



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Huella de carbono del transporte urbano para un plan de  
reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021**

TESIS PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AMBIENTAL

**AUTORA:**

Landa Barra, Fiorella Gianna ORCID (ORCID: 0000-0003-1579-386X)

**ASESOR:**

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000 – 0001 – 7889 – 7928)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión De Riesgos Y Adaptación Al Cambio Climático

**LIMA — PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A Dios y Avi por infinitamente estar guiándome y darme su amor incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida.

A mi papito y mamita por guiarme con sus consejos y a enseñarme a no rendirme y levantarme frente a todas las dificultades y adversidades en esta travesía.

A mi familia, mi tía Irene por darme la mano desde siempre y mis primos Yrlen e Itarg.

A mis hermanas, por enseñarme cada día y ser un ejemplo.

A Nuria, por motivarme e inspirarme a conocer el mundo y no conformarme.

A mis ingenieros Miguel Tupac y Edson García, por todas las enseñanzas y apoyo en mi etapa de estudiante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización de las variables .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5. Procedimiento .....	15
3.6. Método de análisis de datos .....	22
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS.....	24
4.1. Características vehiculares.....	25
4.2. Cálculo de la Huella de Carbono .....	27
4.2.1. Consumo de combustible por tipo de vehículo (alcance 1).....	27
4.2.2. Determinación de GEI por tipo de vehículo (alcance1) .....	28
4.2.3. Distancia recorrida por tipo de vehículo (alcance 3) .....	31
4.2.4. Determinación de las emisiones de GEI por la distancia recorrida ..	32
4.3. Estimación total de emisiones de GEI.....	34
4.4. Propuestas Reducción de la HdC.....	38
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de consistencia .....	13
Tabla 2: Directrices de acuerdo al alcance.....	16
Tabla 3: Valor calórico neto y densidad del combustible (DIESEL) .....	17
Tabla 4: Factor de Emisión por defecto del DIESEL para fuentes móviles de combustión .....	18
Tabla 5: Potencial de calentamiento global (PCG) de los GEI.....	18
Tabla 6: Factor de emisión del CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O por tipo de vehículo .....	19
Tabla 7: Número de pasajeros por tipo de transporte .....	20
Tabla 8: Cuadro de caracterización vehicular según la cantidad de unidades de transporte urbano encuestadas.....	25
Tabla 9: Resultado del consumo promedio de combustible por tipo de vehículo .....	27
Tabla 10: Emisiones de GEI para el alcance 1 .....	29
Tabla 11: Resultado de distancias total recorrida (km).....	31
Tabla 12: Emisiones de GEI para la distancia recorrida .....	32
Tabla 13: Generación de GEI del Transporte Urbano, Puno 2021 .....	35
Tabla 14: HdC del transporte público, Puno 2021 .....	36
Tabla 15: HdC por alcance del Transporte Urbano, Puno 2021 .....	36
Tabla 16: HdC por alcance del Transporte Urbano, Puno 2021 .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Consumo de combustible Diesel D2B5 por tipo de unidad vehicular	26
Figura 2: Consumo de combustible Diesel D2B5 por tipo de unidad vehicular	28
Figura 3: Emisión de GEI parciales por el consumo de combustible .....	30
Figura 4: Emisiones totales de GEI alcance 1 (toneladas de CO <sub>2</sub> eq) .....	30
Figura 5: Total de distancia recorrida en km/día.....	32
Figura 6: Emisiones parciales de GEI equivalente para Hiace Búfalo y Coster	33
Figura 7: Emisiones totales de GEI alcance 3 (toneladas de CO <sub>2</sub> eq) .....	34
Figura 8: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el transporte urbano, Puno 2021 .....	35
Figura 9: HdC por alcances del transporte público Puno 2021 .....	37
Figura 10: HdC por la fuente de emisión del transporte urbano Puno 2021 ....	38

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo Calcular la huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero para el año 2021. Es un estudio de diseño no experimental, descriptivo transversal; la metodología de estudio se basó en el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (ECCR), factores de emisión del IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio Climático) y del DEFRA (Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales). Se entrevistó a 90 conductores. Obteniendo como resultado que la HdC generada durante el año 2021 es un total de 26377.91 tCO<sub>2</sub> eq, las cuales el alcance 3 equivale a un 95 % de emisión y el alcance 1 es un 5 % de emisión, la principal fuente de emisión es por parte del modelo vehicular Hiace Bufalo con una cantidad de 25112.55 tCO<sub>2</sub> eq y finalmente Coster tCO<sub>2</sub> con un 1265.33. Concluyendo que la fuente de emisión más significativa es el metano CH<sub>4</sub> con un 72%, seguido del CO<sub>2</sub> con un 26 % y, por último, el N<sub>2</sub>O con un 2%.

**Palabras clave:** Huella de carbono (HdC), gases de efecto invernadero (GEI), transporte urbano.

## ABSTRACT

The objective of this work was to calculate the carbon footprint of urban transport for a greenhouse gas reduction plan in Puno 2021. It is applied, with a non-experimental, descriptive cross-sectional design; the study methodology was based on the Corporate Accounting and Reporting Standard of the Greenhouse Gas Protocol (ECCR), emission factors of the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and DEFRA (Department of Environment, Food and Rural Affairs). 90 drivers were interviewed. Obtaining as a result that the HDC generated during the year 2021 is a total of 26377.91 tCO<sub>2</sub> eq, which scope 3 is equivalent to 95% of emission and scope 1 is 5% of emission, the main source of emission is from of the Hiace Bufalo vehicle model with an amount of 25112.55 tCO<sub>2</sub> eq and finally Coster tCO<sub>2</sub> with 1265.33 Concluding that the most significant emission source is methane CH<sub>4</sub> with 72%, followed by CO<sub>2</sub> with 26% and, finally, N<sub>2</sub>O with 2%.

Keywords: Carbon footprint (Cf), greenhouse gases (GHG), urban transport.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Debido de las variaciones en el cambio climático fueron incrementando debido a las altas concentraciones atmosféricas de (GEI), siendo 400 mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub> , estas responsables del incremento en la temperatura global del planeta (IPCC, 2021); convirtiéndose en un hito de preocupación y generando problemas ambientales, sociales y económicos para todos los países, existiendo una prioridad para generar solución y herramientas para una reducción de concentraciones en todos los ecosistemas y ambiente. Nuestro país no es distinto a la realidad climática presenciada debido a que mediante pasan los años el aumento de dichas emisiones de GEI son notables, siendo el transporte público el sector que contribuye al calentamiento global (MINAM .2014).

Para región Puno, identificando la ciudad de Puno, el transporte urbano representa el 30 a 40 por ciento del total de emisión emanada en la atmósfera por año tomando un valor estimado de 17 847 Gg CO<sub>2</sub> eq anuales (MINAM, 2016). Algunas de ellas se asocian comúnmente con las fuentes móviles que tienen que ver con el CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub> y MP. Donde estas emisiones causan contaminación del aire local y a la larga generan enfermedades respiratorias, a la piel, entre otras hacia la población habitante del lugar (EPA, 2012).

De las principales fuentes que emanan son producidas por los tubos de escape produciendo GEI específicamente siendo una estimación 1.6 millones de ton (CO<sub>2</sub>) (MINAM, 2020). Los factores principales que influyen son: la cantidad y tipo de combustible fósil, el mantenimiento del vehículo, el kilometraje promedio recorrido, entre otros factores y esto asciende cada que hay congestión vehicular (tráfico vehicular) donde estos reducen su velocidad y sus motores mantienen un funcionamiento estático por tiempo prolongado (Garibay y Echanis, 2007).

Una de las herramientas desarrolladas para poder calcular los (GEI) es la HdC este es un indicativo internacional que nos facilita la cuantificación de las emanaciones de GEI (directas e indirectas) en CO<sub>2</sub> eq para una empresa, organización o institución (Larsen et al., 2013). Para el cálculo se tiene un protocolo y norma que siguen patrones internacionales, para la mejora en los procesos (Calle y Guzmán, 2011).

Esta investigación se desarrolló debido a la preocupación e incremento excesivo de las emisiones de los GEI que ha ocasionado variaciones climáticas que se han venido experimentando en la ciudad de Puno, siendo estos los principales tipos la contaminación del aire. Es por ello que se calculara la HdC del transporte urbano para obtener datos necesarios que servirán en futuras investigaciones y buscando que las autoridades y población puneña se involucren en el tema para una mejora y desarrollo de la región en temas ambientales.

Ante lo expuesto, se formula lo siguiente: **¿Cuál es la Huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021?**, los problemas específicos son: **¿Cuáles son la característica de la unidad de transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021?** , **¿Cuál es el tipo y cantidad de combustible de la unidad de transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021?**, **¿Cuál es la ruta del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021?**. **¿Cuál es el cálculo de las emisiones de la huella de carbono del transporte urbano para para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021?**,

El objetivo principal para la investigación: **Calcular la huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero puno 2021**. Así mismo los específicos propuestos son, **Determinar las características de la unidad de transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021**, **Determinar el tipo y cantidad de combustible de la unidad de transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021**, **Determinar la ruta del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021**. : **Identificar las emisiones de la huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021**

Por consiguiente, la hipótesis general para la investigación es: **Se calcula el valor de la Huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021**. Las hipótesis

especificas son: **La característica de la unidad de transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021. El tipo y cantidad de combustible de la unidad de transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021. La ruta del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021. Las emisiones de la huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021**

Justificando la investigación teórica se recolectará toda información como antecedente para futuras investigaciones y desarrollo de proyectos relacionados. Para la justificación técnica describe una metodología deductiva con enfoque cuantitativo, establecidos a nivel mundial, tales como: Directrices del IPCC (IPCC, 2006). La justificación desde el punto ambiental desarrollara una ecoeficiencia, responsabilidad y educación ambiental hacia los conductores de las unidades móviles, población y autoridades competentes para minimización de emisión de GEI en la ciudad de Puno. La justificación económica es factible y económico en presupuesto, siendo accesible para los futuros investigadores o científicos que se involucren en el tema. La justifica del punto de vista social permitirá una mayor conciencia y educación ambiental de los transportistas, población puneña y autoridades con el enfoque para la gestión del cambio climático

## **II. MARCO TEÓRICO**

Común, K. y Saavreda.A. (2017), estimación de HdC para desplazarse hacia la UNALM 2016, las autoras utilizaron una metodología establecida en el Protocolo de GEI- (ECCR) identificando el alcance 1 y alcance 3. Aplicaron encuestas a 1.066 miembros de la universitaria para poder tener información sobre el transporte. Obtuvieron como resultado un total de 1.490,12 tCO<sub>2</sub>eq, en el trabajo se propuso medidas de reducción tales como: Caminar o bicicleta, car pooling y compromisos por parte de las autoridades universitarias.

Cárdenas, D. (2017), Determinar la HdC del archivo central de Hochschild Mining (2016). para lo cual, el autor utilizo la metodología del (ECCR) y la guía del (IPPC). En su trabajo utilizaron diez formatos de obtención informática para el cálculo de GEI. El resultado final fue de 54.52 tCO<sub>2</sub> eq. Su conclusión fue la mayor fuente de contaminación es el consumo eléctrico. Propusieron medidas reductivas tales como: elaborar políticas medio ambientales, promover una cultura de reciclaje, ahorro de energía, combustible y agua potable en la empresa.

Flores, R. (2017) El objetivo Calculo en niveles contaminantes de dióxido (CO<sub>2</sub>, CO), para el parque automotor en la ciudad de Puno, los autores en su tesis utilizaron el equipo analizador de gases E-5500, monitorearon 16 puntos para luego realizar el cálculo de Co<sub>2</sub>. Como resultado final obtuvo un nivel de (CO<sub>2</sub>) en % donde el volumen fue de 1.10 % a 18.70% en sus 16 puntos de monitoreo. Concluyeron que los GEI son mínimas en lo establecido por los (LMP) en el Perú. Sus recomendaciones fueron: realizar monitoreos y control del parque automotor por parte de las autoridades respectivas de la ciudad de Puno.

Morales, R. (2018). Determinar la HdC del C.P “Productos Unión” Ñaña, Lima. La autora utilizo el (GHG Protocol) y normas ISO para la estimación (GEI). Obteniendo como cantidad de 1 234.12 tCO<sub>2</sub>e y como promedio 8.23 tCO<sub>2</sub>e. Concluyendo que la empresa de “Productos Unión” contribuye a un 92.25% de emisiones de GEI.

Cajia, V. Cuba, K. (2020). Implementación de mejoras de ingeniería para reducir la HdC de la empresa transportes Pólux S.A.C. Las autoras utilizan una metodología basada en el protocolo de Kioto para el cálculo de GEI en productos,

procesos y servicios. Los resultados que obtuvieron 2749.10 tCO<sub>2</sub>eq/año, Como medidas de mejora propusieron: realizar elección de un combustible más eco amigable, realizar pruebas mediante un dispositivo para atrapar el CO<sub>2</sub> de los tubos de escape.

Arias, D. (2020). Determinar la HdC en la administración de M.D de Carhuamayo 2018. Su trabajo se basó en la GHG Protocol. Para identificar el consumo de combustible utilizó los comprobantes de ellos y para calcular el consumo eléctrico. Obtuvo como resultado 93.68 tCO<sub>2</sub> eq de los alcances 1 (consumo de combustible) y 2 (uso de electricidad) 21.085 tCO<sub>2</sub> eq/año. Como recomendación propuso: La reforestación de áreas y la educación ambiental de los trabajadores de la municipalidad.

Sotelo, et al. (2011) Su investigación identifica la emanación de GEI en el transporte por carretera, España. Los autores se basaron en la metodología presente en el protocolo de Kioto. Obtuvieron como resultados 294.118,4 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>, emitidas. Concluyendo que la emisión va del 80 a 85 % de GEI para el año 2009

Valderrama et al. (2011). Como objetivo de su trabajo de investigación HdC, concepto que debe estar presente en cursos para ingeniería y ciencias, donde analizan los conceptos y relaciones de las emisiones de GEI y la HdC. Los investigadores sintetizan las formas más factibles de determinación y aplicación de la HdC. Se concluye que los alumnos de apoco muestran un interés en el tema y su aplicación.

