

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**“ESTIMACIÓN DE HUELLA DE CARBONO EN LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN PARA EL 2021”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autoras: Bach. Anghelly Noella Pérez Díaz

Bach. Ani Marisol Oblitas Romero

Asesora: Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

JAÉN – PERÚ, DICIEMBRE, 2022

Anghelly Noella Pérez Díaz

Ani Marisol Oblitas Romero

Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

NOMBRE DEL TRABAJO

IFT_Oblitas Romero y Pérez Díaz-IFA.pdf

AUTOR

Oblitas Romero y Pérez Díaz

RECUENTO DE PALABRAS

9681 Words

RECUENTO DE CARACTERES

49607 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

50 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.6MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 27, 2023 2:39 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 27, 2023 2:40 PM GMT-5

● 17% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día *29* de *diciembre* del año *2022*, siendo las *9* :*09* horas, se reunieron de manera **presencial**, los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Joseph Campos Ruiz
Secretario: Dr. Alexander Huamán Mera
Vocal: Mg. Diomer Marino Jara Llanos,

Para evaluar la Sustentación del:

- () Informe de Plan de Trabajo de Investigación
(X) informe Final de Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: “**ESTIMACIÓN DE HUELLA DE CARBONO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN PARA EL 2021**”, presentado por **Anghelly Noella Pérez Díaz** y **Ani Marisol Oblitas** Romero, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (<i>15</i>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las *9* :*52* horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmado su participación con la suscripción de la presente.

Mg. Joseph Campos Ruiz
Presidente de Jurado Evaluador

Dr. Alexander Huamán Mera
Secretario de Jurado Evaluador

Mg. Diomer Marino Jara Llanos
Vocal de Jurado Evaluador

ÍNDICE

ÍNDICE	2
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. OBJETIVOS.....	9
2.1. Objetivo general.....	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
III. MATERIAL Y MÉTODOS	10
3.1. Materiales.....	10
3.2. Equipos.....	10
3.3. Metodología.....	10
3.3.1. Descripción de la zona de estudio.....	10
3.3.2. Población, Muestra, Muestreo	11
3.3.2.1. Población.....	11
3.3.2.2. Muestra	11
3.3.2.3. Muestreo	12
3.4. Métodos.....	12
3.5. Técnicas de recolección de datos.....	12
3.6. Procedimientos e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.7. Análisis de datos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
6.1. Conclusiones.....	41
6.2. Recomendaciones	43
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
AGRADECIMIENTO	47
DEDICATORIA	48
ANEXOS	49



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principios metodológicos para la cuantificación de las emisiones de GEI	13
Tabla 2 Límite organizacional de la Universidad Jaén en el 2021	15
Tabla 3 Clasificación de las fuentes de acuerdo a los alcances	15
Tabla 4 Información requerida para calcular la huella de carbono de la Universidad Nacional de Jaén	16
Tabla 5 Tipo de medidores de la Universidad Nacional de Jaén.....	17
Tabla 6 Valores caloríficos utilizados por tipo de combustible para equipos fijos	19
Tabla 7 Factores de emisión utilizados por fuente de emisión en el alcance 1.....	20
Tabla 8 Factores de emisión utilizados por fuente de emisión en el alcance 2	20
Tabla 9 Límite organizacional de la Universidad Jaén en el 2021	23
Tabla 10 Límite operacional de la Universidad Nacional de Jaén de acuerdo a sus emisiones directas e indirectas.....	24
Tabla 11 Fuentes de emisión de la Universidad Nacional de Jaén.....	24
Tabla 12 Consumo total de combustible en el alcance 1.....	25
Tabla 13 Consumo mensual de energía eléctrica en el alcance 2.....	25
Tabla 14 Emisiones en “t” de GEI (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) por alcance.....	27
Tabla 15 Huella de carbono de la Universidad Nacional de Jaén.....	31
Tabla 16 Estrategias de mitigación propuesta para disminuir la emisión de GEI por uso de combustible en equipos móviles	34
Tabla 17 Estrategias de mitigación propuesta para disminuir la emisión de GEI por consumo de combustible de equipos fijos.....	35
Tabla 18 Estrategias de mitigación para disminuir la emisión de GEI por consumo de energía eléctrica en luminaria y equipos tecnológicos	36
Tabla 19 Estrategias de mitigación para disminuir la emisión de GEI por malas prácticas de uso de energía.....	37



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación de la Universidad Nacional de Jaén	11
Figura 2 Criterios de decisión para la inclusión de GEI	14
Figura 3 Per cápita mensual de energía eléctrica del año 2021	26
Figura 4 Emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O por la Universidad Nacional de Jaén.....	28
Figura 5 Emisiones de CO ₂ por alcance de la Universidad Nacional de Jaén.....	28
Figura 6 Emisiones de CH ₄ por alcance de la Universidad Nacional de Jaén.....	29
Figura 7 Emisiones de N ₂ O por alcance de la Universidad Nacional de Jaén.....	29
Figura 8 Emisiones de CO ₂ eq generadas en el alcance 1 de la UNJ.....	30
Figura 9 Emisiones de CO ₂ eq generadas en el alcance 2 de la UNJ.....	31
Figura 10 Emisiones totales de tCO ₂ eq por meses.....	32
Figura 11 Participación por alcance.....	32
Figura 12 Resumen general del plan de Mitigación.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Organigrama de la Universidad Nacional de Jaén.....	49
Anexo 2 Consumo mensual de combustible por equipos móviles en el Alcance 1	50
Anexo 3 Consumo mensual de combustible por equipos fijos en el Alcance 1.....	50
Anexo 4 Consumo mensual de energía eléctrica en el Alcance 2 en el año 2021	51
Anexo 5 Cálculo per cápita de la UNJ del año 2021.....	51
Anexo 6 Carta de conocimiento que el inmueble Jr. San Martín no pertenece a la UNJ ...	52
Anexo 7 Emisiones de CO ₂ eq por consumo de combustible	53
Anexo 8 Emisiones de CO ₂ eq por consumo de energía eléctrica.....	53
Anexo 9 Emisiones de CO ₂ eq totales de la Universidad Nacional de Jaén en el a 2021	53



RESUMEN

Las universidades buscan la forma de contribuir y comprometerse como entidades socialmente responsables promoviendo diversas herramientas e indicadores ambientales como es el cálculo de huella de carbono. En este contexto, la investigación se planteó como objetivo estimar la huella de carbono en la Universidad Nacional de Jaén para el periodo 2021, mediante las mediciones directas del alcance 1 (consumo de combustible) e indirectas del alcance 2 (consumo de energía eléctrica) de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O). La metodología utilizada fue la propuesta por la del Green House Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO 14064-1:2006. Los factores de emisión para consumo de combustible se tomaron del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y de la Universidad Científica del Sur, 2021 para energía eléctrica, además, se utilizaron factores de conversión específicos establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Se estimó un total de 29.3937 tCO₂eq siendo el CO₂ el GEI predominante con 23.1364 t. El alcance 1 con consumo de combustible fue la fuente que presentó el mayor valor de emisiones con 15.6827 tCO₂eq. Se determinó que el mes de noviembre produjo la mayor cantidad de gases de efecto invernadero con 3.3127 tCO₂eq, esto debido al incremento de actividades presenciales del personal administrativo.

Palabras clave: Consumo, emisión, alcance, GEI.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

ABSTRACT

Universities seek ways to contribute and commit themselves as socially responsible entities by promoting various environmental tools and indicators such as carbon footprint calculation. In this context, the objective of the research was to estimate the carbon footprint of the National University of Jaen for the period 2021, through direct measurements of Scope 1 (fuel consumption) and indirect measurements of Scope 2 (electricity consumption) of greenhouse gases (CO₂, CH₄ and N₂O). The methodology used was that proposed by the Green House Gas Protocol (GHG Protocol) and ISO 14064-1:2006. The emission factors for fuel consumption were taken from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and the Scientific University of the South, 2021 for electrical energy, and specific conversion factors established by the Ministry of the Environment (MINAM) were used. A total of 29.3937 tCO₂eq was estimated, being CO₂ the predominant GHG with 23.1364 t. Scope 1 with fuel consumption was the source that presented the highest emissions value with 15.6827 tCO₂eq. It was determined that the month of November produced the highest amount of GHG with 3.3127 tCO₂eq, this due to the increase in face-to-face activities of the administrative staff.

Key words: Consumption, emission, scope, GHG.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

I. INTRODUCCIÓN

Según Molina et al., (2017), en la actualidad el cambio climático es un tema de alcance y preocupación mundial, siendo el ser humano el principal responsable. Este fenómeno es causado principalmente por la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, el cual origina alteraciones en la temperatura, la humedad y la velocidad del viento, provocando repercusiones sobre todos los seres vivos.

Mediante Resolución Ministerial 237-2020-MINAM, el Perú aprueba la guía oficial para el funcionamiento de la herramienta Huella de Carbono Perú, de esta manera, se oficializan las bases para la medición y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por parte de todas las organizaciones públicas y privadas. Norma que abarca los procedimientos para la obtención y reconocimiento de la gestión de las emisiones mediante la verificación, reducción y neutralización de las empresas e instituciones (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2020).

Conforme a Chavarías (2016), la huella de carbono (HC), es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero como: dióxido de carbono (CO_2), gas metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6) producidos por nuestras actividades en el medio ambiente. Para Schneider y Samaniego (2010), se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, producida en el día a día, generados a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos. Su cálculo sigue los principios del Protocolo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero o la norma ISO 14.064 incorporados en las metodologías disponibles.

En la actualidad la Universidad Nacional de Jaén forma parte de la Red Ambiental Universitaria (RAI) contribuyendo con el país en el reconocimiento de cómo la institución está logrando gestionar las emisiones de GEI en beneficio del ambiente. Sin embargo, reiteradas las malas prácticas que se llevan a cabo en las instituciones de educación superior debido a sus diversas actividades propias son la principal causa de emisiones contaminantes, generando consigo impacto ambiental.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Para poder determinar la cantidad de tCO₂eq se han diseñado distintas metodologías, que permiten extrapolar los datos obtenidos y dar credibilidad a las declaraciones de eliminación o reducción de los GEI. Las más utilizadas en organizaciones públicas y privadas son GHG Protocol y la ISO 14064-1.

