



UNAP



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

TESIS

**“CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL
DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES A LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA-ZUNGAROCOCHA. LORETO 2022”**

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

**PRESENTADO POR:
JEAN PIERR SALIN ROJAS**

**ASESOR:
Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ
2022**



UNAP

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



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No. 0129-CGYT-FA-UNAP-2022.

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Agronomía, a los 12 días del mes de diciembre del 2022, a horas 05:00pm. se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA-ZUNGAROCOCHA. LORETO 2022", aprobado con Resolución Decanal No. 014-CGYT-FA-UNAP-2022, presentado por el Bachiller en Gestión Ambiental: JEAN PIERR SALIN ROJAS, para optar el Título Profesional de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL, que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal **No. 0129-CGYT-FA-UNAP-2022**, está integrado por:

Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.	Presidente
Ing. JORGE AGUSTIN FLORES MALAVERRY, M.Sc.	Miembro
Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.	Miembro

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

A Satisfacción

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

La sustentación pública y la Tesis han sido: *APROBADA* con la calificación *MUY BUENA*

Estando el Bachiller *APTO* para obtener el Título Profesional de *INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL*

Siendo las *07:00 pm*, se dio por terminado el acto **ACADÉMICO**.

[Signature]
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Presidente

[Signature]
Ing. JORGE AGUSTIN FLORES MALAVERRY, M.Sc.
Miembro

[Signature]
Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Miembro

[Signature]
Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.
Asesor

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

Tesis aprobada en sustentación pública el día 12 de diciembre del 2022, por el jurado Ad-Hoc nombrado por el Comité de Grados y Títulos de la Facultad de Agronomía, para optar el título profesional de:

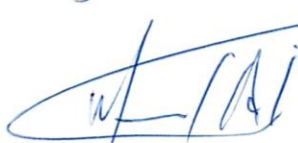
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL



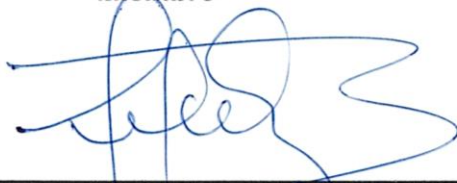
**Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Presidente**



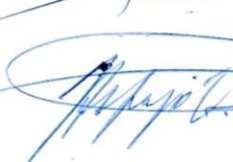
**Ing. JORGE AGUSTIN FLORES MALAVERRY, M.Sc.
Miembro**



**Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Miembro**



**Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.
Asesor**



**Ing. FIDEL ASPAÑO VARELA, M.Sc.
Decano**



RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
78291358

Fecha de comprobación:
18.11.2022 14:31:22 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
18.11.2022 14:38:18 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN JEAN PIERRE SALIN ROJAS**

Recuento de páginas: **38** Recuento de palabras: **10320** Recuento de caracteres: **61599** Tamaño de archivo: **233.21 KB** ID de archivo: **89367552**

35.1% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **20.5%** con la fuente de Internet (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3048/T01..>)

35.1% Fuentes de Internet 1000 Página 40

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

10.3% de Citas

Citas 23 Página 41

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

A **Dios**, por guiarme y protegerme cada día de mi vida.

A mi **familia**, que sin importar las circunstancias me mostraron su apoyo.

A mis **padres**, que han contribuido en mi formación personal y profesional.

A todos aquellos que formaron parte de esto, pero en el presente ya no están. A mis **abuelos Víctor e Hildebrando**, que desde pequeño creyeron en mí y mostraban orgullo de ello. A mi **abuela Marbelita**, por criarme y mostrarme lo que es la valentía, la paciencia y el amor verdadero hasta en los peores días . A mi **tío Tulio**, que fue mi mejor consejero en los momentos más complejos. Al **Ing. Agustín Gonzales**, que me brindó la primera oportunidad profesional de poder mostrar mis conocimientos y habilidades en campo.

A mí, por creer en mí, por perseverar y demostrarme una vez más de que las cosas que uno puede soñar se las propone, también las puede lograr.

AGRADECIMIENTO

A la Oficina de Transportes UNAP por permitirme el acceso a información fundamental para el presente trabajo

A los estudiantes de la Facultad de Agronomía por sus participaciones en las encuestas.

A mi asesor Ing. Pedro Antonio Grately Silva Dr. por con su conocimiento y apoyarme durante todo el proceso de realización del trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR.....	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas	4
1.3. Definición de términos básicos.....	10
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	13
2.1. Formulación de la hipótesis	13
2.1.1. Hipótesis nula.....	13
2.1.2. Hipótesis alterna.....	13
2.2. Variables y su operacionalización	13
2.2.1. Identificación de las variables	13
2.2.2. Operacionalización de variables	14
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño	16
3.1.1. Tipo de investigación.....	16
3.1.2. Diseño de la investigación	16
3.2. Diseño muestral.....	16
3.2.1. Área de estudio	16
3.2.2. Población.....	17
3.2.3. Muestra	17
3.3. Procedimientos de recolección de datos.....	18
3.3.1. Tipo de datos recolectados.....	18

3.3.2. Técnicas utilizadas en la recolección de datos	18
3.3.3. Validación y confiabilidad del instrumento de recojo de información ...	18
3.3.4. El contexto y los limites organizacionales de la huella de carbono del estudio.	19
3.3.5. Los limites operacionales: Alcance y fuentes de emisión del estudio....	19
3.4. Procesamiento y análisis de los datos	20
3.4.1. Para el cálculo de la distancia, los itinerarios de recorrido de las unidades móviles.....	20
3.4.2. Para la Identificación de fuentes móviles y el cálculo de Emisiones directas e indirectas.....	20
3.5. Aspectos éticos.....	24
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	25
4.1. Estimación de Emisiones Directas de los GEI (Alcance 1).....	25
4.1.1. Consumo combustible de las unidades móviles.....	25
4.1.2. Determinación del peso total del combustible	25
4.1.3. Cálculo de la energía consumida en base al peso y valor calórico del Diesel B5	26
4.1.4. Cálculo de las emisiones de CO ₂ e/Kg por cada GEI.....	26
4.2. Estimación de Emisiones Indirectas de los GEI del Alcance 3 de las unidades móviles	29
4.2.1. Tipos de los medios de transporte utilizados en el alcance 3.....	29
4.2.2. Distancia acumulada total de ida y vuelta por tipo de transporte en base a la muestra	30
4.2.3. Distancia promedio diaria de ida y vuelta según tipo de transporte.....	31
4.2.4. Cálculo de las emisiones indirectas del alcance 3.....	31
4.3. Calculo de la huella de carbono de los estudiantes de la Facultad de Agronomía	35
4.3.1. Calculo de la huella de carbono global	35
4.3.2. Calculo de la huella de carbono per cápita	35
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	36
5.1. Estimación de Emisiones Directas de los GEI (Alcance 1).....	36
5.2. Estimación de Emisiones Indirectas de los GEI del Alcance 3 de las unidades móviles particulares.....	37
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	39

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	41
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	42
ANEXOS	46
Anexo 1. Matriz de consistencia	47
Anexo 2. Instrumentos de recolección de información	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Consumo de Combustible en el I Semestre del 2022.....	25
Tabla 2. Determinación del peso total del combustible	26
Tabla 3. Cálculo de energía consumida por las unidades móviles	26
Tabla 4. Cálculo de emisiones de los GEI	27
Tabla 5. Cálculo de las emisiones totales de CO ₂ e para el Alcance 1	27
Tabla 6. Distancia recorrida acumulada en promedio en el desplazamiento casa- Facultad - casa de estudiantes.....	30
Tabla 7. Distancia recorrida diaria en promedio en el desplazamiento casa- Facultad - casa de estudiantes.....	31
Tabla 8. Cálculo de emisiones indirectas individuales del alcance 3.....	33
Tabla 9. Cálculo de emisiones indirectas totales del alcance 3	34
Tabla 10. Cálculo de la huella de carbono total del desplazamiento de estudiantes de la Facultad de Agronomía	35
Tabla 11. Cálculo de la huella de carbono percapita.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica 1. Emisiones de los GEI para el Alcance 1	28
Gráfica 2. Medios de transporte usados por los estudiantes	29
Gráfica 3. Tipos de transporte utilizado por los estudiantes	30

RESUMEN

En el estudio se determinó la huella de carbono de las fuentes móviles del desplazamiento a clase de los estudiantes de la Facultad de Agronomía al campus en Zungarococha, durante el I semestre del 2022. La metodología tomo como base al Estándar Corporativo de Contabilidad, el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y los Factores de emisión del Panel Intergubernamental del cambio Climático y del Ministerio del Ambiente. Se consideró las emisiones directas del itinerario de recorrido de los buses de la universidad (alcance 1) y emisiones indirectas, provenientes del transporte particular individual y masivo (alcance 3). Se aplicó una encuesta estructurada a una muestra de 262 estudiantes con la finalidad de obtener información sobre el comportamiento en el desplazamiento de ida y vuelta a la universidad. Para el cálculo de las emisiones del alcance 1, se realizó una entrevista estructurada con los responsables de las unidades de transporte de la universidad para determinar el consumo de combustible de las unidades móviles y para el alcance 3 se determinó la distancia media recorrida por cada tipo de transporte usado, los cuales fueron convertidos a emisiones de kg CO₂e. Los resultados de las emisiones directas del alcance 1 por consumo de combustible Diesel B5 alcanzaron las 23.68 tCO₂e, mientras que las emisiones totales del alcance 3, son 111.86 tCO₂e. Las emisiones para las motos lineales a gasolina son de 94.72 tCO₂e, para los mototaxis a gasolina 17.10 tCO₂e y para los colectivos Diesel B5 es de 0.04 CO₂e. Las emisiones totales tanto del Alcance 1 con 23.68 tCO₂e que representa el 17.47 por ciento y las de Alcance 3 con 111.86 tCO₂e que representa el 82.53 por ciento. La contribución de los estudiantes de pregrado a la Huella de carbono total es de 135.54 tCO₂e y su aporte per cápita de carbono de los estudiantes de la Facultad de Agronomía es de 0.17 tCO₂e.

Palabras clave: Huella de carbono, emisiones, mototaxi, efecto invernadero, CO₂e

ABSTRACT

In the study, the carbon footprint of the mobile sources of the displacement to class of the students of the Faculty of Agronomy to the campus in Zungarococha, during the I semester of 2022, was determined. The methodology was based on the Corporate Accounting Standard, the Greenhouse Gas Protocol and emission factors of the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and the Ministry of the Environment (MINAM). Direct emissions from the itinerary of the university buses (scope 1) and indirect emissions from private individual and mass transport (scope 3) were considered. A structured survey was applied to a sample of 396 students in order to obtain information on behavior when traveling to university. To calculate scope 1 emissions, a structured interview was conducted with those responsible for the university's transport units to determine the fuel consumption of the mobile units, and for scope 3 the average distance traveled by each type was determined. of transport used, which were converted to CO₂e emissions the results of direct emissions from scope 1 due to Diesel fuel consumption reached 23.68 tCO₂e, while total emissions from scope 3 are 111.86 tCO₂e. Emissions for linear gasoline motorcycles are 94.72 tCO₂e, for gasoline mototaxis 17.10 tCO₂e and for Diesel B5 buses it is 0.04 CO₂e. The total emissions of both Scope 1 with 23.68 tCO₂e which represents 17.47 percent and those of Scope 3 with 111.86 tCO₂e represents 82.53 percent. The contribution of undergraduate students to the total carbon footprint of 135.54 tCO₂e and their per capita carbon contribution (| emissions) of the students of the Faculty of Agronomy is 0.17 tCO₂e.

