



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES DE LA ESPOCH AL**  
**AÑO 2019**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA:**

**KAREN ANNABELLA ORLANDO GUAMÁN**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES DE LA ESPOCH AL**  
**AÑO 2019**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA:** KAREN ANNABELLA ORLANDO GUAMÁN

**DIRECTOR:** ING. ROLANDO FABIÁN ZABALA VIZUETE, MSC.

Riobamba – Ecuador

2023

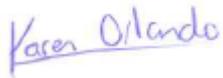
© 2023, Karen Annabella Orlando Guamán

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Karen Annabella Orlando Guamán, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 02 de junio de 2023



**Karen Annabella Orlando Guamán**  
**131251853-1**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES DE LA ESPOCH AL AÑO 2019**, realizado por la señorita: **KAREN ANNABELLA ORLANDO GUAMÁN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero, Msc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



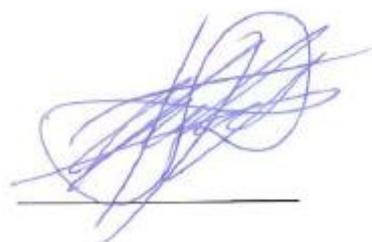
2023-06-02

Ing. Rolando Fabián Zabala Vizuete,  
Msc.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-06-02

Ing. John Oswaldo Ortega Castro, Msc.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-06-02

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mi familia, por el amor y el apoyo recibido, en especial a mi madre y mi tía, por ser mi mayor modelo de superación, esfuerzo y sacrificio. A mis mascotas: Angus y mis gatos, por ser mi fuente liberadora de estrés y acompañarme en esas largas noches de desvelo. A mis amigos, en especial a Miryan, Oldemar y Sofía, Majo por volver risas mis angustias y salvarme de distintas maneras. A mis maestros, por la enorme paciencia y por la confianza depositada en mí. Finalmente, a mí misma, por no rendirme y ser fuerte ante las adversidades.

Karen

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial, a las autoridades de la Facultad de Recursos Naturales por la apertura brindada para la realización de la presente investigación.

A mis profesores de la carrera de Recursos Naturales Renovables, en especial, a mi tutor y asesor por su orientación y paciencia.

Karen

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
SUMMARY / ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos .....	4
1.2.1 <i>Objetivo General</i> .....	4
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	4
1.3 Justificación .....	4
1.4 Pregunta de investigación.....	5

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1 Cambio Climático .....	6
2.1.1 <i>Causas del cambio climático</i> .....	7
2.1.2 <i>Impactos del Cambio Climático</i> .....	8
2.2 Efecto Invernadero .....	8
2.2.1 <i>Gases de efecto invernadero</i> .....	10
2.2.2 <i>Huella de Carbono</i> .....	12
2.2.2.1 <i>Metodologías de cuantificación de la huella de carbono: Norma ISO 14064</i> .....	13
2.2.2.2 <i>GHG Protocol – Alcances 1,2 y 3.</i> .....	15
2.2.2.3 <i>Bilan Carbone</i> .....	15
2.2.2.4 <i>PAS 2060:2010</i> .....	16
2.2.2.5 <i>ISO 14064</i> .....	17
2.2.3 <i>Carbono Neutralidad</i> .....	19

### CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Enfoque de investigación .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Alcance.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Diseño de investigación.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4</b>	<b>Técnicas, instrumentos y métodos de investigación.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1</b>	<b><i>Inventario de emisiones.....</i></b>	<b>23</b>
<b>3.4.2</b>	<b><i>Cuantificación de emisiones.....</i></b>	<b>24</b>
<b>3.4.2.1</b>	<b><i>Emisiones directas de combustión móvil .....</i></b>	<b>25</b>
<b>3.4.2.2</b>	<b><i>Emisiones indirectas causadas por la electricidad importada .....</i></b>	<b>26</b>
<b>3.4.2.3</b>	<b><i>Emisiones indirectas causadas por el transporte.....</i></b>	<b>27</b>
<b>3.4.2.4</b>	<b><i>Emisiones indirectas provenientes de la disposición de residuos sólidos .....</i></b>	<b>29</b>
<b>3.4.3</b>	<b><i>Plan de mejoras.....</i></b>	<b>29</b>

### CAPÍTULO IV

<b>4.</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Procesamiento, análisis e interpretación de resultados .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.1</b>	<b><i>Inventario de emisiones de GEI .....</i></b>	<b>30</b>
<b>4.1.1.1</b>	<b><i>Límites de la organización.....</i></b>	<b>30</b>
<b>4.1.1.2</b>	<b><i>Límites de informe .....</i></b>	<b>31</b>
<b>4.1.2</b>	<b><i>Cuantificación de emisiones de GEI .....</i></b>	<b>32</b>
<b>4.1.2.1</b>	<b><i>Emisiones directas de combustión móvil .....</i></b>	<b>32</b>
<b>4.1.2.2</b>	<b><i>Emisiones causadas por la electricidad importada.....</i></b>	<b>36</b>
<b>4.1.2.3</b>	<b><i>Emisiones indirectas causadas por el transporte.....</i></b>	<b>39</b>
<b>4.1.2.4</b>	<b><i>Emisiones indirectas provenientes de la disposición de residuos sólidos .....</i></b>	<b>40</b>

### CAPÍTULO V

<b>5.</b>	<b>MARCO PROPOSITIVO .....</b>	<b>42</b>
<b>5.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>42</b>
<b>5.2</b>	<b>Plan de Mejora.....</b>	<b>42</b>
<b>5.2.1</b>	<b><i>Emisiones de combustión móvil: Flota vehicular de la Facultad de Recursos Naturales.....</i></b>	<b>42</b>

## **CAPÍTULO VI**

<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>6.1</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>47</b>
<b>6.2</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>48</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Características de las metodologías para el cálculo de la huella de carbono .....	<b>14</b>
<b>Tabla 2-2:</b>	Taxonomía de las emisiones y remociones.....	<b>18</b>
<b>Tabla 3-1:</b>	Categorización de emisiones .....	<b>24</b>
<b>Tabla 3-2:</b>	Potencial de calentamiento global.....	<b>25</b>
<b>Tabla 3-3:</b>	Factores de emisión de combustibles .....	<b>26</b>
<b>Tabla 4-1:</b>	Inventario de emisiones directas e indirectas de GEI de la Facultad de Recursos Naturales .....	<b>31</b>
<b>Tabla 4-2:</b>	Consumo de combustible de las maquinarias agrícolas de la Facultad de Recursos Naturales .....	<b>32</b>
<b>Tabla 4-3:</b>	Emisiones directas por combustión móvil.....	<b>34</b>
<b>Tabla 4-4:</b>	Consumo energético anual (KWh/año) según la fuente de consumo .....	<b>37</b>
<b>Tabla 4-5:</b>	Consumo energético anual (KWh/año) según área de consumo.....	<b>38</b>
<b>Tabla 4-6:</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente por electricidad importada.....	<b>39</b>
<b>Tabla 4-7:</b>	Cantidad de vehículos particulares que ingresan semanalmente a la Facultad ..... de Recursos Naturales.....	<b>39</b>
<b>Tabla 4-8:</b>	Combustible estimado .....	<b>39</b>
<b>Tabla 4-9:</b>	Emisión de CO <sub>2</sub> equivalente por combustión móvil .....	<b>40</b>
<b>Tabla 4-10:</b>	Cantidad de Kilogramos de residuos sólidos anuales generados por la Facultad ..... de Recursos Naturales .....	<b>40</b>
<b>Tabla 4-11:</b>	Emisiones indirectas generadas por la gestión de residuos.....	<b>41</b>
<b>Tabla 5-1:</b>	Lineamientos para reducir emisiones de la flota vehicular de FRN.....	<b>43</b>
<b>Tabla 5-2:</b>	Plan de mejora para reducir emisiones relacionados con la electricidad importada .....	<b>43</b>
<b>Tabla 5-3:</b>	Comparación de luminaria.....	<b>44</b>
<b>Tabla 5-4:</b>	Plan de mejora para reducir las emisiones relacionadas al transporte.....	<b>45</b>
<b>Tabla 5-5:</b>	Plan de mejora para reducir las emisiones relacionadas a los residuos sólidos ....	<b>45</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Mapa de los cambios observados en la temperatura y precipitación. ....	<b>8</b>
<b>Ilustración 2-2:</b>	Esquema del ciclo energético en la atmósfera. ....	<b>9</b>
<b>Ilustración 2-3:</b>	Sectores económicos y su producción de GEI en 2010.....	<b>10</b>
<b>Ilustración 2-4:</b>	Emisiones globales de CO2 por año. ....	<b>11</b>
<b>Ilustración 2-5:</b>	Emisiones antropogénicas anuales totales de GEI por gases, 1970-2010.....	<b>12</b>
<b>Ilustración 2-6:</b>	Normativas ISO .....	<b>19</b>
<b>Ilustración 3-1:</b>	Fabricantes de autos de mayor circulación en Ecuador. ....	<b>28</b>
<b>Ilustración 4-1:</b>	Emisiones Directas por combustión móvil.....	<b>36</b>
<b>Ilustración 4-2:</b>	Porcentaje de la fuente de consumo energético .....	<b>37</b>
<b>Ilustración 4-3:</b>	Porcentaje de consumo energético según el área de consumo.....	<b>38</b>
<b>Ilustración 4-4:</b>	Huella de carbono de la facultad de Recursos Naturales .....	<b>41</b>

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** MODELO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PARA EL ENCARGADO DE LOS VEHÍCULOS DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
- ANEXO B:** TABLA DE CONSUMO REFERENCIAL DE ELECTRICIDAD DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
- ANEXO C:** MODELO DE OBSERVACIÓN DE LA ENTRADA DE VEHÍCULOS PARTICULARES A LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
- ANEXO D:** CRITERIOS DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS EPA PARA LA OBTENCIÓN DEL MGP
- ANEXO E:** RESULTADOS PROMEDIO DEL MPG
- ANEXO F:** FACTORES DE EMISIÓN DE LA IPCC PARA COMBUSTIBLES
- ANEXO G:** FACTORES DE EMISIÓN DE LA IPCC PARA RESIDUOS SOLIDOS

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la Huella de Carbono al año 2019 generada por la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH a través de la metodología de la Norma ISO 14604:1 para proponer estrategias de mitigación y neutralización de carbono para minimizar los impactos ambientales de la organización. Para ello, se realizó un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), donde se estipularon los límites de la organización, los límites de informe y posteriormente se identificó las fuentes de emisiones de GEI y se categorizaron las emisiones en: emisiones directas de combustión móvil, emisiones indirectas por electricidad importada, emisiones indirectas causadas por el transporte y emisiones indirectas provenientes de la disposición de residuos sólidos. Posteriormente, para la cuantificación de emisiones se utilizó las ecuaciones propuestas por la Norma ISO 14064:2018 y se consideró los factores de emisión propuestos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), a excepción del factor de emisión para la electricidad importada, pues se utilizó el dato proporcionado el Sistema Nacional Interconectado (SNI). Los resultados apuntaron que, la Facultad de Recursos Naturales en sus operaciones generó un total de 456,79 toneladas de carbono equivalente, de esto, un 54% corresponde a emisiones provenientes del parque automotor, el 21% corresponde a la combustión móvil generadas por la quema de combustibles en el uso de maquinaria agrícola, seguidamente, el 18% corresponde a emisiones por la electricidad importada y el 7% restante corresponde a emisiones generadas por la gestión de residuos. Se recomienda continuar con la determinación de la Huella de Carbono para el resto de Facultades de la ESPOCH para así obtener un indicador global para toda la institución.

**Palabras clave:** <HUELLA DE CARBONO >, <GASES DE EFECTO INVERNADERO >, <ISO 14064>, <CAMBIO CLIMÁTICO>, <EMISIONES DIRECTAS DE CO2>, <FACTORES DE EMISIÓN DEL IPCC >, <ESPOCH >.



1424-DBRA-UPT-2023

  
D.E.K.A.I.  
Ing. Cristóbal Castillo

## SUMMARY / ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the Carbon Footprint for the year 2019 generated by the Faculty of Natural Resources of ESPOCH through the methodology ISO 14604:1 Standard to propose mitigation and carbon neutralization strategies to minimize environmental impacts of the organization. For this, an inventory of greenhouse gas (GHG) emissions was carried out, where the limits of the organization, the reporting limits were stipulated and later the sources of GHG emissions were identified and the emissions were categorized into: direct emissions mobile combustion, indirect emissions from imported electricity, indirect emissions caused by transportation, and indirect emissions from solid waste disposal. Subsequently, for the quantification of emissions, the equations proposed by the ISO 14064:2018 Standard were used and the emission factors proposed by the Intergovernmental Group of Experts on Climate Change (IPCC) were considered, with the exception of the emission factor for electricity imported, since the data provided by the National Interconnected System (SNI) was used. The results pointed out that, the Faculty of Natural Resources in its operations generated a total of 456.79 tons of equivalent carbon, of this, 54% corresponds to emissions from the automotive fleet, 21% corresponds to mobile combustion generated by the fuel burning in the use of agricultural machinery, then 18% corresponds to emissions from imported electricity and the remaining 7% corresponds to emissions generated by waste management. It is recommended to continue with the determination of the Carbon Footprint for the rest of the ESPOCH Faculties in order to obtain a global indicator for the entire institution.

**Keywords:** <CARBON FOOTPRINT>, <GREENHOUSE GASES>, <ISO 14064>, <CLIMATE CHANGE>, <DIRECT CO2 EMISSIONS>, <IPCC EMISSION FACTORS>, <ESPOCH>.



Lic. Lorena Hernández A.

180373788-9

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático se está convirtiendo en un asunto de suma importancia en la agenda de los gobiernos y organizaciones, tanto así que, Cordero y Gernalda (2012) lo denominan como una de las *megatendencias de la sociedad posmoderna*. Uno de los primeros pasos para contribuir a la mitigación del clima global es reconocer cuántos gases de efecto invernadero generan cada una de las actividades que se ejercen como individuo o como organización. Para ello, los científicos e investigadores han creado una variedad de indicadores que permiten cuantificar de manera específica un proceso o fenómeno ambiental en particular (Perevochtchikova, 2013, p.3).

La huella de carbono se refiere a la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) liberados a la atmósfera como resultado de las actividades humanas. Estos gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), atrapan el calor en la atmósfera y contribuyen al calentamiento global.

La huella de carbono se mide generalmente en toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e). Incluye tanto las emisiones directas, que provienen de la combustión de combustibles fósiles en actividades como la generación de energía, el transporte y la producción industrial, como las emisiones indirectas, que están asociados con el consumo de bienes y servicios, incluyendo la producción y el transporte de los mismos.

Calcular la huella de carbono implica evaluar todas las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero de una actividad, empresa, producto o individuo, considerando la cantidad de emisiones producidas y su equivalente en dióxido de carbono. Esto puede incluir la energía utilizada, los viajes en avión, el consumo de electricidad, el uso de automóviles, la producción de alimentos, entre otros factores. La medición de la huella de carbono es una herramienta importante para entender y controlar las emisiones de gases de efecto invernadero. Ayuda a identificar áreas en las que se pueden implementar acciones para reducir la huella y mitigar el cambio climático, como la eficiencia energética, el uso de energías renovables, la mejora de los procesos industriales y el fomento de prácticas sostenibles en general.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) es una institución de educación superior en Ecuador. Su sede matriz se ubica en la Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba; además cuenta con dos sedes ubicadas en las provincias de Morona Santiago y Orellana. La ESPOCH se encuentra conformada por las facultades de Administración de Empresas, Ciencias, Ciencias Pecuarias, Informática y Electrónica, Mecánica, Salud Pública y Recursos Naturales.

Esta última facultad es el objeto de estudio de esta investigación, la misma cuenta con cuatro escuelas que son: Agronomía, Ingeniería Forestal, Turismo y Recursos Naturales Renovables. Mediante el presente estudio se pretende determinar la Huella de Carbono de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH al año 2019.

La presente investigación se delimita a la determinación de la huella carbono de las emisiones de GEI efectuadas por las operaciones asociadas a la Facultad de Recursos Naturales en la sede Matriz Riobamba, excluyendo las actividades realizadas fuera de la misma en las sedes de Morona Santiago, Orellana y en las estaciones experimentales. Del mismo modo, el período para el cual se han calculado las emisiones de GEI es el 2019, al ser este año el último de actividades regulares previo a la emergencia sanitaria de Covid-19.

Para la cuantificación se toman en cuenta como emisiones de GEI directas la combustión móvil producto del desplazamiento de vehículos a poder de la Facultad de Recursos Naturales, y la electricidad importada. Por otro lado, como emisiones indirectas se consideran las emisiones por combustión móvil causadas por flota vehicular fuera los controles de la organización correspondientes al traslado de estudiantes, docentes y personal administrativo de la FRN.