Zubelzu, et, al (2014). De acuerdo a su trabajo, modelo de cálculo de emisión de GEI procedentes del transporte. Los autores utilizaron una metodología propuesta por el (DEFRA) y complementando con encuestas hacia las personas residentes en España. El resultado final del factor de emisión para turismos es 0,238025 kgCO<sub>2</sub>e/km donde su modelo propuesto permite la sensibilidad de emisión de GEI.

Álvarez et. Al (2015) Su investigación, compromiso para minimiza la concentración de GEI, consecuencia económica. Su metodología aplicada comenzó por una revisión de medidas de mitigar los flujos de caja, seguido, de

los ajustes en el MEG4C, terminando con una la evaluación económica. Los resultados expresan una reducción máx. de 0.7% para el 2030 y un 2.3% para el 2040. Como conclusión final el compromiso para reducir las emisiones GEI en el medio ambiente.

González, J. Luque, M. (2015), Como objetivo fue calcular la HdC del parque automotor de la PNC Bogotá. Los autores utilizaron una variación de 4 metodologías como son: Normas ISO, Softwares privados, herramientas puestas por organismos No gubernamentales y organismos estatales. El total fue 241,75 toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas. Su conclusión final establecido en la modificación para uso de combustible del parque automotor por uno eco amigable.

Melo.G. (2018). El objetivo principal proponer medidas para reducir y mitigar de la HdC en UPCEM – Quito. La metodología aplicada se bajó de acuerdo a la normativa ISO 14064-1 y del IPCC. Los resultados obtenidos fueron 7343,974 tCO<sub>2</sub>eq. Como conclusión donde se muestra que el consumo de papel y del GLP son las que más incrementa las emisiones de GEI, proponiendo medidas de mitigación como el “

Navarro, et, al (2020) HdC de la legalización de actividades en la ciudad de Sevilla. La metodología sintetizada el cual marca organización (alcances 1 + 2), en línea UNE-EN-ISO14064-1: 2019. Obteniendo como resultado 71,396 ton de CO<sub>2</sub> de las actividades mencionadas. Concluyendo que el enfoque propone un sistema de reducción de emisiones sin actuar directamente sobre las emisiones de GEI fuentes principales.

La teoría del trabajo, empezamos con la Huella de carbono esto surge como replica de la denominada huella ecológica, que fue causando grandes impactos climáticos es por ello que la HdC está siendo considerada independiente de parámetros (Ambrós et al., 2012)

Según acuerdo a Hammond (2007) y Global Footprint Network (2010) menciona la huella de carbono es un total del (CO<sub>2</sub>), definiéndola como la cantidad de GEI expresándola en CO<sub>2</sub>-e emitidos hacia la atmosfera por cada persona, procesos, productos, organizaciones o eventos en un área específica (Pandey, Agrawal y Pandey 2011, 138). La HdC es comprendida mediante conceptos que facilitan la

estimación total de GEI emitidos de manera directa o indirecta hacia la atmósfera mediada en CO<sub>2</sub> equivalente, a raíz de actividades diarias de la sociedad, como son: transporte, minería, utilización eléctrica, agricultura, producción de bienes de consumo, entre otros (Borquéz, 2010). La metodología para el cálculo de la HdC en la actualidad las más utilizadas se pueden mencionar: El (ECCR) y la norma ISO 14064- Cuantificación de GEI (IHOBE, 2013), El ECCR es una alianza que permite la estimación de la HdC para empresas, organizaciones no gubernamentales y otras (Viteri, 2013)

El cambio climático se define como una variación del clima variando sus valores de manera significativa persistiendo en períodos determinados de tiempo (Pandey,2010). Este fenómeno se puede deber a diferentes procesos naturales, antropógenos o uso excesivo de las tierras. Según (CMCC, 1992) es una variación del clima a raíz de las actividades humanas está alterando formación atmosférica y así incrementa las variabilidades en el clima. Para el (ECCR, 2005) Este fenómeno no sólo genera una problemática ambiental, también problemas con efectos directos a la sociedad, la economía y los ecosistemas. Perú, se encuentra considerado de los 10 vulnerables ante el cambio climático, donde los efectos visibles son la pérdida del recurso hídrico, difícil en producción agricultura y pesquería, el incremento de temperaturas del mar, y la perdida biodiversidad y daños en la salud de las personas. (MINAM,2010)

El Efecto invernadero. Según (Casper, 2009), proceso que ocurre de forma natural, donde se observa la radiación infrarroja hacia la atmósfera esta calienta la superficie del planeta. El incremento de estos niveles de GEI también son debidos asociados a la quema de combustibles producto de actividades humanas por lo que se ven como (CO<sub>2</sub>), (CH<sub>4</sub>), (N<sub>2</sub>O), (HFCs), (PFCs) y (SF<sub>6</sub>) (IPCC, 2007a). Las GEI en Perú para el 2015, fue un total 4.7 ton de CO<sub>2</sub>e al año. Está a comparación la de otros países que fueron EE. UU (17.4 ton CO<sub>2</sub>), CHL (5.3 ton CO<sub>2</sub>) y COL (4.25 ton CO<sub>2</sub>). (La República, 2015).

La medida para la reducción de los GEI son aquellos mecanismos que tienen como objetivo reducir estas emisiones generadas donde su aplicación busca tecnologías modernas ellas son: Actividades de re forestación, plantación, implementación de energías limpias, cambio de combustibles limpios y eficiencia

energética (Manso, 1998). Estas medidas son un mecanismo de reducción de GEI de manera económica y efectiva al momento de abordarla. Estas son usadas para resarcir emisiones generadas a través del equivalente en CO<sub>2</sub> ahorrado en algún otro lugar, también a pequeña escala (Schneider, H., & Samaniego, J, 2009). El Perú ha optado por una cantidad de 62 medias planificando alcanza una meta del 30% de reducción de GEI para el 2030 establecido por el Acuerdo de Paris (MINAM,2016)

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Para el presente trabajo se determinó que es tipo aplicada y descriptiva, debido a las referencias teóricas de GEI. Para Murillo (2008), toda investigación aplicada es caracterizada por su búsqueda de adquisición, aplicación o uso de conocimientos para luego implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. La investigación descriptiva consiste en describir, analizar e interpretar los procesos de forma natural, a base de hechos reales para la interpretación a adecuada (Tamayo,2006).

El actual trabajo presenta un enfoque cuantitativo, debido a su registró en emisiones de GEI en los alcances (1 y 3), de acuerdo para fuente de emisión del transporte urbano. Toda investigación cuantitativa sigue un estándar predecible y con estructura (el proceso) que debe considerar las decisiones críticas sobre los métodos tomados antes de la identificación de los datos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Además, el presente trabajo presenta un diseño no experimental con corte transversal, que consiste en observar y registrar datos referidos para los alcances 1 y 3 de emisión de GEI, para el transporte urbano de Puno para el periodo del 2021. Según Hernández, Fernández & Baptista (2010), menciona que la investigación no experimental, consiste en estudios sin la manipulación de variables y donde se observarán los fenómenos en su ambiente natural.

### **3.2. Variables y operacionalización de las variables**

Las variables consideradas en la presente investigación son dos:

Variable dependiente: Huella de carbono del transporte urbano

Variable independiente: Plan de reducción de gases de efecto invernadero

**Tabla 1:** Matriz de consistencia

Huella de carbono del transporte urbano, para un plan de reducción de gases de efecto invernadero, Puno, 2021							
		Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Escala de medición
Variable Independiente Huella de carbono Del transporte urbano	Huella de carbono Del transporte urbano	La Huella de Carbono (Carbon Footprint) es aquel parámetro que se utiliza para la estimación de (GEI) debida por actividades en una empresa, eventos, ciclo de vida de un producto/servicio (ISO 14067 ,2006).	Se determinó el consumo, características y distancia recorrido de combustibles utilizado por las unidades de transporte mediante una ficha de recolección de datos.	Características de la unidad de transporte	Funcionalidad (años)	año	Razón
					Modelo de la unidad de transporte	-	
				Tipo y cantidad de combustibles	GLP, Gasolina (97,95,90), Diesel	kg/ m <sup>3</sup>	
					Galones utilizados por día	m <sup>3</sup>	
				Ruta (Distancia y tiempo)	Ruta (Distancia)	Km	
					Tiempo	H	
Variable Dependiente	Plan de Reducción de gases de efecto invernadero	Las Medidas de reducción son aquella herramienta de compensaciones de emisiones, que van vinculados a las HdC (Schneider, H., & Samaniego, J, 2009).	Se Realizaron propuestas de reducción de GEI en el transporte urbano,	Gases de efecto invernadero	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Kg /Co <sub>2</sub>	Razón
					Metano (CH <sub>4</sub> )	Kg/Ch <sub>4</sub>	
					Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	Kg/N <sub>2</sub> O	
				Mejoras administrativas	Mantenimiento vehicular	-	
					Técnicas de manejo		
					Capacitación al personal		

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Localización del área de estudio**

En el trabajo de investigación se elaboró en el distrito, provincia, departamento y región Puno, localizada en la meseta del Collao. A 15°50'15" de latid sur, 70°01'18" de longitud oeste y 3,826 msnm (Vera,2014). En el anexo 04 y anexo 05 se muestra la ubicación geográfica y las principales rutas del transporte urbano de la ciudad de Puno seleccionada para el presente trabajo.

#### **3.3.2. Población**

La población del presente trabajo de investigación son 90 conductores de diferentes unidades de transporte urbano de las 4 rutas seleccionadas.

#### **3.3.3. Muestras**

La muestra es igual a la población, teniendo como muestra a los 90 conductores y 90 unidades vehiculares del transporte urbano de la ciudad de Puno.

#### **3.3.4. Muestreo**

El muestreo es proba listico porque toda la muestra es igual que la población siendo probable que todos los participantes tienden a ser escogidos para el trabajo.

#### **3.3.5. Unidad de análisis**

La unidad de análisis es el transporte urbano, para poder determinar los valores que nos permitirá determina la HdC y poder realizar un plan para reducir los GEI.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas del trabajo son observación, según Bunge (2007) menciona, la observación como proceso empírico elemental de la ciencia que busca como objetivo de estudio uno o muchos hechos, objetos realistas porque que se realiza

la identificación del ámbito de estudio, se trabajó también con la recolección de datos y su procesamiento, donde se revisó la información y análisis de interpretación con el GHP Protocol.

El instrumento utilizado es: fichas de recolección de datos (Anexo 3) y que al llenarlos se recolectaron la información necesarios para luego aplicar las fórmulas establecidas.

### **3.5. Procedimiento**

#### **3.5.1. Determinación de los alcances**

En el presente trabajo se identificaron las principales fuentes de emisión establecidas en (WBCSD-WRI,2004).

- a. **Emisiones directas:** Todas las Emisiones que provienen de fuentes controladas por una empresa.
- b. **Emisiones indirectas:** Todas las emisiones procedentes de actividades por una empresa, que ocurren en fuentes propias o controladas por otras empresas.

De acuerdo a las emisiones directas e indirectas se definen los principales “alcances” para la estimación, reporte y contabilidad de GEI (alcance 01, alcance 02, alcance 03) establecido en el Protocolo de gases de efecto invernadero (WBCSD-WRI,2004).

- **Alcance 1:** E.D de GEI, provenientes de la combustión por control de la empresa. Ejemplo combustión de vehículos, calderas, hornos, etc.
- **Alcance 2:** E.I de GEI, procedentes de la generación de electricidad consumida por la empresa.
- **Alcance 3:** Resto de E.I de GEI, procedente de actividades que no se encuentran controladas, ni son propiedad de la empresa, Ejemplo, extracción, transporte de combustible, etc. (WBCSD-WRI,2004)

El transporte urbano de la ciudad de Puno, se identificaron los siguientes componentes: características vehiculares, tipo y cantidad de combustible, ruta

recorrida y otros aspectos vehiculares. Ello permite definir los alcances 1 y alcance 3 para el presente estudio.

### 3.5.2. Determinación del año de trabajo

El año de trabajo es el 2021, porque cuentan con datos necesarios para la estimación de la HdC proveniente del transporte urbano en Puno.

### 3.5.3. Cálculo de la Huella de Carbono

La estimación de la HdC se utilizaron las siguientes directrices que se describen:

**Tabla 2:** Directrices de acuerdo al alcance

Alcances	Directrices
<b>Alcance 1: Emisiones directas</b>	
Consumo del combustible por las unidades de transporte urbano	IPPC (2006)
<b>Alcance 3: Emisiones indirectas</b>	
Distancia recorrida por las unidades de transporte urbano.	IPPC (2006)

### 3.5.4. Identificación de las fuentes de emisión

#### - Alcance 1

Son las fuentes de emisiones del alcance 1 (emisiones directas) identificadas para el actual trabajo de investigación, siendo el consumo, cantidad y tipo de combustible desde el mes de octubre a diciembre del 2021.

- **Alcance 3**

Para calcular las E.I de GEI emitidas por el transporte urbano (micro combis) en ciudad de Puno (alcance 3) se realizó una ficha de recolección de información. Donde se formularon preguntas relacionadas la ruta y horario que laboran durante el día, al mismo modo se verificó el horario de partida y regresada, características vehiculares, entre otros.

### 3.5.5. Información Recopilada

La información recopilada se obtuvo mediante encuestas hacia los conductores de las unidades de transporte urbano de las rutas seleccionadas para el estudio, con la finalidad de la obtención de las fuentes de emisión y consumo de combustible ver Anexo 7.

### 3.5.6. Estimación de Los gases de efecto invernadero

#### 3.5.6.1. Estimación de GEI (alcance 1) por el consumo de combustible

Al realizar la recolección para el consumo semanal del combustible utilizado por las unidades de transporte, de los meses octubre, noviembre a diciembre del 2021. Obteniendo consumición el mensual promediado. Luego los datos del consumo de combustible (gal) se convirtió a ( $m^3$ ) para transformarlos a (kg), referenciándolo por el valor de densidad del Diesel DB5 visto ver tabla 3.