Keywords: Carbon footprint, emissions, motorcycle taxi, greenhouse effect, CO₂e.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un fenómeno natural, agravado por el acelerado aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de diversas actividades antropogénicas, como la quema de combustibles fósiles y la deforestación de bosques.

Estas emisiones de GEI impactan de manera negativa a todas las formas de vida en la tierra. El principal GEI emitido por el hombre es el dióxido de carbono (CO₂), producto en su mayoría de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) utilizados mayormente en la producción de energía y en el transporte.

La combustión de los vehículos automotores son los responsables de la mayor parte de contaminación atmosférica en áreas urbanas y con tendencia a convertirse en la mayor fuente de contaminantes atmosféricos. Esta tendencia se ve influenciada por la edad de las unidades vehiculares, el mantenimiento inadecuado, falta de tecnología para el control de las emisiones y la mala calidad de los combustibles. Al igual que en otras ciudades de la Amazonia, Iquitos tiene un parque automotor conformado por buses, camiones, mototaxis y motos lineales con una antigüedad promedio de 16 años para vehículos mayores y 6.2 años para vehículos menores según **Magallanes (1)**.

Como consecuencias de la contaminación creciente, se han sumado esfuerzos a nivel global para mitigar el impacto y se han firmado acuerdos importantes como el protocolo de Kioto, en el cual se establecen límites para la emisión de gases de efecto invernadero. A partir de ello, se habla mucho de las buenas prácticas que se están implementando en muchos países, sobre el concientizar a sus habitantes, acerca del impacto de actividades diarias en el medio ambiente y se fomenta la identificación y cálculo de la huella de carbono, teniendo en cuenta su estilo de vida; con ello se

busca fomentar mejores hábitos para reducir la huella de carbono personal y de esta manera contribuir al medio ambiente.

La huella de carbono es una herramienta que permite cuantificar las emisiones GEI directas e indirectas en CO₂ equivalente. Este indicador es reconocido internacionalmente y utilizado en diferentes escalas en organizaciones públicas y privadas; este indicador permite conocer y gestionar el impacto sobre el medio ambiente, asimismo tienen gran utilidad al promover una imagen ambientalmente responsable y como herramienta para concientizar a la población. Son numerosas las organizaciones que han decidido cuantificar sus emisiones a través de la huella de carbono, entre ellas varias universidades en el país. La Universidad Nacional de la Amazonia Peruana y en especial la Facultad de Agronomía no es ajena a este interés científico, académico y ambiental la de conocer las fuentes de generación, cuantificar la huella de carbono de sus actividades y reducir su impacto a través de planes de mejora. ¿Es posible determinar la huella de carbono per cápita de los estudiantes a través de la cuantificación de las fuentes móviles utilizadas para el desplazamiento a las actividades académicas en Zungarococha?

Es por ello, que la Universidad de la Amazonia Peruana y la Facultad de Agronomía consideran de importancia la identificación de las fuentes y la estimación las emisiones directas e indirectas de los Gases Efecto Invernadero (GEI) de las diferentes fuentes móviles utilizadas por los estudiantes de la Facultad de agronomía-UNAP para posteriormente determinar y cuantificar la huella de carbono de los mismos, indicador que nos permitirá conocer, dar uso eficiente y sostenible de los medios de transporte empleados para su desplazamiento a las actividades académicas universitarias y en base a ello proponer alternativas que reduzcan impacto ambiental y/o medidas compensatorias en la emisión de GEI.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Común K. & Saavedra A. (2), estimaron la huella de carbono de la comunidad universitaria proveniente de fuentes móviles utilizadas para desplazarse al campus de la Universidad Nacional Agraria la Molina durante el año 2016. Utilizó la metodología del Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, y los factores de emisión del IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio Climático) y del DEFRA (Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales). En el estudio consideró las emisiones directas de la flota de los buses de la universidad y las emisiones indirectas provenientes del transporte masivo, individual y no motorizado. Se aplicó una encuesta a 1.066 miembros de la comunidad universitaria. Para el cálculo de las emisiones directas se utilizó el método de consumo de combustible por la flota de buses de la universidad y para las emisiones indirectas se calculó la distancia media recorrida por cada tipo de transporte, los cuales fueron convertidos a emisiones de CO₂e. Obtuvieron como resultado un total de 1.490,12 tCO₂e, de las cuales el 93 por ciento pertenece a las emisiones indirectas. Dentro de las emisiones indirectas, la principal fuente de emisión es el uso del transporte “coaster”. Asimismo, se determinó la emisión per cápita de los estudiantes de pregrado, posgrado, docentes y personal administrativo siendo 0,21 tCO₂e, 0,01 tCO₂e, 0,34 tCO₂e y 0,26 tCO₂e respectivamente.

Igualmente, **Hinostroza M. (3)** realizó una investigación con el objetivo principal de determinar de la huella de carbono del desplazamiento hacia y desde el campus universitario de estudiantes, docentes y trabajadores de la Universidad Ricardo Palma (URP), ubicada en el distrito de Santiago de Surco, Lima. El estudio se realizó bajo los lineamientos, herramientas y guías del estándar corporativo de contabilidad y reporte (ECCR) establecidas por el Protocolo de

GEI (GHG protocol), los factores de emisión del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) y del Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). Para estimar las emisiones GEI, se consideró una muestra aleatoria con el 95 por ciento de confianza a las que se aplicó a 1167 miembros de la comunidad universitaria con el objetivo de determinar los hábitos de transporte en el desplazamiento hacia y desde el campus URP de la comunidad universitaria. Finalmente obtuvo como resultado 332.42 toneladas de CO2 equivalente, de los cuales el 38 por ciento corresponde a medios de transporte particulares.

1.2. Bases teóricas

Cambio climático

Según **IPCC (4)**, el término “cambio climático” denota un cambio en el estado del clima identificable a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra.

Por su parte la **CMCC (5)** es un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima.

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Los gases de efecto invernadero son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, naturales o antropogénicos, que absorben y emiten radiación en determinada longitud de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a los mismos gases,

y por las nubes. De esta manera, la presencia de GEI en la atmósfera, contribuye a la retención de parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación solar. **CMCC (5)**.

Los GEI más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, pero también existen algunos gases artificiales producto de la actividad industrial. Los principales GEI son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF_6).

Los gases de efecto de invernadero se encuentran de manera natural pero su concentración se ha incrementado con la actividad humana a partir de la era industrial, lo que exacerba el calentamiento global. **IPCC (4)**.

No todos los GEI tienen la misma capacidad de provocar calentamiento global, pero su intensidad depende de su poder de radiación y el tiempo promedio que la molécula del gas permanece en la atmósfera. Si estos dos factores se consideran juntos, al promedio de calentamiento que pueden causar, se le conoce como "Potencial de Calentamiento Global", el cual es obtenido matemáticamente y es expresado en relación con el nivel de (CO_2), es decir, el PCG tiene por unidad al dióxido de carbono equivalente (CO_2e). **Espíndola & Valderrama (6)**.

Gases de Efecto Invernadero (GEI) provenientes de fuentes móviles

Las fuentes móviles producen emisiones de GEI de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) procedentes de la quema de diversos tipos de combustible, así como varios otros contaminantes como el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), el dióxido de azufre (SO_2), el material particulado (PM) y los óxidos

de nitrato (NOx), que causan o contribuyen a la contaminación del aire local o regional. **IPCC (7)**.

Huella de carbono

El concepto de huella de carbono surgió como un tipo de huella ecológica, sin embargo, esta última tiene una definición más amplia al incluir todos los impactos ambientales, y debido a la importancia creciente que ha ido adquiriendo el impacto climático, al día de hoy ya se habla de huella de carbono como un parámetro independiente. **Ambrós (8)**. La huella de carbono es por tanto una herramienta que permite medir las emisiones de CO₂ y su análisis se basa en metodologías reconocidas internacionalmente que representan un estándar a nivel mundial para los estudios de huella de carbono. **Ambrós (8)**.

La huella de carbono es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de gases efecto invernadero. **Espíndola & Valderrama (6)**.

La huella de carbono puede ser entendida como un concepto que permite determinar la cantidad total (balance) de GEI emitidos (directa e indirectamente) a la atmósfera medidos en CO₂ equivalente, producto de la realización de actividades cotidianas de nuestra sociedad, tales como el transporte, la minería, la generación eléctrica, la agricultura, la producción de bienes de consumo, etc. **Borquéz (9)**.

Su cálculo considera el total de emisiones relacionadas a cada una de las etapas de un ciclo productivo, abarcando desde la adquisición de materias primas, hasta la eliminación de sus desechos, permitiendo establecer planes estratégicos para su eventual disminución, los que van desde la reingeniería de procesos y mejoras tecnológicas, hasta planes de eficiencia de consumo energético, entre otras. **Brito (10)**.

Su importancia radica en que una vez conocida la huella, es posible implementar una estrategia de reducción y/o compensación de emisiones, a través de diferentes programas, públicos o privados. **Rodas (11)**.

En su cálculo, se realiza un inventario de emisiones de GEI o se focaliza, en las emisiones de CO₂ producidas por las principales actividades institucionales, abriendo con ello la posibilidad de establecer estrategias destinadas a monitorearlas y reducirlas, favoreciendo la responsabilidad ambiental y que las actividades institucionales sean más sustentables. **Barreda & Polo (12)**. Es así como la huella de carbono representa una poderosa herramienta de gestión y un estímulo para adoptar una estrategia para el logro de la sustentabilidad de las organizaciones. **CMCC (5)**.

Metodologías de cálculo de la huella de carbono

Debido a la importancia que en la actualidad está cobrando la problemática ambiental asociada al calentamiento global, diversas asociaciones y administraciones han desarrollado bases de datos y metodologías específicas para la medición de las emisiones de GEI y el cálculo de la huella de carbono, con el fin de poder identificar los planes de acción adecuados y certificar el cumplimiento de las exigencias de Kyoto. **Mondejar et al (13)**.

La utilización de alguna de las metodologías en particular, depende del enfoque que se quiera dar. **Borquéz (9)**. En la actualidad existen dos tipos de enfoques metodológicos para el cálculo de la huella de carbono, los cuales son hacia la empresa o al producto. **Dávila & Varela (14)**.