La metodología que sustenta la norma ISO 14064-01 consiste en definir los límites de fuentes de GEI, seleccionar el año base, identificar, cuantificar y realizar un informe de emisiones. Por el contrario, el Protocolo de GEI (GHG Protocol), se ha venido utilizando desde el año 2009 para calcular la huella de carbono, mediante la determinación de los límites organizacionales, límites operacionales y cuantificación de emisiones GEI aplicando un factor de emisión al nivel de actividad de la fuente identificada (Navarro,2015).



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Estimar la huella de carbono en la Universidad Nacional de Jaén para el año 2021.

2.2. Objetivos específicos

- Delimitar las fuentes de emisión de GEI en la Universidad Nacional de Jaén.
- Recopilar datos de las fuentes de emisión que generan de las actividades priorizadas.
- Determinar el consumo de energía per cápita generado por el desarrollo de actividades administrativas en la Universidad Nacional de Jaén.
- Proponer un plan de mitigación de fuentes de emisión que se generan, por las actividades administrativas en la Universidad Nacional de Jaén.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Materiales

Folder, portaminas, fichas de trabajo, recibos de venta o factura por consumo de combustibles para fuentes fijas (cocinas o grupos electrógenos, pertenecientes a la institución pública), recibos de venta o factura por consumo de combustibles de equipos móviles (unidades vehiculares), recibos de consumo de energía eléctrica y programa SPSS Statistics 25.

3.2. Equipos

- Laptop
- Memoria externa

3.3. Metodología

3.3.1. Descripción de la zona de estudio

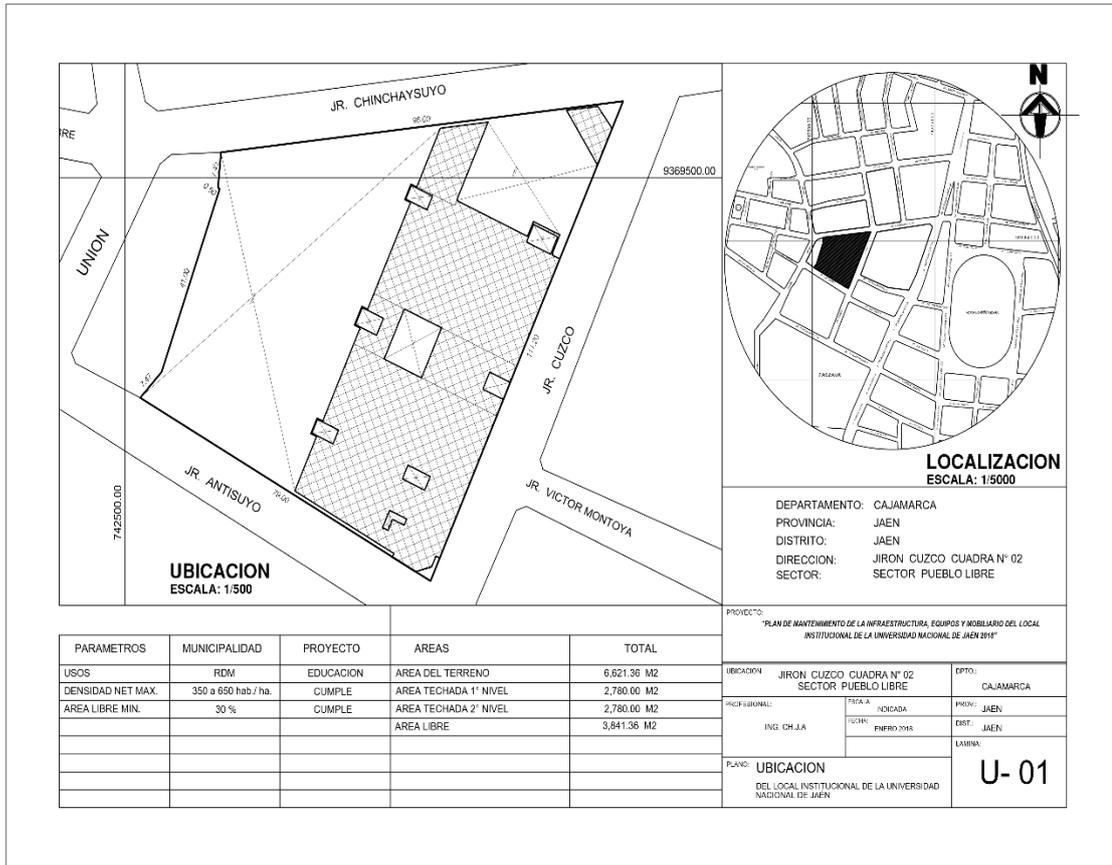
La investigación se realizó en el local 01 (SML01) de la Universidad Nacional de Jaén, ubicado en el Jr. Cuzco N° 250 – Pueblo Libre – distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, dentro del área urbana de la ciudad de Jaén.

Se trata de un local alquilado hasta marzo del 2022 para brindar servicios de educación superior universitaria y estructurado en las siguientes categorías: oficinas administrativas, aulas, laboratorios, biblioteca, servicios higiénicos, patios (central, áreas verdes, estacionamiento), zona de circulación (pasillos, escaleras) (Figura 1).



Figura 1.

Mapa de ubicación de la Universidad Nacional de Jaén



Fuente: Unidad Formuladora UNJ.

3.3.2. Población, Muestra, Muestreo

3.3.2.1. Población

La población está representada por todas las fuentes de contaminación generadas por la parte administrativa de la Universidad Nacional de Jaén en el periodo 2021.

3.3.2.2. Muestra

La muestra para el presente estudio de investigación son las fuentes de contaminación de actividades administrativas por consumo de energía eléctrica y combustible.


 Anghelly Noella Pérez Díaz


 Ani Marisol Oblitas Romero


 Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

3.3.2.3. Muestreo

Se realizó un tipo de muestreo no probabilístico, teniendo en cuenta las oficinas administrativas que realizan actividades semi- presenciales y que en sus actividades diarias hacen uso de consumo energético y combustible.

3.4. Métodos

El método de investigación que se utilizó fue inductivo, ya que se obtuvieron conclusiones generales a partir de premisas particulares, es decir se ascendió de lo particular a lo general, considerando un enfoque a organizaciones la metodología propuesta será la del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO 14064-1:2006.

3.5. Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se realizaron las siguientes acciones:

- Recolección datos en campo: consistió en una visita a las oficinas administrativas para limitar las fuentes de emisión de GEI.
- Procesamiento de datos: tabulación de datos utilizando el software Excel.

3.6. Procedimientos e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Delimitación de las fuentes de emisión de GEI

Se inició con la revisión del organigrama institucional (Anexo1) para determinar las oficinas operativas en el año 2021, luego se llevó a cabo una visita in situ en las instalaciones de la Universidad Nacional de Jaén con la finalidad de poder realizar un reconocimiento de las fuentes de emisión asociados a las actividades administrativas: equipos fijos, fugas de aire acondicionado, consumo de GLP en comedores, consumo de energía eléctrica del SEIN, consumo de agua potable, consumo de tinta y tóner, generación de residuos y consumo de papel de GEI.

La metodología utilizada para estimar la HC fue la propuesta por Morales (2018), la cual combina criterios GHG Protocol e ISO 14064-1:2006; está se detalla a continuación.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

A. Definición de límites

- Límite Organizacional

La definición del límite organizacional son aquellas instalaciones u oficinas tomadas en cuenta para el cálculo de huella de carbono. Para ello, se tomó en cuenta los cinco principios establecidos en el GHG Protocol y la Norma ISO 14064-1:2006 (Tabla 1). Además, el factor de presencialidad de las operaciones de dichas oficinas en el año 2021.

Tabla 1

Principios metodológicos para la cuantificación de las emisiones de GEI

ISO 14064	GHG Protocol
Pertinencia	Relevancia
Cobertura total	Integridad
Coherencia	Consistencia
Exactitud	Precisión
Transparencia	Transparencia

Fuente: Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2012.

- Límite Operacional

El límite operacional se estableció de acuerdo a los criterios de decisión de la norma ISO 14064-1:2006 y el GHG Protocol, los cuales brindan categorías por tipo de emisiones: alcance 1, alcance 2 y alcance 3 (Tabla 3).

B. Identificación y clasificación de las fuentes de emisión de los gases de efecto invernadero

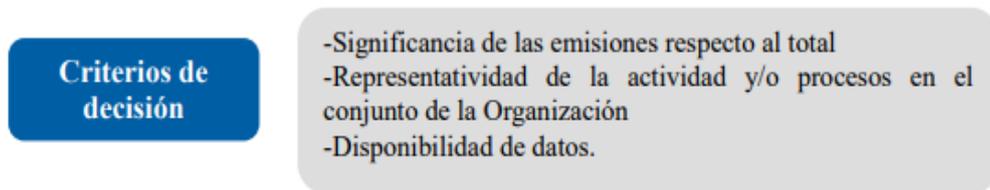
Se identificaron y clasificaron las diferentes fuentes de emisión de GEI mediante una visita in situ a las instalaciones de la Universidad Nacional de Jaén, luego se indaga con cada uno de los trabajadores que realizaban labores administrativas presenciales sobre el uso de energía para los equipos de oficina, esta información es parte de los insumos que permitieron elaborar el plan de mitigación.



Teniendo en cuenta el límite operacional se procedió a identificar los gases de efecto invernadero considerados en los inventarios nacionales de GEI los cuales son determinados en el Protocolo de Kioto, como son: CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFCs y PFCs. Para este proyecto solo se incorporaron tres (CO₂, CH₄ y N₂O) bajo los criterios de decisión establecidos en la Norma ISO 14064-1:2006 y considerando la significancia de las emisiones respecto al total, la representatividad de la actividad y/o procesos en la organización y la disponibilidad de datos (Figura 2).

Figura 2

Criterios de decisión para la inclusión de GEI



Fuente: Ihobe & Colaboradores, 2012.

Es necesario aclarar que para la identificación de las fuentes de GEI se tuvo en cuenta las emisiones directas procedentes de la combustión de equipos móviles y fijos que estuvieron en funcionamiento en el año 2021 en la Universidad Nacional de Jaén. La tabla 2 muestra los equipos móviles y fijos correspondientes de la UNJ de acuerdo al tipo de combustible que se usa.

Tabla 2*Equipos móviles y fijos de la UNJ de acuerdo al combustible que utilizan*

Combustible	Equipo móvil	Equipo fijo
	Camioneta	
Diésel	Bus urbano	
	Bus interprovincial	
Gasolina 90	Moto M4-3027	Chaleadora
	Moto M4-2993	Fumigadora

Desde la identificación de las fuentes generadoras se procedió a clasificarlas por alcance de acuerdo con lo establecido en el GHG Protocol y la Norma ISO 14064:2006, de acuerdo a la siguiente tabla 3.