**Tabla 3:** Valor calórico neto y densidad del combustible (DIESEL)

Tipo de combustible	Valor calórico neto (GJ/kg) <sup>a</sup>	Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>b</sup>
DIESEL	0.043	850

<sup>a</sup> Dato del valor calórico neto (GJ/kg) referenciado de IPPC (2006)

<sup>b</sup> Dato de la densidad (kg/m<sup>3</sup>) es referenciado C.P.G.N.V (2016)

Posteriormente, se multiplico los kilogramos de combustible por (V.C.N) (ver tabla 3). Luego, se multiplicaron por separado los valores resultantes por cada uno de los factores de emisión de GEI CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (tabla 4) y por el (P.C.G) (ver tabla5)

**Tabla 4:** Factor de Emisión por defecto del DIESEL para fuentes móviles de combustión

Tipo de combustible	kg CO <sub>2</sub> / GJ	kg CH <sub>4</sub> /GJ	kg N <sub>2</sub> O/GJ
DIESEL	9.67	0.0033	0.000568

**Tabla 5:** Potencial de calentamiento global (PCG) de los GEI

GEI	PCG
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	25
N <sub>2</sub> O	298

Para finalizar, se realizó la suma de las multiplicaciones y obteniendo un total de emisiones de GEI, de acuerdo al alcance 1 (Emisiones Directas). Todo ello resumido en la ecuación 1 (IPPC,2006).

**Ecuación 1: Cálculo de emisiones directas de GEI (t CO2e)**

$$ED = \sum \frac{(CU_i \times VCN_i \times FE_c)}{10^3} + \frac{(CU_i \times VCN_i \times FE_m \times PCG_m)}{10^3} + \frac{(CU_i \times VCN_i \times FE_o \times PCG_o)}{10^3}$$

Dónde:

*ED*: Emisiones Directas de GEI, en t CO2e

*CU<sub>i</sub>*: Combustible utilizado, en kg.

*VCNi*: Valor Calórico Neto del combustible utilizado, en GJ/kg

*FEc*: Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> del combustible utilizado, en kgCO<sub>2</sub>/GJ

*FEm*: Factor de Emisión de CH<sub>4</sub> del combustible utilizado, en kgCH<sub>4</sub>/GJ

*FEo*: Factor de Emisión de N<sub>2</sub>O del combustible utilizado, en kgN<sub>2</sub>O/GJ

*PCGm*: Potencial de Calentamiento Global del CH<sub>4</sub>

*PCGo*: Potencial de Calentamiento Global del N<sub>2</sub>O

### 3.5.6.2. Estimación de GEI (alcance 3) por la distancia recorrida

Para determinar la estimación de otras emisiones indirectas de GEI para el transporte urbano (alcance 3) se elaboró un cuadro de caracterización de las unidades móviles (ver tabla 8) donde se identificó la distancia recorrida en km, el horario de trabajo por día y otras características de las unidades de transporte urbano. Luego estos datos se multiplicaron por los factores de emisión de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por el tipo de vehículo (ver tabla 6).

**Tabla 6:** Factor de emisión del CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por tipo de vehículo

Tipo de transporte	Unidad	Kg CO <sub>2</sub>	Kg CH <sub>4</sub>	Kg N <sub>2</sub> O	Kg CO <sub>2e</sub>
<b>Hiace</b>	km	0.90374	0.1165	0.000007	1.02025
<b>Bufalo</b>					
<b>Coster</b>	km	0.25529	0.00057	0.00147	0.25733

También se consideró el número de pasajeros que ocupan el tipo transporte, (ver tabla 7) ya que este sirve para la determinación de GEI, por lo que se observa la variable “n” en la ecuación 2, debido a que un pasajero equivale a un porcentaje de emisión de GEI por cada unidad de transporte del estudio. Todo ello se resume en la ecuación 2.

**Tabla 7:** Número de pasajeros por tipo de transporte

Tipo de Transporte	n
Hiace Bufalo	21
Coster	18

**Ecuación 2: Cálculo de otras emisiones indirectas de GEI (t CO2e)**

$$OEI_t = \sum \frac{DR_i \times FE_c}{n} + \left( \frac{DR_i \times FE_m}{n} \right) \times PCG_m + \left( \frac{DR_i \times FE_o}{n} \right) \times PCG_o$$

Dónde:

*OEI<sub>t</sub>*: Otras Emisiones Indirectas de GEI por transporte, en tCO2e

*DR<sub>i</sub>*: Distancia recorrida por persona, en km

*FE<sub>c</sub>*: Factor de Emisión de CO2 del vehículo empleado por el conductor de unidad vehicular, en kgCO2/km

*FE<sub>m</sub>*: Factor de Emisión de CH4 del vehículo empleado por el conductor de unidad vehicular, en kgCH4/km

*FE<sub>o</sub>*: Factor de Emisión de N2O del vehículo empleado por el miembro de la comunidad universitaria, kgN2O/km

*PCGm*: Potencial de Calentamiento Global del CH4

*PCGo*: Potencial de Calentamiento Global del N2O

*n*: Número de pasajeros que ocupa la unidad de transporte público.

### 3.5.7. Estimación total de emisiones de GEI

Se estimó el total de emisiones de GEI del transporte público acuerdo a la ecuación (IPPC 2006):

#### **Ecuación 3: Estimación total GEI en (Tco2e)**

$$ET: ED + OIE$$

Donde:

ET: Emisiones Totales de GEI, en t CO<sub>2</sub>e

ED: Emisiones Directas de GEI, en t CO<sub>2</sub>e (alcance 1)

OIE: Otras Emisiones Indirectas, en t CO<sub>2</sub>e (alcance 3)

### 3.5.8. Análisis de resultados

Al obtener los resultados fueron analizados de la siguiente forma:

- Inventario de GEI del transporte urbano.
- Huella de carbono (HdC) del transporte urbano.
- Alcance 1 y 3 de la HdC del transporte urbano.
- Emisiones significativas de la HdC del transporte urbano.

### **3.5.9. Propuestas Reducción de la HdC**

De acuerdo a la hallado se propuso diversas medidas de reducción de la HdC del transporte urbano. Estas medidas, servirán para futuras investigaciones y podrán generar una mejora ante el calentamiento global.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Todos los resultados fueron analizaron mediante estadística descriptiva que se determinara promedios, variancias y sumatoria, a través del estadígrafo SPSS y para construir los figuras y tablas se usó el programa Excel.

### **3.7. Aspectos éticos**

El trabajo presentado será autentico resultados que genere serán los reales sin alterar los resultados.

La presente investigación se realizó con información verídico y fidedigna que procede de artículos científicos y tesis, respetando los derechos de autos y citadas cuidadosamente, serán referenciadas mediante el programa Mendeley.

La originalidad del trabajo estará supervisada bajo el programa turnitin.

## **IV. RESULTADOS**

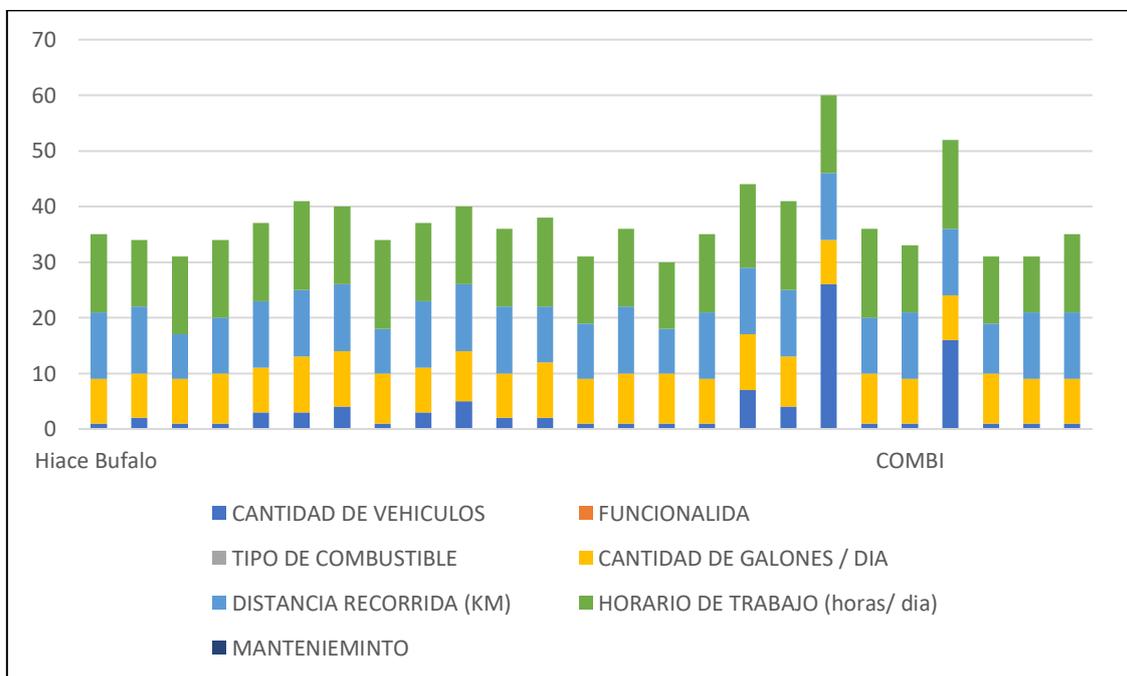
#### 4.1. Características vehiculares

Mediante la obtención y proceso de la data recopilada, se realizó el cuadro de caracterización de las unidades de transporte urbano de la ciudad de Puno que se observa en la tabla 8.

**Tabla 8:** Cuadro de caracterización vehicular según la cantidad de unidades de transporte urbano encuestadas

Modelo Vehicular	Cantidad De unidades	Funcionalidad	Tipo De Combustible	Cantidad De Galones / Dia	Distancia Recorrida (Km)	Horario De Trabajo (Horas/ Dia)	Mantenimiento	Marca Del Vehículo
HIACE BUFALO	1	1 mes	Diésel	8	12	14	15 días	Tayota
	2	2 años	Diésel	8	12	12	15 días	Tayota
	1	2 años	Diésel	8	8	14	1 mes	Tayota
	1	3 años	Diésel	9	10	14	15 días	Tayota
	3	3 años	Diésel	8	12	14	15 días	Toyota
	3	3 años	Diésel	10	12	16	15 días	Toyota
	4	5 años	Diésel	10	12	14	15 días	Toyota
	1	5 años	Diésel	9	8	16	15 días	Toyota
	3	5 años	Diésel	8	12	14	15 días	Toyota
	5	6 años	Diésel	9	12	14	15 días	Supervan
	2	6 años	Diésel	8	12	14	15 días	Toyota
	2	7 años	Diésel	10	10	16	15 días	Toyota
	1	7 años	Diésel	8	10	12	15 días	Toyota
	1	8 años	Diésel	9	12	14	15 días	Toyota
	1	9 años	Diésel	9	8	12	15 días	Supervan
	1	9 años	Diésel	8	12	14	15 días	Toyota
	7	10 años	Diésel	10	12	15	15 días	Toyota
	4	10 años	Diésel	9	12	16	15 días	Toyota
	26	10 años	Diésel	8	12	14	15 días	Toyota
1	11 años	Diésel	9	10	16	15 días	Supervan	
COSTER	1	4 años	Diésel	8	12	12	15 días	chino
	1	3 años	Diésel	8	12	10	15 días	Chino
	1	7 años	Diésel	8	12	14	15 días	chino
	16	10 años	Diésel	8	12	16	15 días	Toyota
	1	11 años	Diesel	9	9	12	15 días	otro

De la tabla 8 se observa el modelo Hiace Bufalo con una cantidad de 70 unidades vehiculares, donde su funcionalidad va desde 1 mes hasta 11 años, todos los vehículos con el mismo tipo de combustible Diesel (D2B5), con una variación de 8 a 10 galones por día, su distancia recorrida es desde los 8 a 12 kilómetros por día, mientras que el horario de trabajado es 12 a 16 horas por día , el mantenimiento realizado va de los 15 días a 1 mes debido al cambio de aceite y las marcas automóvil para las unidades vehiculares son Toyota y Supervan. Por otro lado, se encontró el modelo de Coster con un total de 20 unidades vehiculares, donde su funcionalidad va desde los 3 a 11 años, todos los vehículos con el mismo tipo de combustible Diesel (D2B5), colocando de 8 a 9 galones por día, su distancia recorrida es 9 a 12 kilómetros por día, el mantenimiento a las unidades es cada 15 días y las marcas vehiculares son chino, toyota y otros.



**Figura 1:** Consumo de combustible Diesel D2B5 por tipo de unidad vehicular

De la figura 1 se muestra los modelos Hiace Bufalo y Coster, sus características identificadas: cantidad de vehículos, cantidad de galones utilizados, horario de trabajo, funcionalidad de los automóviles, distancia recorrida y su mantenimiento según el modelo vehiculares.