Se logró determinar que, la facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH generó al año base 2019 un total de 125,06 toneladas de carbono equivalente, esto se desglosa en la electricidad como mayor fuentes de emisión con 80,58 toneladas de carbono equivalente, en segundo puesto se encuentra las emisiones indirectas por la gestión de residuos sólidos que generaron 23,94, le sigue el transporte de estudiantes, docentes y personal administrativo que generó 11,41 toneladas de carbono equivalente, finalmente la menor fuentes de emisión de gases de efecto invernadero se registró en la combustión móvil generada por la quema de combustible de la maquinaria agrícola a cargo de la Facultad de Recursos Naturales.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

Los cambios en las precipitaciones, inundaciones, sequías, lluvias intensas, la acidificación del océano, el derretimiento de los casquetes polares, así como olas de calor que atacan diversos lugares del planeta son los impactos de una crisis ambiental conocida como cambio climático. Este fenómeno si bien tiene su origen natural, ha intensificado sus consecuencias debido a un modelo insostenible de consumo de recursos y energía por parte del ser humano. Esta problemática se configura como una amenaza muy grave y sus consecuencias afectan en muchos aspectos diferentes de nuestras vidas. Las concentraciones elevadas de dióxido de carbono persistirán en la atmósfera durante cientos o miles de años, causando que nuestro planeta siga calentándose en las próximas décadas, no obstante, aún podemos aplicar estrategias para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que disminuirían los impactos nocivos para la salud humana y los ecosistemas.

En este contexto, la problemática que se aborda en el presente proyecto de investigación es el desconocimiento de la magnitud de emisiones de gases de efecto invernadero producidos por las actividades administrativas y educativas de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Esto ocurre ya que, hasta el presente, no se registran investigaciones previas acerca del cálculo de la huella de carbono de la Facultad de Recursos Naturales ni del resto de las facultades que conforman la ESPOCH, por tanto, no se cuenta con una metodología previamente aplicada al cálculo de este indicador para la institución. La aproximación más cercana de medición de esta clase de indicadores ambientales se la puede encontrar en la tesis de grado titulada “Evaluación de la Huella Ecológica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” presentada por Colcha y Mora en 2017, donde se consideraron variables como el consumo de electricidad, consumo de agua, producción de residuos, movilidad y la construcción donde se determinó el área ecológicamente productiva para suplir el consumo de recursos y desechos generados en estas actividades realizadas por toda la institución.

Lo dicho hasta aquí supone que la falta de información sobre la huella de carbono generada en la Facultad de Recursos Naturales obedece en primera instancia a la falta de esfuerzos o iniciativas de los organismos competentes para incentivar la medición de indicadores ambientales como lo es la huella de carbono, a través de la generación de inventarios y reporte de las emisiones y

remociones de GEI de las actividades de la Facultad. Consecuentemente, al carecer de suficiente información sobre el nivel de emisiones de GEI no se pueden proponer estrategias o medidas adecuadas de reducción y neutralización de carbono que puedan aportar a la mitigación y adaptación del cambio climático.

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo General***

Determinar la huella de carbono del año 2019 generada por la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH a través de la norma ISO 14064:1 para minimizar las emisiones de GEI (Gases de efecto invernadero) de la organización.

### ***1.2.2 Objetivos Específicos***

Identificar las fuentes de emisiones de GEI asociadas a las operaciones de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH por medio de un inventario de emisiones.

Calcular la Huella de Carbono de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH bajo los estándares establecidos por la norma ISO 14064-1.

Proponer un plan de mejoras que contenga estrategias de reducción de emisiones de GEI para disminuir el impacto de las operaciones de la facultad de Recursos Naturales.

## **1.3 Justificación**

Para conocer el estado ambiental del entorno, se puede hacer uso de indicadores ambientales como la huella ecológica, la huella hídrica y la huella de carbono, esta última es una herramienta muy importante a la hora de valorar objetivamente las emisiones de gases de efecto invernadero de un individuo, una organización, una localidad e incluso una nación. En la última época, la conciencia ecológica de personas e instituciones va en aumento; cada vez son más las empresas, organizaciones e individuos que usan la herramienta de la Huella de Carbono para cuantificar las emisiones de GEI que producen en sus actividades para poder informar así a consumidores o población en general, acerca de cómo contribuyen en mayor o menor medida al cambio climático y demostrando sus intentos de mitigación del mismo, buscando modelos de producción más sostenibles. Su cálculo asociado a la actividad de una empresa o institución implica el análisis del

funcionamiento interno de la misma, por lo que permite conocer con exactitud de qué fuentes provienen las emisiones de gases de efecto invernadero. A partir de allí, se pueden proponer diversas estrategias de reducción de emisiones que suponen ciertas ventajas a la empresa que lo realice como, por ejemplo, reducir el consumo energético utilizado para el desarrollo de las actividades, mejorar la optimización del espacio, uso de materiales y disminuir la generación de residuos, etc.

La ESPOCH, en su calidad de institución de Educación Superior, tiene un compromiso y responsabilidad con la sociedad y el ambiente por lo que sus acciones se encuentran encaminadas a la preservación del ambiente en todas sus prácticas. La ejecución del presente proyecto de investigación sobre la huella de carbono, el mismo que tiene por objetivo realizar la medición de las emisiones de gases de efecto invernadero, para proponer medidas basadas en la realidad institucional para compensar las emisiones generadas.

La cuantificación de la huella de carbono de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, se realiza en base a las metodologías propuestas en los documentos: “Norma ISO 14064 Gases de Efecto Invernadero — Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación, y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto INVERNADERO (ISO 14064-1:2018, última versión vigente)”. La elección de esta guía metodológica se da debido a la Norma Técnica Organizacional del Programa Ecuador Carbono Cero (PECC), presentada por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador. La medición de este parámetro bajo las especificaciones técnicas de las metodologías antes mencionadas tiene relevancia tanto en el cumplimiento con los crecientes y exigentes estándares internacionales, así como en la mejora de los procesos internos, lo que pueden traer como beneficio el acceso a certificaciones ambientales, por ejemplo, el Distintivo Iniciativa Verde otorgado por el Programa Ecuador Carbono Cero (PECC).

#### **1.4 Pregunta de investigación**

¿Cuál es la huella de carbono de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH al año 2019 y cuáles son las posibles estrategias de mitigación?

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Cambio Climático

El clima de la Tierra hace referencia al “estado del sistema climático, determinado por valores medios de variables ambientales en intervalos de tiempo largos y referentes a la variabilidad, tanto temporal como espacial” (Alonso Oroza, 2016, p.14). Entre las variables ambientales más analizadas se encuentran la temperatura, viento, humedad en superficie o precipitación, sin embargo, Alonso Oroza (2016, p.15) discurre que se deben considerar otras variables como, por ejemplo, el viento, la humedad, la temperatura de la superficie del mar, el nivel del mar, la extensión de los hielos, los tipos y usos del suelo o la cobertura boscosa, etc.

A través del análisis del registro climático se ha puesto en evidencia un cambio sustancial en las variables que determinan el sistema climático. Esta situación ha generado gran interés de los científicos por entender el clima pasado con el objetivo de realizar predicciones del clima futuro. Entendiendo qué es el clima, es preciso entrar a la discusión sobre qué es el cambio climático, pues son varias las definiciones que se tienen acerca de esta temática; en el glosario de términos de la IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), reconocen al cambio climático como la “variación del estado del clima en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo”. En el mismo documento publicado por el organismo internacional, citan también la definición la brindada por La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, donde se señala que el cambio climático es el “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (IPCC, 2013, p.23). En esta segunda aceptación se entiende al cambio climático como una modificación del clima por acción antropógeno directo o indirecto, que se sobrepone a procesos naturales.

Para el análisis del cambio climático es necesario no solo investigar su dimensión ambiental sino también es preciso evaluar sus implicaciones sociales y políticas. Si bien, las consecuencias de esta problemática ambiental incurren sobre todas las naciones sin distinción, los países industrializados son los mayores responsables de las emisiones de grandes cantidades de gases de efecto invernadero, por lo cual, Esposito (2016, p.24) al igual que González Cortés (2018, p.139), consideran en estos recae la mayor responsabilidad por combatir este fenómeno.

Apenas en 1973, la Organización Meteorológica Mundial impulsa la creación de la IPCC de mano del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. El primer informe de este organismo impulsó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Por otro lado, en 1992 se celebra la Cumbre de Río de Janeiro (Alonso Oroza, 2016, p.14).

Otro evento destacable es el Protocolo de Kioto, pues fue el principal acuerdo internacional para reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero para el primer período 2008-2012, luego extendido al segundo período 2013-2020. Aunque los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a nivel mundial y nacional, son razonables dada la magnitud del problema del calentamiento global que surgió a principios de la década de 2000, los resultados para las primeras etapas son modestos y están limitados por la posición diplomática de los Estados Unidos, que es el responsable de una cuarta parte de las emisiones, aunque llegó a firmar el protocolo finalmente decidió no ratificar.

Otro instrumento político fue el Acuerdo de París, donde Estados Unidos se comprometió a una reducción del 27 % en las emisiones con respecto a los niveles de 2005 para 2025. A cambio, China suministró el 20 % de su energía a partir de fuentes con cero GEI (es decir, nucleares y renovables) a partir de hoy el producto interno disminuyó en un 60-65% en comparación con 2005 (Barros y Camollini, 2020: p. 146).

### ***2.1.1 Causas del cambio climático***

Sobre las causas que generan variabilidad en la climatología de la tierra, Pallmall (2021, p.21) distingue entre influencias externas e internas de la Tierra. Las primeras hacen referencia a fluctuaciones en la cantidad de energía emitida por el Sol, variaciones en la órbita terrestre y acontecimientos más catastróficos como de choque de meteoritos.

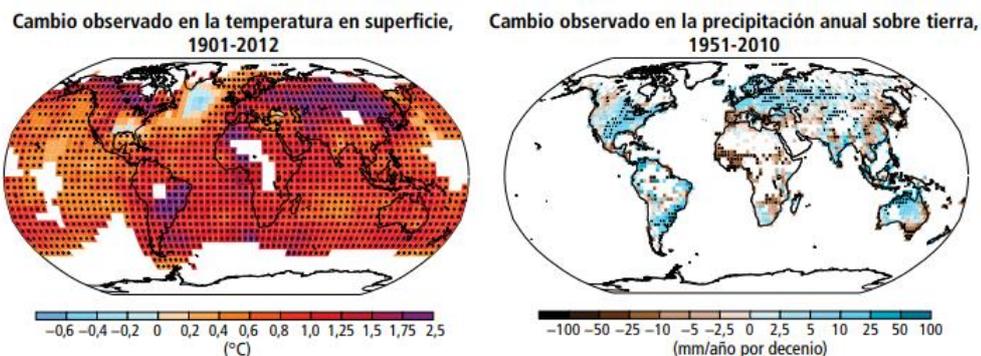
Entre las influencias internas se mencionan al movimiento de las placas tectónicas, las corrientes oceánicas, el campo magnético de la Tierra y la composición de la atmósfera, esta última está influenciada por los gases de emisiones volcánicas y los procesos propios de los organismos.

En cuanto a las actividades antrópicas, hasta hace algunos años aún existía el debate acerca de la atribución del hombre sobre los cambios de temperatura de la Tierra. En la actualidad autores como Pallmall (2021, p.18) consideran innegable la responsabilidad del homo sapiens sobre el cambio climático y lo catalogan como un nuevo agente climático. Si bien su impacto habría comenzado con la tala de bosques para convertirlos en tierras de cultivo y pastizales, solo en las

últimas cuatro décadas la humanidad ha podido obtener información cada vez más precisa sobre lo que sucede en la atmósfera como resultado de las actividades humanas. A través del avance tecnológico se pudo procesar grandes cantidades de datos sobre el comportamiento de la atmósfera y los océanos bajo condiciones de acumulación de gases efecto (Molina et al., 2017: p.23).

### 2.1.2 Impactos del Cambio Climático

Entre 1880 hasta el 2012, ha sido el período más cálido de los últimos 1400 años, donde se observa un aumento de temperatura de 0,85 °C. Los cambios registrados sobre la precipitación, sugieren que, sobre las zonas continentales de latitudes medias del hemisferio norte, las precipitaciones han aumentado desde 1901. Del mismo modo, se ha observado que el océano se ha calentado cerca de la superficie 0.11°C por decenio entre 1971 y 2010; por consiguiente, el aumento de CO<sub>2</sub> en los océanos que ha generado la acidificación de 26% de los mismos al registrar disminuciones en 0.1 del pH del agua. La criosfera también ha sido afectada en Groenlandia y la Antártida, reduciendo 3,5% al 4,1% la extensión del manto de nieve por decenio entre 1979 al 2012 (véase Ilustración ). Por último, se menciona que desde 1901-2010, el nivel del mar se ha elevado 0.19 metros (IPCC, 2014, p.21)



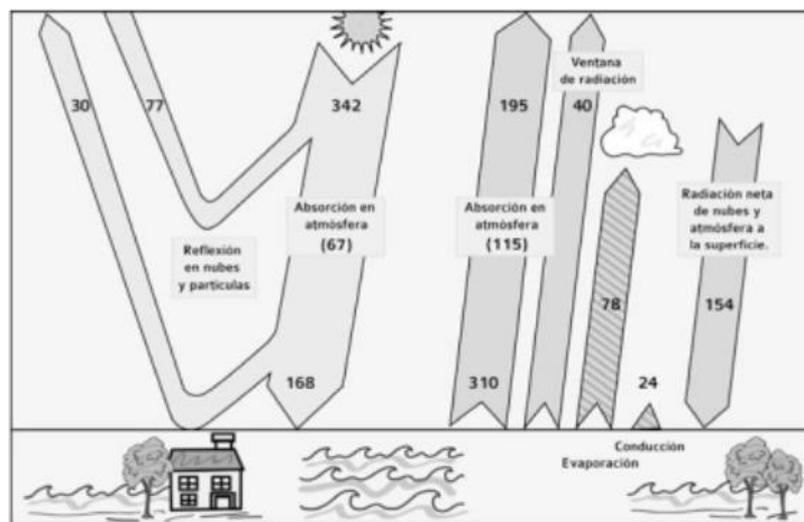
**Ilustración 2-1:** Mapa de los cambios observados en la temperatura y precipitación.

Fuente: IPCC, 2014, p.21.

## 2.2 Efecto Invernadero

El planeta Tierra, es el único del sistema solar que cuenta con una cubierta llamada atmósfera, que nos permite sustentar una vida con oxígeno para el desarrollo de la vida tal como la conocemos. La atmósfera está compuesta en un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y de 0.9% de argón, el 0.1% restante lo forman diversos gases, siendo el más notable el dióxido de carbono (Fazio, 2019, p.31). Si la Tierra no tuviera atmósfera, la temperatura media de la superficie del planeta sería de -18°C, ya que la radiación solar reflejada sobre la superficie terrestre y rebotara

libremente hacia el espacio, con esta capa llamada atmósfera, sólo alrededor del 30% de la radiación del sol se refleja de regreso al espacio. La atmósfera cumple el papel de una capa protectora donde, algunos de sus componentes absorben relativamente poca radiación solar (especialmente cuando no hay nubes), otros en cambio absorben muy bien la radiación infrarroja que rebota de la superficie por lo que una parte es liberada al espacio, pero una fracción se queda almacenada dentro de la atmósfera ( Ilustración 1-2). Como resultado, se produce un calentamiento interior que modifica el balance radioactivo y alcanza una temperatura superficial media de 15 °C. Este comportamiento de la atmósfera, es el efecto invernadero (Alonso Oroza, 2016, p.66).



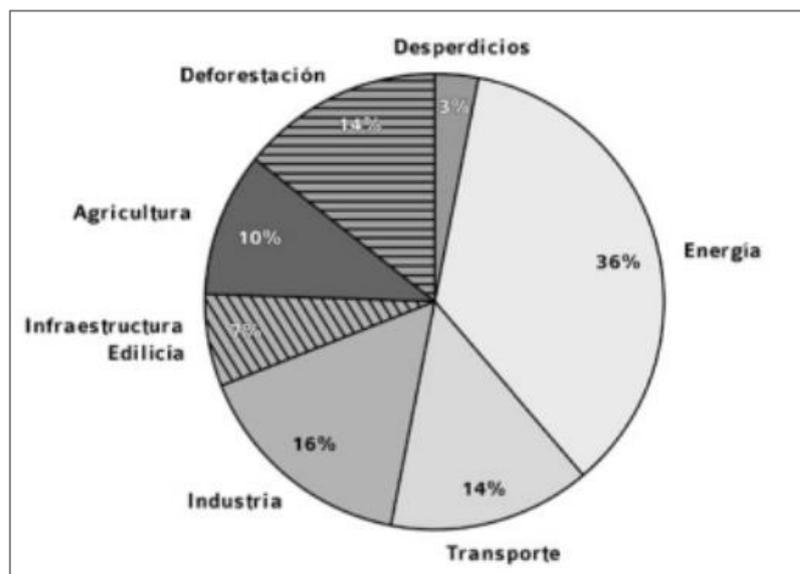
**Ilustración 1-2:** Esquema del ciclo energético en la atmósfera.

**Fuente:** Barros y Camilloni, 2020, p.34.

Si bien el efecto invernadero es un proceso natural, este se ha visto potenciado por la aparición de nuevos gases de origen antropogénico derivado de la utilización de combustibles fósiles y en menor magnitud por la deforestación, provocando una importante acumulación de gases que generan un calentamiento global del planeta (Fazio, 2019, p.32). Del mismo modo, Barros y Camolloni (2020, p.34) comparten esta afirmación y explican que existe evidencia clara de que las emisiones antropogénicas de otros gases de efecto invernadero han alterado sus concentraciones en la atmósfera. Desde la revolución industrial, el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) para la producción de energía ha liberado grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera, así como gases de efecto invernadero y otros gases de origen antropogénico. Por lo tanto, el problema principal es el aumento actual y futuro de las emisiones de dióxido de carbono por la combustión de combustibles fósiles como fuente de energía.

### 2.2.1 Gases de efecto invernadero

A mediados del siglo XIX, John Tyndall pudo demostrar que no todos los gases que componen la atmósfera son igualmente transparentes a la radiación infrarroja, pero sí las moléculas de vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>), pues estas son "opacas" para la radiación, atrapando así los rayos infrarrojos de manera eficiente. El vapor de agua es el principal elemento del efecto invernadero, (aproximadamente en un 80% del efecto total) y, en segundo lugar, se encuentra el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub> (Molina et al., 2017: p. 17). También hay muchos productos industriales que emiten metano, óxido nitroso o gas flúor durante su producción o uso, pero estas emisiones representan menos del 1% del total. Asimismo, la mayoría de las emisiones de la construcción y mantenimiento de edificios e infraestructura en general también son dióxido de carbono y provienen de la combustión de hidrocarburos. Como resultado, casi el 65% de las emisiones antropogénicas provienen del dióxido de carbono producido cuando se queman combustibles fósiles (Ilustración ).

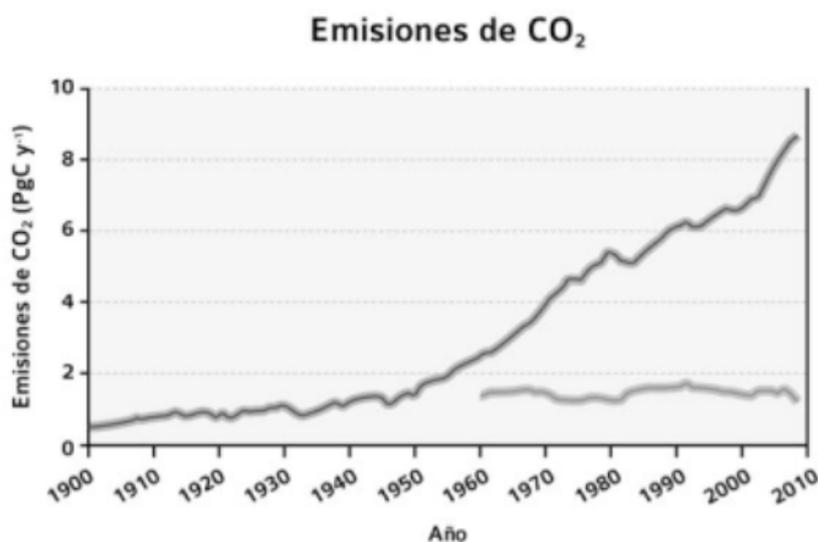


**Ilustración 2-3:** Sectores económicos y su producción de GEI en 2010.

Fuente: Barros y Camilloni, 2020, p. 38

Los gases de efecto invernadero, o más llamados por sus siglas GEI, de acuerdo a su composición química, tienen distintos tiempos de permanencia en la atmósfera en el caso del metano sus emisiones duran alrededor de 15 a 20 años, para el dióxido de carbono en cambio las alteraciones producidas por las concentraciones de este gas pueden durar entre 100 y 150 años, similar al óxido nitroso que puede durar hasta 100 años. La presencia a largo plazo de gases de efecto invernadero en la atmósfera significa que sus emisiones tienen un impacto acumulativo. Dado que el tiempo de exposición de las emisiones de dióxido de carbono y óxido nitroso supera los 100 años, a pesar

de que las concentraciones en la atmósfera se redujeron a cero durante un largo período de tiempo serían superiores a las de la época preindustrial y tardarían unos dos siglos en volver a su antiguo valor (Barros y Camillon, 2020: pp. 35-36). Esto nos quiere decir que los cambios producidos en el clima, y los que se producirán en las próximas décadas, son principalmente el resultado de emisiones pasadas, de las que los países más desarrollados son los principales responsables.



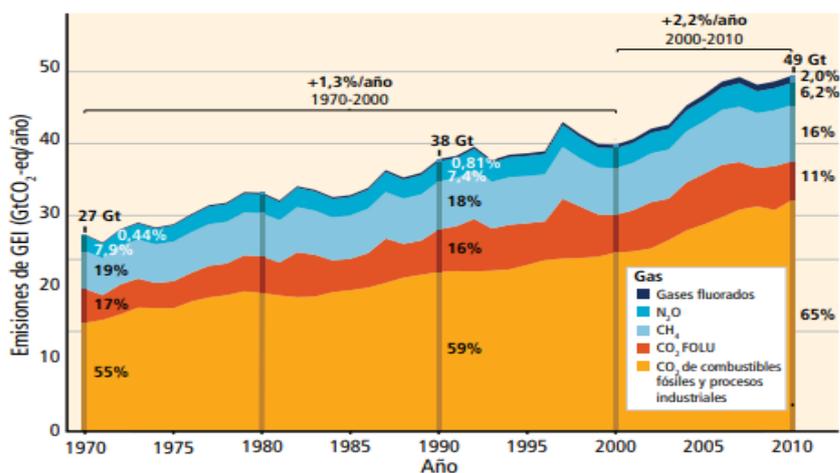
**Ilustración 2-4:** Emisiones globales de CO<sub>2</sub> por año.

**Fuente:** Barros y Camilloni, 2020, p.34

En la Ilustración 2-4 se muestran las concentraciones de dióxido de carbono, el trazo superior corresponde a las emisiones causadas por la quema de combustibles fósiles y el inferior a las debidas a la deforestación (Barros y Camilloni, 2020, p.34). La concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera sólo ha aumentado 20 partes por millón en los 8.000 años anteriores a la industrialización, desde 1750. Aproximadamente dos tercios de este aumento se deben a la quema de combustibles fósiles y el tercio restante se debe a la conversión del uso de la tierra. Por otro lado, las emisiones de metano y óxido nitroso tienen su origen en las industrias agrícolas y ganaderas (Alonso Oroza, 2016, p. 76). Podemos concluir que los cambios que se han producido en los gases de efecto invernadero desde la revolución industrial no tienen precedentes en el pasado reciente, esto sin embargo, no nos libra de responsabilidad por reducir nuestras emisiones.

A partir de la época preindustrial, las emisiones antropogénicas acumuladas de gases de efecto invernadero (GEI) advierten aumento significativo de las concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) en la atmósfera (Ilustración -5). Durante los años 1750-2011, la cantidad total de CO<sub>2</sub> emitida por los humanos a la atmósfera ascendió a 2040 ± 310 Gt CO<sub>2</sub>. Alrededor del 40% de estas emisiones permanecen en la atmósfera (880 ± 35

GtCO<sub>2</sub>), mientras que el resto se elimina de la atmósfera y se almacena en la tierra (en las plantas y el suelo) y alrededor del 30% en el océano. En la gráfica 2-1 se muestran las emisiones antropogénicas anuales totales de gases de efecto invernadero (GEI) (gigatonelada de CO<sub>2</sub> equivalente al año, GtCO<sub>2</sub>-eq/año) para el período comprendido entre 1970 y 2010, por gases: CO<sub>2</sub> procedente de la quema de combustibles fósiles y procesos industriales; CO<sub>2</sub> procedente de la silvicultura y otros usos del suelo (FOLU); metano (CH<sub>4</sub>); óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (IPCC, 2014: pp. 4-5).



**Ilustración 2-5:** Emisiones antropogénicas anuales totales de GEI por gases, 1970-2010.

Fuente: IPCC, 2014, p.5.

### 2.2.2 Huella de Carbono

La Huella de Carbono (HdC), definida en forma muy general, representa la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Pandey et al., 2010: pp. 16-17), y es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases. Los GEI, definidos en el protocolo de Kioto el año 1997, forman una capa permanente en la parte media de la atmósfera que impide que toda la radiación solar que es devuelta por la tierra pueda salir, provocando con ello que la temperatura bajo la capa aumente.

En los últimos años se han desarrollado varias otras herramientas de cuantificación y metodologías para determinar el nivel de emisiones de GEI de individuos, organizaciones y unidades administrativas o territoriales, y la HdC es una de ellas (Padgett et al., 2008: p.26). La HdC, se ha convertido en un lema en el debate público sobre el cambio climático, atrayendo la atención

de los consumidores, negocios, gobiernos, ONG y organizaciones internacionales por igual, induciendo cambios en los patrones competitivos de las empresas.

#### *2.2.2.1 Metodologías de cuantificación de la huella de carbono: Norma ISO 14064*

Según el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia (2022, p.15), la huella de carbono emerge como un parámetro de cuantificación que da paso a un indicador del efecto de una acción o trabajo frente al cambio climático, esto sobre los grandes emisores. Por ello, para cuantificar es posible abordarlo con base al enfoque específico de cada actividad dado que para cada uno se tienen diversos métodos mundiales, entre los cuales están:

- Enfoque corporativo: pondera la huella de carbono de una empresa en un lapso determinado.
- Enfoque de ciclo de vida de un bien o servicio: pondera la huella de carbono de una cadena de valor hasta el término de la vida útil de un producto o servicio.
- Enfoque individual o personal: valora las emisiones de gases de un sujeto en un periodo establecido.
- Enfoque territorial: valora las emisiones de GEI de una zona en particular con límites determinados por cuestiones geográficas o político administrativas.
- Enfoque en eventos: según el Ministerio de Medio Ambiente de Colombia (2022, p.15) examina el “uso de electricidad, transporte de asistentes, preparación de alimentos, insumos de papelería, entre otras”, esto en la organización y desarrollo de algún evento.
- Enfoque particular por industria: estudia la emisión de los GEI de un área de producción en particular, su repercusión y aporte al cambio climático.

No obstante, la Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe (2013, p.12), indica que dichas metodologías:

Hacen referencia tanto al cálculo de inventarios de emisiones y huellas de carbono tanto para organizaciones, como para productos o servicios en particular con diferencias en cuanto a su alcance, gases contemplados o la escala a la que se aplica (Ihobe, 2013, p.15).

Es así que se pone en consideración las particularidades de cada una con el fin de esclarecer tanto las similitudes como las divergencias entre las metodologías y así permitir su selección de acuerdo a las necesidades y cualidades de cada organización, trabajo o bien (Tabla ).

**Tabla 2-1:** Características de las metodologías para el cálculo de la huella de carbono

	<b>UNE-EN ISO 14.064</b>	<b>GHG Procotol Alcance 1 y2</b>	<b>GHG Procotol Alcance 3</b>	<b>Bilan Carbone</b>	<b>PAS 2060:2010</b>
<b>Organización responsable</b>	Organización Internacional de Normalización	World Business Council for Sustainable Development World Resources Institute	World Business Council for Sustainable Development World Resources Institute	ADEME	British Standard Institute
<b>Utilidad</b>	Inventario de emisiones	Inventario de emisiones	Huella de carbono	Huella de carbono	Huella de carbono y compensación de emisiones
<b>Recomendaciones para la reducción</b>	Si	No	No	Si	Si
<b>Recomendaciones para la compensación</b>	No	No	No	No	Si
<b>Contabilización de las remociones de GEI</b>	Si	No	No	No	No
<b>Gases considerados</b>	Todos los GEI	6 incluidos en el Protocolo de Kioto (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub> )	6 incluidos en el Protocolo de Kioto (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub> )	6 incluidos en el Protocolo de Kioto (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub> )	6 incluidos en el Protocolo de Kioto (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub> )
<b>Escala</b>	Organización	Organización /Producto/ Servicio	Organización /Producto/ Servicio	Organización /Producto/ Servicio	Organización /Producto
<b>Alcance</b>	Directas + Indirectas+ otras indirectas	Directas + Indirectas	Directas + Indirectas+ otras indirectas	Directas + Indirectas+ otras indirectas	Directas + Indirectas+ otras indirectas

<b>Uso internacional</b>	Si	Si	Si	No	Si
<b>Posibilidad de verificación por un organismo externo independiente</b>	Si	Si	Si	No. La verificación no la realiza ADEME	Si
<b>Certificación/verificación</b>	Sí Permite la verificación de los inventarios y emisiones reducidas Certificación a nivel de ISO	No El GHG Protocolo no es un estándar de verificación (ofrece guías para hacerlo verificable) El GHG Protocolo no certifica las verificaciones.	No El GHG Protocolo no es un estándar de verificación (ofrece guías para hacerlo verificable) El GHG Protocolo no certifica las verificaciones.	No El Bilan Carbone no es un estándar de verificación El Bilan Carbone no certifica las verificaciones	Sí Permite la verificación de los inventarios y emisiones reducidas Certifica la neutralidad climática de la empresa

Fuente: Ihobe, 2013: pp. 15-16.

Frente a esta información, resulta importante conocer sobre cada metodología para identificar con claridad el enfoque de cada una, aunque con mayor énfasis en la ISO 14064 dado que es la de mayor interés para el desarrollo del presente estudio.

#### 2.2.2.2 GHG Protocol – Alcances 1,2 y 3.

Nace en 1998 bajo la alianza de varias entidades y organismos tanto públicos como privados en conjunto con World Resources Institute (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD). Su fin radica en generar pautas de reportes y contabilidad aprobadas mundialmente para fomentar su uso.

Asimismo, permite la simplificación del requerimiento de formular protocolos referentes al cálculo y recolección de emisiones para las empresas ya que otorga a cada empresa la opción de crear acciones de minimización de emisiones y agiliza su intervención en las campañas destinadas a la reducción de GEI (CEPAL. Naciones Unidas, 2018, p. 12).

#### 2.2.2.3 Bilan Carbone

De acuerdo con Espíndola y Valderrama (2015, p.170), la herramienta fue elaborada específicamente para convertir datos relativos a las actividades productivas (como el consumo de energía, la cantidad de camiones y la distancia manejada, las toneladas de acero adquiridas, entre otras) en emisiones, de forma rápida, usando factores de emisión. El método considera la contabilización de emisiones directas e indirectas de los GEI, relacionadas con las actividades industriales, empresariales, y de otras asociaciones y entidades administrativas. Permite clasificar las emisiones según fuente, siendo la base de la herramienta, una planilla Excel que calcula las emisiones asociadas a cada actividad de un proceso (Espíndola y Valderrama, 2015, p. 170).

Es por ello que dicha metodología entrega una guía amplia sobre las emisiones vinculadas a los procesos de la empresa y se puede aplicar en cada una de sus acciones, sobre todo en el ambiente francés. Además, como lo señala el (Ministerio para la Transición Ecológica de España 2018, p.33), entre las emisiones que se consideran están los seis gases determinados en el protocolo de Kioto.

Incluso comprende una versión de negocios para valorar las emisiones del ámbito industrial y otra para las autoridades integrada por el módulo de activos y el de servicios para ponderar las emisiones propias del área de administración y en todo el ambiente operado por la autoridad en sí (Solano y Ortiz, 2016: pp. 6-7).

Cabe destacar que presenta un sinnúmero de hojas de Excel debidamente organizadas para registrar los datos sobre las emisiones que nacen de la actividad en las áreas previamente indicadas. Entre las hojas están: la hoja maestra, misma que se asiste de la primera, segunda y tercera herramienta (Ihobe. Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2013, p.16).

#### *2.2.2.4 PAS 2060:2010*

Para comprender sobre esta metodología se parte del significado de las siglas PAS, mismas que denotan el acrónimo en inglés Public Available Specification. Ésta se formuló por el British Standard Institution y se enfoca en la certificación de los procesos de gestión y bienes, generación de pautas locales y globales, incluso en la capacitación sobre las normas y la comercialización globalizada (Roman, 2021, p. 15).

Además, Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2013, p. 16) señala que:

La norma PAS 2060 se ha desarrollado como una ampliación del concepto de la PAS 2050 (diseñada como metodología para el cálculo de huella de carbono asociadas a productos). Esta

herramienta está dedicada al cálculo de emisiones de organismos (tanto públicos como privados), colectividades territoriales y particulares, pero va más allá puesto que sienta las bases para que la entidad que está realizando el cálculo alcance el objetivo de “neutralidad” mediante la cuantificación, reducción y compensación de las emisiones GEI asociadas a un producto, actividad, servicio o edificio (Ihobe, 2013, p.19).

Es evidente que esta se implementa con el fin de exigir tanto el cálculo de la huella de carbono como la determinación de metas vinculadas a la minimización de la emisión de los gases en cada una de sus actividades. En este sentido, Ihobe señala que la metodología del PAS 2060-2010 hace que las organizaciones tengan la opción de compensar aquellas emisiones que no se reduzcan con el uso de los parámetros de compensación como los decretados en el Protocolo de Kioto. De este modo, cada entidad obtendrá la certificación de tipo “neutro”.