Las metodologías más utilizadas a nivel internacional y que apuntan al cálculo de la huella de carbono para empresas son:

- ❖ El Protocolo de GEI-Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (ECCR) y la norma ISO 14064- Cuantificación de Gases de Efecto Invernadero. **IHOBE (15).**
- ❖ Estándar corporativo de contabilidad y reporte del protocolo de GEI (ECCR)
- ❖ La iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero es una alianza multipartidaria de empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), gobiernos y otras entidades, convocada por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible. WBCSD). **Viteri (16).**
- ❖ El ECCR ofrece estándares y lineamientos para empresas y otras organizaciones interesadas en preparar un inventario de emisiones de GEI. Cubre la contabilidad y el reporte de los seis GEI previstos en el Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆). **WBCSD-WRI (17).**

El protocolo de GEI ha logrado un alto nivel de reconocimiento a escala mundial y aparece como la principal referencia, junto con los estándares ISO 14064.

El reconocimiento del protocolo de GEI y el carácter de gratuidad de las aplicaciones, ha concretado el éxito y alta demanda de ellas. **Pandey et al (18).**

El ECCR ha sido diseñado principalmente desde la perspectiva de las empresas involucradas en el desarrollo de un inventario de GEI. No obstante, es igualmente aplicable a otros tipos de organizaciones cuyas operaciones estén vinculadas a la emisión de GEI como ONGs, agencias gubernamentales y universidades. **Ambrós et al (8).**

El Protocolo GEI permite una mayor libertad en el desarrollo general y aplicación de la metodología, pero más concretamente, permite la elección de objetivos de reducción que no se basan sólo en proyectos establecidos. Es por ello que este

estándar es más adecuado para una universidad o centro de estudios. **Arranz et al (19)**.

Dentro de los estándares establecidos por el ECCR se desarrolla como un suplemento el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte de la Cadena de Valor el cual ayuda a promover la integridad y consistencia adicional de reportes de empresas sobre las emisiones indirectas de las actividades de la cadena de valor. **WBCSD-WRI (17)**.

Las emisiones indirectas las clasifica en 15 categorías distintas y están diseñadas para ser mutuamente excluyentes, de tal manera que cualquier reporte de la empresa, no hay doble contabilidad de las emisiones entre categorías. Cada categoría se compone de actividades individualmente que resultan en emisiones.

La categoría 7 pertenece al desplazamiento de los empleados que incluye las emisiones del transporte de los empleados entre sus hogares y lugares de trabajo durante un año de referencia (reporte de vehículos que no sean propiedad u operados por la compañía). **WBCSD-WRI (17)**.

Para el cálculo de las emisiones derivadas de los desplazamientos de la comunidad universitaria se puede utilizar uno de los siguientes métodos, según **Viteri (16)**:

- ❖ Método basado en combustible: implica la determinación de la cantidad de combustible consumido durante los desplazamientos y la aplicación del factor de emisión apropiado para cada combustible.
- ❖ Método basado en la distancia: implica la recogida de datos de los empleados en los desplazamientos patronales (por ejemplo, la distancia que viajaron y el modo que utilizaron para sus desplazamientos) y la aplicación de los factores de emisión adecuados para los modos usados.

- ❖ Método de datos promedios: implica la estimación de las emisiones derivadas de los desplazamientos de los empleados basado en el promedio de los datos sobre pautas de movilidad (por ejemplo nacional).

1.3. Definición de términos básicos

- **Huella de carbono.** Comprende la totalidad de las emisiones de GEI requeridas para generar un bien o un servicio. Por ejemplo, se puede hablar de la huella de carbono de cierto alimento en referencia a las emisiones desde el sitio en el que se produjo hasta que llegó al consumidor (incluyendo las generadas en la tierra, el transporte y el procesamiento, entre otras). La huella de carbono es un indicador de sustentabilidad que determina el total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mide directa o indirectamente el impacto en el medio ambiente debido a las emisiones producto de las actividades cotidianas del hombre a diferentes niveles de una organización o producto, se expresa en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e). Generalmente es utilizada por las organizaciones para proyectar una imagen responsable con el medio ambiente. Además, es una herramienta muy versátil en cuanto a las variables permite diseñar propuestas de reducción y/o compensación adecuadas a los resultados.
- **Fuentes de emisiones.** Según **Viteri (16)**, son todas aquellas actividades de las cuales provienen las emisiones de GEI. Algunos ejemplos pueden ser la quema de combustibles fósiles (como petróleo, gas y carbón), la descomposición de los residuos o las emisiones provenientes de distintos procesos industriales. Las emisiones se clasifican en 2 grupos: a) Emisiones directas: Son emisiones de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa. b) Emisiones indirectas: Son emisiones consecuencia de las

actividades de la empresa, pero que ocurren en fuentes que son propiedad de o están controladas por otra empresa.

- **Cambio climático.** Es un cambio en el estado del clima que puede ser identificado a través de cambios en la media o en la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un período extendido, típicamente durante décadas o períodos más largos. Puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos, como las modulaciones de los ciclos solares, las erupciones volcánicas y los cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o del uso del suelo. Es decir que es un proceso en el que el sistema climático global se ve modificado, directa o indirectamente, por las acciones antrópicas. Dichas modificaciones se observan a través de variaciones en los patrones de comportamiento del sistema a lo largo de períodos de al menos 30 años.
- **Efecto invernadero.** Proceso natural de la Tierra que ocurre debido a la presencia de la atmósfera. Esta permite que ingrese radiación proveniente del Sol y que parte de ella quede retenida, asegurando que la temperatura media sea de aproximadamente 16 °C, lo que habilita la vida en el planeta tal como la conocemos.
- **Gases de efecto invernadero (GEI).** Son gases presentes en la atmósfera que permiten la retención del calor proveniente de la radiación solar, es decir que hacen posible el efecto invernadero. Los principales son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el ozono (O₃). Luego existen otros, producidos exclusivamente por la actividad humana, como los hidrofluorocarbonos (HFC). No todos los GEI tienen el mismo potencial de calentamiento. Eso significa que algunos absorben más energía y, se podría decir, generan un mayor aumento de la temperatura del planeta. Pero, para hacer cálculos, es necesario sumar a todos en su

conjunto. Por eso, otra manera de hablar de los GEI es mediante una medida llamada “dióxido de carbono equivalente” (CO₂e), que ubica a todos los gases en igualdad de condiciones más allá de su potencial de calentamiento.

- **Calentamiento global.** Debido a las actividades humanas (como la quema de combustibles fósiles), los GEI presentes en la atmósfera se están incrementando, con la consecuente exacerbación del efecto invernadero y el aumento de la temperatura media global. Este proceso, denominado “calentamiento global”, se ha acelerado desde la década de los 50 y ya ha alcanzado alrededor de 1 °C de aumento de la temperatura promedio de la Tierra desde la Revolución Industrial.
- **Inventario de GEI.** Para conocer el estado de situación de las emisiones de GEI de los distintos países, es necesario estimar en qué cantidad y a partir de qué actividades se están emitiendo. Esto se realiza a través de cálculos basados en factores de emisión (elaborados por el IPCC) y en datos de los sectores de la actividad humana. Cuando se estiman para todo un país, esto constituye el inventario nacional de GEI, aunque también es posible realizarlos para empresas o territorios subnacionales, como las ciudades. Como resultado final, se obtiene una estimación de las cantidades de emisiones de GEI en tCO₂ e.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

2.1.1. Hipótesis nula

H₀: La estimación de las emisiones directas e indirectas de los gases de efecto invernadero de las fuentes móviles no permitirán cuantificar la huella de carbono del desplazamiento de los estudiantes a las actividades académicas en Zungarococha.

2.1.2. Hipótesis alterna

H₁: La estimación de las emisiones directas e indirectas de los gases de efecto invernadero de las fuentes móviles permitirán cuantificar la huella de carbono del desplazamiento de los estudiantes a las actividades académicas en Zungarococha.

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Identificación de las variables

- **Variable independiente (X)**
 - Desplazamiento de los estudiantes a clases a la Facultad de Agronomía – Zungarococha.
- **Variable dependiente (Y)**
 - Valor estimado de la huella de carbono per cápita.

2.2.2. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Desplazamiento de estudiantes a clases en la facultad de agronomía	Recorrido de los estudiantes hacia la facultad de Agronomía-Zungarococha	Cuantitativa	Frecuencia de recorrido semanal	Número de veces	Ordinal	N/D	Registro en la encuesta estructura
		Cuantitativa	Frecuencia de recorrido diario	Número de veces	Ordinal	N/D	Registro en la encuesta estructura
		Cuantitativa	Consumo de combustible por recorrido	Razón-litros	N/d	N/D	Registro en la encuesta estructura
		Cualitativa	Tipo de combustible	Nominal	Dos	1. Diesel 2. Gasolina	
		Cualitativa	Fuentes de móviles	Nominal	Vehículo privado, vehículo público y bus unap	1. Vehículo privado 2. Vehículo público 3. bus unap	Registro en la encuesta estructura
		Cuantitativa	Días que asiste	Razón	Días de la semana	1. Lunes 2. Martes 3. Miércoles 4. Jueves 5. Viernes 6. Sábado 7. Domingo	Registro en la encuesta estructura
		Cualitativa cuantitativa	Lugar y distancia recorrida	Nominal / razón-kilómetros	N/d	N/D	Registro en la encuesta estructura
		Cuantitativa	Tiempo de recorrido del bus unap	Razón - horas/minutos	Nd	ND	Registro en la encuesta estructura
		Cualitativa	Tipos o medio de transporte utilizado	Nominal	Varias	1. Vehículo privado 2. Vehículo público 3. Bus UNAP 4. Vehículo privado y bus UNAP 5. Vehículo público y bus UNAP	Registro en la encuesta estructura Registro en la encuesta estructura Registro en la encuesta estructura Registro en la encuesta estructura Registro en la encuesta estructura
		Cualitativa	Tramos de transporte utilizados	Nominal	N/D	N/D	Registro en la encuesta estructura

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
		Cuantitativa	Tiempo promedio de viaje del estudiante	Razón- horas/minutos	N/D	N/D	Registro en la encuesta estructura
		Cualitativa	Marca, modelo y año de vehículo particular	nominal	N/D	N/D	Registro en la encuesta estructura
		Cuantitativo	Distancia	Razón-kilómetros	N/D	N/D	Registro en la encuesta estructura
			Consumo de combustible	Razón- litros	N/D	N/D	Registro en la encuesta estructura
			Precio	Razón-soles	N/D	N/D	Registro en la encuesta estructura
Valor estimado de la huella de carbono per cápita	Cantidad de gases de efecto invernadero emitidos (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)	Cuantitativo	Dióxido de carbono equivalente	Razón-Toneladas (tCO ₂ e)	N/D	N/D	Registro en la encuesta estructura

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

3.1.1. Tipo de investigación

Es una investigación cuantitativa, del tipo transversal, analítico cuantitativo, con un nivel relacional, utilizando el método científico. Los resultados se obtuvieron mediante entrevistas estructuradas (encuestas) a los estudiantes y los responsables del servicio de transporte de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

3.1.2. Diseño de la investigación

Por la naturaleza de las variables el diseño de la investigación es no experimental, ya que no se realizó ningún tipo de manipulación a las variables del estudio. La recolección de datos primarios fue por medio del diseño y aplicación de una herramienta de cuantificación (anexo 2), es decir entrevistas personalizadas con un cuestionario estructurado tipo encuesta aplicado a los estudiantes y al personal responsable del servicio de transporte de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

3.2. Diseño muestral

3.2.1. Área de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló con los estudiantes de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, relacionado con la huella de carbono del traslado de estudiantes a clases de la ciudad de Iquitos, distrito de Iquitos y la localidad Zungarococha en el distrito de San Juan Bautista en la Provincia de Maynas, Región Loreto.