## 4.2. Cálculo de la Huella de Carbono

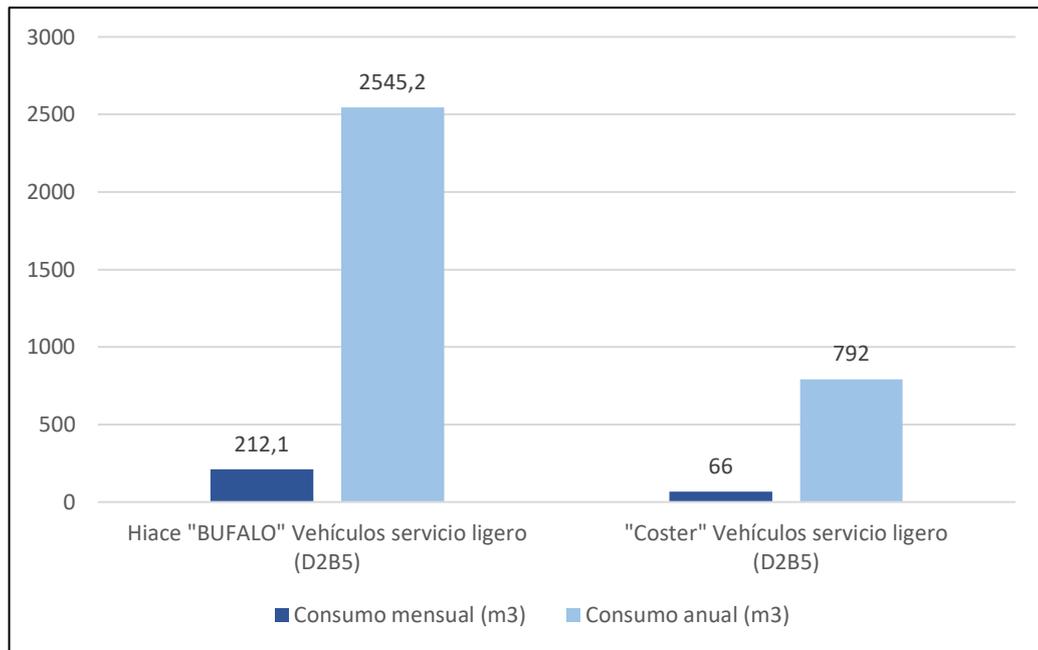
### 4.2.1. Consumo de combustible por tipo de vehículo (alcance 1)

Los resultados del consumo de combustible por tipo de vehículo el extenso de muestra en el anexo 7, los resultados promedios se muestran en la tabla 9.

**Tabla 9:** Resultado del consumo promedio de combustible por tipo de vehículo

<b>Fuente de emisión</b>	<b>Consumo mensual (m3)</b>	<b>Consumo anual (m3)</b>	<b>peso (kg)</b>
<b>Hiace "BUFALO"</b>			
<b>Vehículos servicio ligero (D2B5)</b>	212,1	2545,2	2214324
<b>"Coster" Vehículos servicio ligero (D2B5)</b>	66	792	689040
<b>TOTAL</b>	278,1	3337,2	

De la Tabla 9 se observa que el promedio del consumo de combustible por la fuente de emisión donde Hiace Búfalo se identificó un consumo mensual de 212.1 m<sup>3</sup> y anual de 2545.2 m<sup>3</sup> luego dichos valores se convirtieron a peso obteniendo un resultado de 2214324kg, para Coster se identificó un consumo mensual de 66 m<sup>3</sup> y anual de 792 m<sup>3</sup>, luego dichos valores se convirtieron a peso obteniendo un resultado de 689040 kg.



**Figura 2:** Consumo de combustible Diesel D2B5 por tipo de unidad vehicular

De la figura 2 se comparó la tendencia del consumo anual y mensual entre las fuentes de emisión identificadas: Hiace Búfalo, Coster y otros modelos de vehículo. Donde se observa a mayor tamaño de vehículo mayor consumo de combustible (2545.2 m<sup>3</sup>) de consumo por parte del modelo Hiace Bufalo a diferencia de otro tipo de unidades a un 72.72 m<sup>3</sup>.

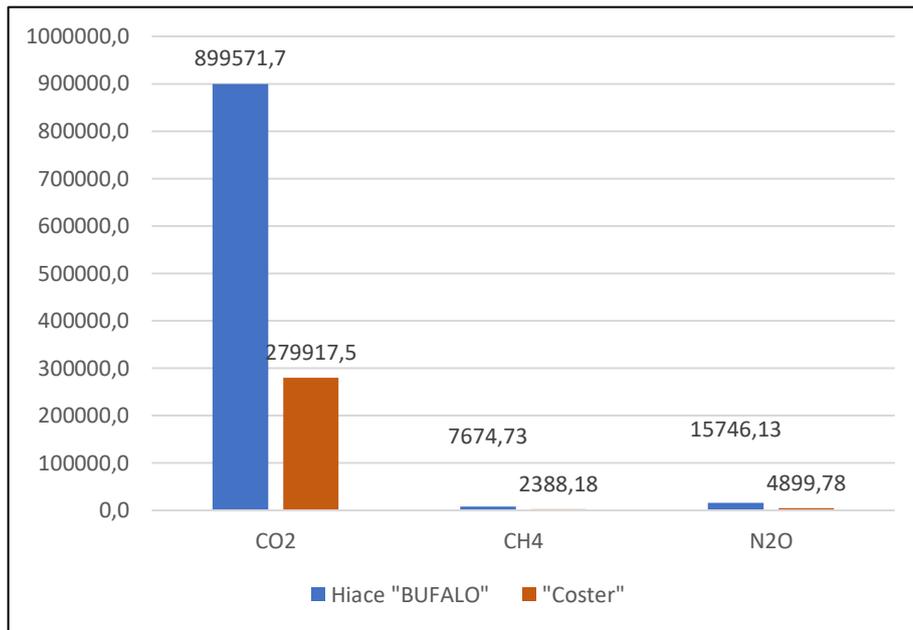
#### 4.2.2. Determinación de GEI por tipo de vehículo (alcance1)

Los resultados determinados de los GEI por tipo de vehículo en promedio se muestran en la tabla 9, el extenso se muestra en el anexo (8).

**Tabla 10:** Emisiones de GEI para el alcance 1

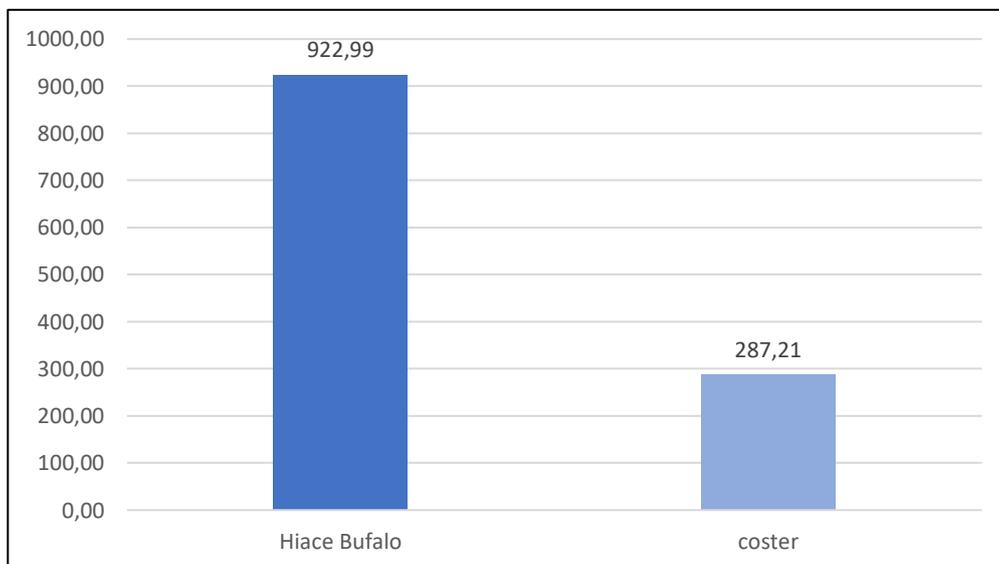
Fuente De Emisión	Emisiones de GEI			Emisiones de GEI		Partici pació n  (%)
	Parciales			Totales		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	(kgCO <sub>2</sub> e)	(tCO <sub>2</sub> e)	
	(kg)	(kg)	(kg)			
Hiace "BUFALO" Vehículos servicio ligero (D2B5)	899571,7	7674,7	15746,1	922992,53	922,99	76
"Coster" Vehículos servicio ligero (D2B5)	279917,5	2388,1	4899,7	287205,45	287,21	24
Total	1201170,3	310,54	6292,79	1207773,6	1207,77	100

En la tabla 10 se muestra las emisiones parciales y totales de GEI por cada fuente de emisión (tipo de vehículo) correspondiente al alcance 1, por el consumo de combustible. Donde se calculó las emisiones de GEI parciales para HIACE BUFALO dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) 899571.7 kg, metano (CH<sub>4</sub>) 7674.7 kg y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) 15746.1 kg, Para el tipo de vehículo COSTER se calculó dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) 279917.3 kg, metano (CH<sub>4</sub>) 2388.1 kg y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) 4899.7 kg.



**Figura 3:** Emisión de GEI parciales por el consumo de combustible

De la figura 3, observamos la tendencia de emisiones parciales entre Hiace Bufalo, y coster. Donde Hiace Bufalo tiene un valor de 899571,7 kg de CO<sub>2</sub> a comparado a los CO<sub>2</sub>279917.5 kg de la unidad vehicular Coster. Se observa también la tendencia de los otros tipos de GEI metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).



**Figura 4:** Emisiones totales de GEI alcance 1 (toneladas de CO<sub>2</sub>eq)

De la figura 4, se muestra la tendencia de variación entre las emisiones totales de GEI, donde Hiace Bufalo presenta 922.99 toneladas CO<sub>2</sub> equivalente, siendo el mayor tipo de vehículo que emite dióxido de carbono de CO<sub>2</sub> a comparación de Coster con un valor de 287.2 toneladas de CO<sub>2</sub>.

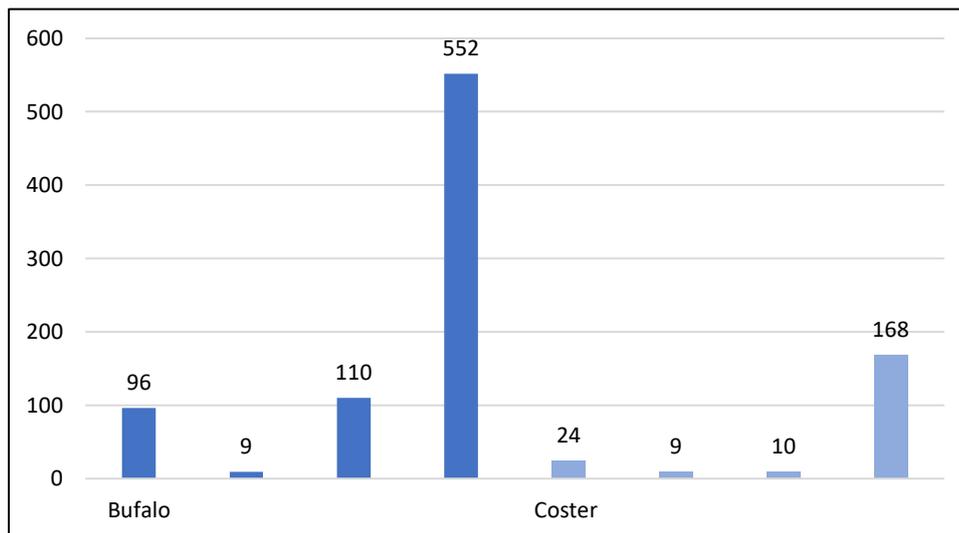
#### 4.2.3. Distancia recorrida por tipo de vehículo (alcance 3)

Se muestran los resultados de la distancia total recorrida en (km / día), de acuerdo al tipo de unidad de transporte y la cantidad de vehículos para el presente trabajo (ver tabla 11).

**Tabla 11:** Resultado de distancias total recorrida (km)

Tipo de Unidad de transporte	Cantidad de vehículos	Distancia recorrida Por día (km) / día)	Total, de distancia recorrida (km / día)
<b>Hiace Bufalo</b>	12	8	96
	1	9	9
	11	10	110
	46	12	552
<b>Coster</b>	3	8	24
	1	9	9
	1	10	10
	14	12	168

De la tabla 11 se determinó la distancia total recorrida al multiplicar la cantidad de vehículos por la distancia recorrida por día (km/día) para los 2 tipos de unidades vehiculares donde Hiace Bufalo obtuvo 9 km/día, 96 km/día ,110 km/ día y 552 km/día. Para Coster se obtuvo 9 km/ día, 10 km/día, 24 km/día ,168 km/día.



**Figura 5:** Total de distancia recorrida en km/día

En la figura 5 se observa que la mayor distancia recorrida por el tipo de vehículo Hiace Bufalo fue de 552 km/día a comparación del tipo de unidad vehicular Coster que fue de 9 km/día.

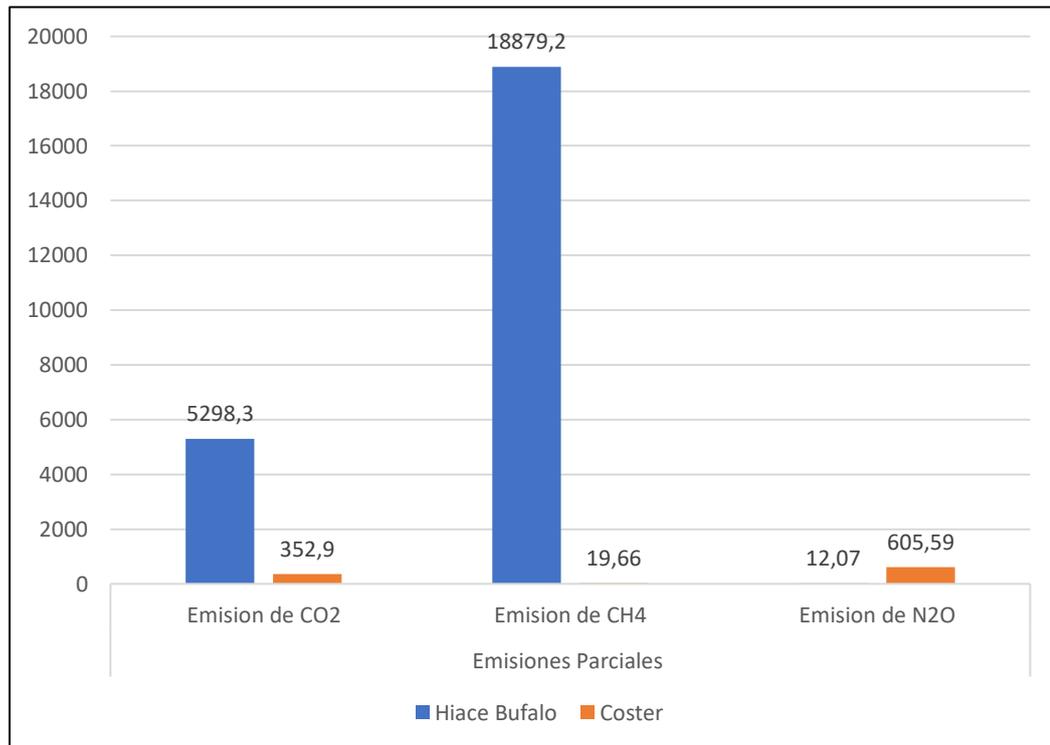
#### 4.2.4. Determinación de las emisiones de GEI por la distancia recorrida