Tabla 3*Clasificación de las fuentes de acuerdo a los alcances*

Alcance	Fuentes
Alcance 1	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de combustible en los vehículos propios • Consumo de combustible en equipos fijos • Fugas de aire acondicionado • Consumo de GLP en equipos fijos
Alcance 2	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía eléctrica
Alcance 3	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua potable • Viajes aéreos • Viajes terrestres • Generación de residuos • Transporte de material adquirido • Consumo de papel • Transporte de residuos generados • Transporte casa-trabajo

Fuente: Universidad Científica del Sur, 2021.





3.6.2. Recopilación y sistematización de información

La información requerida fue solicitada a los responsables de las diferentes áreas administrativas. Cabe indicar que la información requerida fue específica de la organización (Tabla 4).

Tabla 4

Información requerida para calcular la huella de carbono de la Universidad Nacional de Jaén

Descripción por nivel de actividad	Información a evaluar
General	Promedio de trabajadores en el año 2021
Consumo de combustible en los vehículos propios	Cantidad y tipo de combustible usado por vehículos que son propiedad de la Universidad Nacional de Jaén.
Consumo de combustible en equipos fijos	Cantidad y tipo de combustible provenientes de los equipos y/o maquinaria usada para las actividades de producción
Consumo de energía eléctrica	Energía eléctrica, proveniente de la red nacional, consumida por la Universidad Nacional de Jaén

Fuente: Morales, 2018.

Para facilitar la sistematización, estandarización y procesamiento de los datos se elaboró un formato en una hoja de cálculo del software de aplicación Excel, donde se consignó la información con respecto a los registros de consumos por nivel de actividad (consumo de combustible y energía eléctrica) mensualmente en la UNJ. Cabe indicar que los formatos fueron adaptados de la herramienta proporcionada por el GHG Protocol (Anexo 2,3 y 4).

Luego de registrar este consumo total por actividad, se procedió a calcular el consumo de energía per cápita generado por el desarrollo de actividades administrativas en

la Universidad Nacional de Jaén en una tabla adaptada para dicho cálculo (Anexo 5). Para ello se conoció que en el año 2021 la UNJ brindaba sus servicios académicos y administrativos en su sede principal la cual estaba ubicada en el Jr. Cuzco en donde se contaba con dos medidores (monofásico y trifásico), por otra parte, para el funcionamiento de almacenamiento contaba con oficinas ubicadas en el Jr. San Martín en la cual se abastecía de un solo medidor (monofásico) para el consumo de energía eléctrica. Cabe indicar, que, dado que las oficinas ubicadas en Jr. San Martín dejaron de formar parte de la UNJ desde del mes de junio del 2021 (Anexo 6), sólo se calculó el consumo de energía hasta dicho mes.

Para el cálculo asociado al consumo per cápita, los datos de consumo de energía eléctrica activa se registraron en kiloWatt hora (kWh) de los tres medidores que disponía la Universidad Nacional de Jaén (Tabla 5) y consumo de energía per cápita en kWh/colaborador.

Tabla 5

Tipo de medidores de la Universidad Nacional de Jaén

Medidor	1	2	3
Nº de serie	00018569384	607906171	000JB005228
Tipo de conexión	3φ	1φ	1φ

3.6.3. Cálculo de la Huella de Carbono

Para el cálculo de Huella de Carbono se siguió las metodologías señaladas en las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) para la elaboración de inventarios nacionales. Cabe resaltar que el GHG Protocol sigue los lineamientos del IPCC, por lo que estos constituyen un complemento para realizar el cálculo de la Huella de Carbono.





1. Se seleccionaron los factores de conversión y de emisión teniendo en cuenta el criterio de decisión de la IPCC 2006. Es importante resaltar que, si el país cuenta con un factor de emisión o conversión específico, se tomará en cuenta el valor específico del país, de no existir, se seleccionará los valores recomendados por el IPCC.

2. Estos valores fueron registrados en las hojas de cálculo Excel previamente elaboradas, así como los datos de las actividades; para luego realizar la cuantificación de las emisiones de GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) generadas por nivel de actividad.

3. Para el consumo de combustible se procedió a calcular el equivalente asociado a cada combustible, en términos de calor, expresado en Terajoule (TJ), para ello se multiplicó el consumo total de combustible por nivel de actividad, expresado en unidades físicas consumidas y se multiplicó por el valor calórico de acuerdo al tipo de combustible.

Ecuación 1

$$U(\text{Gal}) \times V\left(\frac{\text{TJ}}{\text{Gal}}\right) = E(\text{TJ})$$

Donde:

- U = Unidades físicas consumidas de combustible expresado en Galones (Gal).
- V = Valor calórico expresado en terajoule sobre galones (TJ/Gal).
- C = Consumo energético del combustible expresado en terajoule (TJ).

Para estimar las emisiones de GEI, los datos de consumo de combustible se expresan en unidades de masa, es por ello necesario utilizar sus valores caloríficos, los cuales se expresan en la tabla 6.



Tabla 6

Valores caloríficos de los combustibles de acuerdo al tipo de equipo

Combustible	Valor calórico	Unidad
	Equipos fijos	
Gasolina 90	1.20E-04	TJ/gal
	Equipos móviles	
Diesel	1.35E-04	TJ/gal
Gasolina 90	1.18E-04	TJ/gal

Fuente: MINAM, 2016

4. Una vez calculado el consumo energético de cada combustible se realizó la conversión de estos resultados en su equivalente de emisión de GEI, para ello se multiplicó los resultados del consumo energético del combustible con los factores de emisión seleccionados por tipo de combustible. La operación se encuentra representada en la siguiente ecuación:

Ecuación 2

$$Emisión\ de\ GEI = NA \times FE$$

Donde:

- Emisión de GEI = Emisiones de GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) expresado en Toneladas (t).
- NA = Nivel de Actividad como consumo de combustible expresado en terajoule (TJ) y consumo de energía expresado en kW/h.
- FE = Factor de emisión expresado en Kg/TJ para consumo de combustible (IPCC, 2006).

En la tabla 7 aparecen los factores de emisión para el alcance 1 de acuerdo al tipo de indicador y gas de efecto invernadero.

Anghelly Noella Pérez Díaz

Ani Marisol Oblitas Romero

Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Tabla 7*Factores de emisión utilizados por fuente de emisión en el alcance 1*

Fuente de emisión de GEI	Indicador	GE I	Valor	Unidad
Equipos fijos	Gasolina 90	CO ₂	69 300	Kg CO ₂ /TJ
		CH ₄	10	Kg CH ₄ /TJ
		N ₂ O	0.6	Kg N ₂ O/TJ
Equipos móviles	Diesel	CO ₂	74 100	Kg CO ₂ /TJ
		CH ₄	3.9	Kg CH ₄ /TJ
		N ₂ O	3.9	Kg N ₂ O/TJ
	Gasolina	CO ₂	69 300	Kg CO ₂ /TJ
		CH ₄	33	Kg CH ₄ /TJ
	N ₂ O	3.2	Kg N ₂ O/TJ	

Fuente: MINAM, 2016

Los factores de emisión basados en la actividad de consumo de energía eléctrica fueron valores establecidos por el Perú en el año 2020. Estos factores se expresaron en tonelada de GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) sobre kW/h y se pueden visualizar en la tabla 8.

Tabla 8*Factores de emisión utilizados por fuente de emisión en el alcance 2*

Fuente de Emisión de GEI	Indicador	Año	GEI	Valor	Unidad
Energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica	2020	CO ₂	156.455	tCO ₂ /kWh
			CH ₄	0.0097	tCH ₄ /kWh
			N ₂ O	0.0012	tN ₂ O/kWh

Fuente: Universidad Científica del Sur, 2021

5. Posteriormente de la cuantificación de las emisiones de GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) se procedió a calcular las emisiones totales de GEI, expresadas en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂). El cálculo se realizó multiplicando las emisiones de GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) expresado en toneladas, por su correspondiente potencial de calentamiento



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

global de GEI. Una vez realizado el cálculo se procederá a sumar todas las emisiones de GEI. La operación se expresa en la siguiente operación.

Ecuación 3

$$ET \text{ de GEI} = \sum [(Emisión \text{ de GEI} \times PCG)]$$

Donde:

- ET de GEI = Emisiones Totales de GEI expresado en tCO₂e.
- Emisión de GEI = Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O expresado en toneladas.
- PCG = Potencial de Calentamiento Global de GEI (IPCC, 2006)

Para lograr este cálculo se emplearon los valores calóricos por tipo de combustible en Perú, tanto para equipos móviles y equipos fijos, establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016). Por otro lado, los factores de emisión ocupados en este estudio fueron los del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006). Cabe mencionar que la selección de los factores de conversión y emisión sigue los criterios de decisión recomendados por la IPCC.

3.6.4. Propuesta de plan de mitigación de fuentes de emisión generadas por las actividades administrativas en la Universidad Nacional de Jaén

Se propuso un plan de mitigación de acuerdo con los resultados estimados de huella de carbono obtenidos, apoyándose de la Guía de Ecoeficiencia para instituciones del sector público del MINAM. Esta guía nos brindó las pautas necesarias para desarrollar un Plan de Ecoeficiencia dentro de las instituciones públicas, el cual permite realizar acciones y establecer medidas que buscan minimizar y prevenir la contaminación ambiental, al hacer mucho más eficiente el uso de los materiales e insumos que se utilizan dentro de una institución pública.



3.7. Análisis de datos

Al tener como base un trabajo no experimental, la información fue procesada en hojas de formato Excel. Con la información recolectada se realizó el cálculo de la huella de carbono haciendo uso de las fórmulas establecidas en el GHG Protocol y la metodología de cálculo propuesta en las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático 75 (IPCC) para la elaboración de inventarios nacionales.

Para un análisis estadístico básico (media, mediana, promedio), y gráficos descriptivos comparativos se utilizó el lenguaje de programación R y el programa RStudio.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

IV. RESULTADOS

4.1. Delimitación de las fuentes de emisión de GEI

4.1.1. Definición del límite organizacional.

El límite organizacional se determinó en base a las oficinas administrativas que estuvieron en funcionamiento de manera presencial en la Universidad Nacional de Jaén en el año 2021. La tabla 9 muestra las 17 oficinas operativas (2 del primer nivel, 8 del segundo nivel y 7 del tercer nivel), de un total de 38 oficinas de acuerdo al organigrama de la UNJ (Anexo 1).