3.2.2. Población

La población está conformada por el 100 % de los estudiantes matriculados en el I semestre del 2022 de la Facultad de Agronomía de la escuela de Agronomía con 359 estudiantes y la Escuela de Ingeniería en Gestión Ambiental con 460 estudiantes.

3.2.3. Muestra

La cantidad de estudiantes de la Facultad de Agronomía de la UNAP para el semestre 2022 – I fue proporcionada por la Oficina de Asunto Académicos de la Facultad. Para la investigación se trabajó con población total de estudiantes de la Facultad de Agronomía es de 819. La muestra representa el 32 % equivalente a 262 estudiantes.

La muestra representativa fue determinada mediante una ecuación de cálculo del tamaño de muestra de una población finita, en base al número total de los estudiantes matriculado el I semestre del 2022. Se utilizó la Fórmula para calcular la muestra en estudio en poblaciones finitas.

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

Donde:

- N= tamaño total de la población (819 estudiantes)
- p= probabilidad de ocurrencia (0.5)
- q= probabilidad de no ocurrencia (0.5)
- Z= nivel de confianza (distribución normal para un nivel de confianza al 95 por ciento=1.96)
- E= error (5% = 0.05)

$$n = \frac{819 \times (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(819-1) \times (0.05)^2 + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 261.72$$

$$n = 262 \text{ estudiantes}$$

3.3. Procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Tipo de datos recolectados

Los datos recolectados son primarios y están relacionados a las características, condiciones, procedimientos con el transporte de estudiantes a clase en la Facultad de Agronomía en Zungarococha.

3.3.2. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

La técnica es la entrevista y el instrumento es un cuestionario estructurado. Para ello, se realizó una entrevista estructura al jefe del Oficina de Transporte de la UNAP y a los estudiantes del primero al quinto nivel de las Escuelas de Agronomía y de la Escuela de Ingeniería en Gestión Ambiental de la Facultad de Agronomía. El instrumento fue encuestas diferenciadas, una para los estudiantes y otra para los responsables de la oficina de transportes, ambas constan de 10 preguntas, con preguntas abiertas y cerradas (Ver anexos).

3.3.3. Validación y confiabilidad del instrumento de recojo de información

Para la medir la Validez, confiabilidad y objetividad de instrumento para el recojo de información, se utilizó la metodología de construcción y validación de encuesta según **Hernández-Sampieri (20)**. Para lo cual se realizó una prueba piloto de encuesta a un grupo de 50 estudiantes de la facultad de Agronomía elegidas al azar, con el objetivo de lograr verificar con este paso la total comprensión de las preguntas planteadas en la encuesta, además de constatar que los resultados obtenidos sean coherentes con los objetivos planteados en la investigación.

3.3.4. El contexto y los límites organizacionales de la huella de carbono del estudio.

La Facultad de Agronomía de Universidad Nacional de la Amazonia Peruana desarrolla sus actividades académicas en las instalaciones y ambientes de Zungarococha del distrito de San Juan Bautista, ubicado a 23 km de la ciudad de Iquitos. Los alumnos de los diferentes niveles se desplazan diariamente en varios recorridos de las unidades móviles institucionales y diversos vehículos particulares, lo cual configura una importante fuente de quema de diferentes tipos de combustibles fósiles. Es decir, los límites organizacionales del presente estudio están conformados por la comunidad universitaria estudiantil de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, y conformada por una población compuesta por todos los estudiantes matriculados en el ciclo I-2022 en el nivel de Pre grado.

3.3.5. Los límites operacionales: Alcance y fuentes de emisión del estudio

Después de determinar los límites organizacionales en el trabajo de investigación se definieron los límites operacionales de emisiones asociadas con las operaciones, según la clasificación del ISO-14064 en "Cálculo de las emisiones de GEI"; en base a ello y en relación a las emisiones de las fuentes móviles asociadas al desplazamiento de estudiantes en el presente estudio, se clasificó como de alcance 1 y alcance 3, como se precisa a continuación:

- **Alcance 1:** Donde se incluyen las emisiones directas de GEI por consumo de combustible de los buses destinados al traslado de solo estudiantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

- **Alcance 3:** Donde se incluyen las emisiones indirectas de GEI que corresponden a fuentes móviles que no son propiedad de la Universidad, son vehículos particulares para el traslado a Zungarococha a la Facultad de Agronomía y es cubierta por los propios estudiantes.

3.4. Procesamiento y análisis de los datos

3.4.1. Para el cálculo de la distancia, los itinerarios de recorrido de las unidades móviles

Para el cálculo de la distancia recorrida acumulada según el tipo de transporte, se consideró lo siguiente: Se realizó el cálculo de la distancia promedio recorrida por cada miembro de la comunidad universitaria obtenida de la herramienta de Google Maps, de acuerdo al distrito de procedencia, las rutas y los medios de transporte utilizados por los estudiantes para sus desplazamiento ida y vuelta a la Facultad de Agronomía, según indicaron en la encuesta. Se han considerado las distancias de hasta 3 trayectos que realizan los estudiantes de la Facultad de Agronomía, 3 días de asistencia por semana durante 16 semanas lectivas para los estudiantes de pre grado (semestre 2022 - I).

3.4.2. Para la Identificación de fuentes móviles y el cálculo de Emisiones directas e indirectas.

Para determinar las fuentes de emisión directa se realizó un inventario de las unidades de transporte para el traslado de estudiantes durante el I semestre del 2022. La información relevante fue brindada por el jefe de la oficina de transporte, responsable de las diversas unidades móviles y entre ellas los buses de la Universidad Nacional de Amazonia Peruana.

Esto permitió que se obtuviera información con relación a la cantidad de consumo el tipo de combustible utilizado, las rutas de recorrido y los modelos de las unidades de transporte, etc. Actualmente la UNAP cuenta con una flota de 10 buses de las cuales 7 están operativas y 3 inoperativas. Debido a las restricciones de la presencialidad en este ciclo solo se tenía el recorrido diario de dos buses para el traslado exclusivo de estudiantes de la Facultad de Agronomía.

Para el caso de emisiones indirectas, se recopiló información mediante la aplicación de una encuesta estructurada a los estudiantes de la facultad de Agronomía de la UNAP, donde recopiló información sobre el distrito de origen, recorrido, frecuencia, los medios de transporte utilizados y el tiempo de recorrido para su traslado ida y vuelta a la Facultad Agronomía.

Las encuestas se procesarán en software Excel en la que se determinarán cálculos de estadística de tendencia central, con los cuales y otros parámetros constantes se resolverán las ecuaciones del cálculo de las emisiones directas e indirectas de los gases de efecto invernadero de las fuentes móviles utilizadas para el desplazamiento.

a) Para la estimación de la huella de carbono de emisiones directas. Se tomó la ecuación del IPCC, 2006 (7) que se muestra a continuación.

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

- ED: Emisiones Directas de GEI, en tCO₂e
- CU_i: Combustible utilizado, en kg.
- VCN_i: Valor Calórico Neto del combustible utilizado, en GJ/kg
- FE_c: Factor de Emisión de CO₂ del combustible utilizado, en kgCO₂/GJ
- FE_m: Factor de Emisión de CH₄ del combustible utilizado, en kgCH₄/GJ
- FE_o: Factor de Emisión de N₂O del combustible utilizado, en kgN₂O/GJ

- PCG_m : Potencial de Calentamiento Global del CH_4
- PCG_o : Potencial de Calentamiento Global del N_2O

b) Para el cálculo de las emisiones indirectas de GEI (t CO_2e) se empleó

WBCSD-WRI, 2011 (17), como a continuación se indica.

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

- OEI_t : Otras Emisiones Indirectas de GEI por transporte casa-facultad de Agronomía-casa, en tCO_2e
- DR_i : Distancia recorrida por persona, en km
- FE_c : Factor de Emisión de CO_2 del vehículo empleado por el estudiante, en $kgCO_2/km$
- FE_m : Factor de Emisión de CH_4 del vehículo empleado por el estudiante, en $kgCH_4/km$
- FE_o : Factor de Emisión de N_2O del vehículo empleado por el estudiante, kgN_2O/km
- PCG_m : Potencial de Calentamiento Global del CH_4
- PCG_o : Potencial de Calentamiento Global del N_2O
- n : Número de pasajeros que ocupa el vehículo utilizado por el estudiante para el transporte ida y vuelta a la facultad de Agronomía

c) Estimación de emisiones totales de GEI (t CO_2e). Se procedió según la siguiente ecuación del IPCC, 2006 (7).

$$ET = ED + OEI$$

Donde:

ET: Emisiones Totales de GEI, en t CO_2e

ED: Emisiones Directas de GEI, en t CO_2e - Alcance 1

OEI: Otras Emisiones Indirectas de GEI, en t CO_2e - Alcance 3

d) Cálculo de la Huella de Carbono per cápita (t CO₂e). Se calculo utilizando la ecuación adjunta del IPCC,2006 (7).

$$HC = \frac{ET}{N}$$

- HC: Huella de carbono per cápita de los estudiantes de la Facultad de Agronomía, en tCO₂e
- ET: Emisiones totales de GEI, en tCO₂e
- N: Número total de las personas consideradas en el estudio

e) Para los factores de emisión utilizados para la cuantificación de huella de carbono. Se utilizó el reporte del Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2022 (21), que se muestra en el cuadro siguiente:

TIPO DE TRANSPORTE	Kg CO2	kg CH4	kgN2O	kg CO2e
MOTOCICLETA A GASOLINA	0.11138	0.00158	0.00059	0.11355
MOTOTAXI A GASOLINA	0.08094	0.00156	0.00056	0.08306
COLECTIVO A DIESEL	0.16894	0.00000414	0.00188	0.17082

Fuente: Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2022

f) Para el cálculo de los factores de emisión del tipo de combustible. Se utilizó el reporte del Ministerio del Ambiente de Perú, 2021 (22), según cuadro adjunto.