Los resultados determinados de los GEI por la distancia recorrida en promedio se muestran en la tabla 12 y el extenso se muestra en el anexo (9)

**Tabla 12:** Emisiones de GEI para la distancia recorrida

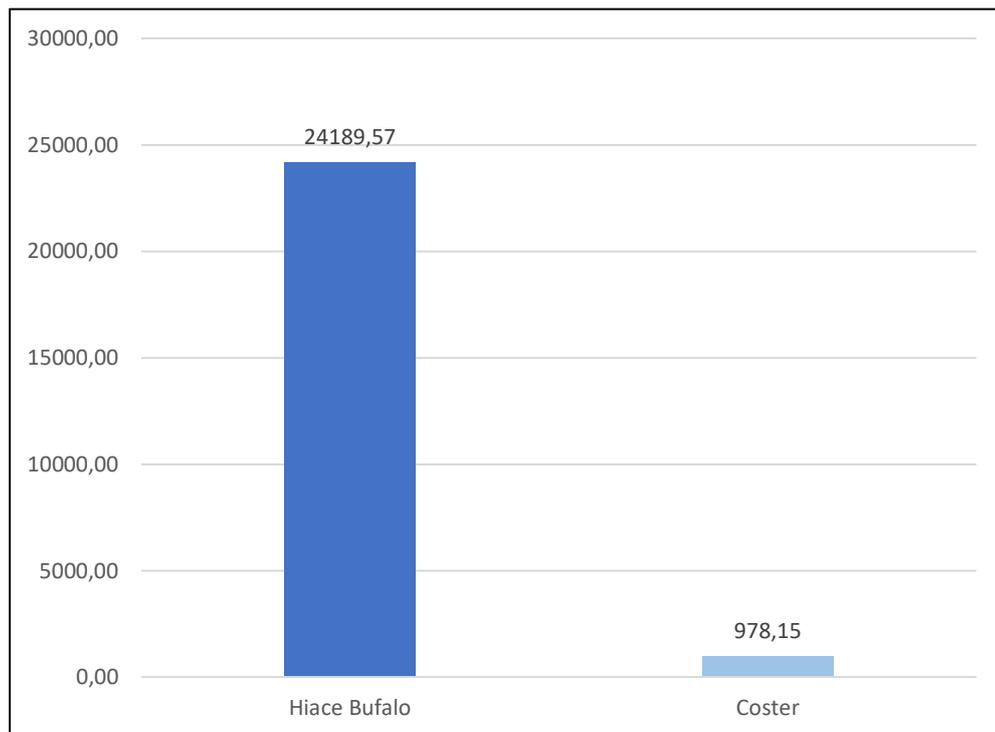
Fuente Móvil	Emisiones Parciales			Emisiones totales (tCO2e)	Participación (%)
	CO <sub>2</sub> (ton)	CH <sub>4</sub> (ton)	N <sub>2</sub> O (ton)		
	<b>Hiace Bufalo</b>	5298,3	18879,2	12,07	24189,57
<b>Coster</b>	352,9	19,66	605,59	978,15	4
<b>Total</b>	5651,2	18898,86	617,66	25167,72	100

De la tabla 12 se observa las emisiones parciales para cada fuente móvil donde Hiace Bufalo presento 5298.3 toneladas de CO<sub>2</sub>, 18879.2 toneladas de CH<sub>4</sub> y 12.07 toneladas de N<sub>2</sub>O. Para Coster se identificó 352.9 toneladas de CO<sub>2</sub>, 19.66 toneladas de CH<sub>4</sub> y 605.59 toneladas de N<sub>2</sub>O.



**Figura 6:** Emisiones parciales de GEI equivalente para Hiace Búfalo y Coster

De la figura 6 se muestra la tendencia de las Emisiones parciales de GEI para cada tipo de unidad de transporte urbano , donde Hiace Bufalo presento un valor de 5298.3 toneladas de CO<sub>2</sub> , 18879.2 toneladas de CH<sub>4</sub> y 12.07 toneladas de N<sub>2</sub>O Comparando con las emisiones de coster con un valor de 352.9 toneladas de CO<sub>2</sub>, 19.66 toneladas de CH<sub>4</sub> y 605.59 toneladas de N<sub>2</sub>O.



**Figura 7:** Emisiones totales de GEI alcance 3 (toneladas de CO2eq)

De la figura 7 se muestra la cantidad total de Emisiones de GEI para el alcance 3 distancia recorrida por cada tipo de vehiculo predominado Hiace Bufalo con un valor de 24189.57 toneladas de CO<sub>2</sub> eq y para Coster la emicion fue de 978.15 toneladas de CO<sub>2</sub> eq.

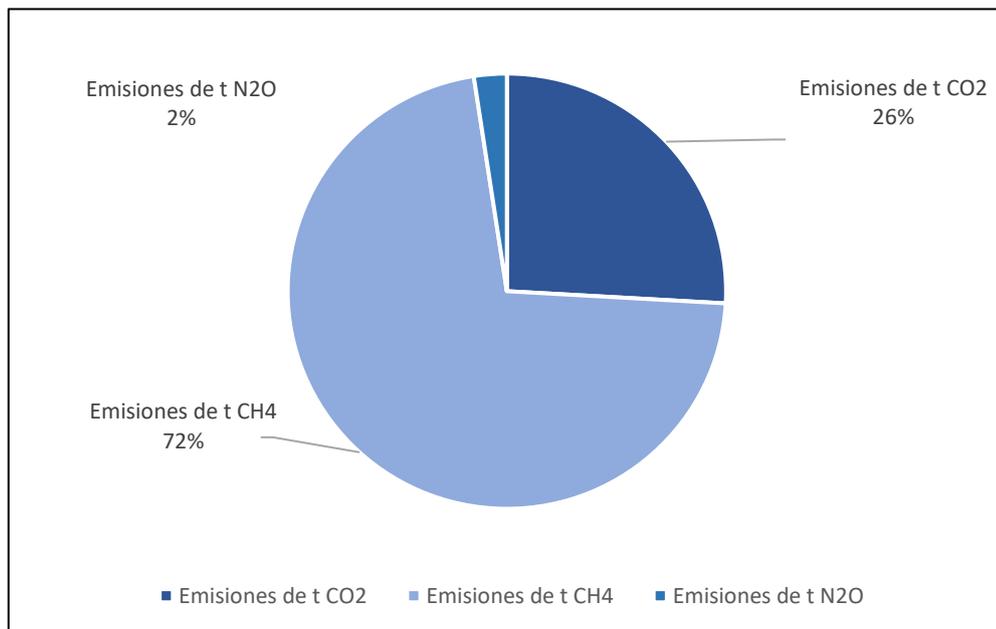
#### **4.3. Estimación total de emisiones de GEI**

La estimación total de emisiones de GEI nos dio como resultado la HdC para el transporte urbano de la ciudad de Puno de acuerdo al alcance 1 (consumo de combustible) y alcance 3 (distancia recorrida) se muestras a continuación en la tabla 13.

**Tabla 13:** Generación de GEI del Transporte Urbano, Puno 2021

Fuente de Emisión	CO2 (t)	CH4 (t)	N2O (t)	SF6 (t)	Emisiones HFC (t)	Emisiones PFC (t)
<b>Hiace</b>						
<b>Bufalo</b>	899,57	7,67	15,74	0	0	0
<b>Coster</b>	279,91	2,38	4,89	0	0	0
<b>Hiace</b>						
<b>Bufalo</b>	5298,3	18879,2	12,07	0	0	0
<b>Coster</b>	352,9	19,66	605,59	0	0	0
<b>TOTAL</b>	6830,68	18908,91	638,29	0	0	0

De la tabla 13 se muestra la cantidad de emisiones por tipo de GEI según los alcances 1 y 3, donde la tendencia mayor es de 18908.91 toneladas de CH<sub>4</sub>, a comparación del resto de GEI que son 6890.68 toneladas de CO<sub>2</sub> y 638.29 toneladas de N<sub>2</sub>O.



**Figura 8:** Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el transporte urbano, Puno 2021

De la figura 8 se muestra el porcentaje de GEI para el transporte urbano de la ciudad de Puno de acuerdo al alcance 1 y 2, donde la emisión más significativa es de 72% para CH<sub>4</sub>, luego el 26% para CO<sub>2</sub> y finalmente con un 2 % de N<sub>2</sub>O.4

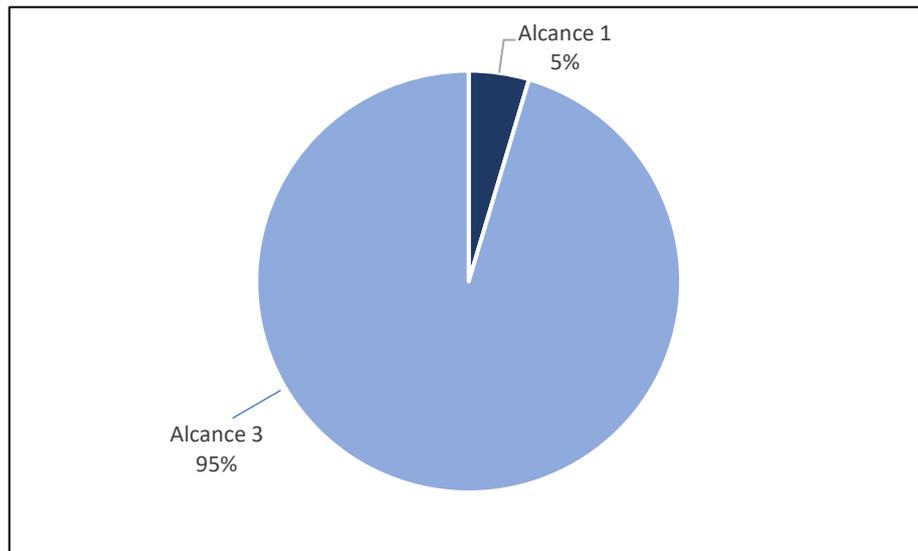
**Tabla 14:** HdC del transporte público Puno 2021

<b>Fuentes de emisión</b>	<b>Emisiones de CO2 eq (t)</b>
<b>Vehículos</b>	
<b>Hiace "Bufalo"</b>	25112,55
<b>Vehículos</b>	
<b>Coster</b>	1265,33
<b>TOTAL</b>	26377,88

En la tabla 14, se puede observar q huella de Carbono del Transporte urbano de la ciudad de Puno durante el año 20201 fue de 26377.91 tCO<sub>2</sub> eq, por parte de las unidades vehiculares Hiace Bufalo y Coster,

**Tabla 15:** HdC por alcance del Transporte Urbano Puno 2021

<b>Alcance</b>	<b>Fuente de Emisión</b>	<b>t CO2 eq</b>	<b>% del Total</b>
<b>Alcance 1</b>	Hiace Bufalo	922.99	3.4992
<b>Consumo de combustible</b>	Coster	287.2	1.0888
<b>Alcance 3</b>	Hiace Bufalo	24189.57	91.7038
<b>Distancia recorrida</b>	Coster	978.15	3.7082
<b>TOTAL</b>		26377.91	100.00

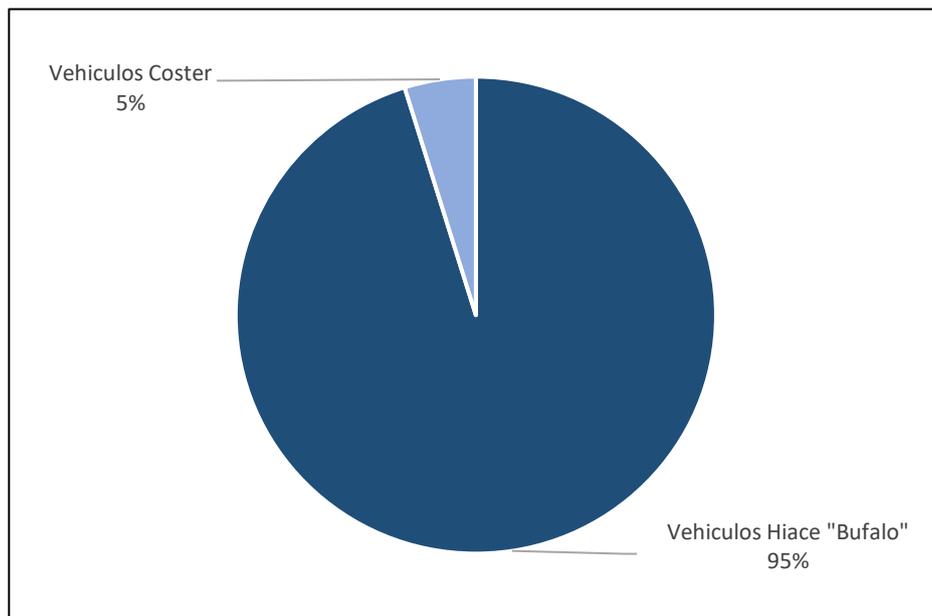


**Figura 9:** HdC por alcances del transporte público Puno 2021

En la tabla 15 y figura 9 se muestra la variación por alcances de la HdC del transporte urbano de la ciudad de Puno para el año 2021 que fue un 95% el alcance 3 (distancia recorrida) y un 5 % de alcance 1 (consumo de combustible).

Fuentes de emisión	Emisiones de CO2 eq (t)	% de Total
<b>Vehículos Hiace "Bufalo"</b>	25112,55	95,20
<b>Vehículos Coster</b>	1265,33	4,79
<b>TOTAL</b>	<b>26377,88</b>	<b>100</b>

**Tabla 16:** HdC por fuente de emisión del Transporte Urbano, Puno 2021



**Figura 10:** HdC por la fuente de emisión del transporte urbano Puno 2021

De la tabla 16 y figura 10 se muestran las fuentes de emisión acuerdo a su significancia, donde el tipo de vehículos Hiace Bufalo presenta el 95 % de emisiones a diferencia de los vehículos Coster con un 5 % del total de la HdC para el transporte urbano de la ciudad de Puno en el año de elección 2021.

#### 4.4. Propuestas Reducción de la HdC

De acuerdo a los resultados obtenidos, se presenta las siguientes propuestas para la reducción de la HdC del transporte urbano de la ciudad de Puno para el año 2021.

- Promover la movilidad sostenible, siendo este un cambio de combustible a uno más eco amigable como es el GNV.
- Las unidades de transporte deben realizar periódicamente la revisión técnica a toda la unidad móvil y no solo el cambio de aceite cada quince días.

- Realizar una reducción de la velocidad, ya que mientras más rápida será su ruta por día el consumo de combustible era mayor
- Realizar charlas y promoviendo con incentivos la educación ambiental por parte de la gerencia de cada empresa de transporte generando así un impacto social hacia los conductores de las unidades de transporte.

## V. DISCUSIÓN

Para el Cálculo de la huella de carbono del transporte urbano, los resultados muestran que la HdC para el año 2021 fue de 26377.91 tCO<sub>2</sub> eq, de acuerdo a la actividad diaria realizada por el transporte urbano en la ciudad de Puno, se identificaron tres de los siete gases de efecto invernadero mencionados en el protocolo de Kioto, donde la mayor emisión es el CH<sub>4</sub> con 72% a diferencia del CO<sub>2</sub> con un 26 % y el N<sub>2</sub>O con un 2%, Estos valores al ser comparados con lo estimado por Inga, R.(2020), con su trabajo de investigación titulado “HdC en la producción de Oro, Cajamarca, 2020” , obtuvo un 99% de CO<sub>2</sub> , 0.014% CH<sub>4</sub> y un 0.004% de N<sub>2</sub>O para el año 2020 , viendo así la comparación de emisiones de GEI predominando en mis resultados el CH<sub>4</sub> como principal GEI. Además de obtener la cantidad de toneladas de CO<sub>2</sub> eq generadas por la actividad de las unidades de transporte urbano en el año 2021, la HdC permitió realizar un diagnóstico de generación de GEI emitida al medio ambiente, lo que permitió buscar estrategias de reducción y optimización a corto y largo plazo.

Las características identificadas por cada unidad de transporte fueron su modelo vehicular, cantidad de unidades encuestadas, la funcionalidad que tiene la unidad de transporte, el tipo de combustible, la cantidad de galones utilizados por día, la distancia recorrida promedio por ruta en las 4 rutas seleccionadas, horario de trabajo por día, el mantenimiento que realizan hacia la unidad de transporte y la marca de vehículo. De tales características se hallaron los siguientes datos: modelo vehicular Hiace Bufalo , con una cantidad de 70 vehículos , donde la funcionalidad de las unidades móviles oscila desde 1 mes, 2 años, 3 años, 5 años, 6 años, 7 años, 8 años, 9 años, 10 años y 11 años respectivamente , todas estas unidades utilizan el combustible D2B5 Diesel por ser el más económico en el mercado , colando una cantidad de combustible desde 8 a 10 galones por día (gal/día), el recorrido que realizan por vuelta es de 12km, 14km,15 km y 16km dependiendo a cada ruta , el mantenimiento realizado es quincenal debido al cambio de aceite que se le realiza al motor , para otros aspectos técnicos el mantenimiento es mensual y las marcas que predominan son Toyota , Supervan entre otras marcas chinas. Para el modelo vehicular Coster, con un total de 20 vehículos, donde la funcionalidad de dichas unidades móviles fue de 3 años, 4 años, 7 años, 10 años y 11 años respectivamente, estas unidades utilizan el combustible D2B5 Diesel, con una

cantidad de 8 a 9 galones por día (gal/día), el recorrido realizado es de 9 a 12 km por vuelta en cada ruta, su mantenimiento es cada 15 días y los modelos que se observan son Toyota y marcas chinas. En comparación a los resultados presentados por Común. y Saavedra, A. (2017) en su trabajo de investigación identificaron al modelo vehicular Bus Yutong y Bus Golden Dragon, consumiendo una cantidad de 22.28 m<sup>3</sup> a 18.68 m<sup>3</sup> de combustible como es gasolina, GNV y diésel. Determinando así que mediante el modelo vehicular es con mayor capacidad sus características varían.

Se determinó el tipo de tipo de combustible que es Diesel D2B5 para las 90 unidades vehiculares, donde el consumo promedio de combustible fue por la fuente de emisión Hiace Búfalo se identificó un consumo mensual de 212.1 m<sup>3</sup>, para Coster se identificó un consumo mensual de 66 m<sup>3</sup>, obteniendo un total de 278.1 m<sup>3</sup> mensual por ambos modelos vehiculares. Comparando con los resultados obtenidos por Común. y Saavedra, A. (2017) del tipo de vehículo Bus Yutong y Bus Golden Dragon utilizaron el GNV como fuente de combustible, con un consumo total de 6.804,69 m<sup>3</sup> mensual. También podemos comparar los resultados de Arias, D. (2020) con sus resultados obtenidos identificando el uso del tipo de combustible gasolina 80 o 9 y diésel para los modelos vehiculares Camioneta, Volquete y Motocarga, donde la cantidad de consumo de combustible promedio mensual es 13.83981 m<sup>3</sup> de diésel y para gasolina 27.86858 m<sup>3</sup>.

Los factores que se identificó para la ruta, son la distancia recorrida según la ruta establecida por cada una de las unidades de transporte urbano, también se consideró el tiempo de trabajo de trabajo, los resultados obtenidos fueron Hiace Bufalo obtuvo 9 km/día, 96 km/día ,110 km/ día y 552 km/día, para Coster se obtuvo 9 km/ día, 10 km/día, 24 km/día ,168 km/día con un total de 978 km/ día , estos valores varían por el tipo de ruta que siguen las unidades vehiculares y el tiempo en la que las recorren , donde su horario de trabajo de 16 a 18 horas por día. Comparando con los resultados obtenidos por Común. y Saavedra, A. (2017) La mayor distancia recorrida fue por el tipo de vehículo "coster" 579.383 km, luego los autos a gasolina 124.463 km, con un total de 703.846 km.

Las emisiones identificadas fueron de acuerdo a los alcances 1 y 3 de la HdC del transporte urbano, de ellos el alcance 01 (consumo de combustible) para Hiace Bufalo fue de 922.99 t CO<sub>2</sub> eq y para Coster 287.2 t CO<sub>2</sub> eq donde Hiace Bufalo obtiene un porcentaje mayor en la cantidad de consumo de combustible que lo diferencia de los modelos vehicular coster, siendo el mayor generador de emisiones de t CO<sub>2</sub> para este alcance. En el alcance 03 (distancia recorrida) Hiace Bufalo obtuvo 24189.57 t CO<sub>2</sub> eq y para coster 978.15 t CO<sub>2</sub>, donde el mayor generador de emisiones de t CO<sub>2</sub> para este alcance fue por Hiace Bufalo. Concluyendo se determinó que la emisión de la HdC del transporte urbano de la ciudad de Puno para el año 2021 que fue un 95% el alcance 3 (distancia recorrida) y un 5 % de alcance 1 (consumo de combustible).

## **VI. CONCLUSIONES**

- Las principales características identificadas para las 90 unidades vehiculares fueron: los modelos vehiculares Hiace Bufalo y Coster, su funcionalidad va desde 1 mes hasta 11 años respectivamente, el combustible utilizado es Diesel D2B5, con un consumo de 8 a 10 galones por día, el recorrido estimado es de 8 a 12 km por vuelta dependiendo de la ruta , el horario de trabajo es de 12 a 18 horas por día con 1 hora de almuerzo , el mantenimiento realizado es quincenal y las marcas que predominan son Toyota , Supervan y otras marcas como Fotón y Minivan.
- El tipo de combustible utilizado fue el Diesel D2B5 para las 90 unidades de transporte, consumiendo un total de 278.1 m<sup>3</sup>. Estos valores permitieron identificar el alcance 01 de la HdC dando un 1210.19 t CO<sub>2</sub>eq representando el 5 % de emisiones de la HdC para el transporte urbano de la ciudad de Puno 2021.
- Las rutas seleccionadas fueron 4 de las cuales se obtuvo un total 703.846 km/ día. Como resultado de estos se halló el alcance 03 de la HdC dando un 25167.72 t CO<sub>2</sub>eq representando un 95% del total de emisiones de la HdC para el transporte urbano de la ciudad de Puno 2021.
- La fuente con mayor emisión de GEI es debido por el transporte Hiace Bufalo con un valor de 25112,55 t CO<sub>2</sub>eq y para Coster un total de 1265,33 t CO<sub>2</sub>eq, representando al total de de la HdC del transporte urbano de la ciudad de Puno para el año 2021, el CH<sub>4</sub> es el gas de efecto invernadero con un mayor porcentaje del 72%, seguido del CO<sub>2</sub> con un 26 % y, por último, el N<sub>2</sub>O con un 2%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar mayores trabajos que se consideren más rutas de las cuales se considere la distancia de las zonas más alejadas de la ciudad de Puno. El presente trabajo de la huella de carbono del transporte urbano de ciudad de Puno, focalizo 4 rutas autorizadas que son Salcedo Tepro–UNAP, la rinconada – San José, torres San Carlos – urus Chulluni, Villapacsa – Una Camal.
- Realizar mayores trabajos donde considere abarcar los 3 alcances propuestos en el protocolo de GEI, en este sentido el alcance 02 que incluye el consumo de energía y generación de residuos sólidos por parte del transporte urbano.
- Realizar trabajos de investigación que permita adecuar los valores en el cálculo de las emisiones siguiendo el Protocolo de GEI asociados a la trazabilidad de los datos y su actualización.
- Generar una base de datos en Excel para poder determinar de manera más factible y rápida las emisiones de GEI y mantenerla actualizado para futuros cálculos de la HdC.
- Realizar trabajos de investigación en el fortalecimiento de capacidades en educación ambiental a los conductores de las unidades de transporte urbano.

## REFERENCIAS

1. CONAMA (2005). 26 GUÍA Metodológica Para La Estimación De Emisiones Atmosféricas De Fuentes Fijas Y Móviles En El Registro De Emisiones Y Transferencia De Contaminantes de: [http://www.declaracionemision.cl/docs/GUIA\\_CONAMA.pdf](http://www.declaracionemision.cl/docs/GUIA_CONAMA.pdf)
2. Cardenas (2017). Cálculo de Huella de Carbono del Archivo Central Hochschild Mining sede Lima 2016 a través del Estándar Corporativo de Contabilidad y Report de: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7080>
3. IPPC (2006). Directrices del IPC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Capítulo 3: Combustión móvil. de: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_3\\_Ch3\\_Mobile\\_Combustion.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf)
4. IPPC(2021). Climate Change 2021 Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Summary for Policymakers.de: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
5. Común y Saavedra (2017). Estimación De La Huella De Carbono De La Comunidad Universitaria Proveniente De Fuentes Móviles Utilizados Para Desplazarse Hacia La UNALM de: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3048>.
6. Cavalier y Paredes(2019). Diseño Del Modelo De Gestión Ambiental Que Minimice Los Impactos Ambientales Negativos En El Colegio San Ignacio De Recalde de: <https://repositorio.usil.edu.pe/items/445829b3-b7c9-4a16-953b-aaf48a16e8b0>
7. Peña (2017). Caracterización De La Emisión De Gases Del Efecto Invernadero En El Sector Transporte. de: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/36767?show=full>
8. Morales(2018). Huella de Carbono en el Alcance 1 y 2, utilizando la metodología del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO 14064-1:2006, en el Centro de Producción “Productos Unión”. De: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1648>

9. Canales (2021). La Huella de Carbono en la Producción de Oro, Mina Shahuindo, Cajamarca, 2020 de: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73735/Inga\\_CR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73735/Inga_CR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
10. Sotelo, Sotelo y Tolon (2011). Las Emisiones De Gases De Efecto Invernadero En El Sector Transporte Por Carretera Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17622555005>
11. Arias (2020). Determinación de la huella de carbono en las actividades administrativas correspondiente a la Municipalidad Distrital de Carhuamayo – Provincia de Junín, para controlar la emisión de gases de efecto invernadero - 2018. de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1806>
12. MINAM(2016). Categorías: Guía N°1 Elaboración del reporte anual de Gases de efecto invernadero SECTOR ENERGÍA. Obtenido de <http://infocarbono.minam.gob.pe>
13. Ortega. (2016). El Parque Automotor (Mototaxi) Y Su Influencia En La Generación De La Huella De Carbono En El Distrito De Villa Rica, Oxapampa-Peru, 2016 <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/18393>
14. Zebulzu, Lopez, Gutierrez y Blanco (2014). Modelo De Cálculo De Las Emisiones Difusas De Gases De Efecto Invernadero Procedentes Del Transporte. Análisis Según Variables De Diseño Urbanístico de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43032606017>
15. EPA (2017). Descripción general de los gases de efecto invernadero de: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente>
16. Flores (2017). Determinación Del Nivel De Contaminación De Dioxido De Carbono Por Parque Automotor En La Ciudad De Puno. de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9281>
17. Melo (2018). Medidas De Reducción Y Mitigación De La Huella De Carbono En La Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Matriz Quito". de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15129>

18. Gonzales y Luque (2015). Cálculo De La Huella De Carbono Del Parque Automotor De La Policía Nacional Seccional Bogotá de: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7620>
19. Cajia y Cuba (2020). Implementación De Mejoras De Ingeniería Para Reducir La Huella De Carbono De La Empresa Transportes Polux S.A.C.de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/11429>
20. CEACV (2014) Guía Aborda El Cálculo De La Huella De Carbono Generada En Un Evento De: <https://agroambient.gva.es/documents/20550103/161972941/Gu%C3%ADa+c%C3%A1lculo+huella+de+carbono+para+eventos/6d5f6c39-6e69-4e62-8e4a-209c1a9e6563>
21. Islas, Riveros y Torres (2002). Estudio De La Demanda De Transporte. de: <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt213.pdf>
22. WBCSD-WRI (2004). Estandar Coorpoativo de Contabilidad y Reporte(ECCR)de: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo\\_spanish.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf)
23. Navarro, Mena,Bravo y Hernandez (2020). Carbon Footprint of The Legalization of Activities At The City of Seville de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2224-61852018000200020&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852018000200020&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
24. Valderrama, Espindola y Quezada (2011). Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias de: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50062011000300002](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062011000300002).
25. Alvarez, Ordoñez, Nieto,Wills, Romero,Calderon,Hernandez,Arguello,Delgado (2015). Compromiso de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: Consecuencias económicas de: <http://www.dotec-colombia.org/index.php/series/118-departamento-nacional-de-planeacion/archivos-de-economia/14157->

compromiso-de-reduccion-de-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-  
consecuencias-economicas

# **ANEXOS**





## Formato de Identificación de Gases de Efecto Invernadero

Instrumento  
Nº1

### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

<b>TITULO:</b>	Huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021												
<b>FACULTAD:</b>	Ingeniería Ambiental												
<b>AUTOR:</b>	Landa Barra, Fiorella Gianna												
<b>ASESOR:</b>	Mg. Wilber Samuel Quijano Pacheco												
<b>FECHA</b>	02/02/2022												
<b>MUESTRA</b>	Ciudad de Puno												
<b>Gases de Efecto Invernadero</b>	<b>Dióxido de carbono</b>	ruta (distancia y tiempo)						Otras características Vehiculares					
		Distancia Recorrida (kilómetros)			Horario de trabajo (horas/día)			Mantenimiento			Marca del vehículo		
		8 km	10 km	12 km	14 h	16 h	18 h	1 mes	3 a 6 meses	1 año	Nissan	Supervan	Toyota
<b>Metano</b>													
<b>Óxido Nitroso</b>													

Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

Firma del experto  
CIP:25450  
DNI:  
Teléfono:974142836

Firma del experto  
CIP: 04519  
DNI: 09665471  
Teléfono: 998428311

CORINA CATALINA MENEZ CHAUCÁ  
INGENIERA AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 188963

Firma del experto  
CIP: 188963  
DNI: 44129559  
Teléfono: 959176180

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

## I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del experto: 1. Dr. Miguel Tupac Yupanqui/ 2. Dr. Horacio Acosta / 3. Ing. Corina Jiménez Chauca

1.1. Cargo e institución donde labora: Gerente del Proyecto Especial Madre de Dios /Docente – Universidad Cesar Vallejo/ Ing. En proyectos de especialidad Ambiental

1.2. Especialidad o línea de investigación del experto: Ingeniería Ambiental

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de identificación de Gases de Efecto Invernadero ... Instrumento N°1

1.4. Autor(A) de Instrumento: Landa Barra, Fiorella Gianna

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										X	X	X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										X	X	X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la										X	X	X	
4.	Existe una organización lógica.										X	X	X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos										X	X	X	
6.	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis										X	X	X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o										X	X	X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas										X	X	X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño										X	X	X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la										X	X	X	

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

X

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

87.5%

  
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

Firma del experto  
CIP:25450

Lima, 02 de febrero del 2022



Firma del experto  
CIP: 04519

  
CORINA CLAU JIMÉNEZ CHAUCA  
INGENIERA AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 188963

Firma del experto  
CIP: 188963



Formato de Identificación de Gases de Efecto Invernadero

Instrumento N°2

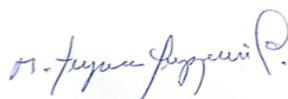
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO:	Huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021
FACULTAD:	Ingeniería Ambiental
AUTOR:	Landa Barra, Fiorella Gianna
ASESOR:	Mg. Wilber Samuel Quijano Pacheco
FECHA	02/02/2022
MUESTRA	Ciudad de Puno

<b>Gases de Efecto Invernadero</b>	<b>Dióxido de carbono</b>	características vehiculares					tipo y cantidad de combustible					
		Modelo de la unidad Vehicular		Funcionalidad			Tipo de combustible			Cantidad de galos / día		
		Búfalo	Coster	10 años	20 años	30 años	GLP	GASOLINA	DIESEL	8 gal	9 gal	10 gal
	<b>Metano</b>											
<b>Óxido Nitroso</b>												

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

Firma del experto  
 CIP:25450  
 DNI:  
 Teléfono:974142836



Firma del experto  
 CIP: 04519  
 DNI: 09665471  
 Teléfono: 998428311

  
 CORINA CLAUDIA BALLESTEROS CHAUCÁ  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 188963

Firma del experto  
 CIP: 188963  
 DNI: 44129559  
 Teléfono: 959176180

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### V. DATOS GENERALES

5.1. Apellidos y Nombres del experto: 1. Dr. Miguel Tupac Yupanqui/ 2. Dr. Horacio Acosta / 3. Ing. Corina Jiménez Chauca

1.2. Cargo e institución donde labora: Gerente del Proyecto Especial Madre de Dios /Docente – Universidad Cesar Vallejo/ Ing. En proyectos de especialidad Ambiental

5.2. Especialidad o línea de investigación del experto: Ingeniería Ambiental

5.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de identificación de Gases de Efecto Invernadero ... Instrumento N°1

5.4. Autor(A) de Instrumento: Landa Barra, Fiorella Gianna

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X	X	X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										X	X	X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la										X	X	X	
4.	Existe una organización lógica.										X	X	X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos										X	X	X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis										X	X	X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o										X	X	X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas										X	X	X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño										X	X	X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la										X	X	X	

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

87.5%

  
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP: N° 25450

Firma del experto

CIP:25450

Lima, 02 de febrero del 2022



Firma del experto

CIP: 04519

  
CORINA CLAVERO JIMÉNEZ CHAUCA  
INGENIERA AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 188963

Firma del experto

CIP: 188963

## ANEXO 2: Matriz de consistencia

Huella de carbono del transporte urbano, para un plan de reducción de gases de efecto invernadero, Puno, 2021							
		Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Escala de medición
Variable Independiente Huella de carbono Del transporte urbano	Huella de carbono Del transporte urbano	La Huella de Carbono (Carbon Footprint) es aquel parámetro que se utiliza para la estimación de (GEI) debida por actividades en una empresa, eventos, ciclo de vida de un producto/servicio (ISO 14067 ,2006).	Se determinó el consumo, características y distancia recorrido de combustibles utilizado por las unidades de transporte mediante una ficha de recolección de datos.	Características de la unidad de transporte	Funcionalidad (años)	año	Razón
					Modelo de la unidad de transporte	-	
				Tipo y cantidad de combustibles	GLP, Gasolina (97,95,90), Diesel	kg/ m <sup>3</sup>	
					Galones utilizados por día	m <sup>3</sup>	
				Ruta (Distancia y tiempo)	Ruta (Distancia)	Km	
					Tiempo	H	
Variable Dependiente	Plan de Reducción de gases de efecto invernadero	Las Medidas de reducción son aquella herramienta de compensaciones de emisiones, que van vinculados a las HdC (Schneider, H., & Samaniego, J, 2009).	Se Realizaron propuestas de reducción de GEI en el transporte urbano,	Gases de efecto invernadero	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Kg /Co <sub>2</sub>	Razón
					Metano (CH <sub>4</sub> )	Kg/Ch <sub>4</sub>	
					Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	Kg/N <sub>2</sub> O	
				Mejoras administrativas	Mantenimiento vehicular	-	
					Técnicas de manejo		
					Capacitación al personal		

ANEXO 3: Fichas de recolección de datos

		FORMATO DE IDENTIFICACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO																		INTRUMENTO 1 Y 2						
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS																										
TITULO		Huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021																								
FACULTAD		Ingeniería Ambiental																								
AUTOR		Landa Barra, Fiorella Gianna																								
ASESOR		Mg. Wilber Samuel Quijano Pacheco																								
FECHA		/10/2021 <span style="margin-left: 50px;">Temp</span> <span style="margin-left: 50px;">Cenot (20 unidades)</span>																								
MUESTRA		Ciudad de Puno																								
N	Gases de Efecto Invernadero	características vehiculares						tipo y cantidad de combustible			ruta (distancia y tiempo)						Otras características Vehiculares									
		Modelo de la unidad Vehicular		Funcionalidad				Tipo de combustible			Cantidad de galos / día			Distancia Recorrida (kilómetros)			Horario de trabajo (horas/día)			Mantenimiento		Marca del vehículo			DATOS	
		Bufalo	Coster	10 años	20 años	30 años	GLP	GASOLINA	DIESEL	8 gal	9 gal	10 gal	8 km	10 km	12 km	14 h	16 h	18 h	1 mes	3 a 6 meses	1 año	Nissan	Supervan	Toyota	DNI	FIRMA
1	Dióxido de carbono	X		9X				X	X				X	X			15						X	V51610	[Firma]	
2		X		6				X	X			X		R			X	X					X	A6359	[Firma]	
3		X		3A				X	X			X		R			15						X	218 460	[Firma]	
4		X		X				X	X				X	X	10			15						X	V30-20	[Firma]
5		X		3A				X	X			X		X				10	X					X	5 T-900	[Firma]
6		X		5A				X	X			X		X				X						X	785 90	[Firma]
7		X		6A				X		X			X	X				X						X	X1E320	[Firma]
8		X		X				X	X				X	X				X						X	72E900	[Firma]
9		X		3A				X	X				X	X				X						X	X50930	[Firma]
10		X		X				X			X		X	R				15	X					X	X1-290	[Firma]
11		X		3A				X			X		X		X			15	X					X	200 900	[Firma]
12		X		5B				X			X		X	X				X	X					X	C90 400	[Firma]
13		X		3A				X	X				X	X				15X						X	V7190	[Firma]
14		X		Mor				X	X				X	X				151						X	1508 959	[Firma]
15		X		2A				X	X				X	X				5X						X	71X900	[Firma]
16		X		5A				X	X				X	15				10X	X					X	272700	[Firma]



FORMATO DE IDENTIFICACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

INTRUMENTO 1 Y 2

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

**TITULO** Huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021  
**FACULTAD** Ingeniería Ambiental  
**AUTOR** Landa Barra, Fiorella Gianna  
**ASESOR** Mg. Wilber Samuel Quijano Pacheco  
**FECHA** 11/10/2021 (16 de octubre) (San Francisco de Asís) (15 unidades) - I  
**MUESTRA** Ciudad de Puno

Z	Gases de Efecto Invernadero	características vehiculares			tipo y cantidad de combustible			ruta (distancia y tiempo)			Otras características Vehiculares																
		Modelo de la unidad Vehicular		Funcionalidad		Tipo de combustible		Cantidad de galos / día		Distancia Recorrida (kilómetros)		Horario de trabajo (horas/día)		Mantenimiento		Marca del vehículo		DATOS									
		Bufalo	Coster	10 años	20 años	30 años	GLP	GASOLINA	DIESEL	8 gal	9 gal	10 gal	8 km	10 km	12 km	14 h	16 h	18 h	1 mes	3 a 6 meses	1 año	Nissan	Supervan	Toyota	DNI	FIRMA	
		1	Dióxido de carbono	X		X				X						X	2			X						X	2124457
2	X			X				X	X					X	X			15						X	2143272	[Firma]	
3	X			X				X	X					X	X			15						X	725570	[Firma]	
4	X			X				X		X				X	X			15						X	2120834	[Firma]	
5		X		X				X		X				X	2			15						otros	211000	[Firma]	
6	X			X				X			X			X	X			X						X	2324967	[Firma]	
7	X			X				X	X					X	2			15				2		X	244780	[Firma]	
8		X		X				X	X					X	X			X							otros	241440	[Firma]
9	X			X				X			X			X	10			15							X	211738	[Firma]
10	X			X				X	X					X	X			15							X	250318	[Firma]
11		Unio		3x				X	X					X	10			15							oto	255780	[Firma]
12		X		4x				X	X					X	2			10							oto	241011	[Firma]
13		Comis		X				X	X					X	2						X				oto	261816	[Firma]
14		X		2A				X	X					X	2			15							X	232107	[Firma]
15		otro		2A				X	X	16				X	X			10							otro	232107	[Firma]
16		X		3A				X		X				X	X			15							X	211950	[Firma]



FORMATO DE IDENTIFICACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

INTRUMENTO 1 Y 2

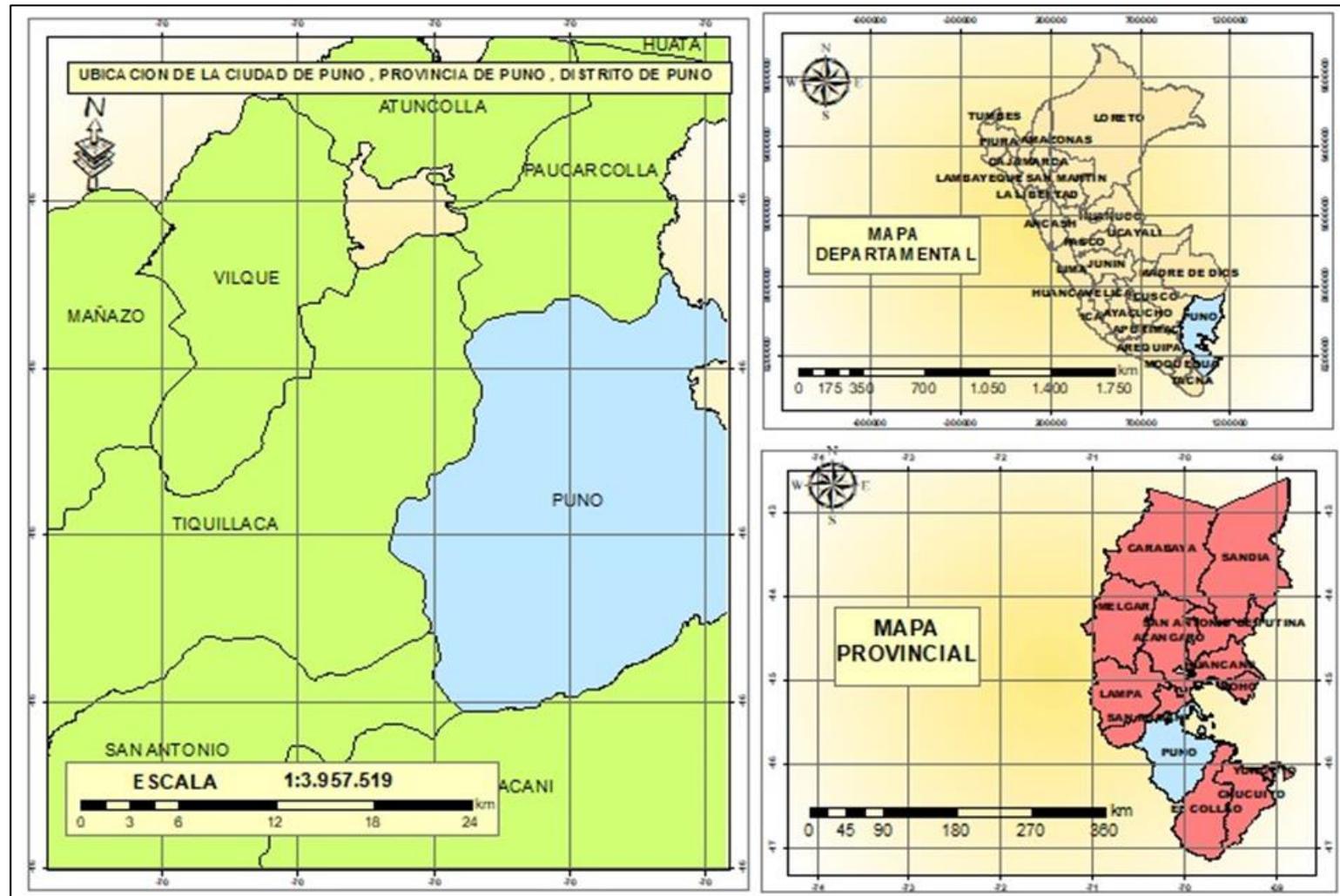
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO: Huella de carbono del transporte urbano para un plan de reducción de gases de efecto invernadero Puno 2021  
 FACULTAD: Ingeniería Ambiental  
 AUTOR: Landa Barra, Fiorella Gianna  
 ASESOR: Mg. Wilber Samuel Quijano Pacheco  
 FECHA: 11/10/2021 (Bata - Tarma - Arequipa) (16 unidades vehiculares)

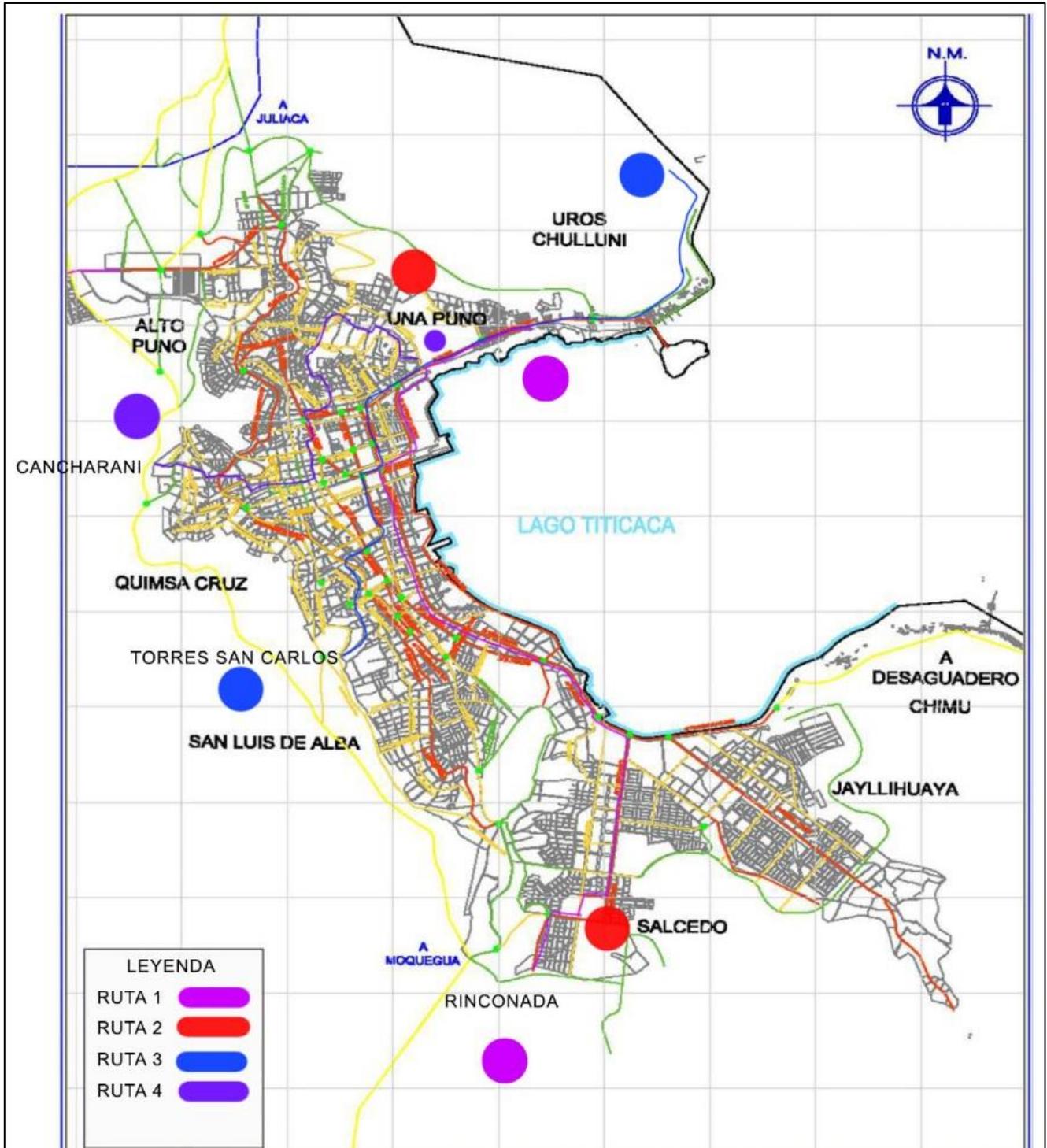
MUESTRA: Ciudad de Puno

N	Gases de Efecto Invernadero	características vehiculares			tipo y cantidad de combustible			ruta (distancia y tiempo)			Otras características Vehiculares																	
		Modelo de la unidad Vehicular		Funcionalidad	Tipo de combustible			Cantidad de galos / día			Distancia Recorrida (kilómetros)			Horario de trabajo (horas/día)			Mantenimiento		Marca del vehículo		DATOS							
		Bufalo	Coster	10 años	20 años	30 años	GLP	GASOLINA	DIESEL	8 gal	9 gal	10 gal	8 km	10 km	12 km	14 h	16 h	18 h	1 mes	3 a 6 meses	1 año	Nissan	Supervan	Toyota	DNI	FIRMA		
1	Dióxido de carbono		X	X				X						X	X			X				X		0130909				
2		X	X	X				X	X					X	X			X					X		0153510			
3			X	X				X	X					X	X			X							0122200			
4			X	X				X	X					X	X			X							732048			
5		X		X				X	X	X					X	X			X						0767280			
6			X	X				X	X					X	X			X								4728600		
7			X	X				X	X					X	X			X								0132209		
8		X		X				X	X					X	X			X								7127820		
9			X	X				X	X					X	X			X								7122010		
10			X	X				X	X					X	X			X								7066000		
11		Óxido Nitroso	X	X	X			X	X					X	X			X								41803995		
12			X	X	X			X	X					X	X			X								4068872		
13			X	X	X				X	X					X	X			X								44570656	
14			X	X	X				X	X					X	X			X								4100283	
15			X	X	X				X	X					X	X			X								7700000	
16			X	X	X				X	X	X				X	X			X								600000	

#### ANEXO 4: Localización del área de estudio



**ANEXO 5:** Principales rutas del transporte urbano de la ciudad de Puno, utilizadas para determinar la Huella de carbono



## ANEXO 6: Panel fotográfico

**Fotografía 1:** Encuesta hacia las unidades de transporte Ruta 1  
(La rinconada – San jose)



**Fotografía 2:** Encuesta hacia las unidades de transporte Ruta 1  
(La rinconada – San jose)



**Fotografía 3:** Encuesta hacia las unidades de transporte Ruta 2  
(Tepro Salcedo – UNA Puno )



**Fotografía 4:** Encuesta hacia las unidades de transporte Ruta 2  
(Tepro Salcedo – UNA Puno )



**Fotografía 5:** Encuesta hacia las unidades de transporte Ruta 3  
(Torres San Carlos – Urus Chulluni )



**Fotografía 6:** Encuesta hacia las unidades de transporte Ruta 3  
(Torres San Carlos – Urus Chulluni)



**Fotografía 7:** Encuesta hacia las unidades de transporte Ruta 4  
(Ricaldo Palma Cancharani – Camal UNA)



**Fotografía 8:** Encuesta hacia las unidades de transporte Ruta 4  
(Ricaldo Palma Cancharani – Camal UNA)



**Anexo 7: Consumo de combustible para el Alcance 1**

<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE ALCANCE 1</b>										
	<b>Conversión de gal a m3</b>			<b>Consumo de combustible mensual y anual</b>						
	<b>D= B*C</b>			<b>E=D*A</b>		<b>G=E*F</b>		<b>I=G*H</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>
<b>Fuente de emisión</b>	<b>Cantidad de vehículos</b>	<b>Combustible por día (gal/ día)</b>	<b>Valor de galones a m<sup>3</sup></b>	<b>Combustible por día (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Combustible por la cantidad de Vehículos (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Días</b>	<b>Consumo mensual (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Meses</b>	<b>Consumo anual (m<sup>3</sup>)</b>	<b>peso (kg)</b>
	40	8	0.00378541	0,03	1,2	30	36	12	432	432000
<b>Hiace "BUFALO"</b>	14	9	0.00378541	0,034	0,476	30	14,28	12	171,36	171360
	16	10	0.00378541	0,037	0,592	30	17,76	12	213,12	213120
<b>Coster</b>	19	8	0.00378541	0,03	0,57	30	17,1	12	205,2	205200
	1	9	0.00378541	0,064	0,064	30	1,92	12	23,04	23040

### Anexo 8: Cálculos de la Huella de Carbono - Alcance 1 (consumo de combustible)

Energía Consumida (E)			Emisiones de CO2 (L)			Emisiones de CH4 (M)		Emisiones de N2O (N)						
A	B	C		F	G	H	I	F	G					
Consumo	Densidad	Peso	Valor calórico	Factor de Emisión de CO2	PCG de CO2	Factor de Emisión de CH4	PCG de CH4	Factor de Emisión de N2O	PCG de N2O					
(m³)	(kg/m³)	(kg)	(GJ/k)	(kg CO2/GJ)	(kg CO2)	(kg CH4/GJ)	(kg CH4)	(kg N2O/GJ)	(kg N2O)					
A*B= C		E=C*D		L=E*F*G		M=E*H*I		N=E*J*K						
Emisiones Totales de GEI (t CO2e) = (L+M+N) /1000														
Fuente de emisión	N.º de unidades	Consumo mensual	A Consumo anual	B Densidad	C peso	D valor calórico	E energía consumida	F factor de emisión	L emisiones de CO2	H factor de emisión	M emisiones de CH4	J factor de emisión	N emisiones de N2O	TOTAL (tCO2e)
		(m3)	(m3)	(kg/m3)	(kg)	(GJ/kg)	(GJ)	(kg CO2/GJ)	(kg)	(kg CH4/GJ)	(kg)	(kg N2O/GJ)	(kg)	
<b>Hiace "BUFALO"</b>	70	212,1	2545,2	850	2163420	0,043	93027,06	9.67	899571,7	0.0033	7674,73	0.000568	15746,13	922992,5
<b>"Coster"</b>	20	66	792	850	673200	0,043	28947,6	9.67	279917,5	0.0033	2388,18	0.000568	4899,78	287205,45

**Anexo 9: Cálculos de la Huella de Carbono - Alcance 3 (Distancia recorrida)**

		Datos				CO2			CH4			N2O		CO2 e	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fuente Móvil	Cantidad de unidades	Distancia Recorrida (km)	Días por semana de trabajo	Semas de trabajo anual	Cantidad de Pasajeros	Factor de Emisión CO <sub>2</sub>	PCG	Emisión de CO <sub>2</sub>	Factor de emisión CH4	PCG	Emisión de CH <sub>4</sub>	Factor de emisión N <sub>2</sub> O	PCG	Emisión de N <sub>2</sub> O	Emisiones totales de GEI
		G=A*B*C*D*E*F						J=A*B*C*D*H*I			M=A*B*C*D*K*L				
<b>(N) Emisiones Totales de GEI (tCO2e) = (G + J + M) / 1000</b>															
<b>Hiace "Bufalo"</b>	12	8	7	52	21	0.90374	1	663,2	0.1165	25	2137,3	0.000007	298	1,37	2801,8
	1	9	7	52	21	0.90374	1	62,2	0.1165	25	2003,7	0.000007	298	0,14	2066,0
	11	10	7	52	21	0.90374	1	759,9	0.1165	25	2448,9	0.000007	298	1,75	3210,6
	46	12	7	52	21	0.90374	1	3813,3	0.1165	25	12289,3	0.000007	298	8,80	16111,4
<b>Coster</b>	3	8	7	52	18	0,25529	1	40,143	0,00057	25	2,20	0,00147	298	68,88	111,2
	1	9	7	52	18	0,25529	1	15,1	0,00057	25	0,84	0,00147	298	25,83	41,7
	1	10	7	52	18	0,25529	1	16,7	0,00057	25	0,93	0,00147	298	28,70	417,0
	14	12	7	52	18	0,25529	1	281,006	0,00057	25	15,69	0,00147	298	482,18	778,9