#### *2.2.2.5 ISO 14064*

La International Standard Association o también conocida como ISO se concibe como una entidad responsable de la difusión del auge de reglamentos mundiales en los sistemas de elaboración, comercialización y socialización de cada una de las áreas de la industria, donde quedan exentas las de carácter electrónica y eléctrica (Alava, 2015, p. 7).

De acuerdo con el portal (Eurofins 2022. p.2) la norma internacional ISO 14064 se desarrolló con el principal fin de entregar veracidad, transparencia y credibilidad a los reportes de emisión de gases de efecto invernadero de una empresa. No es certificable, pero sí verificable, lo que permite asegurar a través de una empresa acreditada e independiente que la declaración realizada sobre las emisiones de GEI, por medio del informe de emisiones formulado, es completa, coherente y transparente.

Para el cálculo de la huella de carbono, misma que puede emplearse para factores como el proyecto, el producto o la organización de una empresa, en pro de un mundo más sostenible se deben considerar sus limitaciones operativas (emisiones directas, indirectas, otras indirectas), organizacionales (control y participación de la empresa) (Eurofins, 2022, p. 1).

Precisamente, en las limitaciones operativas se pone a consideración la siguiente Tabla 1-2 en la que se deja en evidencia las emisiones y remociones que corresponden a cada tipo:

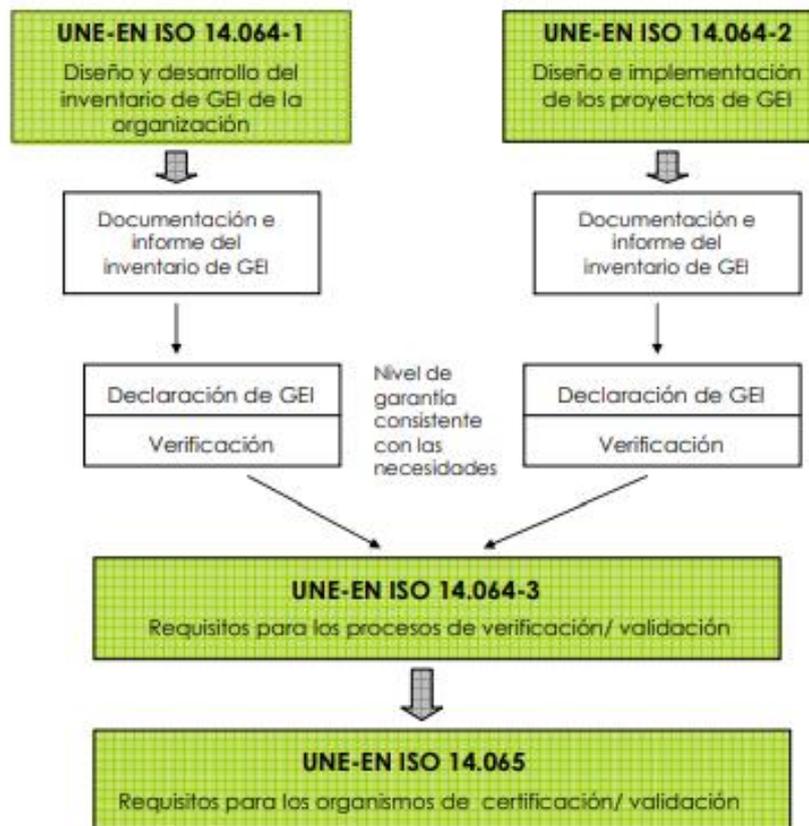
**Tabla 1-2:** Taxonomía de las emisiones y remociones

<b>Emisiones directas</b>	<b>Emisiones indirectas</b>
Por combustión estacionaria: cogeneraciones, calderas de gas y gasoil, etc.	Por energía importada: por ejemplo, la electricidad.
Por combustión móvil: flota de vehículos y transporte; etc	Por transporte de personas y bienes, para todos los tipos de transporte (carretera, ferrocarril, vía aérea y vía marítima).
Emisiones y remociones directas de procesos industriales: producción de cemento, etc.	Por productos utilizados por la organización: por ejemplo, las emisiones de GEI necesarias para producir las materias primas que emplea la compañía.
Por liberación de GEI en sistemas antropogénicos: gases refrigerantes, etc.	Vinculadas con el uso de los productos de la organización: por ejemplo, las emisiones de GEI debidas a la electricidad o los combustibles que consumen los productos que vendemos (un electrodoméstico, un vehículo, etc.), durante la fase de uso por los clientes.
Emisiones y remociones directas causadas por el uso del suelo, los cambios de uso del suelo y la silvicultura.	Por otras fuentes.

Fuente: Eurofins, 2022, p.1.

Esta herramienta de cálculo de emisiones de los gases de efecto invernadero integra tres partes, cada una con principios, parámetros y fases indispensables para una adecuada contabilización y ponderación en los resultados, lo cual brinda una pauta real para trabajar en optimas prácticas mundiales referentes a la gestión de datos sobre los GEI (Ihobe. Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2013, p. 19).

Las tres fases son: ISO 14064-1, ISO 14064-2, ISO 14064-3, las cuales operan como se muestra en la Ilustración -6:



**Ilustración 2-6:** Normativas ISO

Fuente: Ihobe, 2013 p.20.

Además, esta metodología se basa en los principios de pertinencia, coherencia, transparencia, cobertura total y exactitud, los cuales deben emplearse en cada informe sobre las emisiones de GEI con el objetivo de avalar la imparcialidad de los datos.

### 2.2.3 *Carbono Neutralidad*

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador (2021, p.29) el carbono neutral es el estado en el cual las emisiones netas de GEI son iguales al valor 0. Su finalidad es la conservación de su concentración en estado natural presente en el planeta dado que suele ser semejante al clima neutral.

Asimismo, el Ministerio en cuestión señala que, dicho contexto denota que “el resultado final de una actividad, un proceso o un proyecto tal como la producción de un bien, la provisión de un servicio o su consumo no haya emitido más gases efecto invernadero a la atmósfera que los que hayan podido capturar o remover” (2021, p.31).

Frente a esto, la (Consultora integral especializada en temas ambientales, OSD 2020, p.16), indica que, para calcularlo se parte de la huella de carbono en donde deben considerar los siguientes gases con su equivalente en CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y el Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Después, el carbono neutralidad se obtiene al buscar el cumplimiento de la siguiente ecuación:

$$E-R-C = 0$$

Donde

E: emisiones de gases de efecto invernadero

R: reducciones o remociones internas realizadas

C: compensaciones externas realizadas

Es así que para (Doherty 2021, p. 21), este reto mundial, enfocado a la preservación de la salud ambiental, contempla lo siguiente:

La neutralidad de carbono a 2030 es un hito complicado, pero no imposible, pero requiere una reducción efectiva de las emisiones de GEI. Además, la neutralidad carbono también implica medios para compensar las emisiones de GEI que no se puedan reducir, así como establecer mecanismos de mercado, un tema donde se han centralizado las negociaciones del Acuerdo de París, y el artículo 6, y que la COP26 de noviembre intentará resolver (Doherty, 2021, p. 21).

Por ello, cada uno de los parámetros de compensación que se aborden juegan un papel sustancial, aunque el establecimiento de normativas presenta variables vinculadas al área política y técnica que todavía requieren de profundidad en su estudio.

Además, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador (2021, p. 4) menciona que las personas interesadas en reflejar su progreso en el cálculo de las emisiones de GEI emplean metodologías bajo variadas perspectivas, entre las cuales están:

- GHG Protocol
- ISO 14064-1: estándar para cuantificación y reporte de emisiones y remociones de GEI.
- ISO 14064-2: estándar para diseño e implementación de proyectos de GEI
- ISO 14064-3: especificación y guía para la validación y verificación.
- ISO 14067: estándar de contabilización y reporte del ciclo de vida del producto.
- ISO 14069: cálculo de la huella de carbono de organización, es una guía de aplicación de la ISO 1604-1.

- PAS 2050: huella de carbono de producto
- PAS 2060: huella de carbono organizacional

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Enfoque de investigación**

El presente estudio se aborda desde un enfoque de tipo cuantitativo, esto quiere decir que, se trata de una investigación objetiva, donde cobra protagonismo la recolección, la medición de parámetros numéricos (Ortega, 2018, p.3). Para este trabajo el proceso de investigación se concentra en el análisis de mediciones numéricas sobre la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos como resultado de las actividades de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. El proceso metodológico de este sigue patrones estructurados para la recolección, cálculo y análisis de valoraciones numéricas cuantificables, en este caso por la norma ISO 14604-1.

#### **3.2 Alcance**

De acuerdo con el nivel de profundidad de la exploración del conocimiento, esta investigación comprende un estudio con alcance descriptivo, pues busca detallar las fuentes de emisiones de GEI que incrementan la huella de carbono de la Facultad de Recursos Naturales. Como señalan Hernández-Sampieri y colaboradores (2014, p.92), bajo este alcance se pretende medir o recoger información sobre las variables de estudio para especificar propiedades y características de un fenómeno a analizar, el alcance descriptivo es útil para mostrar las dimensiones de un fenómeno, suceso o situación.

#### **3.3 Diseño de investigación**

La investigación es no experimental, se realiza la revisión y recopilación documental relacionada a los datos de las actividades que generan emisiones significativas de GEIs pertinentes a los procesos, procedimientos y uso de recursos que desarrolla la organización. Del mismo modo, es un estudio de tipo transversal puesto que se limita como año base de cálculo el 2019, por ser previo a los acontecimientos de suspensión de actividad presencial en instituciones de educación superior provocados por la pandemia de Covid-19.

### **3.4 Técnicas, instrumentos y métodos de investigación**

En el presente trabajo de investigación la recolección de información se realizó mediante las técnicas de observación directa, entrevistas en profundidad y a través de recopilación de investigación documentada.

Para el cumplimiento del primer y segundo objetivo sobre la identificación de las fuentes de emisiones de GEI para la posterior cuantificación se utilizó la metodología planteada por la Norma ISO: 14064-1:2018 “Especificaciones con orientación, a nivel de organizaciones para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero” y del GHG Protocol “Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard.

Para el cumplimiento del tercer objetivo, la propuesta de estrategias de reducción y neutralización de carbono se plantea en base al análisis e interpretación de resultados obtenidos que dan como resultado un Plan de mejora para la reducción de GEI en la Facultad de Recursos Naturales que se desarrolla en profundidad en el capítulo 5, Marco Propositivo.

#### **3.4.1 *Inventario de emisiones***

Para desarrollar el primer objetivo, se siguen los pasos mencionados a continuación:

- Se determinó los límites de la organización y los límites operativos que consistió en decidir qué áreas de la organización se incluyen en la recolección de información y en los cálculos de acuerdo a la guía ISO 14604:2018.
- Se identificaron y clasificaron las fuentes de GEI directas e indirectas más relevantes asociadas a las operaciones de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH de acuerdo a las categorías propuestas por la Norma Europea ISO 14064-1:2018, y su equivalente de Alcances 1 y 2 del GHG Protocolo como se resume en la Tabla 2-1.

**Tabla 2-1:** Categorización de emisiones

<b>Alcance según GHG Protocol</b>	<b>Categoría según ISO 14064-1:2018</b>	<b>Descripción</b>
Alcance 1	Emisiones directas de GEI	Tienen lugar a partir de fuentes de GEI dentro de los límites de la organización, que pertenecen o son controladas por la organización. Estas fuentes pueden ser estacionarias (por ejemplo, calentadores generadores de electricidad proceso industrial) o móviles (por ejemplo, vehículos).
Alcance 2	Emisiones indirectas causadas de GEI por energía importada	Esta categoría incluye solamente las emisiones de GEI debidas al consumo de combustible ha asociado con la producción de energía y servicios afines tales como electricidad calor y vapor enfriamiento y aire comprimido
	Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	Emisiones provenientes de las fuentes ubicadas fuera de los límites de la organización esta categoría incluye el transporte de personas y bienes y para todos los modos por ferrocarril vía marítima aérea y carreteras
Alcance 3	Emisiones indirectas de GEI causadas por productos o servicios que usa la organización	Están asociadas con todos los tipos de bienes comprados por la organización, También incluyen una amplia gama de servicio y proceso asociados por ejemplo las emisiones provenientes de las disposiciones de residuos sólidos líquidos

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

### 3.4.2 Cuantificación de emisiones

Una vez recopilada la información de las emisiones estipuladas en el inventario de fuentes de emisiones se puede dar paso a la cuantificación de emisiones de GEI; de aquí en adelante estos consumos registrados son llamados Datos de Actividad (DA).

El primer paso en la cuantificación fue transformar los datos de actividad en emisiones, para ello se utilizó la ecuación 1:

$$\text{Emisiones de GEI} = DA \times FE \quad (1)$$

Donde:

DA: dato de la actividad, por ejemplo, la cantidad de combustible, cantidad de consumo eléctrico, etc.

*FE*: factor de emisión correspondiente al origen del dato de actividad, expresado en Toneladas de GEI.

La selección de factores de emisión se obtuvo principalmente en la base de datos online de la IPCC “Emission Factor Database” que toma como fuente las Directrices del IPCC de 2006, siendo esta la más actualizada; también se utilizaron factores de emisión citados en bibliografía relacionada a nivel local y regional. Para el caso del consumo eléctrico, se consideró como factor de emisión establecido en el “Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador. Informe 2019”

El segundo paso fue obtener el equivalente en toneladas de carbono equivalente otros GEI para estimar el impacto ambiental real de las emisiones a través del valor de potencial del calentamiento global usado en la ecuación 2:

$$ECO_2 \text{ eq} = \text{Emisiones} * \text{PCG} \quad (2)$$

Dónde:

ECO<sub>2</sub> e = emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>/año)

PCG= potencial de calentamiento global

En la presente investigación se consideró el metano y el óxido nitroso como los GEI más relevantes de análisis en este estudio, debido a la naturaleza de las operaciones realizadas dentro de la Facultad de Recursos Naturales. Los valores de PCG se presentan en la Tabla -2:

**Tabla 3-2:** Potencial de calentamiento global

Gas de Efecto Invernadero (GEI)	Potencial de calentamiento global (PCG)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	21
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	310

Fuente: Panel intergubernamental del cambio climático, 2006, p. 32.

#### 3.4.2.1 Emisiones directas de combustión móvil

La recolección de datos del consumo de combustible se centra en la flota vehicular gestionada por la Facultad de Recursos Naturales que se conforma por maquinaria agrícola. Cabe recalcar que en este apartado se excluyen todos los desplazamientos de la flota vehicular fuera del control de la Facultad como el recorrido diario del bus institucional y el desplazamiento de estudiantes,

docentes y personal administrativo hacia la Facultad, pues estas últimas son contabilizadas como emisiones indirectas.

Para obtener los datos de actividad fue necesario la recaudación de información mediante una entrevista semiestructurada (Ver Anexo A) realizadas al encargado de los vehículos de la Facultad de Recursos Naturales. A partir de esto se obtuvo el dato de actividad en litros de combustible consumidos anualmente y se aplicó la ecuación 3.

$$Emisiones\ Directas_{cm} = \sum_n Combustible\ consumido_n \times FE_a \quad (3)$$

Donde:

*Emisiones Directas<sub>cm</sub>* = emisiones directas de combustión móvil

*Combustible consumido* = Litros de gasolina, diésel, etc.

*FE* = Factor de emisión para el tipo de combustible consumido

*n* = número de vehículos

Los factores de emisión de los tipos de combustible (Tabla -3) fueron tomados de los lineamientos de la IPCC (2006, p.12) (Véase ANEXO F ).

**Tabla 3-3.** Factores de emisión de combustibles

<b>Combustible</b>	<b>PCI (kcal/kg)</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>F-E (kg CO2/TJ)</b>	<b>F-E (kg CO2/m3)</b>	<b>F-E (t CO2/L)</b>
Diésel	11300	550	74 100	2 677	2,677 x 10 <sup>-3</sup>
Gasolina	10273	840	69 300	2 242	2,242 x 10 <sup>-3</sup>
GLP	10583	730	63 100	1 642	1,642 x 10 <sup>-3</sup>

Fuente: Panel intergubernamental del cambio climático, 2006, p.13.

#### 3.4.2.2 Emisiones indirectas causadas por la electricidad importada

Para la recolección de los datos de actividad de las emisiones de electricidad importada se observó que la Facultad de Recursos Naturales no cuenta con un medidor de energía independiente para sus instalaciones físicas, sino que, se realiza la contabilización de energía eléctrica para toda la ESPOCH en su conjunto, por lo cual los registros de consumo eléctrico provistos por CNEL no serían recomendables para el procesamiento de datos.

Por lo antes expuesto, se realizó un levantamiento de cargas donde a través de la técnica de observación directa se recopilaron datos de las unidades eléctricas, distinguiendo entre iluminación o equipo técnico, su potencia y el tiempo de uso diario, lo que permitió estimar el consumo de energía diario en Watt hora por día. El resultado expresado en se multiplicó el resultado para los 20 días laborables del mes y posteriormente por los 11 meses del año, considerando un período de receso académico al año. Con el dato de consumo eléctrico anual se pudo aplicar la ecuación 1 para el cálculo de emisiones.

### 3.4.2.3 Emisiones indirectas causadas por el transporte

En este apartado se incluyen los desplazamientos en vehículos particulares realizados por estudiantes, docentes y personal administrativo de la Facultad de Recursos Naturales para llegar a las instalaciones de la misma. Se realizó el conteo de los vehículos que ingresaban a la Facultad de Recursos Naturales en el horario de 7:00 a.m hasta las 17:00 p.m durante 5 días laborables. En el conteo se distinguió como tipo de vehículos los autos, camionetas, camiones y motos. El registro de estos datos se efectuó a través de una Ficha de Observación (Ver Anexo C)

La cuantificación de las emisiones del parque automotor de la Facultad de Recursos Naturales se realizó a través de la ecuación 4:

$$Emisiones\ Ind_{Transporte} = \sum_a Combustible\ estimado_a \times FE \quad (4)$$

Donde:

Emisiones Ind<sub>Transporte</sub> = Emisiones de CO<sub>2</sub> (Kg)

Combustible estimado = uso estimado de combustible (TJ)

FE = Factor de emisión (kg/TJ)

a = tipo de combustible (gasolina, diésel, gas, etc)

Para la obtención de los datos requeridos en la ecuación 4, se toma la metodología de recolección propuesta por Chafla (2016, p.64), donde se propone la ecuación 5 para la determinación del combustible estimado:

$$Combustible\ estimado = \sum_{i,j} (Vehículo_{i,j} * Distancia_{i,j} * Consumo_{i,j}) \quad (5)$$

Donde:

Combustible estimado = totalidad del uso de combustible.

Vehículo<sub>i,j</sub> = Vehículo i que consume combustible j.

Distancia  $i_j$  = Cantidad de km anuales recorridos del vehículo  $i$  que consumen combustible  $j$ .

Consumo  $i_j$  = consumo promedio de combustible del vehículo  $i$  que consume combustible  $j$ .

$i$  = Tipo de vehículo (auto, camioneta, camiones, motos).

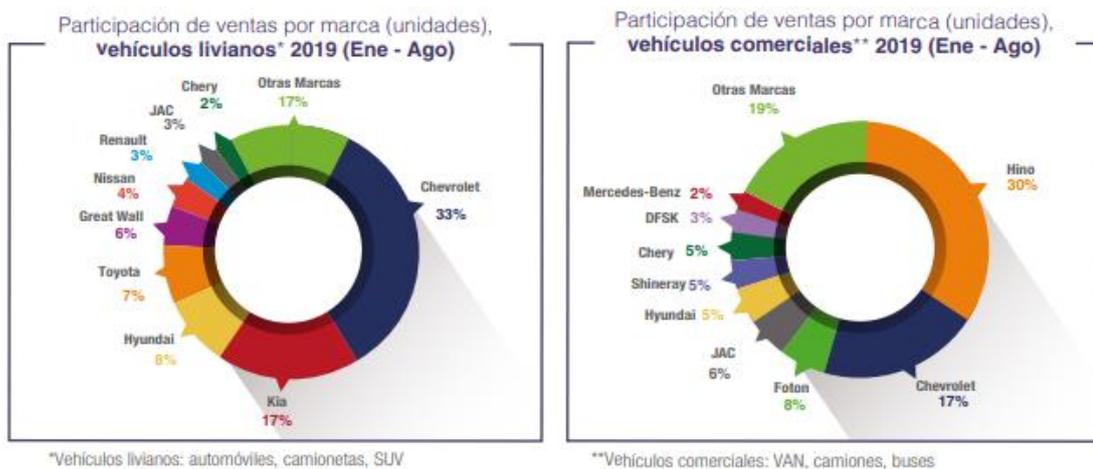
$j$  = Tipo de combustible (diésel, gasolina).

Para obtener el consumo promedio de los tipos de vehículos se utilizó la base de datos del EPA (United States Environmental Protection Agency) (Véase

**ANEXO D).** En este sitio web se realizó una búsqueda filtrada con los siguientes parámetros:

Año del modelo: se consideró desde el 2000 al 2019

Fabricante: Se seleccionaron las marcas Chevrolet, Ford, Honda, Hyundai, Kia, Mazda, Nissan y Toyota por ser las marcas de mayor circulación en el país según el informe de la AEADE (Ilustración -1).



**Ilustración 3-1:** Fabricantes de autos de mayor circulación en Ecuador.

Fuente: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2019, p.36.

Tipo de auto: Se escogió como criterio de búsqueda los autos pequeños, sedan familiares y grandes, camiones y vans.

Tipo de combustible: Se escogió la gasolina regular y el diésel.

Por último, se realizó un promedio total de las MPG para obtener el consumo de combustible.

#### 3.4.2.4 Emisiones indirectas provenientes de la disposición de residuos sólidos

Para obtener el dato de actividad de la cantidad de residuos sólidos generados anualmente, se tomó como referencia los resultados publicados por Colcha y Mora en la Tesis sobre el cálculo de la Huella Ecológica de la ESPOCH y se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones} = DA (\text{Kg de residuos}) \times FE \quad (6)$$

#### 3.4.3 Plan de mejoras

Una vez cuantificadas las emisiones generadas por la Facultad de Recursos Naturales, se procedió a diseñar un plan de mejoras para las cuatro categorías de emisiones analizadas en la presente investigación. El diseño del plan de mejora contempla los siguientes apartados:

- a) Objetivos de reducción y neutralización de GEI.
- b) Las estrategias de reducción y neutralización de GEI;
- c) Los responsables de la ejecución de las estrategias;
- d) Los límites temporales;
- e) La Financiación de las estrategias;

Del mismo modo, se cuantifican las diferencias de emisiones atribuibles a las metas de reducción y neutralización de GEI y se analizó la viabilidad de las mismas. El plan de mejora se desarrolló en profundidad en el Capítulo V.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

##### 4.1.1 *Inventario de emisiones de GEI*

De acuerdo a la Normativa de la ISO 14064:1 se definieron los límites de la organización y los límites del inventario de emisiones, que se describen a continuación.

##### 4.1.1.1 *Límites de la organización*

La Facultad de Recursos Naturales es referida en este informe como “la organización”, de acuerdo con la terminología empleada por la Norma ISO 14064:2018 (Ver Glosario *organización*), la misma forma parte de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, que es una institución de Educación Superior con su sede matriz ubicada en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Esta entidad es la que ejerce el control financiero y operativo de las siete facultades que la conforman.

Para efectos de este estudio, de acuerdo a la normativa ISO 14064:2018, se determinó que la Facultad de Recursos Naturales ejerce un enfoque de consolidación basado en el control operativo, es decir, que la organización tiene la capacidad de implementar o introducir políticas operativas que estén bajo su control.

La Facultad de Recursos Naturales se conforma por cuatro escuelas: Agronomía, Forestal, Turismo y Recursos Naturales; las tres primeras, al año 2019 desarrollaron sus actividades en la sede matriz, mientras que la última escuela desempeñó sus actividades administrativas y académicas en la Estación Experimental Tunshi, por lo cual, las actividades desarrolladas fuera de la sede matriz Riobamba no son consideradas en la contabilización de emisiones de GEIs debido a que estas se encuentran sujetas a otro enfoque de control que puede ser contabilizado de forma independiente. Del mismo modo, se excluyen de la contabilización las actividades que se encuentran en las sedes de Morona Santiago y Orellana.

#### 4.1.1.2 Límites de informe

En este apartado, se identificaron las emisiones directas e indirectas de GEI asociadas a las operaciones académicas y administrativas de la organización, se categorizó en la Tabla de acuerdo a la normativa ISO 14064:2018 y se excluyeron aquellas emisiones que no son significativas debido a que los niveles de influencia de las emisiones son muy bajos, la recolección de datos de actividad representa alta complejidad o existe una alta incertidumbre de exactitud en obtención de datos.

La recopilación de los datos de actividad de las fuentes de emisión identificadas se realizó durante el año base 2019 (Tabla 4-1), ya que este periodo antecede los acontecimientos de suspensión de operaciones presenciales debido a la pandemia de COVID-19.

**Tabla 4-1:** Inventario de emisiones directas e indirectas de GEI de la Facultad de Recursos Naturales

Tipo de emisión	Categoría	Subcategoría	Fuente de emisión	Emisiones cuantificadas (Si/No/Parcial)	Fuente documentada
Emisiones Directas de GEI (Alcance I)	Emisiones directas de GEI	Combustión estacionaria	-	No	-
		Combustión móvil	Consumo de combustibles en vehículos de motor	SI	Ver anexo B
		Procesos industriales	-	NO	-
		Emisiones fugitivas	-	NO	-
		Usos de suelo	-	NO	-
Emisiones Directas de GEI (Alcance II y III)	Energía importada	Electricidad importada	Consumo de electricidad	SI	Ver Anexo F
		Energía importada	-	NO	-
	Transporte	Transporte de personas y bienes	Traslado diario de estudiantes, docentes y	SI	Ver Anexo D

			personal administrativo		
	Productos utilizados por la organización	Causados por bienes que compra la organización			
		Servicios que utiliza la organización	Disposición de residuos sólidos y/o líquidos	SI	
	Asociadas al uso de productos de la organización	Uso de productos en etapas posteriores al proceso de producción de la organización	-	NO	-
	Otras fuentes	-	-	NO	-

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

#### 4.1.2 Cuantificación de emisiones de GEI

##### 4.1.2.1 Emisiones directas de combustión móvil

A través de la entrevista al encargado de la maquinaria agrícola de la facultad de Recursos Naturales se recopilaron los datos sobre la potencia de las máquinas, el consumo de combustible específico por potencia y las horas de uso anuales; los resultados se exponen en la tabla 4-2:

**Tabla 4-2:** Consumo de combustible de las maquinarias agrícolas de la Facultad de Recursos Naturales

N° de vehículo	Descripción	Categoría de vehículo	Tipo de combustible	Potencia del motor (Cv)	Consumo Específico (L/Cv * h)	Horas de uso anuales
1	Tractor Same Tipo Delfino 35/85	Tractor agrícola	Diésel	35	15,21	450
2	Tractor Same Explorer 75/85	Tractor agrícola	Diésel	75	27,37	450

3	Tractor Lamborghini Cross 874/95	Tractor agrícola	Diésel	95	12,17	650
4	Motocultor Barbieri tipo Leopard	Motocultor	Diésel	16	12,17	450
5	Trilladora estacional 1990	Trilladora	Gasolina Extra	12	24,33	200

**Realizado por:** Orlando, Karen, 2023.

Con estos datos se determinó el dato de actividad del consumo anual de combustible, expresados en galones de combustible anuales. A partir de estos datos, se calcularon las emisiones de dióxido de carbono, de metano y de óxido nitroso, al ser

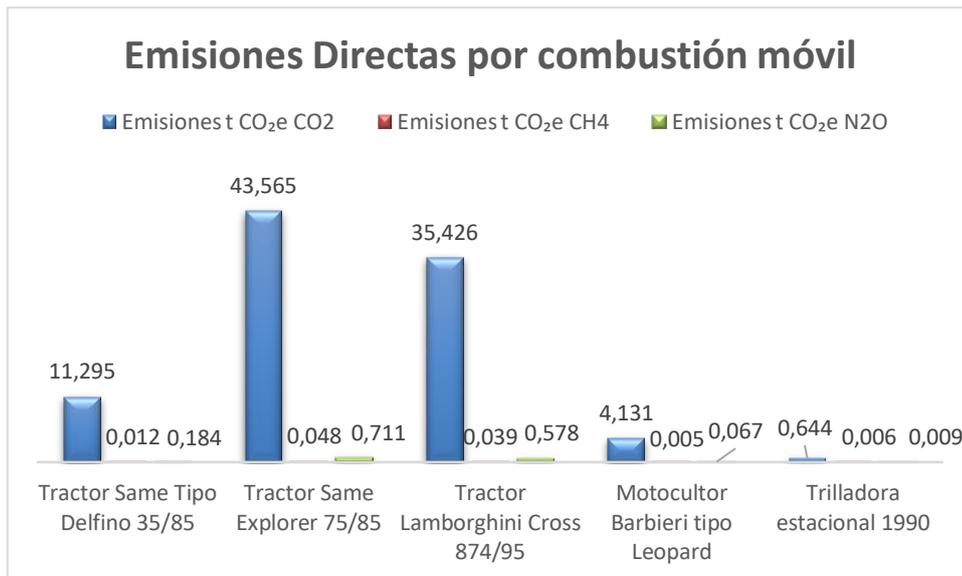
Significativas en el proceso de combustión de combustibles, los resultados se muestran en la Tabla-3 a continuación:

**Tabla 4-3:** Emisiones directas por combustión móvil

	Cantidad de combustible en galones		FE (kg CO2/TJ)			Emisión Ton CO <sub>2</sub> eq			PCG			Emisiones t CO <sub>2</sub> e			Total
	Gal/año	TJ/año	CO <sub>2</sub>	C H <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	C O <sub>2</sub>	C H <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	C H <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
Tractor Same Tipo Delfino 35/85	1040,291	0,152	740	3,90	3,90	11,295	0,00059	0,00059	1	21	31	11,295	0,012	0,184	11,491
Tractor Same Explorer 75/85	4012,550	0,588	740	3,90	3,90	43,565	0,00229	0,00229	1	21	31	43,565	0,048	0,711	44,324
Tractor Lambo rghini Cross 874/95	3262,880	0,478	740	3,90	3,90	35,426	0,00186	0,00186	1	21	31	35,426	0,039	0,578	36,043
Motocultor Barbieri tipo Leopard	380,449	0,056	740	3,90	3,90	4,131	0,00022	0,00022	1	21	31	4,131	0,005	0,067	4,203
Trilladora estaciona l 1990	63,408	0,009	690	33,00	3,20	0,644	0,00031	0,00003	1	21	31	0,644	0,006	0,009	0,659

	96, 720
--	------------

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.



**Ilustración 4-1:** Emisiones Directas por combustión móvil

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

Como resultado, se obtuvo en total 96,72 toneladas de carbono equivalente generados por la quema de combustibles fósiles, siendo el Dióxido de carbono el principal gas que generó 95,06 Toneladas de dióxido de carbono, tanto el metano como el óxido nítrico tienen aportes poco significativos a la huella de carbono de este segmento siendo 0,11 y 1,55 sus aportes respectivamente.

Desde otro punto, la maquinaria agrícola a base de diésel fueron las que tuvieron un mayor aporte a la huella de carbono, siendo el Tractor Same Explorer 75 el mayor contribuyente generando 43,57 toneladas de dióxido de carbono que es equivalente a 0,048 toneladas de metano y 0,711 toneladas de óxido nítrico. Para el caso de la trilladora estacional, fue el vehículo con el menor aporte a la huella de carbono, pues generó 0,644 toneladas de dióxido de carbono, lo que es equivalente a 0,006 toneladas de metano y 0,009 toneladas de óxido nítrico,

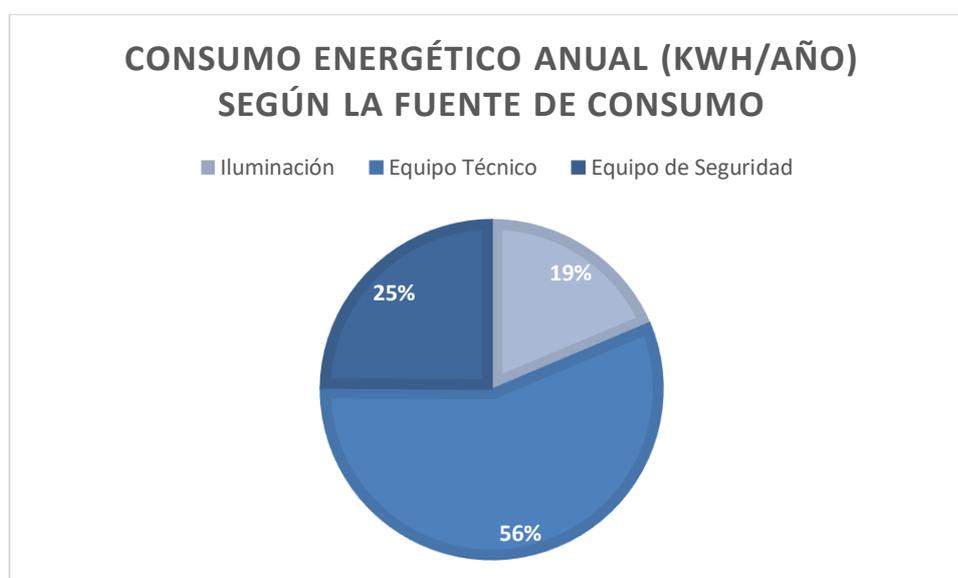
#### 4.1.2.2 Emisiones causadas por la electricidad importada

Los datos recopilados del levantamiento de cargas de la Facultad de Recursos Naturales se encuentran compilados en el ANEXO B, y se resumen en la Tabla -4 e Ilustración -2. De acuerdo a la fuente de consumo de energía, el consumo energético se distribuyó de la siguiente manera:

**Tabla 4-4:** Consumo energético anual (KWh/año) según la fuente de consumo

	Consumo energético diario (KWh/día)	Consumo energético mensual (KWh/mes)	Consumo energético anual (KWh/año)
Iluminación	158,853	3177,060	34947,660
Equipo Técnico	481,524	9630,471	105935,180
Equipo de Seguridad	212,256	4245,120	46696,320
	852,633	17052,651	187579,160

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.



**Ilustración 4-2:** Porcentaje de la fuente de consumo energético

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

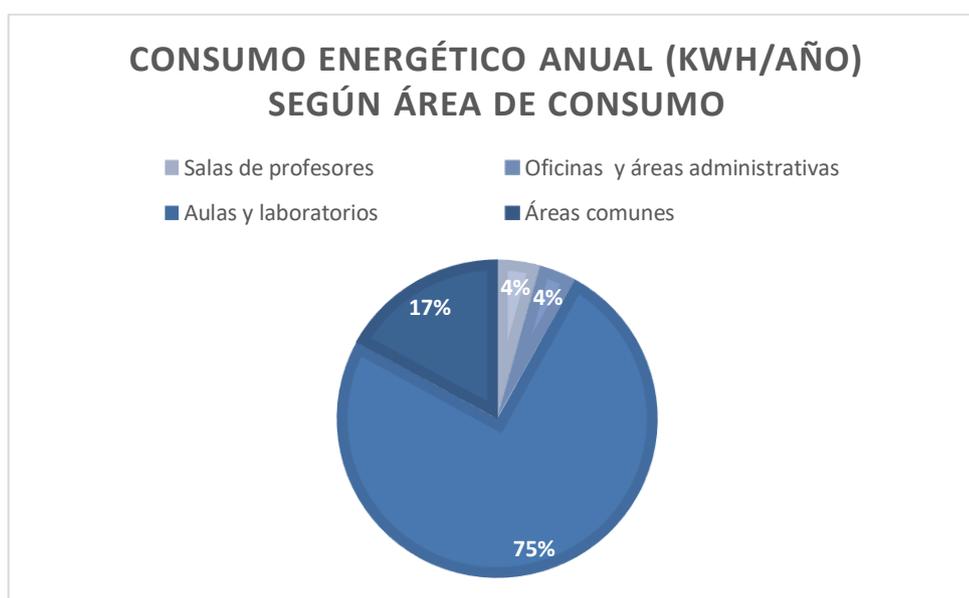
En la gráfica se puede observar que el 58% del consumo energético anual proviene del equipo técnico, que se conforma de aparatos electrónicos como laptops, computadoras, impresoras, módems, teléfonos, etc. Seguidamente, el 25% del consumo energético proviene de equipos de seguridad, es decir, cámaras de vigilancia y seguros de las puertas de las aulas. Finalmente, el 19% del consumo proviene de fuentes de iluminación (véase Ilustración -4). En este sentido, se debe considerar que los equipos técnicos y de seguridad son fundamentales para el correcto funcionamiento de la organización y son indispensables en el proceso de aprendizaje considerando la cantidad de estudiantes que alberga a facultad, por lo cual disminuir el número de aparatos electrónicos no sería una estrategia viable para la reducción de estas emisiones, más bien, las acciones deben encaminarse a una cultura de ahorro energético por parte de los miembros de la Facultad de Recursos Naturales, esto se ahonda en mayor detalle en el Capítulo V.

Por otro lado, según el área donde se origina el uso de la energía, la distribución de consumo energético se presenta en la 4-5.

**Tabla 4-5:** Consumo energético anual (KWh/año) según área de consumo

	Consumo energético diario (KWh/día)	Consumo energético mensual (KWh/mes)	Consumo energético anual (KWh/año)
Salas de profesores	36,712	734,239	8076,637
Oficinas y áreas administrativas	31,945	638,894	7027,838
Aulas y laboratorios	639,301	12786,014	140646,158
Áreas comunes	144,675	2893,502	31828,526
	852,633	17052,651	187579,160

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.



**Ilustración 4-3:** Porcentaje de consumo energético según el área de consumo

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

En la Ilustración -3 se pudo observar qué, el 75% del consumo energético se genera en las aulas y laboratorios, el 17% se origina en las áreas comunes, que son la biblioteca, auditorio, baños y pasillos, el 4% en oficinas y áreas administrativas y el 4% restante en salas de profesores (Ilustración -4).

A partir de estos datos, se continuó con la aplicación de la ecuación 1 para el cálculo de emisiones, dónde, el consumo anual representó el dato de actividad y se utilizó como factor de emisión el valor de 0,4509 Ton CO<sub>2</sub>/MWh, que se obtuvo del informe técnico “Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador Informe 2019”.

**Tabla 4-6:** Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por electricidad importada

Fuente de emisión	Dato de Actividad		FE	Emisión	PCG	Emisiones t CO <sub>2</sub> e
	(KWh/año)	(MW/h)	Ton CO <sub>2</sub> /MWh	Ton CO <sub>2</sub> eq	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Electricidad importada	187579,160	187,580	0,451	84,579	1	84,579

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

Se obtuvo que las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el consumo de energía eléctrica importada para las aulas y laboratorios fue 84,579 Toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

#### 4.1.2.3 Emisiones indirectas causadas por el transporte

A través de la técnica de observación, se contabilizó la entrada de vehículos durante cinco días laborales (véase ANEXO B), en resumen, se obtuvieron los siguientes datos en la Tabla -7:

**Tabla 4-7:** Cantidad de vehículos particulares que ingresan semanalmente a la Facultad de Recursos Naturales

	Lunes 24/10/22	Martes 25/10/22	Miércoles 26/10/22	Jueves 27/10/22	Viernes 28/10/22
automóviles	411	374	363	344	268
Camionetas	95	81	87	76	72
camiones y VANs	4	2	2	1	3
Motos	36	45	47	33	28
<b>TOTAL</b>	546	502	499	454	371

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

Antes de aplicar la ecuación 4 sobre las emisiones indirectas generadas por el transporte fue necesario obtener el combustible estimado a través de la ecuación 5, los resultados se resumen en la siguiente Tabla -9:

**Tabla 4-8:** Combustible estimado

Tipo de combustible	Tipo de vehículo	A	B	C	A*B*C	Combustible estimado		
		cantidad (vehículos)	Consumo (L/Km)	Distancia (Km/año)		l/año	gal/año	TJ/año
Gasolina	automóviles	78716	0.085	1000	67094.72861	90336.18594	23864.29091	3.497E+00
	Camionetas	17996	0.121	1000	21689.07133			

	<i>Motos</i>	2640	0.059	1000	1552.386			
<i>Diesel</i>	<i>camiones y VANs</i>	836	0.071	1000	595.8653333	595.8653333	157.4109368	0.02306385

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

**Tabla 4-9:** Emisión de CO<sub>2</sub> equivalente por combustión móvil

Tipo de combustible	Cantidad de combustible en galones		FE(kg CO <sub>2</sub> /TJ)		Emisión kg CO <sub>2</sub>		PCG		Emisiones t CO <sub>2</sub> e	
	Gal/año	TJ/año	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Gasolina	23864.29091	3.497E+00	69300	9.6	242314.0962	33.56732068	1	21	242.314	0.705
Diesel	157.4109368	0.02306385	74100	1.6	1709.031319	0.036902161	1	21	1.709	0.001
<b>Total</b>									244,729	

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

#### 4.1.2.4 Emisiones indirectas provenientes de la disposición de residuos sólidos

Los datos de actividad se obtuvieron a partir del Informe Técnico Institucional de Gestión de residuos donde se clasificaron por las categorías residuos plásticos, cartón, botellas de vidrio y varios, la información se resume en la Tabla -10:

**Tabla 4-10:** Cantidad de Kilogramos de residuos sólidos anuales generados por la Facultad de Recursos Naturales

Tipo	Cantidad de Kg/semana	Cantidad de Kg/mes	Cantidad de Kg/anual
Residuos plásticos	26	104	1040
Cartón	14,8	59,2	592
Botellas de vidrio	5,2	20,8	208
Varios	12,3	49,2	492
<b>Total</b>			2332

Fuente: Departamento de Desarrollo Físico ESPOCH, 2017.

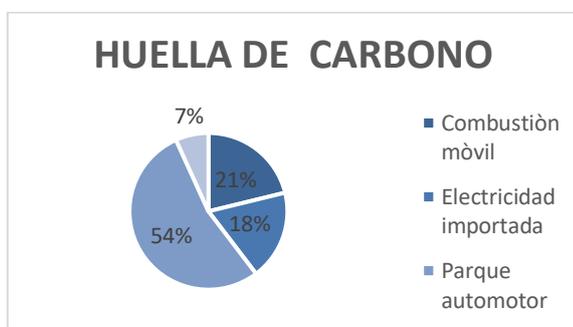
La cantidad de Kg de residuos anuales se multiplicó para 11 meses y se obtuvo los kilogramos anuales, estos se multiplicaron por sus correspondientes factores de emisión y posteriormente para el PCG, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4-11:** Emisiones indirectas generadas por la gestión de residuos

Tipo	Cantidad de residuos sólidos generados anualmente Kg/año	FE (kg CO2/Kg RS)		Emisión		PCG		Emisiones t CO <sub>2</sub> e	
		CO2	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4
Residuos plásticos	1144,000	10,780	0,058	12332,320	66,466	1,000	21,000	12,332	1,396
Cartón	651,200	10,780	0,058	7019,936	37,835	1,000	21,000	7,020	0,795
Botellas de vidrio	228,800	10,780	0,058	2466,464	13,293	1,000	21,000	2,466	0,279
Varios	541,200	10,780	0,058	5834,136	31,444	1,000	21,000	5,834	0,660
								30,783	

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

Se logró determinar qué la gestión de los residuos generó un total de 30,783 toneladas de carbono equivalente considerando emisiones de dióxido de carbono y de metano, destacando que de estas 27,63 corresponden a toneladas de dióxido de carbono. En síntesis, la Facultad de Recursos Naturales en sus operaciones generó un total de 456,79 toneladas de carbono equivalente, de esto, un 54% corresponde a emisiones provenientes del parque automotor, el 21% corresponde a la combustión móvil generadas por la quema de combustibles en el uso de maquinaria agrícola, seguidamente, el 18% corresponde a emisiones por la electricidad importada y el 7% restante corresponde a emisiones generadas por la gestión de residuos.



**Ilustración 4-4:** Huella de carbono de la facultad de Recursos Naturales

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

## CAPÍTULO V

### 5. MARCO PROPOSITIVO

#### 5.1 Introducción

El cambio climático presenta un gran desafío en términos de adaptación y mitigación frente al cambio climático; por un lado, la mitigación a través del desarrollo de políticas, tecnologías y medidas que puedan limitar y reducir las emisiones de GEI así como también aumenta los sumideros de carbono, y por otro lado, la adaptación, es decir, predecir los impactos de nuestras emisiones de GEI, tomando las medidas que buscan evitar o minimizar los daños que el cambio climático pueda causar.

A través del presente marco propositivo, se busca fortalecer la sustentabilidad de la Facultad de Recursos Naturales mediante la implementación de acciones encaminadas a la reducción de gases de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático. Un punto clave del éxito de reducir la huella de carbono, antes cuantificada, es contar con el compromiso de toda la comunidad universitaria en la aplicación de los planes presentados, esto puede ser posible a través de la promoción de una cultura sustentable que se oriente a la gestión sustentable de recursos utilizados en las operaciones de la organización.

#### 5.2 Plan de Mejora

##### *5.2.1 Emisiones de combustión móvil: Flota vehicular de la Facultad de Recursos Naturales*

En la categoría de emisiones de combustión móvil generado por las maquinarias agrícolas a cargo de la Facultad de Recursos Naturales, no se contaba con de registros de consumo de combustible, para lo cual, se plantearon estrategias encaminadas a mejorar gestión de la información documentada que puedan facilitar posteriores procesos de cuantificación de GEI. En el presente plan no se consideran estrategias como el cambio o sustitución de nueva maquinaria pues la Facultad de Recursos Naturales acabó de afrontar un proceso de chatarrización al 2019 en donde se dio de baja a las maquinarias que habían acabado su vida útil. No obstante, resultaría conveniente analizar la temporalidad de estos procesos.

**Tabla 5-1:** Lineamientos para reducir emisiones de la flota vehicular de FRN

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo (inicio – fin)</b>	<b>Financiamiento</b>
Llevar un control documentado del consumo de combustible de la maquinaria agrícola para tener datos fiables y verificables para posteriores cuantificaciones de emisiones de GEI.	Encargado de las maquinarias agrícolas	2023-2024	ESPOCH
Revisar periódicamente el estado mecánico de la maquinaria agrícola	Encargado de las maquinarias agrícolas	2023-2024	ESPOCH
Crear un manual de buenas prácticas de uso, mantenimiento y conducción de la maquinaria agrícola.	Facultad de Recursos Naturales	2023-2024	ESPOCH
Realizar un seguimiento y control a los procesos de chatarrización de las maquinarias agrícolas de acuerdo a la normativa vigente en el país.	Facultad de Recursos Naturales	2023-2024	ESPOCH

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

**Tabla 3-2:** Plan de mejora para reducir emisiones relacionados con la electricidad importada

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo (inicio – fin)</b>	<b>Financiamiento</b>
Promover el aprovechamiento de la luz natural en las aulas de la facultad de Recursos Naturales durante la jornada matutina.	Personal de limpieza	2023-2024	ESPOCH
Limpiar con regularidad las ventanas de las aulas y mantener limpias las luminarias.	Personal de limpieza	2023-2024	ESPOCH
Instalación de sensores de movimiento en pasillos y zonas de uso esporádico de iluminación	FRN	2023-2024	ESPOCH
Apagar las computadoras de las oficinas del personal administrativo y de los	Docentes y personal administrativo	2023-2024	ESPOCH

laboratorios una vez finalizada la jornada.			
Eliminar los correos electrónicos no deseados o basura con el fin de ahorrar energía procedente de los servidores externos que almacenan estos datos.	Docentes y personal administrativo	2023-2024	ESPOCH
Analizar la viabilidad de una sustitución total de lámparas incandescentes por focos ahorradores	FRN	2023-2024	ESPOCH
Programación de revisiones periódicas de los equipos de cómputo y de los laboratorios	Departamento de TICs	2023-2024	ESPOCH

**Realizado por:** Orlando, Karen, 2023.

En cuanto a la iluminación, si bien algunas áreas ya cuentan con focos LED, gran parte de la iluminación es gestionada a través de focos fluorescentes e incandescentes. Para analizar la efectividad de esta actividad dentro del plan de mejoras se realizó una comparación de luminaria foco LED vs. Focos fluorescentes e incandescentes; los resultados se muestran en la tabla:

**Tabla 5-3:** Comparación de luminaria

<b>Iluminación actual</b>						
<b>Tipo de Luminaria</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Horas de funcionamiento al día</b>	<b>Consumo de energía al día (KWh/día)</b>	<b>Consumo de energía anuales (KWh/anual)</b>	<b>Costos energéticos anuales (dólares americanos)</b>
Focos fluorescentes largos	25	63	3	4,725	1134	104,33
Focos fluorescentes	20	177	3	10,62	2548,8	234,49
Focos incandescentes	30	19	3	1,71	410,4	37,76
<b>Reemplazo por Focos LED</b>						

<b>Tipo de Luminaria</b>	Potencia (W)	Unidades	Horas de funcionamiento al día	Consumo de energía al día (KWh/día)	Consumo de energía anuales (KWh/año)	Costos energéticos anuales (dólares americanos)
Tubo LED	18	63	3	3,402	816,48	74,11
Focos LED	9	194	3	5,238	1257,12	115.65

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

**Tabla 5-4:** Plan de mejora para reducir las emisiones relacionadas al transporte

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo (inicio – fin)</b>	<b>Financiamiento</b>
Fomentar el uso de medios de transporte alternativos como las bicicletas mejorando la infraestructura de puntos de estacionamiento para las mismas.	ESTUDIANTES	2023-2024	ESPOCH
Fomentar el carpooling o taxi compartido entre estudiantes de la Facultad de Recursos Naturales con el fin de disminuir el número de vehículos desplazados hacia el mismo trayecto.	ESTUDIANTES	2023-2024	ESPOCH

Realizado por: Orlando, Karen, 2023.

**Tabla 5-5:** Plan de mejora para reducir las emisiones relacionadas a los residuos sólidos

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo (inicio – fin)</b>	<b>Financiamiento</b>
Instalar dispensadores de agua en espacios comunes y fomentar a los estudiantes a usar termos de agua reusables para disminuir el uso de botellas plásticas desechables.	FRN	2023-2025	ESPOCH
Fomentar la recepción de tareas de manera online a través de la plataforma virtual de elearnig para evitar el consumo de papel por parte de los estudiantes.	Estudiantes y Docentes	2023-2025	ESPOCH

Aumentar los puntos de clasificación de residuos y aumentar señaléticas	FRN	2023-2025	ESPOCH
Área de compostaje comunitario	FRN	2023-2025	ESPOCH
Implementar un punto de reciclaje comunitario	FRN	2023-2025	ESPOCH

**Realizado por:** Orlando, Karen, 2023.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

En la declaración del inventario de GEI de la Facultad de Recursos Naturales se identificaron cuatro categorías de emisiones, dos de ellas directas (combustión móvil, electricidad importada) y dos indirectas (transporte y gestión de residuos). Como fuentes de emisión directas de combustión móvil a las maquinarias agrícolas en poder de la Facultad de Recursos Naturales, se contabilizaron tres tractores agrícolas modelo Tractor Same Tipo Delfino 35/85, Tractor Same Explorer 75/85, Tractor Lamborghini Cross 874/95, un motocultor Barbieri tipo Leopard y una Trilladora estacional 1990. En cuanto al inventario de fuentes de emisión de electricidad al no contar con un medidor independiente se realizó un levantamiento de cargas eléctricas donde se distinguió por áreas administrativas, aulas y laboratorios, salas de profesores y áreas comunes, del mismo modo se distinguieron según la fuente siendo estas de iluminación, equipos técnicos y equipos de electricidad. Por otro lado, como fuentes de emisión indirectas se identificó al transporte de estudiantes, docentes y personal administrativo hacia las instalaciones de la Facultad, se contabilizó el tipo y la cantidad de vehículos que ingresan diariamente a la Facultad. Por último, se contabilizó la gestión de los residuos, para la toma de estos datos se tomó como fuente los datos del Informe Técnico Institucional de Gestión de residuos.

Se logró determinar qué, la facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH generó al año base 2019 en sus operaciones generó un total de 456,79 toneladas de carbono equivalente, de esto, un 54% corresponde a emisiones provenientes del parque automotor, el 21% corresponde a la combustión móvil generadas por la quema de combustibles en el uso de maquinaria agrícola, seguidamente, el 18% corresponde a emisiones por la electricidad importada y el 7% restante corresponde a emisiones generadas por la gestión de residuos. Cabe destacar qué, las mayores fuentes de emisión son de tipo indirectas, por lo que, si bien no son del control de la organización, si se pueden implementar medidas de reducción de estas emisiones con el apoyo de toda la comunidad universitaria.

Se plantearon en total de 18 actividades, para las cuatro categorías de emisión consideradas, para el caso de la electricidad importada, se considera viable la propuesta de sustitución de iluminación fluorescente por iluminación LED.

## **6.2 Recomendaciones**

La presente investigación solo abarca la huella de carbono concerniente a la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, por lo que se recomienda usar los resultados de este estudio como base o complemento a futuras investigaciones para la determinación de la huella de carbono de todas las facultades que conforman a la ESPOCH.

Se tuvo dificultad en la recolección de información de los datos de actividad, por lo cual, se recomienda establecer un mejor control y registro para determinar datos de consumo de recursos en las diferentes fuentes esto ayudará a un mejor procesamiento de la información y menor incertidumbre.

Los factores de emisiones considerados fueron los propuestos por defecto por la IPCC en caso de no contar con valores de carácter local, por ello, se recomienda promover el cálculo de factores de emisión en el país incitando al Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador (MAATE) a trabajar de manera conjunta con la academia para obtener valores propios de los factores de emisión de los GEI ya que son indispensables para la determinación de la Huella de Carbono.

A partir de este proyecto de investigación pueden recomendarse nuevas líneas de investigación, por ejemplo, realizar un cálculo de las remociones de Gases de Efecto Invernadero o realizar un recalcu de la huella de carbono posterior a la aplicación del plan de mejoras.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ALONZO OROZA, S.** *¿Hablamos de Cambio Climático?* [en línea]. ed. Bilbao: Fundación BBVA, 2016. [Consulta: 23 diciembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/59587?page=7>

**BARROS, V & CAMILLONI, I.** *La Argentina y el cambio climático: de la física a la política* [en línea]. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Eudeba, 2020. [Consulta: 23 diciembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/157229?page=35>

**DÍAZ CORDERO, GERALDA.** *El cambio climático. Ciencia y sociedad*, 2012. Disponible en: <https://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/1392>

**ESPOSITO GUEVARA, C. A.** *Crisis socioambiental y cambio climático* [en línea]. Buenos Aires: CLACSO, 2016. [Consulta: 03 enero de 2023]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/76968>

**FAZIO, H.** *Cambio climático, economía y desigualdad: los límites del crecimiento en el siglo XXI* [en línea]. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Eudeba, 2019. [Consulta: 06 marzo de 2023]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/153587>

**GONZÁLEZ CORTÉS, J. P.** *Acuerdo de París sobre cambio climático e instrumentos conexos: ¿pueden quitarnos la venda de los ojos?* [en línea]. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad del Rosario, 2018. [Consulta: 15 noviembre 2020]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/70731>

**GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC).** *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996: Volumen 3, Manual de Referencia*, J.T. Houghton y otros, IPCC/OCDE/AIE, París, Francia.

**HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto.** *Metodología de la investigación* [en línea]. 6 ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2018. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: [http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510\\_06\\_color.pdf](http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510_06_color.pdf)

**HERTWICH, E. y G. P. Peters.** Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. *Environmental Science & Technology*, .43, 6414-6420 (2009). *Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [en línea]. Ginebra, Suiza: IPCC. 2014. [Consulta: 03 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM_es.pdf)

**IPCC.** *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [en línea]. Cambridge University Press, 2013. [Consulta: 14 noviembre 2022]. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI\\_AR5\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf)

**MOLINA, M; et al.** *El cambio climático: causas, efectos y soluciones.* [en línea]. México: FCE - Fondo de Cultura Económica, 2017. [Consulta: 14 noviembre 2022]. Disponible: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/110471>

**ORTEGA, Alfredo Otero.** [en línea]. Enfoques de investigación. Métodos para el diseño urbano–Arquitectónico, 2018. [Consulta: 14 noviembre 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/326905435\\_ENFOQUES\\_DE\\_INVESTIGACION](https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION)

**PADGETT, P., A. STENEMANN, J. CLARKE Y M.A. VANDERBERGH.** [en línea]. *A Comparison of Carbon Calculators, Environmental Impact Assessment Review*, 2008. [Consulta: 14 noviembre 2022]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019592550700128X>

**PALLMAN, A.** *El cambio climático, una amenaza global* [en línea]. Sevilla, España: Ediciones Alfar S.A. 2021. [Consulta: 14 noviembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/183865>

**PANDEY, D. M. AGRAWAL Y J. PANDEY.** [en línea]. *Carbon footprint: current methods of estimation. Environmental Monitoring and Assessment*, 2010. [Consulta: 14 noviembre 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-010-1678-y>

**PEREVOCHTCHIKOVA, María.** La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gest. polít. pública* [en línea]. 2013. vol.22, n.2 [citado 14 noviembre 2022], Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-10792013000200001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001&lng=es&nrm=iso)



## ANEXOS

### ANEXO A: MODELO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PARA EL ENCARGADO DE LOS VEHÍCULOS DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

<b>Vehículos y Maquinaria a cargo de la Facultad de Recursos Naturales</b>																										
<b>Entrevistado</b>																										
<b>Entrevistador</b>																										
<b>Fecha</b>																										
<b>1. ¿Con cuántos vehículos cuenta la Facultad de Recursos Naturales a su control?</b> _____																										
<b>2. ¿Quién es el responsable del abastecimiento periódico de combustible para los vehículos?</b> _____																										
<b>3. ¿Cuál es el consumo de combustible en litros y/o en dólares americanos de cada vehículo y/o maquinaria agrícola? (Llene la siguiente tabla)</b>																										
<table border="1"><thead><tr><th><b>N° de Vehículo</b></th><th><b>Categoría de Vehículo</b></th><th><b>Tipo de Combustible</b></th><th><b>Cantidad de combustible (dólares)</b></th><th><b>Cantidad de combustible (galones o litros)</b></th></tr></thead><tbody><tr><td><b>1</b></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><b>2</b></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><b>n</b></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		<b>N° de Vehículo</b>	<b>Categoría de Vehículo</b>	<b>Tipo de Combustible</b>	<b>Cantidad de combustible (dólares)</b>	<b>Cantidad de combustible (galones o litros)</b>	<b>1</b>					<b>2</b>										<b>n</b>				
<b>N° de Vehículo</b>	<b>Categoría de Vehículo</b>	<b>Tipo de Combustible</b>	<b>Cantidad de combustible (dólares)</b>	<b>Cantidad de combustible (galones o litros)</b>																						
<b>1</b>																										
<b>2</b>																										
<b>n</b>																										

**ANEXO B: TABLA DE CONSUMO REFERENCIAL DE ELECTRICIDAD DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

AREA	DETALLE	CANTIDAD	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	TIEMPO DE USO DIARIO (H)	CONSUMO ENERGIA W/H x dia
BAÑOS-CANCHA	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos led	4	10	40	1	40
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Secador de manos	2	2300	4600	4	18400
OFICINA-QUIMICA	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos fluorescentes (largos)	3	25	75	3	225
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Computadora de escritorio	1	350	350	1	350
	Laptos	4	200	800	4	3200
	Cafetera	1	700	700	1	700
SALA DE PROFESORES (a lado copiadora )	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos fluorescentes	20	36	720	0,17	122,4
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Teléfono	1	2	2	1	2
	Impresora	1	100	100	8	800
	Cafetera	1	900	900	0,5	450
	Modem	1	7	7	24	168
	Laptos	10	200	2000	4	8000
AULA 7, 8	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos fluorescentes (largos)	20	25	500	5	2500
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Proyector	1	56	56	2	112
BIBLIOTECA	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos fluorescentes	88	36	3168	8	25344
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Computadora	2	300	600	8	4800
	Cafetera	1	800	800	0,5	400
	Impresora/fotocopiadora	1	100	100	8	800

	Calefactor	1	200	200	0,5	100
	Teléfono	1	30	30	8	240
<b>LIBRERÍA</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos Incandescentes	3	30	90	8	720
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Laptos	5	170	850	8	6800
	Computadora de escritorio	5	300	1500	8	12000
	Impresoras	5	100	500	8	4000
<b>AUDITORIO</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos led/azules	16	5	80	0,16	12,8
	Focos led/amarillos	31	5	155	0,16	24,8
	Focos led/blancos	36	10	360	1	360
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Grabadora	1	300	300	1	300
	Proyector	1	56	56	1	56
	Detector de humo	1	230	230	24	5520
	Amplificador	1	600	600	1	600
<b>DECANATO</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos led	3	10	30	4	120
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Computador	1	350	350	7	2450
	Telefono	1	2	2	24	48
	Router	1	4,63	4,63	24	111,12
<b>SECRETARIA DE TURISMO</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos fluorescentes	3	20	60	4	240
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Computador	1	300	300	7	2100
	Telefono	1	2	2	24	48
		Router	1	4,63	4,63	24
<b>SECRETARIA DE AGRONOMIA</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos incandescentes (pasillo)	10	20	200	2	400
	Focos led	6	10	60	3	180
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Computador	1	350	350	7	2450
	Telefono	1	2	2	24	48
		Impresora	1	100	100	5

<b>SECRETARIA DE FORESTAL</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos led	12	10	120	5	600
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Computadora de escritorio	2	350	700	7	4900
	Teléfono	2	2	4	24	96
	Router	2	4,63	9,26	24	222,24
	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Lámparas	2	60	120	1	120
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Computadoras	2	350	700	7	4900
	Telefono	2	2	4	24	96
	Router	1	4,63	4,63	24	111,12
	Impresora	1	100	100	3	300
<b>SECRETARIA A DECANATO</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos led	4	10	40	6	240
	Lámparas	4	60	240	1	240
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Telefono	1	2	2	24	48
Router	1	4,63	4,63	24	111,12	
<b>PASILLO</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos led	8	10	80	1	80
<b>ENTRADA</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos led	10	10	100	2	200
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Cámara	1	5,5	5,5	24	132
Router	1	4,63	4,63	24	111,12	
<b>EDIFICIO DE AGRONOMIA</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos fluorescentes	61	11,2	683,2	8	5465,6
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	InFocus	5	56	280	7	1960
	Peachimetro	1	1,76	1,76	2	3,52
	Estufas	2	2100	4200	2	8400
	Colorimetro	1	88	88	2	176
	Refrigeradora	1	500	500	24	12000
	Destilador	1	1000	1000	1	1000
	Pizarra digital	2	7	14	7	98
	Computadoras	6	373,6	2241,6	8	17932,8
Laptop	6	72	432	8	3456	

	Impresora	2	1300	2600	8	20800
	Router	1	36	36	24	864
	<b>EQUIPO DE SEGURIDAD</b>					
	Cámaras de vigilancia	1	11	11	24	264
	Seguro de puerta	12	440	5280	24	126720
<b>5 OFICINA DE PROFESORES</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos fluorescentes doble tubo	32	18	576	3	1728
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Impresoras Hp	2	13,95	27,9	0,15	4,185
	Impresoras Samsung	5	310	1550	3	4650
	Impresoras a doble cara HP	2	165	330	0,3	99
	Router	4	5,4	21,6	9	194,4
	Laptop	6	240	1440	2	2880
	Laptop	1	35	35	2	70
	Computadoras	5	373,6	1868	4	7472
	Cafetera	1	1000	1000	0,15	150
<b>TOPOGRAFÍA Y CONSTRUCCIÓN (OFICINA DE PROFESORES)</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubos	28	64	1792	2	3584
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Teléfono	1	115	115	1	115
	Radio	1	5	5	4	20
Router	2	36	72	24	1728	
<b>AULAS 9, 11, 14, 15, 16, 17</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubo	38	64	2432	4	9728
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
InFocus	6	56	336	7	2352	
<b>AULA 13</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos fluorescentes doble tubo	8	18	144	2	288
<b>BAÑOS</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Masculino (Focos fluorescentes)	2	26	52	0,1	5,2
Femenino (Focos fluorescentes)	2	26	52	0,1	5,2	
<b>SEGURIDAD</b>	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					

	Cámaras de vigilancia	1	11	11	24	264
	Seguro de puerta	6	440	2640	24	63360
<b>SALA DE PROYECCIONES</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Infocus	1	56	56	7	392
	Focos LED de dos tubo	6	64	384	4	1536
	Seguro de puerta	6	440	2640	24	63360
<b>DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubos	1	96	96	4	384
	Focos LED de tres tubos	6	64	384	6	2304
<b>OFICINA DEL Ing. Carrasco</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubos	2	96	192	4	768
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Microscopio	1	20	20	6	120
	Refrigeradora	1	65	65	24	1560
	Ventilador	1	75	75	2	150
<b>LABORATORIO DE PRODUCCIÓN VEGETAL</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubos	4	96	384	4	1536
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Microscopio	1	20	20	6	120
	Incubadora pequeña	1	2000	2000	4	8000
<b>OFICINA DE Ing. Lucia Abarca</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubos	4	96	384	4	1536
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Cafetera	1	1000	1000	6	6000
	Teléfono	1	40	40	8	320
	Radio	1	100	100	2	200
<b>AULA DE POSGRADO</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubos	6	96	576	4	2304
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Infocus	1	56	56	7	392
	Seguro de puerta	6	440	2640	24	63360
	<b>ILUMINACIÓN</b>					

<b>EDIFICIO DE FORESTAL</b>	Focos LED de dos tubos	76	64	4864	4	19456
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	InFocus	8	56	448	7	3136
	Computadoras	48	373,6	17932,8	6	107596,8
	Laptop	3	72	216	8	1728
	Router	2	36	72	24	1728
	<b>EQUIPO DE SEGURIDAD</b>					
	Cámaras de vigilancia	3	11	33	24	792
Seguro de puerta	8	440	3520	24	84480	
<b>EDIFICIO DE ECOTURISMO (7 AULAS)</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubos	44	64	2816	2	5632
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Infocus	7	56	392	6	2352
	Seguro de puerta (eléctrico)	7	440	3080	0,3	924
Laptop	7	200	1400	6	8400	
<b>EDIFICIO DE ECOTURISMO (LABORATORIO COMPUTO)</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubos	16	64	1024	2	2048
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Computadoras de escritorio	24	373	8952	4	35808
Seguro de puerta (eléctrico)	1	440	440	0,3	132	
<b>EDIFICIO DE ECOTURISMO (LOBBY-EXTERIOR)</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>					
	Focos LED de dos tubos	38	64	2432	2	4864
	Focos incandescentes (pasillo)	2	80	160	1	160
	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>					
	Router	2	36	72	24	1728
Cámaras de vigilancia	2	11	22	24	528	

**ANEXO C: MODELO FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA ENTRADA DE VEHÍCULOS  
PARTICULARES A LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

<i>Ficha de observación de entrada de vehículos a la facultad de Recursos Naturales</i>				
<b>Fecha</b>	__/__/__	<b>Lugar</b>	Garita de seguridad de la Facultad de Recursos Naturales	
<b>Observador</b>	Karen Orlando			
<b>Hora</b>	<b>Autos y camionetas</b>	<b>Camiones y Furgonetas</b>	<b>Motos</b>	<b>Total</b>
7:00 / 9:00				
9:01 / 11:00				
11:01 / 13:00				
13:01 / 15:00				
15:01 / 17:00				
<b>Total</b>				

# ANEXO D: CRITERIOS DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS EPA PARA LA OBTENCIÓN DEL MGP

fueleconomy.gov/feg/epowerSearch.jsp?keep=1&tabView=0

**www.ahorremosgasolina.org** Móvil Inglés Mapa del sitio Enlaces Preguntas frecuentes Vídeos  
el Sitio Oficial del Gobierno para Información en el Ahorro de Combustible

Encuentre un auto Ahorre dinero y gasolina Beneficios Mis MPG Vehículos y combustibles avanzados Acerca de los estimados Más

## Búsqueda avanzada

Pulse en la barra para seleccionar una característica. Seleccione tantas como quiera.

**Año del modelo**

De: 2000 A: 2019

**Fabricante**

<input type="checkbox"/> Acura	<input type="checkbox"/> Ferrari	<input type="checkbox"/> Lamborghini	<input checked="" type="checkbox"/> Nissan
<input type="checkbox"/> Alfa Romeo	<input type="checkbox"/> Fiat	<input type="checkbox"/> Land Rover	<input type="checkbox"/> Polestar
<input type="checkbox"/> Aston Martin	<input checked="" type="checkbox"/> Ford	<input type="checkbox"/> Lexus	<input type="checkbox"/> Porsche
<input type="checkbox"/> Audi	<input type="checkbox"/> Genesis	<input type="checkbox"/> Lincoln	<input type="checkbox"/> Ram
<input type="checkbox"/> Bentley	<input type="checkbox"/> GMC	<input type="checkbox"/> Lotus	<input type="checkbox"/> Rivian
<input type="checkbox"/> BMW	<input checked="" type="checkbox"/> Honda	<input type="checkbox"/> Lucid	<input type="checkbox"/> Rolls-Royce
<input type="checkbox"/> Bugatti	<input checked="" type="checkbox"/> Hyundai	<input type="checkbox"/> Maserati	<input type="checkbox"/> Roush Performance
<input type="checkbox"/> Buick	<input type="checkbox"/> Infiniti	<input checked="" type="checkbox"/> Mazda	<input type="checkbox"/> RUF Automobile
<input type="checkbox"/> BYD	<input type="checkbox"/> Jaguar	<input type="checkbox"/> McLaren Automotive	<input type="checkbox"/> Subaru
<input type="checkbox"/> Cadillac	<input type="checkbox"/> Jeep	<input type="checkbox"/> Mercedes-Benz	<input type="checkbox"/> Tesla
<input checked="" type="checkbox"/> Chevrolet	<input type="checkbox"/> Kandi		<input checked="" type="checkbox"/> Toyota

**Tipo de auto**

<input checked="" type="checkbox"/> Autos pequeños	<input checked="" type="checkbox"/> Sedans grande	<input type="checkbox"/> Autos deportivos	<input type="checkbox"/> Minivans
<input checked="" type="checkbox"/> Sedans familiares	<input type="checkbox"/> Cinco puertas o hatchbacks	<input type="checkbox"/> Vagonetas	<input checked="" type="checkbox"/> Vans
<input type="checkbox"/> Sedans exclusivos	<input type="checkbox"/> Coupés	<input checked="" type="checkbox"/> Camiones	
<input type="checkbox"/> Sedans de lujo	<input type="checkbox"/> Convertibles	<input type="checkbox"/> Camionetas deportivas	

La clasificación clase de mercadeo no está disponible en vehículos fabricados antes de 1994.

**Precio al consumidor sugerido por el fabricante (MSRP, sigla en inglés)**

**Millas por galón**

**Transmisión**

**Tracción**

**Cilindros**

**Tipo de combustible**

<input checked="" type="checkbox"/> Gasolina regular	<input checked="" type="checkbox"/> Diesel	<input type="checkbox"/> GNC (gas natural comprimido)
<input type="checkbox"/> Gasolina de grado intermedio	<input type="checkbox"/> Eléctrico	<input type="checkbox"/> GLP (propano)
<input type="checkbox"/> Gasolina premium	<input type="checkbox"/> E85	

**Mis selecciones**

✖ Año(s): 2000-2019  
✖ Marca: Chevrolet; Ford; Honda; Hyundai; Kia; Mazda; Nissan; Toyota

Búsqueda Borrar

**ANEXO E: RESULTADOS PROMEDIO DEL MPG**

<b>MPG de Automóviles de mayor circulación</b>			
<b>Model</b>	<b>Fuel</b>	<b>Class</b>	<b>Cmb MPG</b>
CHEVROLET Cruze	Gasoline	midsize car	30
CHEVROLET Cruze	Gasoline	midsize car	30
CHEVROLET Cruze	Gasoline	midsize car	29
CHEVROLET Cruze	Gasoline	midsize car	29
CHEVROLET Cruze	Gasoline	midsize car	29
CHEVROLET Cruze	Gasoline	midsize car	27
CHEVROLET Cruze	Gasoline	midsize car	27
CHEVROLET Cruze	Gasoline	midsize car	27
CHEVROLET Equinox	Gasoline	small SUV	23
CHEVROLET Equinox	Gasoline	small SUV	23
CHEVROLET Equinox	Gasoline	small SUV	23
CHEVROLET Equinox	Gasoline	small SUV	26
CHEVROLET Equinox	Gasoline	small SUV	26
CHEVROLET Equinox	Gasoline	small SUV	26
CHEVROLET Equinox	Gasoline	small SUV	19
CHEVROLET Equinox	Gasoline	small SUV	20
CHEVROLET Silverado 15	Gasoline	standard SUV	17
CHEVROLET Sonic	Gasoline	small car	33
CHEVROLET Sonic	Gasoline	small car	31
CHEVROLET Sonic	Gasoline	small car	30
CHEVROLET Sonic	Gasoline	small car	30
CHEVROLET Sonic	Gasoline	small car	30
CHEVROLET Sonic	Gasoline	small car	28
CHEVROLET Sonic	Gasoline	small car	28
CHEVROLET Sonic	Gasoline	small car	28
CHEVROLET Spark	Gasoline	small car	34
CHEVROLET Spark	Gasoline	small car	34
CHEVROLET Trax	Gasoline	small SUV	27
CHEVROLET Trax	Gasoline	small SUV	29
FORD Edge	Gasoline	small SUV	23
FORD Edge	Gasoline	small SUV	24
FORD Edge	Gasoline	small SUV	24
FORD Edge	Gasoline	small SUV	20
FORD Edge	Gasoline	small SUV	20
FORD Edge	Gasoline	small SUV	20

FORD Edge	Gasoline	small SUV	21
FORD Edge	Gasoline	small SUV	21
FORD Edge	Gasoline	small SUV	21
FORD Edge	Gasoline	small SUV	20
FORD Edge	Gasoline	small SUV	20
FORD Edge	Gasoline	small SUV	21
FORD Edge	Gasoline	small SUV	21
FORD Escape	Gasoline	small SUV	25
FORD Escape	Gasoline	small SUV	25
FORD Escape	Gasoline	small SUV	26
FORD Escape	Gasoline	small SUV	26
FORD Escape	Gasoline	small SUV	23
FORD Escape	Gasoline	small SUV	23
FORD Escape	Gasoline	small SUV	25
FORD Escape	Gasoline	small SUV	25
FORD Escape	Gasoline	small SUV	25
FORD Escape	Gasoline	small SUV	25
FORD Expedition	Gasoline	standard SUV	17
FORD Expedition	Gasoline	standard SUV	17
FORD Expedition	Gasoline	standard SUV	18
FORD Expedition	Gasoline	standard SUV	18
FORD Explorer	Gasoline	standard SUV	23
FORD Explorer	Gasoline	standard SUV	23
FORD Explorer	Gasoline	standard SUV	19
FORD Explorer	Gasoline	standard SUV	19
FORD Explorer	Gasoline	standard SUV	18
FORD Explorer	Gasoline	standard SUV	18
FORD Explorer	Gasoline	standard SUV	20
FORD Explorer	Gasoline	standard SUV	20
FORD Fiesta	Gasoline	small car	31
FORD Fiesta	Gasoline	small car	31
FORD Focus	Gasoline	small car	33
FORD Focus	Gasoline	small car	31
FORD Focus	Gasoline	small car	31
FORD Focus	Gasoline	small car	26
FORD Focus	Gasoline	small car	26
FORD Focus	Gasoline	small car	30
FORD Focus	Gasoline	small car	30
FORD Focus	Gasoline	small car	30

FORD Focus	Gasoline	small car	30
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	28
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	29
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	28
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	29
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	28
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	29
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	28
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	29
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	25
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	25
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	26
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	26
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	26
FORD Fusion	Gasoline	midsize car	26
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	47
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	47
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	31
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	31
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	31
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	31
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	27
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	27
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	29
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	29
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	29
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	29
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	26
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	26
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	26
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	26
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	22
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	22
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	25
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	25
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	25
HONDA Accord	Gasoline	midsize car	25
HONDA CR-Z	Gasoline	small car	34
HONDA CR-Z	Gasoline	small car	34

HONDA CR-Z	Gasoline	small car	37
HONDA CR-Z	Gasoline	small car	37
HONDA Civic	Gasoline	small car	33
HONDA Civic	Gasoline	small car	33
HONDA Civic	Gasoline	small car	33
HONDA Civic	Gasoline	small car	33
HONDA Civic	Gasoline	small car	31
HONDA Civic	Gasoline	small car	31
HONDA Civic	Gasoline	small car	33
HONDA Civic	Gasoline	small car	33
HONDA Civic	Gasoline	small car	33
HONDA Civic	Gasoline	small car	33
HONDA Civic	Gasoline	small car	25
HONDA Civic	Gasoline	small car	25
HYUNDAI Accent	Gasoline	small car	31
HYUNDAI Accent	Gasoline	small car	31
HYUNDAI Accent	Gasoline	small car	30
HYUNDAI Accent	Gasoline	small car	30
HYUNDAI Tuscon	Gasoline	small SUV	23
HYUNDAI Tuscon	Gasoline	small SUV	23
HYUNDAI Tuscon	Gasoline	small SUV	25
HYUNDAI Tuscon	Gasoline	small SUV	25
HYUNDAI Tuscon	Gasoline	small SUV	22
HYUNDAI Tuscon	Gasoline	small SUV	22
HYUNDAI Tuscon	Gasoline	small SUV	22
HYUNDAI Tuscon	Gasoline	small SUV	24
HYUNDAI Tuscon	Gasoline	small SUV	24
KIA Sportage	Gasoline	small SUV	22
KIA Sportage	Gasoline	small SUV	22
KIA Sportage	Gasoline	small SUV	22
KIA Sportage	Gasoline	small SUV	24
KIA Sportage	Gasoline	small SUV	24
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	33
MAZDA 3	Gasoline	small car	33
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	33
MAZDA 3	Gasoline	small car	33
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	33
MAZDA 3	Gasoline	small car	34
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	33

MAZDA 3	Gasoline	small car	34
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	29
MAZDA 3	Gasoline	small car	29
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	29
MAZDA 3	Gasoline	small car	29
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	31
MAZDA 3	Gasoline	small car	32
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	32
MAZDA 3	Gasoline	small car	33
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	31
MAZDA 3	Gasoline	small car	32
MAZDA 3	Gasoline	midsize car	32
MAZDA 3	Gasoline	small car	33
NISSAN Rogue	Gasoline	small SUV	28
NISSAN Rogue	Gasoline	small SUV	28
NISSAN Rogue	Gasoline	small SUV	28
NISSAN Rogue	Gasoline	small SUV	28
NISSAN Versa	Gasoline	small car	30
NISSAN Versa	Gasoline	small car	30
NISSAN Versa	Gasoline	small car	35
NISSAN Versa	Gasoline	small car	35
NISSAN Versa	Gasoline	small car	30
NISSAN Versa	Gasoline	small car	30
TOYOTA Corolla	Gasoline	midsize car	31
TOYOTA Corolla	Gasoline	midsize car	31
TOYOTA Corolla	Gasoline	midsize car	32
TOYOTA Corolla	Gasoline	midsize car	32
TOYOTA Corolla	Gasoline	midsize car	31
TOYOTA Corolla	Gasoline	midsize car	31
TOYOTA Corolla	Gasoline	midsize car	32
TOYOTA Corolla	Gasoline	midsize car	32
Promedio			<b>27,5956284</b>

Fuente: fueleconomy.gov, 2023.

MPG de camionetas de mayor circulación			
Model	Fuel	Class	Cmb MPG
CHEVROLET Colorado	Gasoline	pickup	21
CHEVROLET Colorado	Gasoline	pickup	22
CHEVROLET Colorado	Gasoline	pickup	22
CHEVROLET Colorado	Gasoline	pickup	20

CHEVROLET Colorado	Gasoline	pickup	21
CHEVROLET Silverado 15	Gasoline	pickup	18
CHEVROLET Silverado 15	Gasoline	pickup	19
CHEVROLET Silverado 15	Gasoline	pickup	17
CHEVROLET Silverado 15	Gasoline	pickup	17
FORD F150	Gasoline	pickup	20
FORD F150	Gasoline	pickup	20
FORD F150	Gasoline	pickup	20
FORD F150	Gasoline	pickup	22
FORD F150	Gasoline	pickup	22
FORD F150	Gasoline	pickup	22
FORD F150	Gasoline	pickup	19
FORD F150	Gasoline	pickup	19
FORD F150	Gasoline	pickup	20
FORD F150	Gasoline	pickup	20
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	19
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	19
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	21
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	21
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	17
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	17
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	18
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	18
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	18
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	18
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	19
NISSAN Frontier	Gasoline	pickup	19
Promedio			<b>19,516129</b>

Fuente: Fueleconomy.gov

<b>MGP de vehículos con motor a diesel</b>			
<b>Model</b>	<b>Fuel</b>	<b>Veh Class</b>	<b>Cmb MPG</b>
CHEVROLET Cruze	Diesel	midsize car	33
CHEVROLET Cruze	Diesel	midsize car	33
Promedio			<b>33</b>

Fuente: Fueleconomy.gov

## ANEXO F: FACTORES DE EMISIÓN DE LA IPCC PARA COMBUSTIBLES

FACTORES DE EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> POR DEFECTO DEL TRANSPORTE TERRESTRE Y RANGOS DE INCERTIDUMBRE <sup>a</sup>			
Tipo de combustible	Por defecto (kg/TJ)	Inferior	Superior
Gasolina para motores	69 300	67 500	73 000
Gas/Diesel Oil	74 100	72 600	74 800
Gases licuados de petróleo	63 100	61 600	65 600
Queroseno	71 900	70 800	73 700
Lubricantes <sup>b</sup>	73 300	71 900	75 200
Gas natural comprimido	56 100	54 300	58 300
Gas natural licuado	56 100	54 300	58 300

Fuente: Cuadro 1.4 del capítulo Introducción del Volumen Energía.

FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO DE N <sub>2</sub> O Y CH <sub>4</sub> DEL TRANSPORTE TERRESTRE Y RANGOS DE INCERTIDUMBRE <sup>(a)</sup>						
Tipo de combustible / Categoría representativa de vehículo	CH <sub>4</sub> (kg/TJ)			N <sub>2</sub> O (kg/TJ)		
	Por defecto	Inferior	Superior	Por defecto	Inferior	Superior
Gasolina para motores – sin controlar <sup>(b)</sup>	33	9,6	110	3,2	0,96	11
Gasolina para motores – catalizador de oxidación <sup>(c)</sup>	25	7,5	86	8,0	2,6	24
Gasolina para motores – vehículo para servicio ligero con poco kilometraje, modelo 1995 o más nuevo <sup>(d)</sup>	3,8	1,1	13	5,7	1,9	17
Gas / Diesel Oil <sup>(e)</sup>	3,9	1,6	9,5	3,9	1,3	12
Gas natural <sup>(f)</sup>	92	50	1 540	3	1	77
Gas licuado de petróleo <sup>(g)</sup>	62	na	na	0.2	na	na
Etanol, camiones Estados Unidos <sup>(h)</sup>	260	77	880	41	13	123
Etanol, automóviles, Brasil <sup>(i)</sup>	18	13	84	na	na	na

## ANEXO G: FACTORES DE EMISIÓN DE LA IPCC PARA RESIDUOS SOLIDOS

PROCESOS DE TRATAMIENTO RS		FACTOR DE EMISIÓN (kgCO <sub>2</sub> /kg RS)	
		IPCC 1995	IPCC 2007
Disposición de residuos sólidos	Vertedero controlado	10.78	12.83
	No controlado profundo (≥ 5 m)	8.62	10.27
	No controlado poco profundo (< 5 m)	4.31	5.13
PROCESOS DE TRATAMIENTO ARD		FACTOR DE EMISIÓN (kgCO <sub>2</sub> /persona)	
		IPCC 1995	IPCC 2007
Tratamiento de aguas residuales domésticas		61.32	73.00

Fuente: Adaptado de Directrices del IPCC para los Inventarios de GEI. 1996. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

### Sector residuos

Tipo de tratamiento	Factor de emisión	
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Refileno Sanitario	0,0581 kg CH <sub>4</sub> /kg de residuos sólidos	—
Compost	4 g CH <sub>4</sub> /kg residuos sólidos	0,3 g N <sub>2</sub> O/kg residuos sólidos
Biodigestores	2 g CH <sub>4</sub> /kg residuos sólidos	—



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 12 / 07 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Karen Annabella Orlando Guamán
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Facultad de Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Carrera Recursos Naturales Renovables
<b>Título a optar:</b> Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

1424-DBRA-UTP-2023