TIPO DE COMBUSTIBLE	VALOR CALORICO NETO (Gj/kg)	DENSIDAD (kg/L)	kg CO ₂ /GJ	kg CH ₄ /GJ	kg N ₂ O/GJ
DIESEL B5	0.04	0.842	74.1	0.0039	0.0039

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2021

g) Potencial de calentamiento global de GEI: Se utilizó los valores de calentamiento global según el IPCC,2014 (23) como se muestra en el cuadro siguiente:

PRINCIPALES GASES DE FECTO INVERNADERO	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL
CO ₂ - Dióxido de carbono	1
CH ₄ - Metano	28
N ₂ O - Óxido nitroso	265

Fuente: IPCC 2014

3.5. Aspectos éticos

Se respetó el derecho y la confidencialidad de la información que consideren oportuno los trabajadores y funcionarios responsable de Centro de Valorización de residuos orgánicos y además de participar en el estudio. Y por otro lado la existencia de la obligatoriedad del investigador a guardar la confidencialidad de la información, cumpliendo con el deber del secreto y sigilo a menos que autorice la persona adecuada; o en circunstancias extraordinarias por las autoridades apropiadas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Estimación de Emisiones Directas de los GEI (Alcance 1)

4.1.1. Consumo combustible de las unidades móviles

En la tabla 1 se muestra la marca, el modelo, año de fabricación, consumo mensual y semestral de combustible de los dos (02) buses de la UNAP, que hicieron la rutina del transporte de estudiantes de la Facultad de agronomía a Zungarococha. En relación al consumo de combustible Diesel B5 la unidad Mercedes Benz es la que tiene un mayor consumo mensual con 1192.40 Litros en relación al modelo Hyundai con 1143,19 Litros. Esta diferencia en el consumo de combustible se explica porque la diferencia en el modelo y el año de fabricación, así el modelo Mercedes Benz su año de fabricación es del año 2007, mientras que el modelo Hyundai es del año 2009.

Tabla 1. Consumo de Combustible en el I Semestre del 2022

FUENTE DE EMISION	N° DE PLACA	MODELO	AÑO DE FABRICACIÓN	RUTA	CONSUMO	
					MENSUAL (L)	SEMESTRE 2022-I (L)
MERCEDES BENZ	LIA-747	OF1721-59	2007	PLAZA SERAFIN FILOMENO - FACULTAD DE AGRONOMIA -	1192.40	4769.62
HYUNDAI	EGE-134	AISPACE	2009	PLAZA SERAFIN FILOMENO	1143.19	4572.78

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Determinación del peso total del combustible

En la tabla 2 se muestra el cálculo del peso del tipo de combustible empleado en base a su densidad (kg/L) del consumo total durante el periodo de estudio. La densidad del Diesel B5 según el MINAM 2021, es de 0.842 Kg/L y en base al consumo semestral se obtuvo un peso de 4016.02 kg para la unidad móvil Mercedes Benz, mientras que la unidad Hyundai obtuvo un peso de 3850.28 kg, que es menor el peso en términos cuantitativos

Tabla 2. Determinación del peso total del combustible

FUENTE DE EMISION	COMBUSTIBLE		CONSUMO		PESO (kg)
	TIPO	DENSIDAD (kg/L)	MENSUAL (L)	SEMESTRE 2022-I (L)	
MERCEDES BENZ	DIESEL B5	0.842	1192.40	4769.62	4016.02
HYUNDAI	DIESEL B5	0.842	1143.19	4572.78	3850.28

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Cálculo de la energía consumida en base al peso y valor calórico del Diesel B5

En la tabla 3 se muestra la energía consumida por cada unidad de transporte o fuente móvil utilizado en el transporte de los estudiantes, en base al peso y valor calórico del combustible, se determinó que para la unidad Mercedes Benz la energía consumida es de 160.64 GJ y 154.01 GJ para el Hyundai.

Tabla 3. Cálculo de energía consumida por las unidades móviles

FUENTE MOVIL	PESO (kg)	VALOR CALÓRICO (Gj/kg)*	ENERGIA CONSUMIDA (Gj)
Mercedes Benz	4016.02	0.04	160.64
Hyundai	3850.28	0.04	154.01

Fuente: * MINAM 2021, Elaboración propia

4.1.4. Cálculo de las emisiones de CO₂e/Kg por cada GEI

La tabla 4 se muestra las emisiones de CO₂e/Kg en base la energía consumida, el factor de emisión y el potencial de calentamiento global según el tipo de GEI de las unidades móviles de la UNAP. Se encontró que las emisiones del CO₂e en el Mercedes Benz es de 11903.48 kg y en el Hyundai 11412.23 kg. Asimismo, para CH₄ en el Mercedes Benz es de 17.54 kg y en el Hyundai 16.82 kg. Para el caso de N₂O en el Mercedes Benz es de 166.02 kg y en el Hyundai 159.17 kg.

Tabla 4. Cálculo de emisiones de los GEI

GEI	FUENTE DE EMISION	ENERGIA CONSUMIDA (Gj)	FACTOR DE EMISION (kg GEI/Gj)*	PCG DE GEI (kg GEI) *	EMISIONES CO ₂ e (Kg)
CO ₂	Mercedes Benz	160.64	74.1	1	11903.48
	Hyundai	154.01	74.1	1	11412.23
CH ₄	Mercedes Benz	160.64	0.0039	28	17.54
	Hyundai	154.01	0.0039	28	16.82
N ₂ O	Mercedes Benz	160.64	0.0039	265	166.02
	Hyundai	154.01	0.0039	265	159.17

Fuente: * IPCC 2014, MINAM 2021, Elaboración propia

Finalmente, en la tabla 5, se muestra los resultados de las emisiones totales de los GEI del alcance 1, en tCO₂e y expresadas en porcentajes, según fuente de emisión de cada unidad móvil.

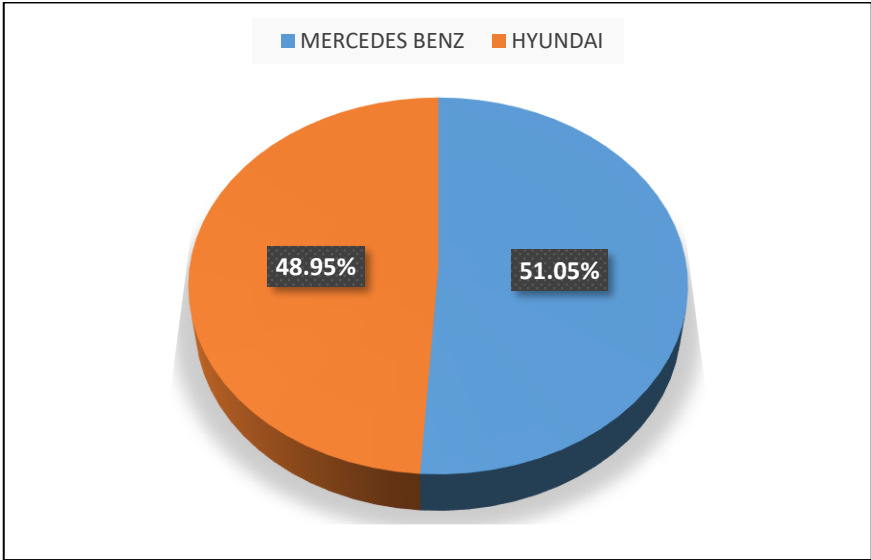
Tabla 5. Cálculo de las emisiones totales de CO₂e para el Alcance 1

FUENTE DE EMISION	EMISIONES PARCIALES DE GEI			EMISIONES TOTALES DE GEI		%
	CO ₂ (kgCO ₂ e)	CH ₄ (kgCO ₂ e)	N ₂ O (kgCO ₂ e)	(kgCO ₂ e)	(tCO ₂ e)	
MERCEDES BENZ	11903.48	17.54	166.02	12087.05	12.09	51.05%
HYUNDAI	11412.23	16.82	159.17	11588.22	11.59	48.95%
TOTAL	23315.72	34.36	325.19	23675.27	23.68	100.00%

Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 1: Las emisiones correspondientes al alcance 1 por consumo de combustible Diesel B5 durante el I semestre del 2022 alcanzaron las 23.68 tCO₂e que representa el 100 % de emisiones, como se muestra en la tabla 5. Además se observa que la unidad móvil de marca Mercedes Benz emite un mayor porcentaje de GEI que representando el 51.05 % (12.09 tCO₂e) de las emisiones de este alcance, mientras que la unidad Hyundai emite el 48.95 % (11.59 tCO₂e).

Gráfica 1. Emisiones de los GEI para el Alcance 1

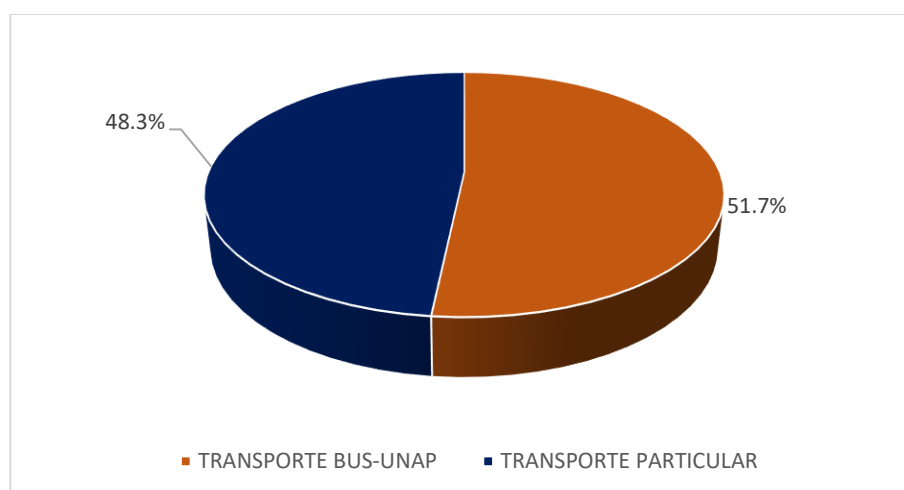


Fuente: Elaboración propia

4.2. Estimación de Emisiones Indirectas de los GEI del Alcance 3 de las unidades móviles

Para el cálculo de emisiones del alcance 3, se realizó una encuesta que permitió identificar los medios de transporte de los estudiantes de las Escuelas de Agronomía y la escuela de Ingeniería en gestión Ambiental de la Facultad de Agronomía de la UNAP. Los resultados se muestran en la gráfica 2, se observa que el 51.7 % de los estudiantes (432) utilizan el transporte de la Universidad, mientras que el 48.3 % (396) asisten a clases utilizando transporte particular, es decir diversas unidades móviles que disponen.

Gráfica 2. Medios de transporte usados por los estudiantes

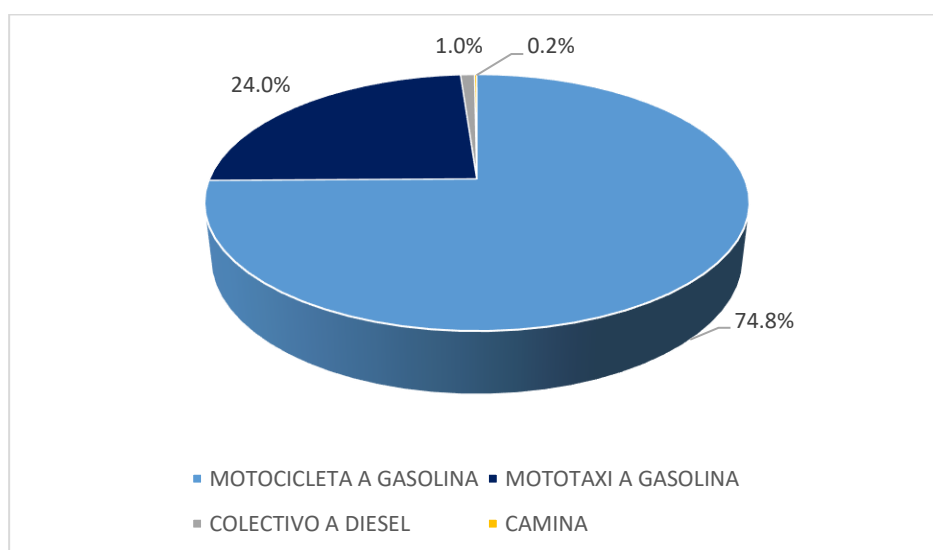


Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Tipos de los medios de transporte utilizados en el alcance 3

La grafica 3, muestra los tipos de los medios de transporte particulares que utilizan los estudiantes cuando se desplazan a clases en la Facultad de Agronomía en Zungarococha, se observa que un mayor porcentaje el 74.8 % se movilizan en motocicletas lineales, un 24 % en mototaxi, pequeños porcentajes del 1 % en colectivo-autobús y el a.2 % lo hace caminando.

Gráfica 3. Tipos de transporte utilizado por los estudiantes



Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Distancia acumulada total de ida y vuelta por tipo de transporte en base a la muestra

La distancia recorrida según tipo de transporte se muestra en la tabla 6, se observa que la distancia recorrida para las motocicletas lineales es 169833.6 km, para mototaxis 54576km, en el caso de los colectivos 2246.4 km y en el caso de los que caminan 371.5 km.

Tabla 6. Distancia recorrida acumulada en promedio en el desplazamiento casa- Facultad - casa de estudiantes.

TIPO DE TRANSPORTE	DISTANCIA RECORRIDA ACUMULADA TOTAL (KM)	
	TOTAL	
	POR MES	POR SEMESTRE
MOTOCICLETA A GASOLINA	42458.4	169833.6
MOTOTAXI A GASOLINA	13644.0	54576.0
COLECTIVO A DIESEL	561.6	2246.4
CAMINA	92.9	371.5
TOTAL	56756.9	227027.5

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Distancia promedio diaria de ida y vuelta según tipo de transporte

La distancia recorrida diaria por los estudiantes se muestra en la tabla 7, se observa que la distancia promedio diaria (ida y vuelta) de los estudiantes que utilizan motos lineales es de 21.31 km, los que usan mototaxis recorren una distancia de 13.54 km, los que utilizan colectivo es de 7.80 km de recorrido y asisten caminando es de 0.86 km de recorrido.

Tabla 7. Distancia recorrida diaria en promedio en el desplazamiento casa-Facultad - casa de estudiantes.

TIPO DE TRANSPORTE	DISTANCIA PROMEDIO DIARIO RECORRIDA (KM)		
	DISTANCIA PROMEDIO IDA	DISTANCIA PROMEDIO VUELTA	DISTANCIA PROMEDIO TOTAL (IDA+VUELTA)
MOTOCICLETA A GASOLINA	10.66	10.66	21.31
MOTOTAXI A GASOLINA	6.72	6.82	13.54
COLECTIVO A DIESEL	7.80	0.00	7.80
CAMINA	0.43	0.43	0.86

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Cálculo de las emisiones indirectas del alcance 3

a. Procedimiento para el Cálculo de emisiones indirectas individuales de los GEI del alcance 3

En el cuadro 8, se muestra el procedimiento para el cálculo de emisiones indirectas de los GEI del alcance 3, de las unidades móviles particulares por el consumo de combustible del tipo Gasolina; en las motos lineales se encontró que las emisiones del CO₂ es de 113.952207 kg CO₂e, para el CH₄ es de 45.2616775 kg CO₂e y para el N₂O es de 9.960743 kg CO₂e, al igual en las mototaxis se encontró que las emisiones del CO₂ es de 52.6014485 kg CO₂e, en el CH₄ es 28.3868454 kg CO₂e y para el N₂O es de 96.4424877 kg CO₂e. Mientras, que en el caso de consumo de combustible diésel en los

colectivos/autobuses se encontró que las emisiones del CO₂ es de 1.5812784 kg CO₂e, en el CH₄ es de 0.00108501 kg CO₂e y en el N₂O es de 4.663152 kg CO₂e.

Así también, la tabla 8 presenta las emisiones totales de los GEI expresadas en tCO₂e durante el I semestre del 2022, para los vehículos lineales se tiene 0.3192 tCO₂e, para los mototaxis con 0.1774 tCO₂e y para los colectivos/autobuses con 0.0062 tCO₂e.

Tabla 8. Cálculo de emisiones indirectas individuales del alcance 3

FUENTE MOVIL	A	B	C	D	E	F	(G)	H	I	(J)	K	L	(M)	(N)
	DISTANCIA PROMEDIO RECORRIDA (KM)	DIAS POR SEMANA	SEMANAS LECTIVAS	NIVEL DE OCUPACIÓN	FACTOR DE EMISION DE CO2 (KG CO2/KM)	PCG	EMISIONES DE CO2 (kgCO2e)	FACTOR DE EMISION DE CH4 (KG CO2/KM)	PCG	EMISIONES DE CH4 (kgCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN DE N2O (KG CO2/KM)	PCG	EMISIONES DE N2O (kgCO2e)	EMISIONES TOTALES (tCO2e)
					$G=(A*B*C*E*F)/D$			$J=(A*B*C*H*I)/D$			$M=(A*B*C*K*L)/D$			
	$(N) \text{ EMISIONES TOTALES DE GEI (tCO2e)}=(G+J+M)/1000$													
MOTOCICLETA A GASOLINA	21.31	3	16	1	0.11138	1	113.952207	0.00158	28	45.2616775	0.00059	265	159.960743	0.3192
MOTOTAXI A GASOLINA	13.54	3	16	1	0.08094	1	52.6014485	0.00156	28	28.3868454	0.00056	265	96.4424877	0.1774
COLECTIVO A DIESEL	7.80	3	16	40	0.16894	1	1.5812784	0.00000414	28	0.00108501	0.00188	265	4.663152	0.0062
CAMINA	0.86	3	16	1	0	1	0	0	28	0	0	265	0	0.0000

Fuente: * IPCC 2014, Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2022, Eelaboración propia

b. Cálculo de emisiones indirectas totales del alcance 3

Se calcula las emisiones totales del alcance 3, en relación a la cantidad de estudiantes de la Facultad de Agronomía que hacen uso de un determinado tipo de transporte y las emisiones de GEI en toneladas de carbono equivalente (tCO_2e), los resultados se muestran en la tabla 9, se observa que las emisiones totales para las motos lineales a gasolina son de 94.72 tCO_2e , para los mototaxis a gasolina 17.10 tCO_2e y para los colectivos a diésel es de 0.04 CO_2e . Las emisiones totales son 111.86 tCO_2e en el alcance 3, vehículos particulares usados en el transporte de los estudiantes la Facultad de Agronomía.

Tabla 9. Cálculo de emisiones indirectas totales del alcance 3

TIPO DE TRANSPORTE	% DE USO	CANT. EST.	EMISIONES (tCO_2e)	EMISIONES TOTALES (tCO_2e)	% DE EMISIÓN
MOTOCICLETA A GASOLINA	63.4%	296	0.32	94.72	84.68%
MOTOTAXI A GASOLINA	32.1%	95	0.18	17.10	15.29%
COLECTIVO A DIESEL	1.1%	4	0.01	0.04	0.04%
CAMINA	3.4%	1	0.00	0.00	0.00%
TOTAL	100%	396		111.86	100%

Fuente: Elaboración propia

4.3. Cálculo de la huella de carbono de los estudiantes de la Facultad de Agronomía

4.3.1. Cálculo de la huella de carbono global

En la tabla 10, se muestra las estimaciones de las emisiones totales del GEI en tCO₂e tanto para las emisiones directas (Alcance 1) con 23.68 tCO₂e y para las emisiones indirectas (Alcance 3) con 111.86 tCO₂e, alcanzando una Huella de carbono total de 135.54 tCO₂e que han generado los estudiantes de la Facultad de Agronomía en I semestre del 2022.

Las emisiones del GEI de las emisiones indirectas son muy superiores y representan el 82.53 % del total, mientras que las emisiones directas son muy inferiores y representan sólo el 17,47 %.

Tabla 10. Cálculo de la huella de carbono total del desplazamiento de estudiantes de la Facultad de Agronomía

ESTIMACIÓN DE EMISIONES TOTALES DE GEI (tCO ₂ e)	
EMISIONES DIRECTAS (ALCANCE 1)	23.68
EMISIONES INDIRECTAS (ALCANCE 3)	111.86
HUELLA DE CARBONO TOTAL	135.54

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Cálculo de la huella de carbono per cápita

En la tabla 11 se muestra la estimación de la huella de carbono percapita, lo cual se realiza en relación a la población matriculada en el I semestre del 2022, obteniendo una huella de carbono percapita, es decir por cada estudiante de la Facultad de Agronomía de 0.17 tCO₂e, durante el periodo del estudio.

Tabla 11. Cálculo de la huella de carbono percapita

ESTIMACIÓN DE HUELLA DE CARBONO PER CÁPITA (tCO ₂ e)	
EMISIONES TOTALES (ALCANCE 1+ ALCANCE 3)	135.54
N° DE ESTUDIANTES (POBLACIÓN)	819
HUELLA DE CARBONO PER CÁPITA (2022-I)	0.17

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Se discuten las evidencias de los resultados en relación a la cuantificación de la huella de carbono que generan los estudiantes para asistir a sus clases en Zungarococha en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

5.1. Estimación de Emisiones Directas de los GEI (Alcance 1)

En la estimación de emisiones directas El consumo de combustible es una variable que está influenciada por el número de unidades móviles operativas, el modelo y marca, el año de fabricación y el tipo de combustible de la unidad móvil, lo cual puede hacer variar las emisiones de CO₂e/Kg en base la energía consumida, el factor de emisión y el potencial de calentamiento global según el tipo de GEI de las unidades móviles de la UNAP.

Según el tipo de la unidad móvil las emisiones del GEI pueden verse influenciados, ello se pone en evidencia en el caso de las emisiones en el Mercedes Benz con 11903.48 kg CO₂e y en el Hyundai 11412.23 kg CO₂e. Asimismo, para CH₄ en el Mercedes Benz con 17.54 kg CO₂e y en el Hyundai 16.82 kg CO₂e. Para el caso de N₂O en el Mercedes Benz es de 166.02 kg CO₂e y en el Hyundai 159.17 kg CO₂e.

Las emisiones directas del alcance 1 por consumo de combustible Diesel B5 durante el I semestre del 2022 alcanzaron las 23.68 tCO₂e. La unidad móvil de marca Mercedes Benz emite un mayor porcentaje de GEI que representando el 51.05 % (12.09 tCO₂e), mientras que la unidad Hyundai emite el 48.95 % (11.59 tCO₂e).

5.2. Estimación de Emisiones Indirectas de los GEI del Alcance 3 de las unidades móviles particulares.

Es relevante diferenciar en la estimación de emisiones del alcance 3, una ligera mayoría, el 51.7 % de los estudiantes utilizan el transporte de la Universidad, las denominadas emisiones directas del alcance 1, mientras que el 48.3 % asisten a clases utilizando transporte particular, es decir diversos tipos de unidades móviles, las cuales se denominan emisiones indirectas del alcance 3.

Entre los medios de transporte particulares del alcance 3, que utilizan los estudiantes para asistir a clase, el mayor porcentaje el 74.8 % se movilizan en motocicletas lineales, el 24 % en mototaxi, un pequeño porcentaje del 1 % en colectivo-autobús y el 2 % lo hace caminando. Como se evidencia la mayoría de estudiantes se movilizan en unidades móviles individuales, típico de la zona, por las condiciones climáticas imperantes en la selva amazónica.

En relación a la distancia diaria recorrida por los estudiantes de ida y vuelta que utilizan motos lineales es de 21.31 km, los que usan mototaxis recorren una distancia de 13.54 km, los que utilizan colectivo es de 7.80 km de recorrido y asisten caminando a clases tienen 0.86 km de recorrido.

Las emisiones por el consumo de combustible gasolina en las motos lineales en CO₂ es de 113.952207 kg CO₂e, para el CH₄ es de 45.2616775 kg CO₂e y para el N₂O es de 9.960743 kg CO₂e; para los mototaxis las emisiones de CO₂ es de 52.6014485 kg CO₂e, en el CH₄ es 28.3868454 kg CO₂e y para el N₂O es de 96.4424877 kg CO₂e. Mientras, que en el caso de consumo de combustible diésel en los colectivos/autobuses se encontró que las emisiones del CO₂ es de 1.5812784 kg CO₂e, en el CH₄ es de 0.00108501 kg CO₂e y en el N₂O es 4.663152 kg CO₂e.

Las emisiones de GEI expresadas en tCO₂e durante el I semestre del 2022, para las motos lineales es de 0.3192 tCO₂e, para los mototaxis con 0.1774 tCO₂e y para los colectivos/autobuses con 0.0062 tCO₂e.

Las emisiones para las motos lineales a gasolina son de 94.72 tCO₂e, para los mototaxis a gasolina 17.10 tCO₂e y para los colectivos a diésel es de 0.04 CO₂e. Así de la suma, las emisiones totales son 111.86 tCO₂e en el alcance 3, de vehículos particulares.

Finalmente las estimaciones de las emisiones totales de las emisiones directas (Alcance 1) son 23.68 tCO₂e y para las emisiones indirectas (Alcance 3) son 111.86 tCO₂e. La suma permite determinar la Huella de carbono total de 135.54 tCO₂e. Las emisiones indirectas, son muy superiores y representan el 82.53 % del total, mientras que las emisiones directas, son muy inferiores y representan sólo el 17,47 %.

La estimación de la huella de carbono percapita, en el I semestre del 2022, es de 0.17 tCO₂e para el I semestre del 2022. que han generado los estudiantes de pregrado de la Facultad de Agronomía; resultados muy próximos los obtuvo, **Común & Saavedra en el 2017 (2)**, calculo la huella de carbono de la comunidad universitaria de la Universidad Nacional Agraria la Molina, donde reportaron que, “la contribución per cápita del estudiante de pregrado es de 0.21 tCO₂e”, en esta misma línea **Hinostroza en el año 2019 (3)**, calculando la Huella de carbono en la Universidad Ricardo Palma, encontró, que “el aporte más significativo de emisiones de GEI per cápita es de los estudiantes pregrado con 0.35 tCO₂”.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

A partir de la discusión de los resultados en relación a la cuantificación de la huella de carbono de los estudiantes de la Facultad de Agronomía, se arribó a las siguientes conclusiones:

1. En la estimación de emisiones directas el consumo de combustible es una variable que está influenciada por el número de unidades móviles operativas, el modelo y marca, el año de fabricación y el tipo de combustible de la unidad móvil, lo cual puede hacer variar las emisiones de CO₂e/Kg. de las unidades móviles de la UNAP.
2. Según el tipo de la unidad móvil las emisiones del GEI pueden verse influenciados, ello se pone en evidencia en el caso de las emisiones en el Mercedes Benz con 11903.48 kg CO₂e y en el Hyundai 11412.23 kg CO₂e. Asimismo, para CH₄ en el Mercedes Benz con 17.54 kg CO₂e y en el Hyundai 16.82 kg CO₂e. Para el caso de N₂O en el Mercedes Benz es de 166.02 kg CO₂e y en el Hyundai 159.17 kg CO₂e.
3. Las emisiones directas del alcance 1 por consumo de combustible Diesel B5 durante el I semestre del 2022 alcanzaron las 23.68 tCO₂e. La unidad móvil Mercedes Benz emite 12.09 tCO₂e que representa el 51.05 por ciento, mientras el Hyundai emite 11.59 tCO₂e que representa el 48.95 por ciento.
4. En la estimación del alcance 3, El 51.7 por ciento de los estudiantes utilizan el transporte de la Universidad, las denominadas emisiones directas, mientras que el 48.3 por ciento asisten a clases utilizando transporte particular, es decir diversos tipos de unidades móviles, denominados emisiones indirectas del alcance 3.
5. En las emisiones indirectas, el mayor porcentaje de estudiantes con el 74.8 por ciento se movilizan en motocicletas lineales, el 24 por ciento en mototaxi, un pequeño porcentaje del 1 % en colectivo-autobús y el 2 % lo hace caminando.

6. La distancia diaria recorrida por los estudiantes de ida y vuelta en motos lineales es de 21.31 km, en mototaxis recorren una distancia de 13.54 km y los que utilizan colectivo es de 7.80 km de recorrido y los que caminan a clases tienen 0.86 km de recorrido.
7. Las emisiones por el consumo de combustible gasolina en las motos lineales de CO₂ es de 113.952207 kg CO₂e, para el CH₄ es de 45.2616775 kg CO₂e y para el N₂O es de 9.960743 kg CO₂e; para los mototaxis las emisiones de CO₂ es de 52.6014485 kg CO₂e, en el CH₄ es 28.3868454 kg CO₂e y para el N₂O es de 96.4424877 kg CO₂e. En el caso de consumo de combustible diésel en los colectivos/autobuses se encontró que las emisiones de CO₂ es de 1.5812784 kg CO₂e, en el CH₄ es de 0.00108501 kg CO₂e y en el N₂O es 4.663152 kg CO₂e.
8. Las emisiones de GEI expresadas en tCO₂e durante el I semestre del 2022, para las motos lineales es de 0.3192 tCO₂e, para los mototaxis con 0.1774 tCO₂e y para los colectivos/autobuses con 0.0062 tCO₂e.
9. Las emisiones para las motos lineales a gasolina son de 94.72 tCO₂e, para los mototaxis a gasolina 17.10 tCO₂e y para los colectivos a diésel es de 0.04 CO₂e. Las emisiones totales son 111.86 tCO₂e en el alcance 3.
10. Las emisiones totales del Alcance 1 es de 23.68 tCO₂e que representa 17.47 por ciento y las de Alcance 3 es de 111.86 tCO₂e que representa 82.53 por ciento. La Huella de carbono total de 135.54 tCO₂e.
11. La contribución percapita de la huella de carbono (emisiones CO₂e) de los estudiantes de la Facultad de Agronomía es de 0.17 tCO₂e.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- 1.** Realizar otros estudios que aborden las demás actividades que desarrolla y que involucra la generación de diversos residuos, el consumo energía y agua, para hacer un seguimiento del desempeño ambiental de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- 2.** Los resultados del presente estudio constituyan una primera línea base a partir de la cual definir la Facultad debe definir políticas, objetivos, metas y difundirlas para sensibilizar a la comunidad universitaria para posibilitar reducir la huella de carbono.
- 3.** En base a la contribución per cápita de los estudiantes de huella de carbono calculada, la Facultad de agronomía debe implementar medidas compensatorias con los estudiantes para la disminuir la huella a través de la siembra de árboles en las instalaciones de Zungarococha.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **Magallanes C.** Problemática en el servicio de transporte público de pasajeros en Iquitos, Piura, Tarapoto y Trujillo. 2014. Lima. Perú
2. **Común K., Saavedra Ana.** Estimación de la huella de carbono de la comunidad universitaria proveniente de fuentes móviles utilizados para desplazarse hacia la UNALM. Universidad Nacional Agraria la Molina. Trabajo Académico para Optar el Título Profesional de: Ingeniero Ambiental 2017. Lima Perú
3. **Hinostroza M.** Huella de carbono del traslado de estudiantes, profesores y trabajadores de la Universidad Ricardo Palma (URP). Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para Optar el Título Profesional de: Ingeniero Ambiental 2019. Lima – Perú.
4. **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Suiza).** Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC. Ginebra, Suiza. 2007. p. 2-22.
5. **CMCC (Convención Marco de las Naciones Unidas frente al Cambio Climático, Estados Unidos de América).** Referencias bibliográficas: contenido, forma y estructura (en línea). Nueva York, Estados Unidos. p.3. Consultado 12 abr. 2016. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.
6. **Espíndola, C; Valderrama, J.** Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas (en línea). Información Tecnológica 23(1):163-176. Consultado 24 may. 2016. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000100017.
7. **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Suiza).** Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Volumen 2. Energía (en línea). Ginebra, Suiza. Consultado 20 may. 2016. Disponible en:

http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_0_Cover.pdf.