Tabla 9

Límite organizacional de la Universidad Nacional Jaén en el 2021

Niveles organizacionales	
Primer Nivel	<ul style="list-style-type: none">• Organismo de control institucional (OCI)• Vicerrectorado académico
Segundo Nivel	<ul style="list-style-type: none">• Dirección general de administración• Oficina de planeamiento y presupuesto• Oficina general de asesoría jurídica• Dirección de centros de producción de bienes y servicios• Oficina de secretaria general• Dirección de bienestar universitario• Dirección general de centros de producción de bienes y servicios• Oficina de comunicación e imagen institucional
Tercer nivel	<ul style="list-style-type: none">• Unidad ejecutora de inversiones• Unidad de abastecimiento• Unidad formuladora• Unidad de tesorería y contabilidad• Unidad de recursos humanos• Escuelas profesionales: Escuela profesional de tecnología médica• Oficina de salud

4.1.2 Definición del límite operacional

La tabla 10 detalla el límite operacional de la UNJ, basado en emisiones directas por las acciones del personal administrativo y que generaron consumo de combustible, por el contrario, las emisiones indirectas dependieron de aquellas actividades que requieren de consumo de electricidad.

Tabla 10

Límite operacional de la Universidad Nacional de Jaén de acuerdo a sus emisiones directas e indirectas

	Alcance	Actividad
Emisiones Directas	Alcance 1	Consumo de combustible
Emisiones Indirectas	Alcance 2	Consumo de energía

4.2. Identificación y clasificación de las fuentes de emisión de los gases de efecto invernadero

4.2.1. Fuentes de emisión identificadas

El uso de equipos móviles y equipos fijos fueron las dos primeras fuentes identificadas en base al consumo de combustible, por otro lado, la única fuente reconocida de consumo de energía fue el nivel de kWh facturado (Tabla 11).

Tabla 11

Fuentes de emisión de la Universidad Nacional de Jaén

Alcance	Actividad	Fuente de emisión
Alcance 1	<ul style="list-style-type: none">Consumo de combustible	Equipos móviles Equipos fijos
Alcance 2	<ul style="list-style-type: none">Consumo de energía	Electricidad

Nota: Fuentes de emisión identificadas en la UNJ en el año 2021, de acuerdo a la definición del límite operacional.



4.3. Recopilación y sistematización de información

El consumo total de combustible por equipos móviles, fue equivalente a 1574.66 galones, mientras tanto, el consumo por equipos fijos fue de 12 galones. Teniendo como resultado un total de 1586.66 galones (Tabla 12).

Tabla 12

Consumo total de combustible en el alcance 1

Fuente de Emisión	Tipo de Combustible	Consumo (Gal)
Consumo de combustible móvil	Diésel	1341.66
	Gasolina 90	233.00
Consumo de combustible por equipos fijos	Gasolina 90	12
TOTAL		1586.66

Nota: Se calculó el consumo total por tipo de combustible

En la tabla 13 se muestra el consumo de energía eléctrica equivalente de 87,629.05 kW, demostrando de esta manera el total de gasto de energía que realizó la Universidad Nacional de Jaén para el periodo 2021.

Tabla 13

Consumo mensual de energía eléctrica en el alcance 2

Fuente de Emisión de GEI	Indicador	Consumo (kW)
Energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica	87,629.05
TOTAL		87,629.05

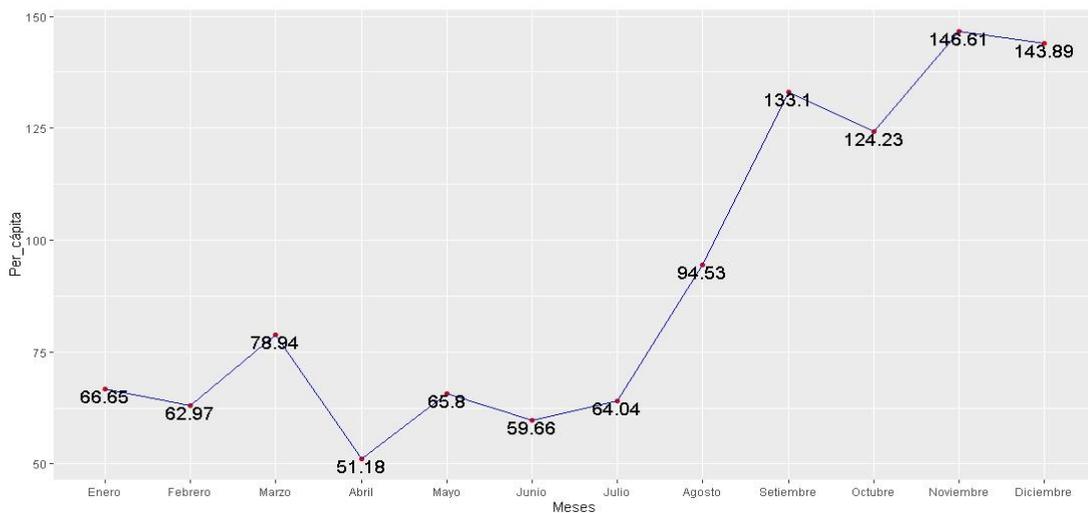
4.4. Cálculo asociado consumo de energía per cápita generado por el desarrollo de actividades administrativas en la Universidad Nacional de Jaén

La figura 3 se aprecia el consumo per cápita por meses del 2021, mostrando que los valores mínimos fueron en el primer semestre, resaltando abril con 51.8 kWh/colaborador/mensual. En el segundo semestre se muestra un incremento significativo, destacando el mes de noviembre con 146.61 kWh/colaborador/mensual, puesto que ya existía mayor presencialidad del personal administrativo.

La UNJ en el 2021 generó un consumo per cápita de 1,091.61 kWh de energía eléctrica anual (Anexo 5).

Figura 3

Per cápita mensual de energía eléctrica del año 2021



4.5. Cálculo de la Huella de Carbono

4.5.1. Determinación de las Emisiones de Dióxido de carbono (CO₂) Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O) generadas en el alcance 1 y 2

Durante el año 2021, la Universidad Nacional de Jaén generó un total de 29.1364 tCO₂, 0.0464 tCH₄ y 0,2108 tN₂O en el alcance 1 y 2. La mayor cantidad de emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O fueron generadas por el consumo de combustible por equipos móviles, con un total de 15.3265 tCO₂, 0.0452 tCH₄ y 0.2105 tN₂O, por otro lado, para consumo de energía se estimó con un total de 13.7100 tCO₂, 0.0009tCH₄ y 0.0001 tN₂O. Cabe detallar que la fuente que generó menos emisiones de GEI fue la actividad por equipos fijos correspondiendo a 0.0998 tCO₂, 0.0004 tCH₄ 0.0002 tN₂O (Tabla 14). Los detalles de la información recopilada de cada GEI por mes se encuentran en el anexo 7 y 8.

Tabla 14

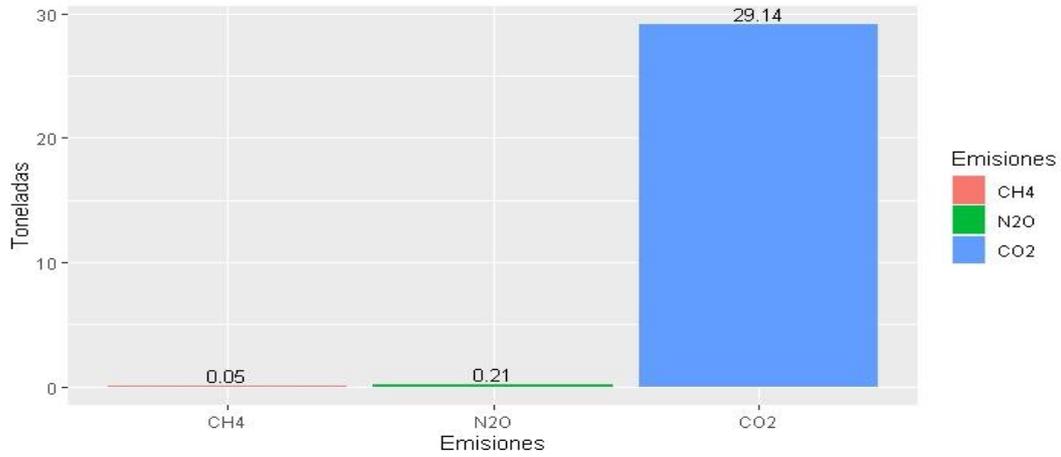
Emisiones en “t” de GEI (CO₂, CH₄, N₂O) por alcance

Emisiones de GEI					
Alcance	Actividad	Fuente de emisión	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O
1	Consumo de combustible	de Equipos fijos	0.0998	0.0004	0.0002
		Equipos móviles	15.3265	0.0452	0.2105
	Total		15.4264	0.0456	0.2107
2	Consumo de energía	de Energía	13.7100	0.0009	0.0001
	Total		13.7100	0.0009	0.0001
TOTAL			29.1364	0.0464	0.2108

En la figura 4 se puede visualizar que en función de sus actividades de consumo de energía y combustible (equipos fijos y móviles), la UNJ produce más emisiones de CO₂ con 29.1364 tCO₂, en comparación al CH₄ y N₂O con cantidades de 0.0464 y 0.2108 respectivamente.

Figura 4

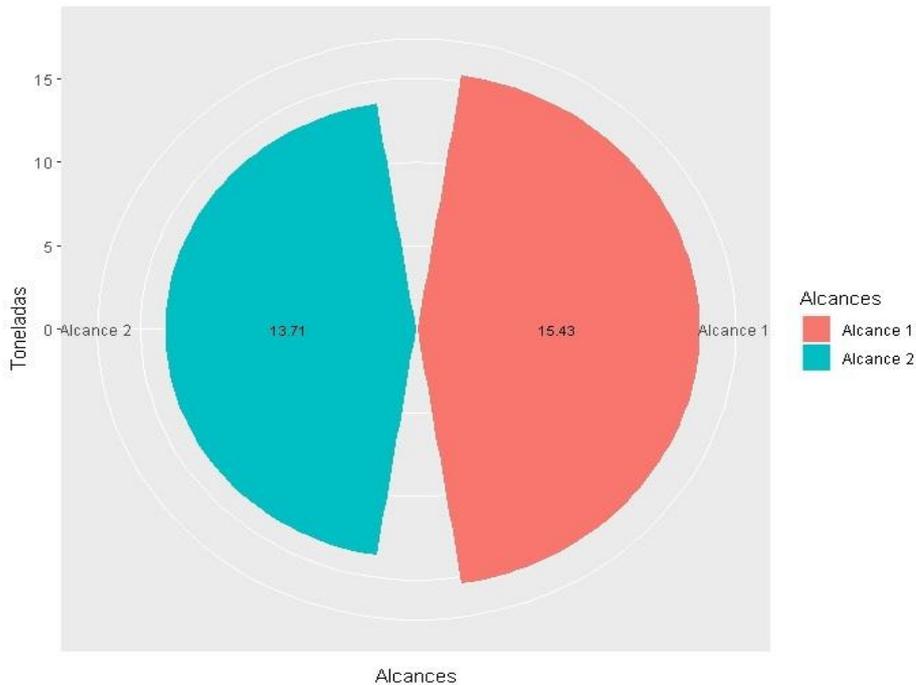
Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O por la Universidad Nacional de Jaén



Así mismo en la figura 5 se observa las emisiones de CO₂ por alcance, siendo que el alcance 1 es el que emite más CO₂ con un total de 15.4264 tCO₂, por el contrario, el alcance 2 es el de menor emisión con 13.7100 tCO₂.

Figura 5

Emisiones de CO₂ por alcance de la Universidad Nacional de Jaén




Anghelly Noella Pérez Díaz

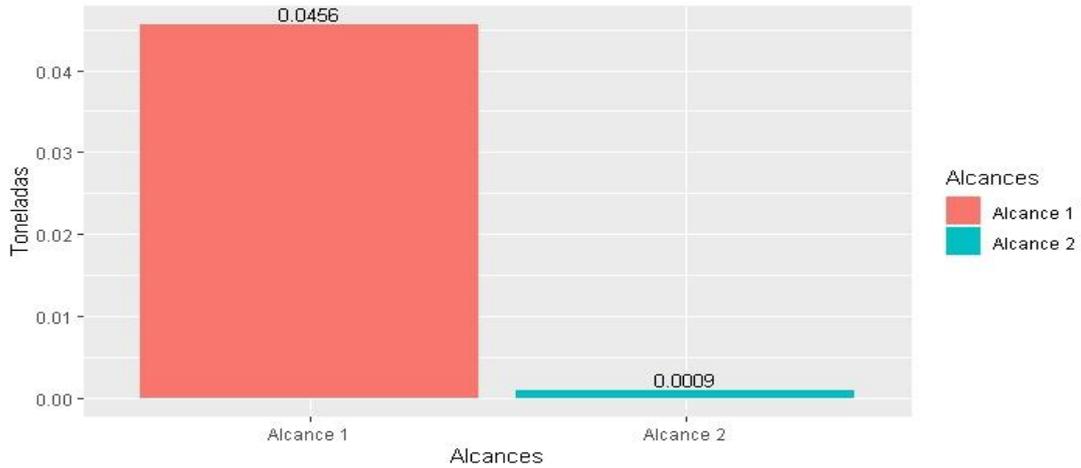

Ani Marisol Oblitas Romero


Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

La figura 6 muestra que el alcance 1, en función a las emisiones de CH₄ es el más representativo, con un total de 0.0456 tCH₄ generadas por consumo de combustible en equipos móviles y fijos.

Figura 6

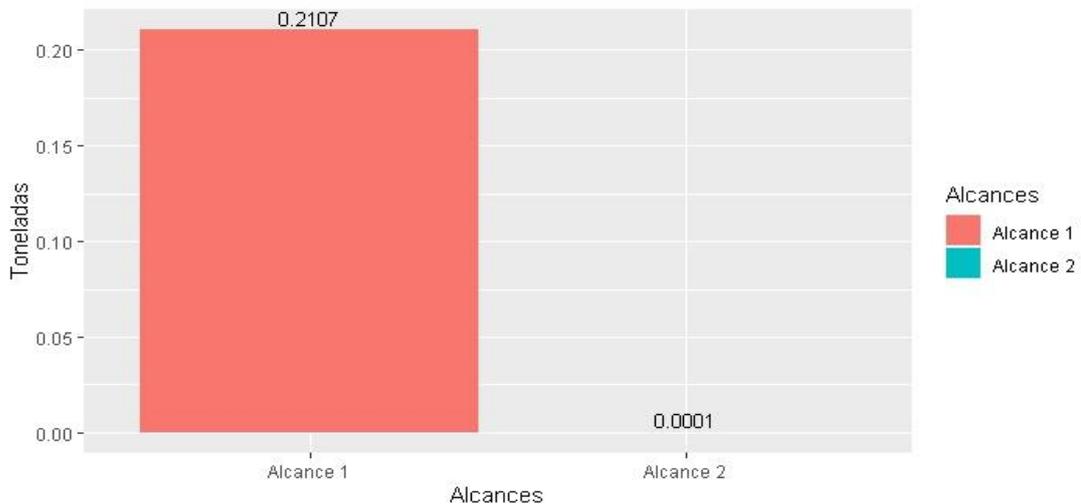
Emisiones de CH₄ por alcance de la Universidad Nacional de Jaén



En cambio, en la figura 7 se contempla que el alcance 1, en función a las emisiones de N₂O es el alcance más sobresaliente, con un total de 0.2107 tN₂O, a diferencia del alcance 2 que demostró un valor de 0.0001 tN₂O.

Figura 7

Emisiones de N₂O por alcance de la Universidad Nacional de Jaén



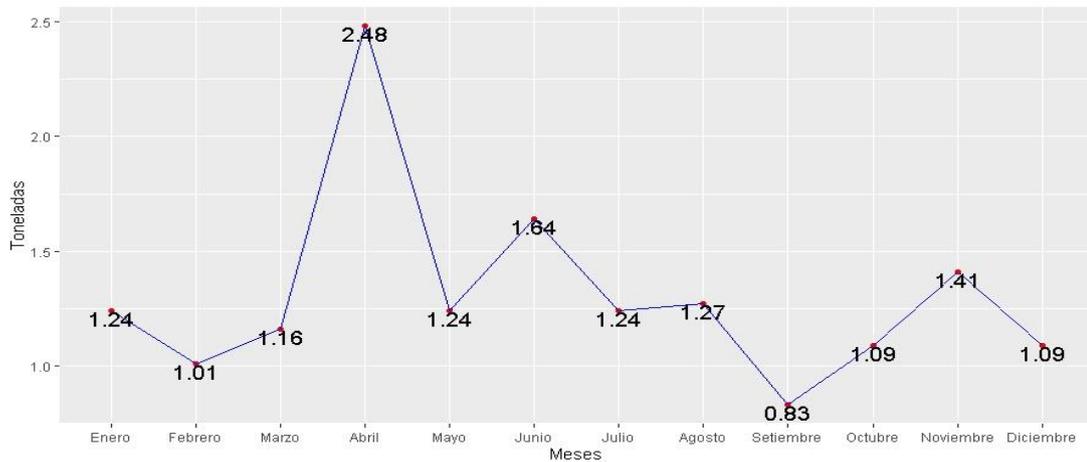
4.5.2. Comparación del comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO₂ e) en los alcances 1 y 2

4.5.2.1. Emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂ e) en el alcance 1

La figura 8 desglosa la operatividad de las emisiones de GEI expresadas en CO₂eq por consumo de combustible, siendo el mes de abril el de mayor emisión con 2.48 tCO₂eq y setiembre asentándose como el más bajo con 0.83 tCO₂eq.

Figura 8

Emisiones de CO₂eq generadas en el alcance 1 de la UNJ

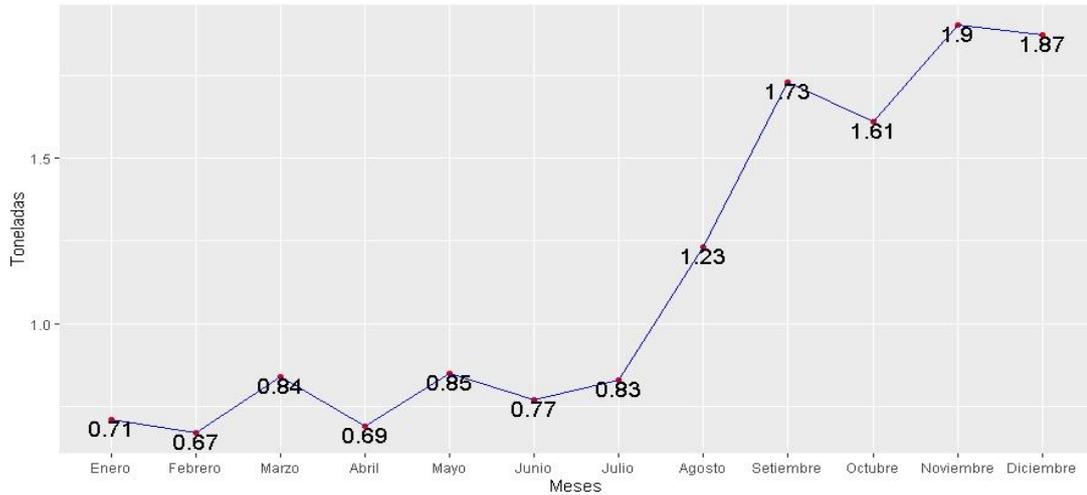


4.5.2.2. Emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) en el alcance 2

Para el alcance 2 se registraron las mayores emisiones de GEI en el segundo semestre del 2021, llegando a ser noviembre donde se emitió el valor más alto con un total de 1.90 tCO₂eq (Figura 9).

Figura 9

Emisiones de CO₂eq generadas en el alcance 2 de la UNJ



4.5.3. Huella de carbono de la Universidad Nacional de Jaén

La tabla 15 muestra que la Universidad Nacional de Jaén generó un total de 29,3937 tCO₂eq. El alcance 1 es responsable de la emisión de 15.68 tCO₂eq lo cual representa el 0.34% de intervención por consumo de combustible en equipos fijos y 53.01% de parte de equipos móviles. Por otro lado, el alcance 2 es responsable de la emisión de 13.71 tCO₂eq equivalente al 46.65 % de las emisiones de CO₂ equivalentes por consumo de energía eléctrica.

Tabla 15

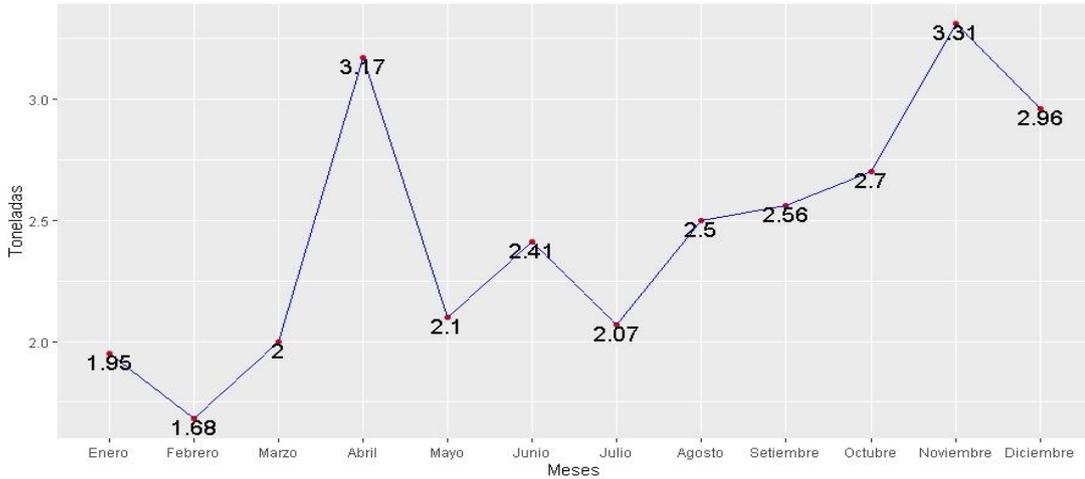
Huella de carbono de la Universidad Nacional de Jaén

Alcance	Fuente de emisión	Actividad	Huella de carbono	
			Emisiones de GEI tCO ₂ eq	Participación %
Alcance 1	Equipos Fijos		0.1004	0.34
	Equipos Móviles		15.5823	53.01
	Total, alcance 1		15.6827	53.35
Alcance 2	Energía		13.7110	46.65
	Total, alcance 2		13.7110	46.65
TOTAL			29.3937	100%

En la figura 10 se observa las emisiones de tCO₂eq por meses. El mes de noviembre generó la mayor cantidad de GEI con un total de 3.31 tCO₂eq, por el contrario, febrero fue el de menor cantidad, con 1.6807 tCO₂eq.

Figura 10

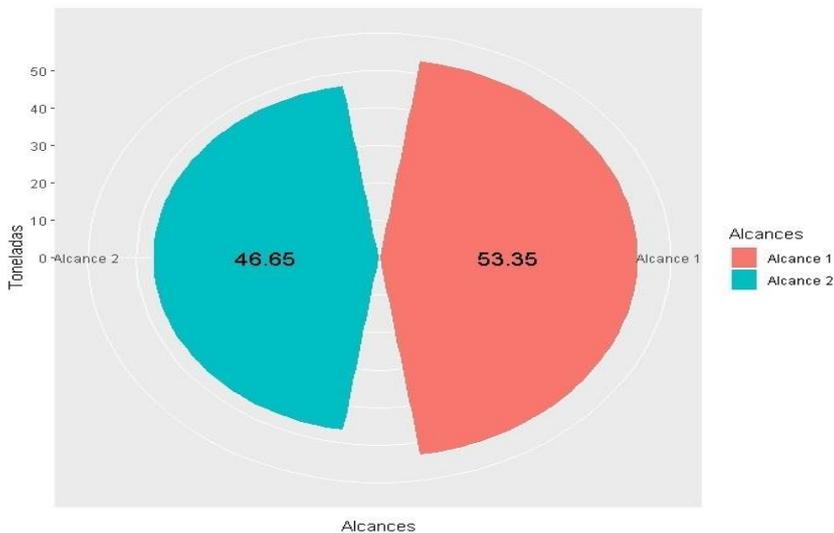
Emisiones totales de tCO₂eq por meses



Por otro lado, en la figura 11 se observa el nivel de participación por alcance, donde el alcance 1 estableció el 53.35% de intercesión en el año 2021, es decir las fuentes identificadas de consumo de combustible son las que emitieron más GEI.

Figura 11

Participación por alcance




 Anghelly Noella Pérez Díaz


 Ani Marisol Oblitas Romero


 Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

4.6. Plan de mitigación de fuentes de emisión que se generan, por las actividades administrativas en la Universidad Nacional de Jaén

Se ha visto importante realizar un plan de mitigación enfocado prioritariamente en reducir las emisiones de GEI tCO₂eq emitidas por consumo de combustible y energía eléctrica, ya que ambas fuentes tienen un nivel de participación cercano, para ello se realizó una búsqueda bibliográfica de diferentes medidas de mitigación y reducción llevados a cabo en instituciones públicas (universidades) dentro de proyectos similares. Se consideró el uso de la Guía de Ecoeficiencia como principal soporte.

A continuación, se proponen las principales medidas del Plan de Mitigación con sus respectivas estrategias a realizar:



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Tabla 16

Estrategias de mitigación propuesta para disminuir la emisión de GEI por uso de combustible en equipos móviles

Alcance 1 - Consumo de combustible por equipos móviles			
Objetivo	Medida	Estrategias propuestas	Criterios de evaluación
<p>Implantar un uso ecoeficiente de los combustibles vehiculares basado en “Evitar - Mejorar – Cambiar”.</p>	<p>Implantar un uso ecoeficiente de los combustibles vehiculares.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar programas de inspección preventiva de fugas y desperfectos en los vehículos y otros equipos. • Asegurar que se cumplan los programas de mantenimiento preventivo recomendados por los fabricantes de autos y otros equipos. • Se recomienda adquirir vehículos que utilicen como combustible Gas Licuado de Petróleo (GLP) o Gas Natural Vehicular (GNV)18. • Capacitar a los conductores sobre técnicas de manejo (manejo defensivo). • Realizar seguimiento a la gestión de los mantenimientos y comisiones de servicio. • Seguimiento al mantenimiento preventivo de las unidades vehiculares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de implementación • Ahorro monetario • Reducción de huella • Visibilidad
<hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Beneficios de la estrategia: Reducción en el consumo de combustible y emisiones de CO₂. • Seguimiento y control: Es necesario llevar un registro continuo (mensual) de las mejoras que se presentan en cuanto al ahorro de combustible con la finalidad de poder determinar la eficiencia de las estrategias. • Meta: Reducir el consumo de combustible móvil a un 30% con respecto al año base, así generando la reducción de las emisiones de GEI. <hr/>			





Tabla 17

Estrategias de mitigación propuesta para disminuir la emisión de GEI por consumo de combustible de equipos fijos

Alcance 1 - Consumo de combustible por equipos fijos			
Objetivo	Medida	Estrategias propuestas	Criterios de evaluación
Minimizar impactos ambientales, en todas las especificaciones de compra de equipos relacionados con el uso de combustibles.	Ahorro y minimización de impactos ambientales por uso de combustible en equipos fijos.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de los criterios de ahorro y minimización de impactos ambientales en los equipos fijos que se desee adquirir. • Difundir la importancia de mantener equipos con criterios sostenibles. • Reemplazo de Combustible • Sustitución de equipos por otros amigables con el ambiente. • Estar al día de las mejoras de en cuanto a minimización de impactos ambientales. • Capacitaciones sobre el uso racional del gas. • Comprobar la eficiencia de los quemadores y sistemas de estufas de 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de implementación • Ahorro monetario • Reducción de huella • Visibilidad
<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios de la estrategia: reducción de las emisiones de CO₂ y CH₄. • Seguimiento y control: El personal encargado de la identificación y compra de equipos deben estar capacitados con charlas organizadas por la institución a cambio de que exista un mayor porcentaje de éxito con respecto al objetivo propuesto. • Meta: Lograr cambiar el 100% de los equipos que no contengan criterios de ahorro y minimización de impactos ambientales. 			





Tabla 18

Estrategias de mitigación para disminuir la emisión de GEI por consumo de energía eléctrica en luminaria y equipos tecnológicos

Alcance 2- Consumo de energía eléctrica			
Objetivo	Medida	Estrategias propuestas	Criterios de evaluación
<p>Reducir las emisiones de GEI con la sustitución de luminaria Fluorescente por LED y adquisición de equipos eficientemente energéticos</p>	<p>Sustitución de luminaria fluorescente por LED y adquisición de equipos eficientemente energéticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sustitución luminaria fluorescente por LED e instalarlo. • Proponer infraestructuras que aprovechen la luz solar. • Verificar que el inventario de los equipos de ofimática considerando sus características de rendimiento energético se mantenga actualizado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de implementación • Ahorro monetario • Reducción de huella • Visibilidad.
<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios de la estrategia: Reducción del consumo de energía eléctrica, huella de carbono emitida y del valor en la factura de energía eléctrica • Seguimiento y control: Formato de control, con el fin de llevar un registro actualizado en las zonas de infraestructura establecidas, por concepto de sustitución de luminaria. • Meta: Reducir el consumo de emisiones de GEI en un rango de (30-40%), teniendo como referencia el año base de estudio 			



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Tabla 19

Estrategias de mitigación para disminuir la emisión de GEI por malas prácticas de uso de energía

Alcance 2 - Consumo de energía eléctrica			
Objetivo	Medida	Estrategias propuestas	Criterios de evaluación
<p>Proponer sistemas inteligentes en el ahorro de energía eléctrica con la finalidad de reducir el consumo de energía</p>	<p>Reducción del consumo de energía eléctrica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de sensores inteligentes (luminaria que se enciende únicamente cuando es necesario) en el ahorro de energía eléctrica con la finalidad de reducir de una manera considerable el consumo de energía eléctrica. • Sensibilizar al personal del aprovechamiento de la luz y ventilación natural cuanto sea necesario. • Capacitación a personal de servicios generales sobre mantenimiento de los sensores. • Charlas dirigidas al estudiantado sobre consumo de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de implementación • Ahorro monetario • Reducción de huella • Visibilidad
<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios de la estrategia: Reducción del consumo de energía eléctrica, huella de carbono emitida y del valor en la factura de energía eléctrica • Seguimiento y control: Se hace necesario llevar un registro mensual de consumo de energía eléctrica emitido por la empresa prestadora de servicio público. El mantenimiento de los sensores es necesario para lograr una optimización en el funcionamiento, con la finalidad de disminuir el consumo de energía eléctrica. • Meta: Reducir el 20% del consumo de energía eléctrica con respecto al año base. 			



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

En la figura 12 se observa un resumen general de las principales medidas de mitigación y sus respectivas estrategias que se plantaron de acuerdo a la estimación de la Huella de Carbono de la UNJ.

Figura 12

Resumen general del plan de mitigación



V. DISCUSIÓN

La delimitación de las fuentes de emisión de GEI de la UNJ en el año 2021, se definió en límite organizacional basado en las 17 oficinas operativas de la universidad de las 38 a cargo, pero que, debido a las restricciones que se establecieron para hacer frente a la COVID-19 durante el periodo 2020 y 2021 dejaron de llevarse a cabo algunas funciones de manera presencial, a sí mismo, su límite operacional se dividió en emisiones directas (alcance 1) asociadas a las actividades de consumo de combustible y emisiones indirectas (alcance 2) ligadas a las acciones de consumo de energía. Para Zabaleta (2021) en el periodo 2020 se definió un límite organizacional en base a su campus principal y sede ubicada en el corregimiento de Taganga de la Universidad Magdalena, por otro lado, el límite operacional se dividió en: emisiones directas (alcance 1) asociadas a las actividades de consumo de combustible, fugas de gases refrigerantes, fertilizantes nitrogenados e insumos de cal, remociones por generación de energía alternativa y por aprovechamiento de residuos; emisiones indirectas (alcance 2) por consumo de consumo de energía; otras emisiones indirectas (alcance 3) con vuelos corporativos y residuos orgánicos. Esta diferencia de límites tanto organizacionales y operacionales se debe a que la UNJ no tiene sedes y para el presente estudio solo se priorizó el alcance 1 y 2.

La fuente de emisión por consumo de equipos móviles gastó 1,574.66 galones para el funcionamiento de una camioneta, bus urbano e interprovincial y dos motos (M4-3027 y M4-2993) en función de la UNJ durante el 2021. Los resultados son inferiores a la Universidad del Magdalena, que poseyendo más equipos (camionetas, motos, guadañas, minitractor, bus, tractor, estaca y van) en el periodo 2020 suministró 10,824.75 galones (Zabaleta, 2021).

Los resultados finales reflejan que el consumo de energía eléctrica por colaborador en la universidad es alto con 1,091.61 kWh/colaborador/año, en comparación con los resultados que mostró la Universidad de La Guajira, sede Riohacha (Colombia), el cual tiene un valor más bajo de 59.17 kWh/colaborador/año durante el año 2017 (Ladeuth et al., 2021). Esto se debe a que la Universidad Nacional de Jaén presentó un consumo mayor de energía



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

eléctrica de 87,629.05 kWh/año, entretanto, la Universidad de La Guajira tiene un total de 848.091 kWh/año.

La UNJ para el 2021 ha producido una huella de carbono de 29.3937 tCO₂eq a diferencia del 2019 donde se generó 28 tCO₂eq, esto a sintonía que para el 2019 se necesitó de la calculadora gratuita (huella de carbono Perú) para medir las emisiones de gases de efecto invernadero en base a la norma internacional NTP ISO 14064-1 (Huella de Carbono Perú, 2022). Se discute que los resultados no son muy lejanos, ya que, tanto la metodología utilizada por la UNJ (GHG Protocol e ISO 14064-1:2006) trabajan con los mismos principios, los cuales son: pertinencia, cobertura total, coherencia, exactitud y transparencia. Pero, cabe mencionar que en el 2019 no existía ninguna situación sanitaria, a diferencia del 2021 que sí la había, es por ello que podemos decir que en el 2021 se ha llevado malas prácticas en consumo de combustible y energía eléctrica. En mismo contexto para Zabaleta (2021), reporta un resultado de 1,627.94 tCO₂eq para el 2019, en cambio para el año 2020 un total de 1,066.64 tCO₂eq, demostrando de esta manera que durante la crisis sanitaria se produjeron menos GEI por parte de todas las actividades administrativas. También, podemos discutir que del total de emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la Universidad Nacional de Jaén, el 53.35% correspondió a emisiones directas (alcance 1) de fuentes manejadas por la institución, mientras que un 46.65 % a las emisiones indirectas (alcance 2), así mismo, para la Universidad del Magdalena para el año 2020 el 41% correspondió a emisiones directas y el 59% a las emisiones indirectas. Esto indica que la emisión por consumo de combustible llega a ser la actividad que más GEI arroja al ambiente. De acuerdo al estudio de Fueyo (2021), se compararon las HC generadas en los años 2018, 2019 y 2020, fue destacable la disminución de GEI en el año 2020 en comparación al año 2018 y 2019 que emitieron 5,665.85 tCO₂eq/año y 4,739.01 tCO₂eq/año respectivamente, esto debido a la pandemia por Covid-19 (2,502.09 tCO₂eq/año) que abarcó los años 2020 y 2021 conllevando a las instituciones a una reducción de sus actividades diarias dentro de las oficinas.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La delimitación de las fuentes de emisión de GEI en la Universidad Nacional de Jaén concluyó con 17 oficinas operativas de forma presencial como límite organizacional y con un límite operacional basado en emisiones directas por consumo de combustible y emisiones indirectas por consumo de electricidad.

La Universidad Nacional de Jaén para el periodo 2021 identificó 3 fuentes de emisión entre el alcance 1 (consumo de combustible en equipos móviles y equipos fijos) y alcance 2 (consumo de energía eléctrica). Los equipos móviles consumieron 1,341.66 gal de diésel y de 233.00 gasolina 90, por otro lado, los equipos fijos un total de 12 gal de gasolina 90. Dentro del alcance 2, se identificó un consumo total de energía eléctrica de 87,629.05 kW.

La UNJ en el 2021 generó un consumo per cápita de 1,091.61 kWh de energía eléctrica anual, mostrando que el valor mínimo fue en abril con 51.8 kWh/colaborador/mensual y el valor máximo en noviembre con 146.61 kWh/colaborador/mensual, puesto que ya existía mayor presencialidad del personal administrativo.

A través de la aplicación de la metodología el GHG Protocol y la Norma ISO 14064-1:2006, la Universidad Nacional de Jaén para el 2021 estimó una huella de carbono de 29.3937 tCO₂eq, siendo el CO₂ el GEI más predominante con un total de 29.1364 tCO₂, siguiéndole el N₂O con 0.2108 t N₂O y por último 0.0464 tCH₄.

En cuanto a las emisiones directas, el alcance 1 es el que tuvo la mayor participación el 53.35% de la huella de carbono, equivalente a 15.6827 tCO₂eq y las emisiones indirectas en base al alcance 2 una participación inferior del 46.65 % igual a 3.7110 tCO₂eq.

En el mes de noviembre se produjo la mayor cantidad de gases de efecto invernadero con un total de 3.3127 tCO₂eq por el mayor consumo de energía.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Se propuso un plan de mitigación de acuerdo a los resultados obtenidos del cálculo de huella de carbono en la Universidad Nacional de Jaén, basándose en estrategias de reducción y mitigación de gases de efecto invernadero.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

6.2. Recomendaciones

Para futuros proyectos incluir el alcance 3 puesto que abarca emisiones indirectas con actividades que también ejerce la Universidad Nacional de Jaén como consumo de agua y residuos sólidos, para que, de esa forma se pueda realizar una comparación entre ambos alcances.

Considerar el cálculo per cápita de emisiones de GEI, para poder plantear medidas de reducción por colaborador, de acuerdo a su alcance.

Para futuros estudios y con el objetivo de obtener una huella de carbono exacta, se considera el cálculo de emisiones por fugas de aire acondicionado, siendo esta una de las actividades más comunes en instituciones por utilizar gases refrigerantes, los cuales resultan ser peligrosos al ser liberados a la atmósfera. De esa manera también no solo se trabajaría con tres gases de efecto de invernadero (CO_2 , CH_4 y N_2O) como en este caso, si no que se emplearía los Hidrofluorocarbonos (HFCS), haciendo de esta forma más productiva la investigación.

Realizar la implementación de las estrategias y planes de mejora presentados en este documento, buscando cumplir la meta de reducción propuesta, de tal manera que en futuros estudios se propongan mejoras y se incremente la reducción de las emisiones de GEI.



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bedoya, C., Murillo, G., y González, C. (2021). Gestión universitaria en tiempos de pandemia por COVID-19: análisis del sector de la educación superior en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 37(159), 251-264. Recuperado Diciembre 12, 2022, de <https://doi.org/10.18046/j.estger.2021.159.4409>
- Chavarría, S. (2016). *Proyecto a nivel de perfil: medición de huella de carbono (HC) en Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV)* [Tesis doctoral, Universidad Centroamericana]. Repositorio Institucional. Recuperado Junio 9, 2022, de <http://repositorio.uca.edu.ni/3652/1/UCANI4597.pdf>
- Fueyo, M. (2021). *Estudio de la huella de carbono de la Universidad de Cantabria* [Tesis de licenciatura, Universidad de Cantabria]. Repositorio de Tesis. Recuperado Diciembre 19, 2022, de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/22423>
- Huella de Carbono Perú. (24 de agosto de 2022). *Reporte de huella de carbono organizacional. Universidad Nacional de Jaén.* <https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/listadoInscritos/99>
- IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- ISO 14064-1. (2006). *Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.* Recuperado Noviembre 13, 2021, de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:en>
- Ladeuth, Y., López, D., y Socarrás, C. (2021). Diagnóstico del consumo de energía eléctrica en la planificación de un sistema de gestión y norma técnica de calidad ISO 50001: 2011. *Información tecnológica*, 32(1), 101-112. Recuperado Diciembre 12, 2022, de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000100101>



- MINAM. (2020). *Aprueban guía oficial para el funcionamiento de la herramienta Huella de Carbono*. Recuperado Agosto 12, 2022, de <https://es.slideshare.net/hlarrea/minam-glosario-de-terminos-en-gestin-ambienta>
- Molina, M., Sarukhán, J., y Carabias J. (2017). *El cambio climático: causas, efectos y soluciones*. Fondo de Cultura Económica. Recuperado Agosto 10, 2022, de <https://editorial.tirant.com/es/libro/el-cambio-climatico-causas-efectos-y-soluciones-9786071643858>
- Morales, R. E. (2018, 17 12). *Huella de Carbono en el Alcance 1 y 2, utilizando la metodología del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO14064-1:2006, en el Centro de Producción “Productos Unión”* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana la Unión]. Repositorio de Tesis. Recuperado Noviembre 13, 2021, de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1648>
- Muñoz, K. (2016). *Cálculo de la huella de carbono de la Corporación Financiera Nacional. Caso de estudio: oficina principal Quito, 2013 Cantabria* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio de Tesis de Grado y Posgrado. Recuperado Agosto 10, 2022, de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/10556>
- Navarro, K. (2018). *Cálculo de la huella de carbono de EDEGEL SAA en el año 2014, según metodología de la norma ISO 1406-1*. Recuperado Noviembre 04, 2021, de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3161>
- Schneider, H., y Samaniego, J. (2009). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. *Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, 29-34.
- Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2012, Junio). *Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones*. Recuperado Noviembre 4, 2021, de



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/uneiso14064/es_def/adjuntos/PUB-2012-019-f-C-001.pdf

Universidad Científica del Sur. (2021). *Diplomado en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible* [diapositivas]. Lima. Recuperado Noviembre 25, 2021.

Zabaleta, M. (2021). *Cálculo y análisis comparativo de la huella de carbono y de la calidad del aire en la Universidad del Magdalena antes y durante la pandemia por COVID-19* [Tesis de maestría, Universidad del Norte]. Universidad del Norte. Recuperado Diciembre 19, 2022, de <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/10005>



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por el tiempo, y la oportunidad de conocer a excelentes personas que fueron un soporte en este proceso. Asimismo, queremos agradecer, de manera muy especial al Ing. Carlos Casiano quien fue el punto de partida para la elaboración de este proyecto. De la misma manera queremos agradecer a la Universidad Nacional de Jaén y a sus docentes por brindarnos sus enseñanzas para tener un buen desarrollo en nuestra vida profesional.

Pérez Díaz, Anghelly Noella y Oblitas Romero, Ani Marisol



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

DEDICATORIA

Con mucho amor a mi querida madre Quendi, pues gracias a su esfuerzo he podido lograr otro objetivo más en mi vida.

A mí familia en general por mostrarme el camino de superación y nunca dejarme caer en el proceso.

A mis amigos por siempre estar presentes brindándome palabras de aliento y nunca dejarme sola.

A mis compañeros con los cuales compartimos conocimientos, alegrías, tristezas y juntos estamos finalizando esta etapa de nuestra vida.

Esto es posible gracias a ustedes.

Pérez Díaz, Anghelly Noella

A mis padres, Rosita y Wilmer, por su amor incondicional y perseverante motivación en cada una de las etapas que me permitieron llegar hasta este punto de mi carrera profesional. A mis hermanos(as) por la paciencia, confianza y por el impulso que me brindaron para derribar aquellos obstáculos que se presentaron tanto en mi vida personal como profesional.

Ani Marisol, Oblitas Romero



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

ANEXOS

Anexo 1

Organigrama de la Universidad Nacional de Jaén



49

Anghelly Noella Pérez Díaz

Ani Marisol Oblitas Romero

Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Anexo 2

Consumo mensual de combustible por equipos móviles en el alcance 1

Mes	Alcance	Fuente de Emisión	Consumo (Gal)
Enero			124.4
Febrero			105.53
Marzo			120.21
Abril			248.84
Mayo			122.44
Junio			160.465
Julio	1	Consumo de combustible móvil	121.42
Agosto			125.88
Septiembre			82.59
Octubre			109.38
Noviembre			142.25
Diciembre			111.25
TOTAL			1,574.66

Anexo 3

Consumo mensual de combustible por equipos fijos en el alcance 1

Mes	Alcance	Fuente de Emisión	Consumo (Gal)
Enero			0
Febrero			0
Marzo			0
Abril			0
Mayo			4
Junio			4
Julio	1	Consumo de combustible por equipos fijos	4
Agosto			0
Septiembre			0
Octubre			0
Noviembre			0
Diciembre			6
TOTAL			12



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Anexo 4

Consumo mensual de energía eléctrica en el alcance 2 en el año 2021

Mes	Alcance	Fuente de Emisión	Consumo (kW/mes)
Enero			4,532.09
Febrero			4,282.18
Marzo			5,367.75
Abril			4,401.77
Mayo			5,461.62
Junio	2	Energía eléctrica	4,952.00
Julio			5,315.07
Agosto			7,845.72
Septiembre			11,047.50
Octubre			10,311.40
Noviembre			12,168.92
Diciembre			11,943.04
TOTAL			87,629.05

Anexo 5

Cálculo per cápita de la UNJ del año 2021

Mes	N° de colaboradores	Total (kWh)	(kWh/colaborador)
	(N)	(A)	(A/N)
Enero	68.00	4,532.09	66.65
Febrero	68.00	4,282.18	62.97
Marzo	68.00	5,367.75	78.94
Abril	86.00	4,401.77	51.18
Mayo	83.00	5,461.62	65.80
Junio	83.00	4,952.00	59.66
Julio	83.00	5,315.07	64.04
Agosto	83.00	7,845.72	94.53
Septiembre	83.00	11,047.50	133.10
Octubre	83.00	10,311.40	124.23
Noviembre	83.00	12,168.92	146.61
Diciembre	83.00	11,943.04	143.89
Total anual			1,091.61

Anexo 6

Carta de conocimiento que el inmueble Jr. San Martín no pertenece a la UNJ

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN
--	-------------------------------------

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Jaén, 16 de junio del 2022

CARTA N°114-2022-UNJ-P/DGA

Señorita:
Angelly Noella Pérez Díaz

Presente. -

ASUNTO : **HACER DE CONOCIMIENTO QUE EL INMUEBLE JR. SAN MARTIN NO PERTENECE A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN**

REFERENCIA : Oficio N°068-2022-UNJ/DGA/P
Memorando N°1664-2022-UNJ-P/DGA

Me dirijo a usted, para expresarle mi afectuoso saludo y después de haber recepcionado la SOLICITUD S/N, con fecha 15 de junio del presente año, en la que usted solicita constancia que demuestre que el local perteneciente a la UNJ, hacerle de conocimiento que el inmueble Jr. San Martín ya no forma parte del patrimonio de la institución, se adjunta la Resolución N°065-2021-UNJJ, de fecha 11 de junio del 2021.

Agradeciendo la atención que brinde al presente, aprovecho la oportunidad para reiterarle mi especial consideración.

Atentamente,



Mg. Ing. Wilder R. Gomez Penadillo
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN

Cc.
Archivo
WNGP/DGA
hstm/aa

SOLIDARIA - SALUDABLE - SOSTENIBLE www.unj.edu.pe	CONTACTO 957827584	EMAIL Direccion_administracion@unj.edu.pe	DIRECCIÓN Carretera Jaén - San Ignacio Km 24
--	-----------------------	--	--

52


Angelly Noella Pérez Díaz


Ani Marisol Oblitas Romero


Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Anexo 7

Emisiones de CO_{2eq} por consumo de combustible

Mes	Consumo de combustible (Gal)	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	Emisiones de CO _{2eq} total (tCO _{2eq})
Enero	124.4000	1.2165	0.0033	0.0168	1.2365
Febrero	105.5300	0.9925	0.0048	0.0134	1.0106
Marzo	120.2100	1.1346	0.0053	0.0153	1.1552
Abril	248.8400	2.4393	0.0062	0.0336	2.4792
Mayo	126.4400	1.2216	0.0038	0.0164	1.2418
Junio	164.4650	1.6110	0.0039	0.0219	1.6368
Julio	125.4200	1.2168	0.0035	0.0163	1.2367
Agosto	125.8800	1.2519	0.0022	0.0174	1.2716
Septiembre	82.5900	0.8171	0.0017	0.0113	0.8301
Octubre	109.3800	1.0686	0.0029	0.0147	1.0863
Noviembre	142.2500	1.3856	0.0040	0.0190	1.4086
Diciembre	111.2500	1.0709	0.0038	0.0146	1.0893
Total anual	1,586.6550	15.4264	0.0456	0.2107	15.6827

Anexo 8

Emisiones de CO_{2eq} por consumo de energía eléctrica

Mes	Total de Energía (kWh/mes)	EFCO ₂ (tCO ₂ /kWh)	EFCH ₄ (tCH ₄ /kWh)	EFN ₂ O (tN ₂ O/kWh)	Emisiones de CO _{2eq} total (tn CO _{2eq})
Enero	4,532.09	0.7091	0.0000	0.0000	0.7091
Febrero	4,282.18	0.6700	0.0000	0.0000	0.6700
Marzo	5,367.75	0.8398	0.0001	0.0000	0.8399
Abril	4,401.77	0.6887	0.0000	0.0000	0.6887
Mayo	5,461.62	0.8545	0.0001	0.0000	0.8546
Junio	4,952.00	0.7748	0.0000	0.0000	0.7748
Julio	5,315.07	0.8316	0.0001	0.0000	0.8316
Agosto	7,845.72	1.2275	0.0001	0.0000	1.2276
Septiembre	11,047.50	1.7284	0.0001	0.0000	1.7286
Octubre	10,311.40	1.6133	0.0001	0.0000	1.6134
Noviembre	12,168.92	1.9039	0.0001	0.0000	1.9040
Diciembre	11,943.04	1.8686	0.0001	0.0000	1.8687
Total anual	87,629.05	13.7100	0.0009	0.0001	13.7110

Anexo 9

Emisiones de CO_{2eq} totales de la Universidad Nacional de Jaén en el a 2021

Mes	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	Emisiones de CO _{2eq} total (tCO _{2eq})
Enero	1.9255	0.0033	0.0168	1.9456
Febrero	1.6624	0.0049	0.0134	1.6807
Marzo	1.9744	0.0053	0.0153	1.9951
Abril	3.1280	0.0063	0.0336	3.1680
Mayo	2.0761	0.0039	0.0164	2.0963
Junio	2.3858	0.0040	0.0219	2.4116
Julio	2.0484	0.0036	0.0164	2.0683
Agosto	2.4794	0.0023	0.0174	2,4992
Septiembre	2.5455	0.0018	0.0113	2.5586
Octubre	2.6819	0.0030	0.0147	2,6996
Noviembre	3.2895	0.0041	0.0191	3.3127
Diciembre	2.9394	0.0039	0.0146	2.9580
Total anual	29.1364	0.0464	0.2108	29.3937



Anghelly Noella Pérez Díaz



Ani Marisol Oblitas Romero



Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga