S.A.”

Tabla 8. Muestra piloto de n° de pasajeros por microbús en cada ruta

Rutas	N° de pasajeros por microbús			Promedio	Varianza	Tamaño muestra	Varianza Ponderada	Des Ponderada
BC	135	138	95	123	576	3		
V	98	100	98	99	1	3		
C	159	132	113	135	534	3	347.94	19.94
A	160	106	149	138	814	3		
B1	102	103	116	107	61	3		

Fuente: Elaboración propia

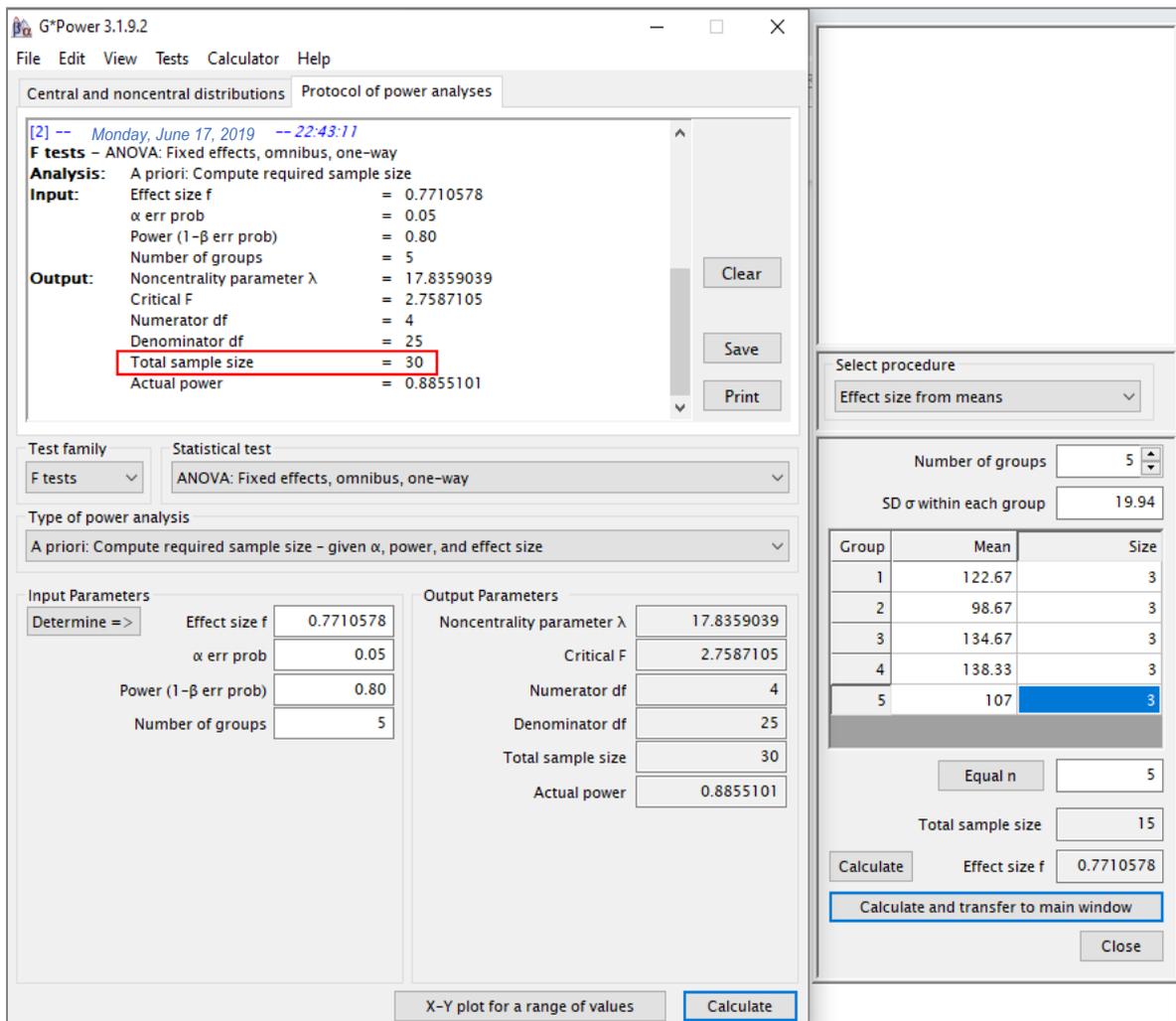


Figura 6. Cálculo de tamaño de muestra en el software *G*Power* 3.1.9.2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Cuantificación de emisiones de CO₂ eq per cápita para el sector transporte público urbano – Trujillo 2019

A B C= A*B D E F $G = \frac{C * D * E * F}{C * D * E * F}$ H I J K= G*H L= G*I M= G*J $N = \frac{K * I + L * 28 + M * 265}{M * 265}$ O P = N/O

Rutas del servicio de transporte*	Nivel de actividad - Características de transporte		Nivel de actividad - kilómetros			Rendimiento del combustible	Especificaciones de combustibles		Consumo energético	Factores de Emisión Gases de Efecto Invernadero - GEI			Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - GEI				Emisiones de CO ₂ per cápita	
	Clasificación vehicular*	Combustible	Número de vehículos [unidades/día]*	Longitud de la ruta [km/unidad]*	Distancia recorrida total [km/día]*	Rendimiento [Gal/100 km]*	Densidad [kg/ gal]	VCN [TJ/10 ⁶ kg]	Consumo energético [TJ/10 ⁸ día]	Factor emisión CO ₂ [kg/TJ fuel]	Factor emisión CH ₄ [kg/TJ fuel]	Factor emisión N ₂ O [kg/TJ fuel]	Dióxido de carbono [kg CO ₂ /día]	Metano [kg CH ₄ /día]	Óxido nitroso [kg NO ₂ /día]	Emisiones GEI [kgCO ₂ eq/día]	N° de pasajeros/día*	kg CO ₂ eq pasajero/día*

Fuente: MINAM, 2012, y adaptado para esta investigación*

Anexo 4: Distribución de la demanda de viajes del transporte público en la ciudad de Trujillo

Hora	Viajes por Hora	Porcentaje de Viajes	
	0:00-1:00	99.0	0.014%
	1:00-2:00	235.0	0.034%
	2:00-3:00	364.0	0.053%
	3:00-4:00	473.0	0.069%
	4:00-5:00	1143.0	0.167%
Hora Valle	5:00-6:00	11336.0	1.654%
	6:00-7:00	73856.0	10.775%
Hora Punta	7:00-8:00	74096.0	10.810%
	8:00-9:00	46465.0	6.779%
	9:00-10:00	30518.0	4.452%
Hora Valle	10:00-11:00	25855.0	3.772%
	11:00-12:00	21324.0	3.111%
	12:00-13:00	75429.0	11.005%
Hora Punta	13:00-14:00	64410.0	9.397%
	14:00-15:00	30192.0	4.405%
Hora Valle	15:00-16:00	35232.0	5.140%
	16:00-17:00	30631.0	4.469%
	17:00-18:00	29433.0	4.294%
Hora Punta	18:00-19:00	61855.0	9.024%
	19:00-20:00	36424.0	5.314%
Hora Valle	20:00-21:00	20915.0	3.051%
	21:00-22:00	11214.0	1.636%
	22:00-23:00	3464.0	0.505%
	23:00-00:00	465.0	0.068%
Total		685428.0	100.000%

Fuente: TMT, Plan regulador de rutas del sistema integrado de transporte de Trujillo – SITT, 2018.

Anexo 5: Información de la empresa “Nuevo California S.A.”

Tabla 9. *Intervalo de frecuencia de salida de los microbuses de la empresa*

Rutas	Minutos	
	Día laborable	Día no laborable (Domingo/Feriado)
A - B1 - BC	6	
C - V	Hora punta	4
	Hora valle	5

Fuente: Empresa “Nuevo California S.A.”

Tabla 10. *Horario de servicio de las rutas*

Rutas	Horario de servicio
BC	4:52 a.m. - 10:00 p.m.
V	5:26 a.m. - 10:00 p.m.
C	5:24 a.m. - 10:00 p.m.
A	4:48 a.m. - 10:00 p.m.
B1	4:50 a.m. - 10:12 p.m.

Fuente: Empresa “Nuevo California S.A.”

Tabla 11. *Consumo de combustible promedio (microbús/día)*

Galón/día	Número de vueltas promedio	Distancia media recorrida (km)
15	6	230 - 240

Fuente: Empresa “Nuevo California S.A.”

Anexo 6: Ficha de conteo de pasajeros en campo de la ruta M-10 (Letra B1)

ESTUDIO DE ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJEROS

FORMATO DE CAMPO

Nombre de la Ruta: Nuevo California S.A / B1

Fecha: 13/09/2019 **Hora de salida:** 12:04 am **Tipo de Unidad:** Microbús

No. De Corrida **Hora de llegada:** 13:06 pm **Ruta No.:** M-10 **No. Asientos:** 26

Equipo No. **Dirección** **Empresa No.**

Hora de Llegada	Hora de Salida	Mov.	Ubicación de la Parada	Ascenso	Descenso
			Paradero	2	
			Av. Larco y Los Tilos	1	
			Av. Larco y Los Colibríes		1
			Óvalo Larco	1	
			Av. América Sur - Av. Húsares de Junín	4	
			Av. América Sur – UPAO	8	1
			Av. América Sur - Av. Costa Rica	2	
			Av. América - Transportes Línea		1
			Óvalo Grau	3	
			Av. América Sur - Av. Gonzáles Prada		3
			Av. América Sur - Av. Santa Cruz	1	1
			Av. América Sur - Av. Eguren		3
			Av. América Sur - Av. Ricardo Palma		3
			Av. América Sur - Av. Pedro Peralta		1
			Av. América Sur - Av. César Vallejo	2	1
			Av. América Sur - Hospital Lazarte	3	4
			Av. América Sur - Av. Perú	3	
			Av. América Norte - Av. Ejército	1	3
			Av. América Norte - 8 de Octubre	5	1
			Av. Túpac Amaru - Av. Teodoro Valcárcel		1
			Av. Túpac Amaru - Av. Pablo Casals	2	
			Av. Túpac Amaru - Av. Villarreal	1	1
			Av. Túpac Amaru - Av. Los Laureles	1	2
			Av. Tahuantinsuyo – Caupolicán	1	2
			Av. Tahuantinsuyo - Mac Carrera	1	2
			Av. Tahuantinsuyo – Morelos		1
			Av. Tahuantinsuyo – Moreno		1
			Av. Jose Gabriel Condorcanqui – Montufar	1	1
			Av. Jose Gabriel Condorcanqui - Av. Indo américa	1	
			Av. Indo américa - Av. Cahuide		4
			Ca. 13 - Ca. C-22		2
			Ca. 13 - Ca. 14		1

			Ca. 13 - Ca. 15		1
			Av. D - Av. C		1
			Los Jazmines - Los Ficus		1
Total (Ida)				44	44

			Los Jazmines - Av. Alan García	1	2
			Av. Alan García - Av. Cajabamba	2	1
			Av. Los Girasoles - Los Jazmines	3	
			Av. Los Girasoles – Pachacutec	2	3
			Av. Cajabamba - Los Ficus	2	
			Av. Cajabamba - El sol	1	
			Av. Nuevo Trujillo - Av. D	2	
			Av. D - Ca. 13	3	
			Ca. 13 - Ca. C-8	2	
			Av. Cahuide - Av. Indo américa	1	
			Av. Indo américa - San Pedro	3	
			Av. Indo américa - Psj. 20	2	1
			Av. Indo américa - Los Cedros		1
			Av. Indo américa – Gibraltar		2
			AV. Indo américa - Av. Jose Gabriel Condorcanqui	1	1
			Av. J. G. Condorcanqui - Av. Aviación	4	
			Av. J. G. Condorcanqui – Montufar		
			Av. J. G. Condorcanqui - Av. Olmedo	4	1
			Av. Tahuantinsuyo - Blanco Encalada		3
			Av. Tupac Amaru - Av. Villarreal	2	
			Av. Tupac Amaru – Rebagliatti		9
			Av. Tupac Amaru - Av. América Sur		1
			Av. América Sur - 8 de Octubre	5	2
			Av. América Sur – Tottus		1
			Av. América Sur - Av. Miraflores	2	1
			Av. América Sur - Av. Ejercito	2	1
			Av. América Sur - Av. Santa	3	1
			Av. América Sur - Prol. Unión	1	
			Av. América Sur - Av. Cesar Vallejo	3	
			Av. América Sur - Mercado La Noria		6
			Av. América Sur - Av. Ricardo Palma		1
			Av. América Sur - Av. Eguren		1
			AV. América Sur - Av. Santa Cruz		1
			Óvalo Grau	6	3
			GRELL	1	1
			Av. América Sur - Av. Costa Rica		4
			UPAO	3	
			Av. América Sur - Av. Húsares de Junín		2
			Óvalo Larco	1	

			Av. Larco - Av. Fátima		2
			Av. Larco - Av. Paujiles		1
			Av. Larco - UCV puerta 2	2	3
			Av. Larco - Av. Hipólito Unanue	2	3
			Av. Larco - Psj. Independencia		1
			Av. Larco - Prol. Bolivia		1
			Av. Larco – Trujillo	1	
			Av. Larco - Los Desamparados		1
			Los Desamparados – Orbegoso		2
			Los Desamparados - Av. Libertad		3
Total (Vuelta)				67	67
Total (Ida + Vuelta)				111	111

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Procesamiento de datos e información

Tabla 12. *Número de vehículos por hora y día, según horario de servicio e intervalo de frecuencia de salida de los microbuses de cada ruta de la empresa “Nuevo California S.A.”*

HORA	Día laborable					Día no laborable					
	BC	V	C	A	B1	BC	V	C	A	B1	
4:00-5:00	1			2	2	1			2	2	
5:00-6:00	Hora valle	10	7	7	10	10	10	7	7	10	10
6:00-7:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
7:00-8:00	Hora punta	10	15	15	10	10	10	12	12	10	10
8:00-9:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
9:00-10:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
10:00-11:00	Hora valle	10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
11:00-12:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
12:00-13:00	Hora punta	10	15	15	10	10	10	12	12	10	10
13:00-14:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
14:00-15:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
15:00-16:00	Hora valle	10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
16:00-17:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
17:00-18:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
18:00-19:00	Hora punta	10	15	15	10	10	10	12	12	10	10
19:00-20:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
20:00-21:00		10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
21:00-22:00	Hora valle	10	12	12	10	10	10	12	12	10	10
22:00-23:00					2					2	
Total (día)		171	208	208	172	174	171	199	199	172	174

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. *Número de número de pasajeros (ida + vuelta) entre 12:00 p.m. - 3:00 p.m.*

Rutas	Número de pasajeros					
	Semana 1			Semana 2		
	Miércoles	Viernes	Domingo	Miércoles	Viernes	Domingo
BC	102	102	76	109	103	54
V	63	58	41	78	70	49
C	113	105	54	101	111	56

A	113	108	97	128	102	90
B1	108	111	84	101	117	95

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. *Número promedio de pasajeros (ida + vuelta) por ruta según días laborables y no laborables entre 12:00 p.m. - 13:00 p.m.*

Rutas	N° promedio de pasajeros / día	
	Laborable	No laborable
BC	104	65
V	67	45
C	108	55
A	113	94
B1	109	90
Total	501	348

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. *Número promedio de pasajeros por hora en un día laborable de un microbús de la empresa de transporte "Nuevo California S.A."*

Número promedio de pasajeros * bus / día laborable							
Hora	%	Rutas					Total
		BC	V	C	A	B1	
4:00-5:00	0.167	2	0	0	2	2	5
5:00-6:00	1.654	16	10	16	17	16	75
6:00-7:00	10.775	102	66	105	110	107	490
7:00-8:00	10.810	102	66	106	111	107	492
8:00-9:00	6.779	64	41	66	69	67	308
9:00-10:00	4.452	42	27	43	46	44	203
10:00-11:00	3.772	36	23	37	39	37	172
11:00-12:00	3.111	29	19	30	32	31	142
12:00-13:00	11.005	104	67	108	113	109	501
13:00-14:00	9.397	89	57	92	96	93	428
14:00-15:00	4.405	42	27	43	45	44	200
15:00-16:00	5.140	49	31	50	53	51	234
16:00-17:00	4.469	42	27	44	46	44	203
17:00-18:00	4.294	41	26	42	44	43	195
18:00-19:00	9.024	85	55	88	92	90	411
19:00-20:00	5.314	50	32	52	54	53	242
20:00-21:00	3.051	29	19	30	31	30	139
21:00-22:00	1.636	15	10	16	17	16	74
22:00-23:00	0.505	5	3	5	5	5	23
Total		943	609	973	1 022	990	4 537

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. *Número promedio de pasajeros/día por ruta en un día laborable*

Número promedio de pasajeros / día laborable						
Hora	Rutas					Total
	BC	V	C	A	B1	
4:00-5:00	2	0	0	3	3	8
5:00-6:00	156	71	113	169	164	674

6:00-7:00	1 018	790	1 263	1 104	1 070	5 245
7:00-8:00	1 022	991	1 584	1 108	1 073	5 777
8:00-9:00	641	497	795	695	673	3 300
9:00-10:00	421	326	522	456	442	2 167
10:00-11:00	356	277	442	386	374	1 836
11:00-12:00	294	228	365	319	309	1 514
12:00-13:00	1 040	1 009	1 613	1 128	1 093	5 881
13:00-14:00	888	689	1 102	963	933	4 574
14:00-15:00	416	323	516	451	437	2 144
15:00-16:00	486	377	603	527	510	2 502
16:00-17:00	422	328	524	458	444	2 175
17:00-18:00	406	315	503	440	426	2 090
18:00-19:00	853	827	1 322	925	896	4 823
19:00-20:00	502	390	623	544	528	2 587
20:00-21:00	288	224	358	313	303	1 485
21:00-22:00	155	120	192	168	162	796
22:00-23:00	0	0	0	0	10	10
Total	9 366	7 781	12 438	10 155	9 850	49 590

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. *Número promedio de pasajeros por hora en día no laborable de un microbús de la empresa de transporte "Nuevo California S.A."*

Número promedio de pasajeros / día no laborable							
Hora	%	Rutas					Total
		BC	V	C	A	B1	
4:00-5:00	0.17	1	1	1	1	1	5
5:00-6:00	1.65	10	7	8	14	13	52
6:00-7:00	10.78	64	44	54	92	88	341
7:00-8:00	10.81	64	44	54	92	88	342
8:00-9:00	6.78	40	28	34	58	55	214
9:00-10:00	4.45	26	18	22	38	36	141
10:00-11:00	3.77	22	15	19	32	31	119
11:00-12:00	3.11	18	13	16	26	25	98

12:00-13:00	11.01	65	45	55	94	90	348
13:00-14:00	9.40	56	38	47	80	76	297
14:00-15:00	4.41	26	18	22	37	36	139
15:00-16:00	5.14	30	21	26	44	42	163
16:00-17:00	4.47	26	18	22	38	36	141
17:00-18:00	4.29	25	18	21	36	35	136
18:00-19:00	9.02	53	37	45	77	73	285
19:00-20:00	5.31	31	22	27	45	43	168
20:00-21:00	3.05	18	12	15	26	25	96
21:00-22:00	1.64	10	7	8	14	13	52
22:00-23:00	0.51	3	2	3	4	4	16
Total		589	408	499	848	811	3 155

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. *Número promedio de pasajeros/día por ruta en día no laborable*

Número promedio de pasajeros / día no laborable						
Hora	Letras de las rutas					Total
	BC	V	C	A	B1	
4:00-5:00	1	0	0	3	3	7
5:00-6:00	98	47	58	141	135	478
6:00-7:00	636	529	646	915	876	3 603
7:00-8:00	638	530	648	918	879	3 615
8:00-9:00	400	333	407	576	551	2 267
9:00-10:00	263	218	267	378	362	1 489
10:00-11:00	223	185	226	320	307	1 261
11:00-12:00	184	153	187	264	253	1 040
12:00-13:00	650	540	660	935	895	3 680
13:00-14:00	555	461	564	798	764	3 142
14:00-15:00	260	216	264	374	358	1 473
15:00-16:00	304	252	308	437	418	1 719
16:00-17:00	264	219	268	380	363	1 494
17:00-18:00	254	211	258	365	349	1 436
18:00-19:00	533	443	541	767	734	3 018

19:00-20:00	314	261	319	451	432	1 777
20:00-21:00	180	150	183	259	248	1 020
21:00-22:00	97	80	98	139	133	547
22:00-23:00	0	0	0	0	8	8
Total	5 854	4 828	5 901	8 421	8 069	33 074

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. *Distancia recorrida promedio por los microbuses (ida + vuelta) en cada ruta de la empresa “Nuevo California S.A.”*

Rutas	Distancia recorrida/día [km] ida + vuelta			Longitud de la ruta [km/unidad]
	Miércoles	Viernes	Domingo	
BC	35.45	35.74	35.26	35.48
V	31.63	31.80	31.88	31.77
C	39.20	39.24	39.24	39.23
A	45.79	45.14	45.52	45.48
B1	38.62	38.27	38.40	38.43
Total	190.68	190.19	190.30	190.39

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Emisiones de CO₂ eq per cápita generado por el servicio de transporte “Nuevo California S.A.” Trujillo – 2019

Tabla 20. Emisiones de CO₂ eq per cápita en un día laborable

Rutas	Nivel de actividad - Características de transporte		Nivel de actividad - kilómetros			Rendimiento del combustible	Especificaciones de combustibles		G= C*D*E*F	H	I	J	K= G*H	L= G*I	M= G*J	N= (K*1+L*28+ M*265)	O	P=N/O	Q= P/4.55
	Clasificación vehicular	Combustible	Número de vehículos [unidades/día]	Longitud de la ruta [km/unidad]	Distancia recorrida total [km/día]	Rendimiento [Gal/ 100 km]	Densidad [kg/gal]	VCN [TJ/10 ⁶ kg]	Consumo energético [TJ/10 ⁸ día]	Factor emisión CO ₂ [kg/TJ fuel]	Factor emisión CH ₄ [kg/TJ fuel]	Factor emisión N ₂ O [kg/TJ fuel]	Dióxido de carbono [kg CO ₂ / día]	Metano [kg CH ₄ / día]	Óxido nitroso [kg NO ₂ / día]	Emisiones GEI [kg CO ₂ eq/ día]	Nº de pasajeros/ día	kg CO ₂ eq pasajero/ día	kg CO ₂ eq km/ pasajero
BC	Microbús	Diésel	171	35.48	6067.65	6.38	3.19	43	0.0531	74100	3.9	3.9	3934.76	0.21	0.21	3995.44	9 366	0.43	0.094
V	Microbús	Diésel	208	31.77	6608.16	6.38	3.19	43	0.0578	74100	3.9	3.9	4285.27	0.23	0.23	4351.36	7 781	0.56	0.123
C	Microbús	Diésel	208	39.23	8159.15	6.38	3.19	43	0.0714	74100	3.9	3.9	5291.06	0.28	0.28	5372.65	12 438	0.43	0.095
A	Microbús	Diésel	172	45.48	7822.56	6.38	3.19	43	0.0685	74100	3.9	3.9	5072.79	0.27	0.27	5151.02	10 155	0.51	0.111
B1	Microbús	Diésel	174	38.43	6686.53	6.38	3.19	43	0.0585	74100	3.9	3.9	4336.10	0.23	0.23	4402.96	9 850	0.45	0.098
Nuevo California S.A.													22919.98	1.21	1.21	23 273.43	49 590	0.47	0.103

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Emisiones de CO₂ eq per cápita en un día no laborable

		A	B	C=A*B	D	E	F	G= C*D*E*F	H	I	J	K= G*H	L= G*I	M= G*J	N= (K*1+L*28+ M*265)	O	P=N/O	Q= P/4.55	
Rutas	Nivel de actividad - Características de transporte		Nivel de actividad - kilómetros			Rendimiento del combustible	Especificaciones de combustibles		Consumo energético	Factores de Emisión Gases de Efecto Invernadero - GEI			Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - GEI			Emisiones de CO ₂ per cápita		kg CO ₂ eq km/pasajero	
	Clasificación vehicular	Combustible	Número de vehículos [unidades/día]	Longitud de la ruta [km/unidad]	Distancia recorrida total [km/día]	Rendimiento [Gal/ 100 km]	Densidad [kg/gal]	VCN [TJ/10 ⁶ kg]	Consumo energético [TJ/10 ⁸ día]	Factor emisión CO ₂ [kg/TJ fuel]	Factor emisión CH ₄ [kg/TJ fuel]	Factor emisión N ₂ O [kg/TJ fuel]	Dióxido de carbono [kg CO ₂ / día]	Metano [kg CH ₄ / día]	Óxido nitroso [kg NO ₂ / día]	Emisiones GEI [kg CO ₂ eq/ día]	Nº de pasajeros/ día		kg CO ₂ eq pasajero/ día
BC	Microbús	Diésel	171	35.48	6067.65	6.38	3.19	43	0.0531	74100	3.9	3.9	3934.76	0.21	0.21	3995.44	5 854	0.68	0.150
V	Microbús	Diésel	199	31.77	6322.23	6.38	3.19	43	0.0553	74100	3.9	3.9	4099.85	0.22	0.22	4163.08	4 828	0.86	0.190
C	Microbús	Diésel	199	39.23	7806.11	6.38	3.19	43	0.0683	74100	3.9	3.9	5062.12	0.27	0.27	5140.18	5 901	0.87	0.191
A	Microbús	Diésel	172	45.48	7822.56	6.38	3.19	43	0.0685	74100	3.9	3.9	5072.79	0.27	0.27	5151.02	8 421	0.61	0.134
B1	Microbús	Diésel	174	38.43	6686.53	6.38	3.19	43	0.0585	74100	3.9	3.9	4336.10	0.23	0.23	4402.96	8 069	0.55	0.120
Nuevo California S.A.												22505.62	1.18	1.18	22 852.68	33 074	0.69	0.152	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Emisiones de CO₂ eq per cápita generado por el servicio de transporte “Nuevo California S.A.” Trujillo – 2019, por cambio de matriz energética de diésel a GNV

Tabla 22. Emisiones de CO₂ eq per cápita en un día laborable

Rutas	A		B	C=A*B	D	E	F	G= C*D*E*F	H	I	J	K= G*H	L= G*I	M= G*J	N= (K*1+L*28+ M*265)	O	P=N/O	Q= P/4.55	
	Nivel de actividad - Características de transporte	Nivel de actividad - kilómetros			Rendimiento del combustible	Especificaciones de combustibles	Consumo energético	Factores de Emisión Gases de Efecto Invernadero - GEI	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - GEI	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - GEI		Emisiones de CO ₂ per cápita		kg CO ₂ eq km/ pasajero					
Clasificación vehicular	Combustible	Número de vehículos [unidades/ día]	Longitud de la ruta [km/ unidad]	Distancia recorrida total [km/día]	Rendimiento [m ³ / 100 km]	Densidad [kg/m ³]	VCN Consumo [TJ/10 ⁶ kg] [TJ/10 ⁸ día]	Factor emisión CO ₂ [kg/TJ fuel]	Factor emisión CH ₄ [kg/TJ fuel]	Factor emisión N ₂ O [kg/TJ fuel]	Dióxido de carbono [kg CO ₂ / día]	Metano [kg CH ₄ / día]	Óxido nitroso [kg NO ₂ / día]	Emisiones GEI [kg CO ₂ eq/ día]	Nº de pasajeros/ día	kg CO ₂ eq pasajero/ día			
BC	Microbús	GNV	171	35.48	6067.65	10	0.65	48	0.0189	56100	92	3	1062.03	1.74	0.06	1 125.85	9 366	0.120	0.026
V	Microbús	GNV	208	31.77	6608.16	10	0.65	48	0.0206	56100	92	3	1156.64	1.90	0.06	1 226.14	7 781	0.158	0.035
C	Microbús	GNV	208	39.23	8159.15	10	0.65	48	0.0255	56100	92	3	1428.11	2.34	0.08	1 513.93	12 438	0.122	0.027
A	Microbús	GNV	172	45.48	7822.56	10	0.65	48	0.0244	56100	92	3	1369.20	2.25	0.07	1 451.47	10 155	0.143	0.031
B1	Microbús	GNV	174	38.43	6686.53	10	0.65	48	0.0209	56100	92	3	1170.36	1.92	0.06	1 240.68	9 850	0.126	0.028
Nuevo California S.A.												6186.34	10.15	0.33	6 558.07	49590	0.132	0.029	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Emisiones de CO₂ eq per cápita en un día no laborable

		A	B	C=A*B	D	E	F	G= C*D*E*F	H	I	J	K= G*H	L= G*I	M= G*J	N= (K*1+L*28+ M*265)	O	P=N/O	Q= P/4.55	
Rutas	Nivel de actividad - Características de transporte		Nivel de actividad - kilómetros			Rendimiento del combustible	Especificaciones de combustibles		Consumo energético	Factores de Emisión Gases de Efecto Invernadero - GEI			Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - GEI			Emisiones de CO ₂ per cápita		kg CO ₂ eq km/pasajero	
	Clasificación vehicular	Combustible	Número de vehículos [unidades/día]	Longitud de la ruta [km/unidad]	Distancia recorrida total [km/día]	Rendimiento [m ³ /100 km]	Densidad [kg/m ³]	VCN [TJ/10 ⁶ kg]	Consumo energético [TJ/10 ⁸ día]	Factor emisión CO ₂ [kg/TJ fuel]	Factor emisión CH ₄ [kg/TJ fuel]	Factor emisión N ₂ O [kg/TJ fuel]	Dióxido de carbono [kg CO ₂ /día]	Metano [kg CH ₄ /día]	Óxido nitroso [kg NO ₂ /día]	Emisiones GEI [kg CO ₂ eq/día]	Nº de pasajeros/día		kg CO ₂ eq pasajero/día
BC	Microbús	GNV	171	35.48	6067.65	10	0.65	48	0.0189	56100	92	3	1062.03	1.74	0.06	1 125.85	5 854	0.1923	0.042
V	Microbús	GNV	199	31.77	6322.23	10	0.65	48	0.0197	56100	92	3	1106.59	1.81	0.06	1 173.09	4 828	0.2430	0.053
C	Microbús	GNV	199	39.23	7806.11	10	0.65	48	0.0244	56100	92	3	1366.32	2.24	0.07	1 448.42	5 901	0.2454	0.054
A	Microbús	GNV	172	45.48	7822.56	10	0.65	48	0.0244	56100	92	3	1369.20	2.25	0.07	1 451.47	8 421	0.1724	0.038
B1	Microbús	GNV	174	38.43	6686.53	10	0.65	48	0.0209	56100	92	3	1170.36	1.92	0.06	1 240.68	8 069	0.1538	0.034
Nuevo California S.A.												6074.50	9.96	0.32	6 439.51	33074	0.1947	0.043	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Emisiones CO₂ eq/año generado por la empresa “Nuevo California S.A.”

Tabla 24. *Días laborables y no laborables del año 2019 - Perú*

Días	Total
Laborables /1	300
No laborables /2	52
Feridos /3	13
Total	365

Fuente: Elaboración propia

Nota: Para la investigación los días feriados se consideraron como no laborables

/1 La empresa "Nuevo California S.A." opera de lunes a sábado con el mismo intervalo de frecuencia.

/2 Se ha considerado todos los días domingos

/3 Los feriados que caen en día domingo no se han considerado, ya que se encuentran en días no laborables

Tabla 25. *Emisiones CO₂ eq/año generado por la empresa “Nuevo California S.A.” en días laborables y no laborables*

Rutas	Combustible	Emisiones [kg CO ₂ eq/ año]		Emisiones [kg CO ₂ eq/ año]
		Día laborable	Día no laborable	
BC	Diésel	1 198 632.27	259 703.66	1 458 335.93
V	Diésel	1 305 407.17	270 600.03	1 576 007.20
C	Diésel	1 611 796.41	334 111.96	1 945 908.37
A	Diésel	1 545 305.49	334 816.19	1 880 121.67
B1	Diésel	1 320 888.75	286 192.56	1 607 081.31
Total		6 982 030.08	1 485 424.40	8 467 454.48

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Fotografías del desarrollo de la investigación



Figura 7. Visita previa a la empresa “Nuevo California S.A.”



Figura 8. En el paradero para abordar el microbús de salida



Figura 9. Registro de ascenso y descenso de pasajeros al microbús



Figura 10. Pasajeros a bordo a mitad de recorrido de ida

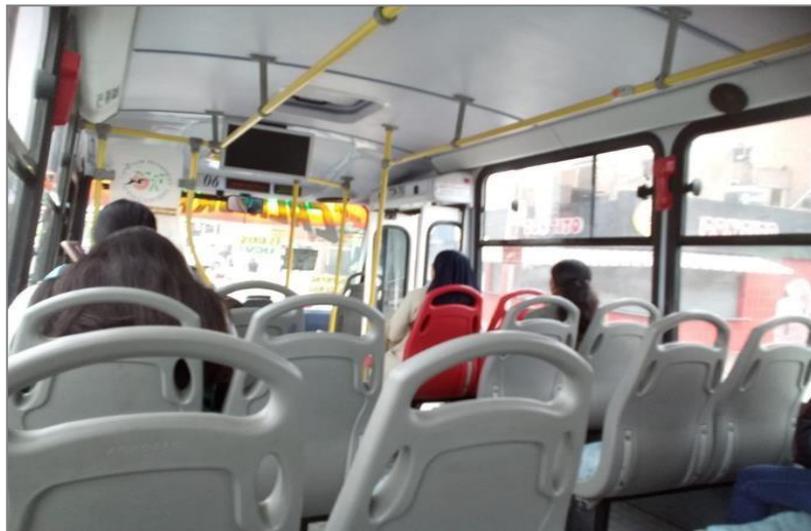


Figura 11. Pasajeros a bordo por terminar el recorrido de vuelta

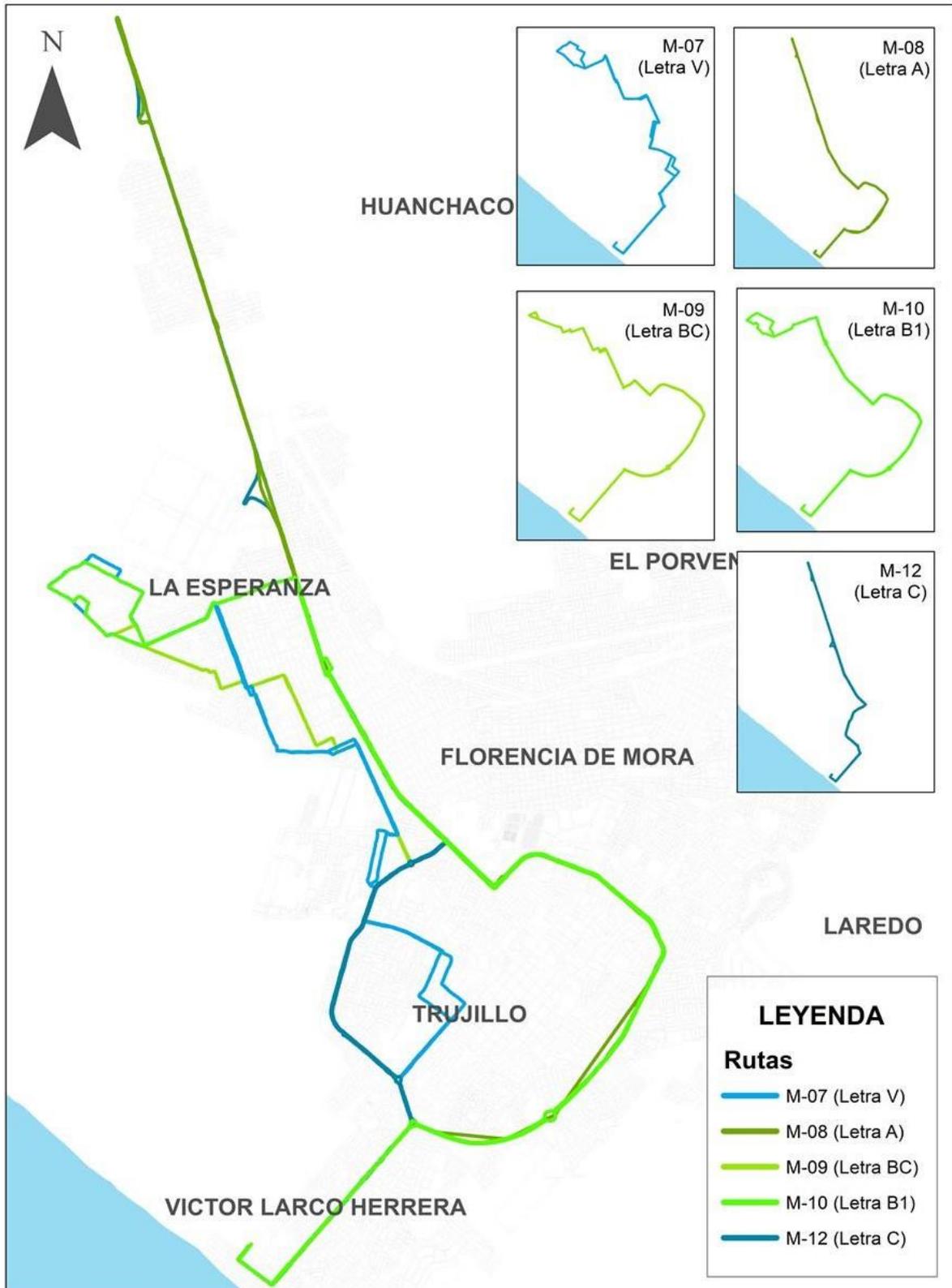
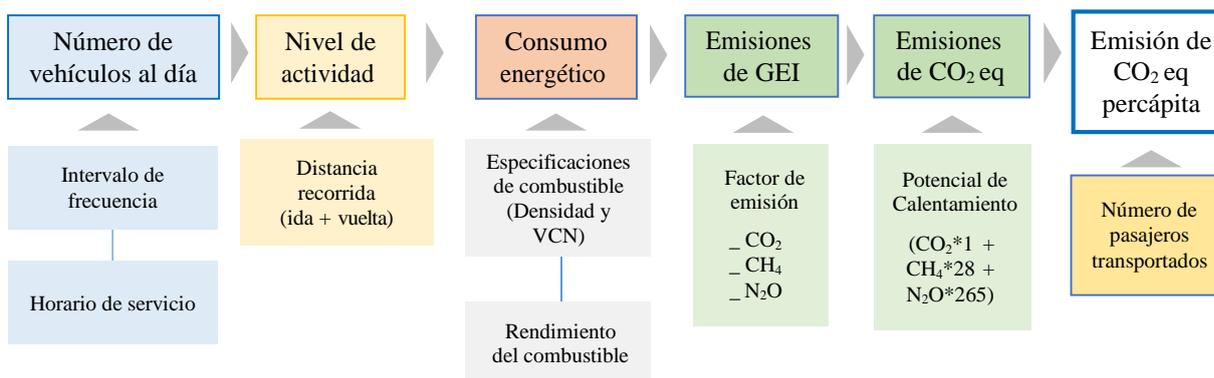


Figura 12. Mapa del recorrido de cada una de las rutas (ida y vuelta)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Estimación de CO₂ eq per cápita para el transporte público



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Análisis estadístico

Tabla 26. Prueba de normalidad de del número de pasajeros

	Semana	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Miércoles	Sem1	,726	5	,017
	Sem2	,956	5	,781
Viernes	Sem1	,698	5	,009
	Sem2	,845	5	,179
Domingo	Sem1	,961	5	,814
	Sem2	,807	5	,092

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos en los días miércoles y viernes de la semana 1, presentan una $p < 0.05$, lo cual indica que no siguen una distribución normal, en cambio los demás datos si presentan una $p > 0.05$ se distribuyen una de manera normal.

Tabla 27. Correlación de la distancia recorrida y la cantidad de emisiones CO₂ eq por ruta

Resumen del modelo		
Día	R	R cuadrado
Laborable	1,000 ^a	1,000
No laborable	1,000 ^a	1,000

a. Predictores: (Constante), Distancia promedio recorrida (km/día)

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la correlación de Pearson existe una correlación positiva perfecta, entre la distancia recorrida y la cantidad de emisiones, donde la distancia recorrida influye en un 100% en la cantidad de CO eq, tanto en día laborable, como en no laborable.

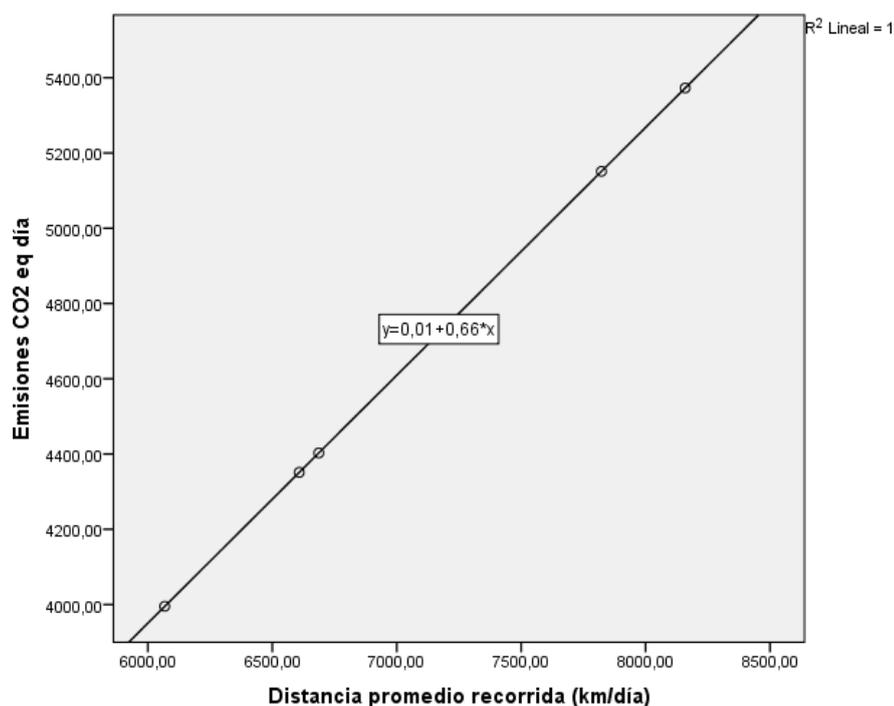


Figura 13. Correlación de la distancia recorrida y la cantidad de emisiones CO₂ por ruta en día laborable

Fuente: Elaboración propia

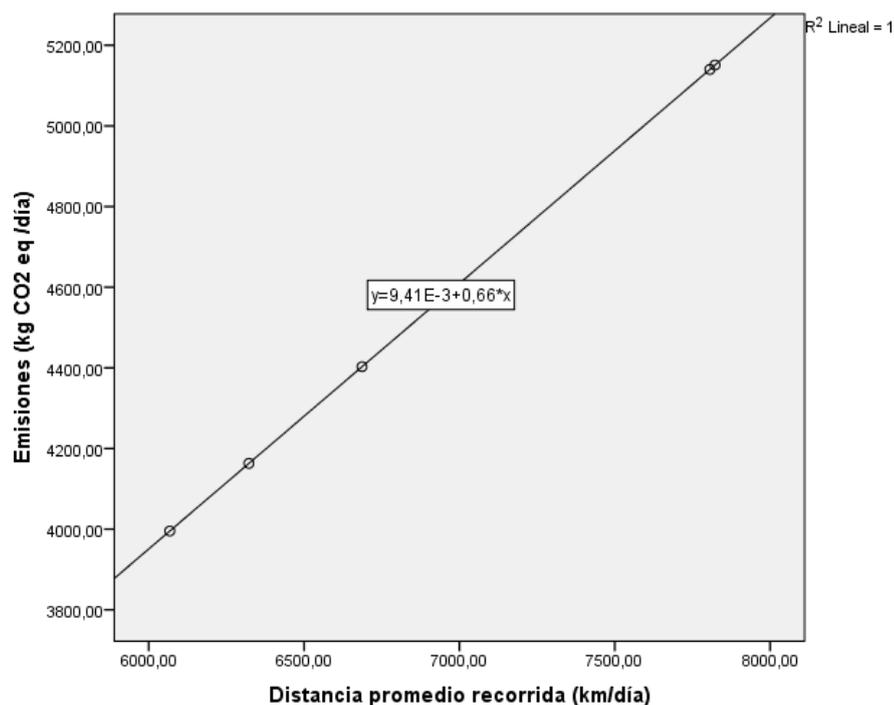


Figura 14. Correlación de la distancia recorrida y la cantidad de emisiones CO₂ por ruta en día no laborable

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Correlación del número de pasajeros y la emisión per cápita de CO₂ eq en cada ruta

Resumen del modelo ^b		
Día	R	R cuadrado
Laborable	-,857 ^a	,734
No laborable	-,657 ^a	,432

a. Predictores: (Constante), Número de pasajeros /día

Fuente: Elaboración propia

La correlación, entre el número de pasajeros transportados y la emisión per cápita de CO₂ eq generada por los microbuses, para un día laborable es alta, y para un día no laborable es moderada, donde el número de pasajeros transportados influye en un 73% y 43% respectivamente en la emisión per cápita de CO₂ eq.

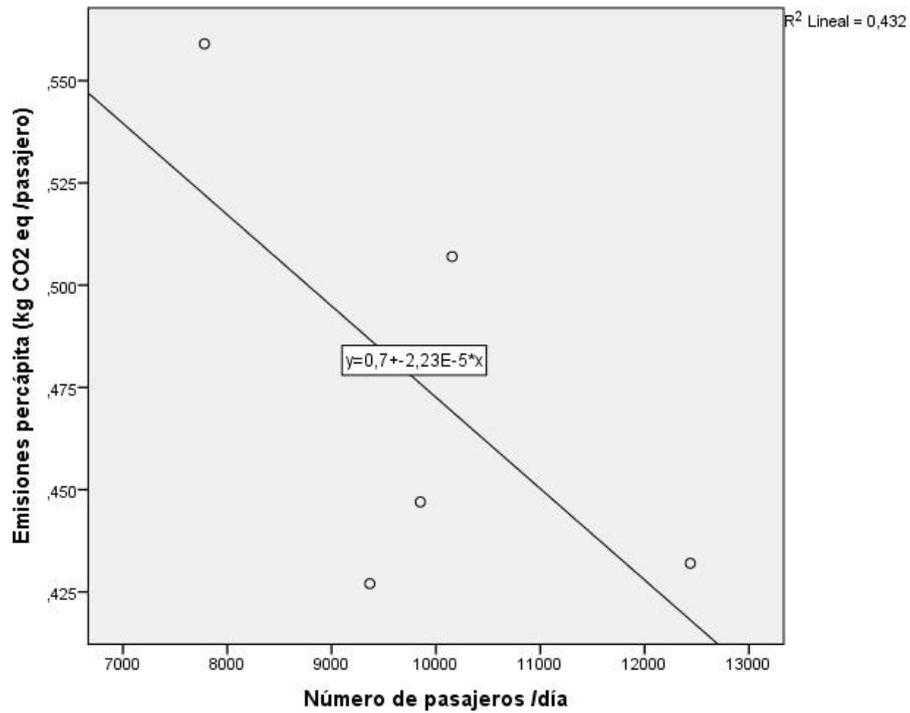


Figura 15. Correlación del número de pasajeros y la emisión per cápita de CO₂ eq en cada ruta en día laborable

Fuente: Elaboración propia

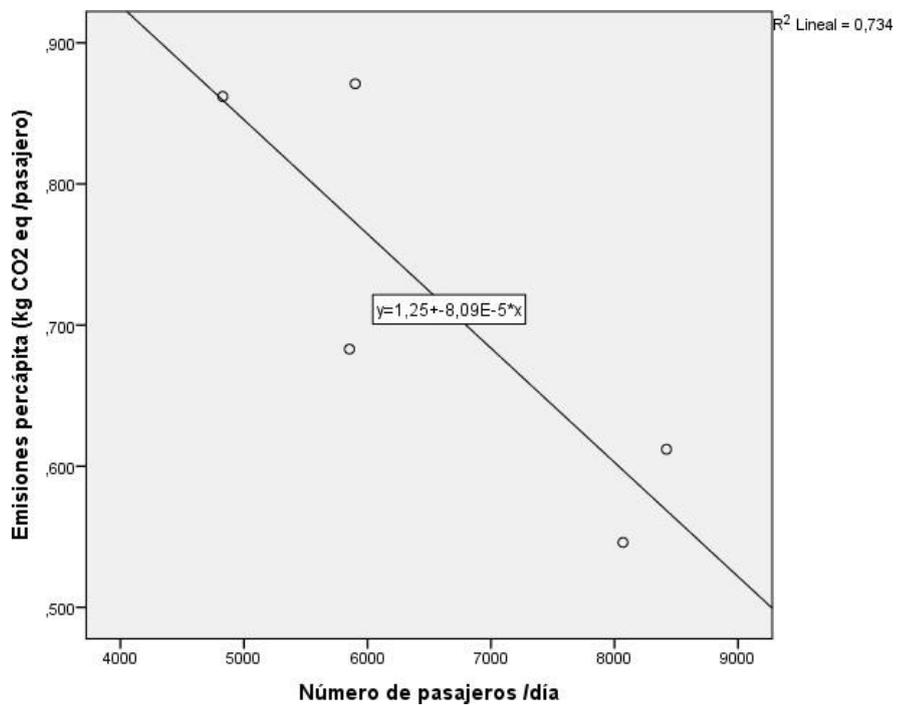


Figura 16. Correlación del número de pasajeros y la emisión per cápita de CO₂ eq en cada ruta en día no laborable

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Solicitud de información a la empresa de transporte “Nuevo California S.A.”



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Trujillo, 11 de junio de 2019

Oficio N°015-2019-FI/IA

Señor:

GENARO IPARRAGUIRE HUACCA
PRESIDENTE DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES “NUEVO CALIFORNIA S.A.”
TRUJILLO – LA LIBERTAD
Con atención al Señor: NIGGEN MORI VALLES
DIRECTOR DE ECONOMÍA

Presente.-

ASUNTO: INFORMACIÓN DE FRECUENCIA VEHICULAR.

Por intermedio del presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo a nombre de la Facultad de Ingeniería de la universidad Cesar Vallejo, y a la vez presentar a los Estudiantes. **DIAZ RUIZ ABNER ELI**, con DNI: 71216681 y a **JUAREZ ACOSTA JHOSET ANTHONY**, con DNI: 47257960; estudiantes del IX ciclo de la escuela de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Los estudiantes: **DIAZ** y **JUAREZ**, se encuentran desarrollando un proyecto de investigación de tesis denominado: “Estimación de Emisiones Per cápita generado por el Servicio de Transporte “Nuevo California S.A. en la Ciudad de Trujillo 2019”, los investigadores desean tener información de las frecuencias de su empresa que usted dirige, “Nuevo California S.A.”

- Antigüedad de los buses,
- Tipo y cantidad de combustible que consumen los buses,
- Distancia que recorren los buses (ida + vuelta) por ruta,
- Frecuencia de salida de los buses por ruta (minutos),
- Tiempo de descanso de los buses después de cada recorrido en su terminal de cada ruta,
- Número de recorridos que realiza cada bus al día por cada ruta.
- Registro de salidas de los buses por cada ruta del año 2018-2019

De este modo se estará contribuyendo a generar resultados y conclusiones de la investigación. Estando seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle muestras de consideración personal.

Atentamente;


Magda Rubi Rodríguez Yupanqui
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Ambiental
DNI: 18004976

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

“Año de la lucha contra la corrupción e impunidad”

Trujillo, 24 de junio del 2019

DARY DELGADO QUEZADA
DIRECTOR DE RUTAS DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES “NUEVO CALIFORNIA S.A
TRUJILLO – LA LIBERTAD

Señores:

DIAZ RUIZ ABNER ELI
JUAREZ ACOSTA JHOSET ANTHONY

ASUNTO: Remito información solicitada en el Oficio N° 015-2019-FI/IA

Estimados señores:

En el presente me dirijo a ustedes, en atención al oficio en la que se solicita información del servicio de transporte Nuevo California S.A., remito información de, tipo de combustible que usan los microbuses de la empresa, cantidad de combustible que consumen los microbuses, intervalo de frecuencia de salida de los microbuses de cada ruta (minutos) y horario de servicio de cada ruta, el cual se adjunta a continuación.

Atentamente,



Dary Delgado Quezada
Director de rutas de la empresa de transportes
“Nuevo California S.A”
DNI: 1813735

EMPRESA DE TRANSPORTE NUEVO CALIFORNIA S.A

Dary Hernán Delgado Quezada
DIRECTOR DE TRAFICO Y RUTAS

Información Solicitada

1. Tipo de combustible que utilizan las unidades de transporte de la empresa Nuevo California S.A.: Diésel

2. Cantidad de combustible consumido por unidad:

Galón/día	Número de vueltas/día	Distancia media recorrida (km/día)
15	6	230 - 240

3. Intervalo de frecuencia:

Rutas	Minutos	
	Día laborable	Día no laborable (Domingo/Feriado)
A-B1-BC	6	
C-V	Hora punta	4
	Hora valle	5

4. Horario de servicio:

Rutas	Horario de servicio
BC	4:52 a.m. - 10:00 p.m.
V	5:26 a.m. - 10:00 p.m.
C	5:24 a.m. - 10:00 p.m.
A	4:48 a.m. - 10:00 p.m.
B1	4:50 a.m. - 10:12 p.m.


EMPRESA DE TRANSPORTES Y LOGÍSTICA CALIFORNIA S.A.
Dary Herrera Quezada
DIRECTOR DE RUTAS