8. **Ambrós, L; Calabria, I; Ripoll, O; Román, E.** Proyecto final de máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental. Criterios de selección de un estándar para la medida de huella de carbono. (en línea, curso). 2012. Madrid, España. Escuela de Organización Industrial. 136 p. Consultado 18 may. 2016. Disponible en: [http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80108/EOI_Huella Carbono_2012. pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80108/EOI_Huella_Carbono_2012.pdf).
9. **Borquéz, R.** Huella de Carbono. ADCMA 26(1):1-9. 2010. Chile. Fundación Terram. Consultado 30 abr. 2016. Disponible en: <http://www.terram.cl/images/ADCMA/adcm-26-huella-de-carbono-final-ok.pdf>.
10. **Brito, O.** Diagnóstico de implementación de metodología de cálculo de la huella de agua y huella de carbono en empresa DSM. Tesis Ing. Civil Industrial. Puerto Montt. Chile. 2011. Universidad Austral de Chile. Consultado 12 abr. 2016. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bpmfcib862d/doc/bpmfcib862d.pdf>.
11. **Rodas, S.** Estimación y gestión de la huella de carbono del campus central de la Universidad Rafael Landívar (en línea). Tesis Ing. Ambiental. Guatemala de la Asunción, Guatemala, 2014. Universidad Rafael Landívar. Consultado 20 ene. 2016. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/15/Rodas-Sofia.pdf>.
12. **Barreda, M; Polo, J.** Evaluación de la huella de carbono en una institución educativa de nivel superior. Estudio de caso (en línea). Revista de Investigación 3(1):1-2. Arequipa, Perú., 2012. Universidad Católica de San Pablo. Consultado 20 abr. 2016. Disponible en: [http://www.ucsp.edu.pe/images/direccion_de_investigacion/PDF/ Evaluacion_ de_la_huella_de_carbono_-_revista.pdf](http://www.ucsp.edu.pe/images/direccion_de_investigacion/PDF/Evaluacion_de_la_huella_de_carbono_-_revista.pdf).
13. **Mondéjar, M; Viñoles, R; Bastante J; Collado, D; Capuz, S.** La huella de carbono y su utilización en las instituciones universitarias. In Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos (15, 2011, España). Valencia, España,

2011. Universidad Politécnica de Valencia. p. 1-9. Consultado 15 ene. 2016.
Disponible en:
http://www.aepro.com/files/congresos/2011huesca/CIIP11_1950_1959.3388.pdf
14. **Dávila, F; Varela, D.** Determinación de la Huella de Carbono en la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus Sur. Tesis Ing. Ambiental. Ciudad Quito, Ecuador. 2014. p. 5-22.
15. **IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno de Vasco).** 7 Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (en línea). Bilbao, 2013. España. Consultado 20 ene. 2016. Disponible en:
[http://www.ihobe.eus/Publicaciones/ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-40c-0590b91bc032&Cod=193f314b-cc26-455bb411-fe487e36dd74&Idioma=es-ES&Tipo=.](http://www.ihobe.eus/Publicaciones/ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-40c-0590b91bc032&Cod=193f314b-cc26-455bb411-fe487e36dd74&Idioma=es-ES&Tipo=)
16. **Viteri, F.** Cálculo de la huella de carbono de la facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial (en línea). Tesis Mg. en Sistemas de Gestión Ambiental. Sangolquí, Ecuador. 2013. Escuela Politécnica del Ejército. Consultado 20 abr. 2016. Disponible en:
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7253/1/T-ESPE-047307.pdf>.
17. **WBCSD-WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute, Estados Unidos de América).** Technical Guidance for 81 Calculating Scope 3-Emissions Supplement to the Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting & Reporting Standard 2011 . Consultado 20 feb. 2016. Disponible en <http://www.ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>.
18. **Pandey, D; Agrawal, M; Pandey, J.** Carbon footprint: Current methods of estimation. Environmental Monitoring and Assessment, (en línea). Environ Monit Asses 2011.178:135-160. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en:
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10661-010-1678-y>.

19. **Arranz, M; Elosegui, M; Estrada, D; Terradillos, M.** Cálculo de la Huella de Carbono de los másteres full time de Medio Ambiente y Sostenibilidad EOI (en línea, curso). 2012. Madrid, España Escuela de Organización Industrial. Consultado 18 may. 2016. Disponible en:
https://static.eoi.es/savia/documents/EOI_HuellaCarbono MIGMA_2013.pdf.
20. **Hernandez-Sampierri R.** Metodología de la Investigación. Capítulo IX. Recolección de datos cuantitativos. 2014. Disponible en:
https://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medición_exposición/hernandez_sampieri%20et%20al,%20Metdología%20.
21. **Department for Business, Energy & Industrial Strategy.** Greenhouse gas reporting: conversión factors. 2022. Disponible en:
<https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>
22. **Ministerio del Ambiente.** Informe Carbono. Reportes sectoriales: Energía 2016. Disponible en: <https://infocarbono.minam.gob.pe/reportes-sectoriales/energia-2016/>.
23. **IPCC.** Cambio Climático 2014: Informe de síntesis. 2014. www.ipcc.ch. Suiza.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TITULO DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	TIPO Y DISEÑO	POBLACIÓN DE ESTUDIO Y RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
Cuantificación de la huella de carbono del desplazamiento de los estudiantes a clases en la Facultad de Agronomía-Zungarococha. Loreto 2022.	¿Es posible determinar la huella de carbono per cápita de los estudiantes a través de la cuantificación de las fuentes móviles utilizadas para el desplazamiento a las actividades académicas en zungarococha?	General:	Hipótesis nula (H0):	Tipo: el presente trabajo tendrá un enfoque observacional, transversal y analítico cuantitativo	Población de estudio:	Para la recolección de datos se usarán encuestas dirigidas a los estudiantes de la facultad de agronomía y al jefe del departamento de transportes de la UNAP
		Cuantificar la huella de carbono del desplazamiento de los estudiantes a la Facultad de Agronomía en zungarococha	La estimación de las emisiones directas e indirectas de los gases de efecto invernadero de las fuentes móviles no permitirán		La población será el 100% de los docentes, estudiantes, administrativos y obreros de la facultad de agronomía	
		Específico:	conocer la huella de carbono del desplazamiento de los estudiantes a clases a zungarococha		Muestra:	
		Determinar la huella de carbono per cápita generada por los estudiantes en su desplazamiento a las actividades académicas en zungarococha		La muestra finita se determinará mediante una ecuación del cálculo de tamaño muestra		
		Identificar y estimar las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero de las fuentes móviles usadas por los estudiantes	Hipótesis alternativa (H1):	Diseño: trascenderá en el presente trabajo de investigación el diseño descriptivo-cuantitativo	Procesamiento: Las encuestas se procesarán en software Excel en la que se determinarán cálculos de estadística de tendencia central, con los cuales y otros datos se resolverán las ecuaciones del cálculo de las emisiones directas e indirectas de los gases de efecto invernadero de las fuentes móviles utilizadas para el desplazamiento. Para la estimación de la huella de carbono se tomará la metodología del inventario GEI del Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (WBCSD-WRI) (n°). Para los factores de emisión utilizados para la cuantificación de huella de carbono se utilizarán el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (WBCSD-WRI) (n°), los factores de emisión del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (n°), y los del Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) (n°).	
			La estimación de las emisiones directas e indirectas de los gases de efecto invernadero de las fuentes móviles permitirán conocer la huella de carbono del desplazamiento de los estudiantes a clases a zungarococha			

Anexo 2. Instrumentos de recolección de información

ENCUESTA A LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Tema: Cálculo de la huella de carbono

1. ¿Usted es estudiante de la carrera de?

Ingeniería en gestión ambiental

Ingeniería agronómica

2. Edad: ___ años

3. Sexo:

F

M

4. ¿Qué ciclo está cursando?

1°

3°

5°

7°

9°

2°

4°

6°

8°

10°

5. ¿Cuántos días a la semana asiste durante el presente semestre académico (facultad)?

6. ¿Cuál es el distrito y medio(s) de transporte empleado(s) desde donde usted realiza su traslado hacia la universidad? (Especifique la zona del Distrito)

Se presenta una tabla con los medios de transporte

Vehículo privado	Motocicleta
Mototaxi	Colectivo
Camina	Bus UNAP
Bicicleta	Otro (especificar)...

Ejemplo:

Pierr se traslada desde distrito de Iquitos hacia la Facultad de agronomía (Distrito San Juan Bautista) empleando los siguientes medios de transporte con sus respectivos tramos de recorrido

Medio de transporte	Recorrido por tramos o paraderos
Motocicleta	Calle Atahualpa - Calle Napo
Bus UNAP	Calle Napo - Facultad de Agronomía

De acuerdo al ejemplo anterior, mencione cuáles son los medios de transporte y rutas que normalmente utiliza para trasladar a la Facultad de Agronomía – Zungarococha

Medio de transporte	Recorrido por tramos o paraderos

7. Si en uno de sus tramos usa como medio de transporte motocicleta, mototaxi o transporte privado, especifique el número de personas con la que usualmente lo comparte.

0
1

2
3

8. Mencione el tipo de combustible que utiliza el medio de transporte que habitualmente usa para su traslado hacia la facultad.

9. Indique, las características del medio de transporte que habitualmente usa para su traslado, mencionar: el tipo de marca y modelo

10. ¿A qué hora del día inicia su viaje hacia la Facultad de Agronomía (Zungarococha)-UNAP?

11. ¿Qué tiempo en promedio demora su viaje hacia la universidad?

12. ¿Qué medio(s) de transporte emplea para su traslado desde la facultad de Agronomía a su casa?

Medio de transporte	Recorrido por tramos o paraderos

13. Si en uno de sus tramos usa como medio de transporte motocicleta, mototaxi o transporte privado, especifique el número de personas con la que usualmente lo comparte.

0
1

2
3

14. Mencione el tipo de combustible que utiliza el medio de transporte que habitualmente usa para su traslado hacia su casa.

15. Indique, las características del medio de transporte que habitualmente usa para su traslado, mencionar: el tipo de marca y modelo

16. ¿A qué hora del día inicia su viaje hacia su casa?

17. ¿Qué tiempo en promedio demora su viaje hacia su casa?

*“Muchas gracias por tu participación,
te deseo éxitos en tu vida
profesional”*

FORMATO DE ENTREVISTA AL PERSONAL ENCARGADO DE LOS BUSES DE LA UNAP

Tema: Cálculo de la huella de carbono

Nombre del encargado:

1. ¿Cuántos buses tiene la UNAP?

2. ¿Qué tipos de servicios (traslado a domicilios, viajes, salidas) brinda los buses?

3. ¿Cuántos buses son destinados para el transporte de los estudiantes?

4. ¿Cuáles son las rutas de los buses para el transporte de los estudiantes?

5. ¿Cuántos días a la semana y cuántas veces al día brinda el servicio de transporte de los estudiantes?

6. ¿Qué tipo de combustible utilizan los buses?

7. ¿Qué tipo de marca, modelo tienen los buses?

8. ¿Cuáles son los recorridos en km, velocidad promedio de los buses en las diferentes rutas a domicilio?

9. ¿Cuál es el rendimiento promedio de los buses? (Km/g)

FORMATO DE LISTA DE IDENTIFICACIÓN DE FUENTES MÓVILES DE EMISIÓN DE GEI

Responsable:

Año de reporte:

Actividad / Operación	Fuente de emisión	Marca	Modelo	Fuente energética	Alcance

Consideraciones y observaciones: