



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 26 de junio de 2020

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El Suscrito: Andrés Perdomo Cano con C.C. No. 1.075.241.022 Autor de la tesis y/o trabajo de grado Titulado: Cálculo de la huella de carbono con el Global Protocol For Community-scale Greenhouse Gas Emissions (GHG) en el sector doméstico Neiva, Colombia. Análisis desde el enfoque socioeconómico.

Presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar al título de Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental; Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: **Andrés Perdomo Cano**

Firma: \_\_\_\_\_



### TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

Cálculo de la huella de carbono con el Global Protocol For Community-scale Greenhouse Gas Emissions (GHG) en el sector doméstico Neiva, Colombia. Análisis desde el enfoque socioeconómico.

### AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
PERDOMO CANO	ANDRES

### DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
IZQUIERDO BAUTISTA	JAIME

### ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
HERRERA TORRES	GABRIEL
CASTRO CAMACHO	JENNIFER KATIUSCA



**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Magister En Ingeniería Y Gestión Ambiental

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Maestría Ingeniería Y Gestión Ambiental

**CIUDAD:** NEIVA **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2020 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 82

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas\_\_X\_ Fotografías\_\_\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_X\_\_\_  
Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_X\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_  
Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o Cuadros\_X\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

**Español**

**Inglés**

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| 1. Gases Efecto Invernadero | Greenhouse Gases     |
| 2. Factores de Conversión   | Conversion Factors   |
| 3. Consumo eléctrico        | Electric consumption |
| 4. Contaminación.           | Pollution            |

**RESUMEN DEL CONTENIDO:**

Se estimó la huella de carbono para la ciudad de Neiva-Colombia a partir de las prácticas de consumo eléctrico, gas domiciliario y medio de transporte y se relaciona dicha huella con aspectos socioeconómicos y sociodemográficos de la población. Para ello se realizó un estudio de corte transversal con una encuesta en Neiva-Colombia 2019, a través de un sistema de información dinámico y centralizado basado en web, con una muestra de 201 personas seleccionadas aleatoriamente. El análisis estadístico se realizó a través de Minitab 19 con estadística descriptiva, análisis gráfico, pruebas de hipótesis (ANOVA), prueba chi-cuadrada y relación de probabilidad entre las variables estudiadas. Se encontró una huella de carbono total de 188,76 Toneladas de CO<sub>2</sub> e lo que representa una emisión anual de



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>3 de 3</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

0,94 tCO<sub>2</sub> e por habitante. Se establece que la población mayor a 48 años, la perteneciente a estrato sociales altos y el género masculino está más propenso a generar emisiones mayores a 1,02 tCO<sub>2</sub> e por persona. Se concluye que el género, número de habitantes en la residencia, uso de la bicicleta, el uso de moto taxi, el uso del autobús y los vuelos internacionales no presentaron relación estadística significativa con la huella de carbono total calculada.

**ABSTRACT:**

The carbon footprint for the city of Neiva-Colombia was estimated from the practices of electricity consumption, household gas and means of transport and this footprint is related to socioeconomic and sociodemographic aspects of the population. For this, a cross-sectional study was carried out with a survey in Neiva-Colombia 2019, through a dynamic and centralized web-based information system, with a sample of 201 people randomly selected. The statistical analysis was performed through Minitab 19 with descriptive statistics, graphical analysis, hypothesis tests (ANOVA), chi-square test and probability relationship between the variables studied. A total carbon footprint of 188.76 Tons of CO<sub>2</sub> was found, representing an annual emission of 0.94 tCO<sub>2</sub> e per capita. It is established that the population over 48 years of age, those belonging to high social strata and the male gender are more likely to generate emissions greater than 1.02 tCO<sub>2</sub> e per person. It is concluded that the gender, number of inhabitants in the residence, use of the bicycle, the use of a motorcycle taxi, the use of the bus and international flights did not show a significant statistical relationship with the total carbon footprint calculated.

**APROBACIÓN DE LA TESIS:**

Nombre Presidente Jurado: JENNIFER KATIUSCA CASTRO CAMACHO

*Jennifer Katiusca Castro Camacho*

Nombre Jurado: JENNIFER KATIUSCA CASTRO CAMACHO

*Jennifer Katiusca Castro Camacho*

Nombre Jurado: GABRIEL HERRERA TORRES

*Gabriel Herrera Torres*



Cálculo de la huella de carbono con el Global Protocol For  
Community-scale Greenhouse Gas Emissions (GHG) en el sector  
domestico Neiva, Colombia. Análisis desde el enfoque socioeconómico.

Andrés Perdomo Cano  
Ingeniero De Petróleos

Universidad Surcolombiana  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Maestría en Ingeniería y Gestión Ambiental  
Neiva – Huila  
2020



Cálculo de la huella de carbono con el Global Protocol For  
Community-scale Greenhouse Gas Emissions (GHG) en el sector  
domestico Neiva, Colombia. Análisis desde el enfoque socioeconómico.

Andrés Perdomo Cano  
Ingeniero de Petróleos

Proyecto de grado para optar el título de  
Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental

Director  
Jaime Izquierdo Bautista  
Ing. Agrícola. MSc.

Universidad Surcolombiana  
Facultad De Ingeniería  
Programa de Ingeniería de Petróleos  
Neiva – Huila  
2020

Nota de aceptación

---

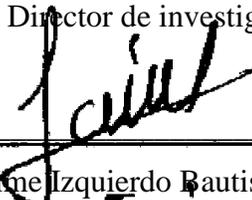
---

---

---

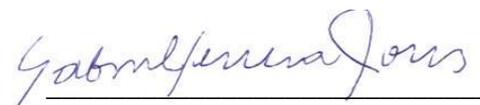
---

Director de investigación



M.Sc. Jaime Izquierdo Bautista

Jurados



M.Sc. Gabriel Herrera Torres

Jennifer Katusca Castro Camacho

M.Sc.. Jennifer Katusca Castro Camacho

Fecha :

## **Agradecimientos**

*A Paula Julieta, quien es el amor que arropa a abuelos, tíos, padres y amigos que son testigos de la luz que nos brinda.*

*A Lis Alejandro, Jaime Izquierdo, David Rivera, por su desinteresada ayuda y gran aporte a la realización de este proyecto.*

*A mis padres Alaín y Nury, hermana Laura, y amigos: Fernando R, Oscar P, Daniel P, Edwin M, Carlos Q, y Heider L por su apoyo y consejos.*

*A Monique.*

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
	3.1 Objetivo general: .....	6
	3.2 Objetivos específicos: .....	6
4.	MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
	4.1 Marco teórico.....	7
	4.1.1 Calentamiento Global.	7
	4.1.2 Gases Efecto Invernadero (GEI)	8
	4.1.3 Huella de carbono	10
	4.1.4 GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol)	12
	4.2 Estudios de huella de carbono .....	13
5.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	15
	5.1 Límites, Alcances Y Factores de Conversión .....	16
	5.1.1 Límites	16
	5.1.2 Alcances	17
	5.1.3 Factores de Conversión	18
	5.2 Instrumentos de recolección de Información.....	19
	5.2.1 Plataforma digital	20
	5.2.2 Página Web	21
	5.3 Cuestionario.....	24

5.4 Cálculo de la huella de Carbono .....	25
5.4.1 Huella de carbono servicios públicos	25
5.4.1.1 Huella de carbono servicio eléctrico	26
5.4.1.2 Huella de carbono gas domiciliario:	27
5.4.2 Huella de Carbono Transporte:	28
5.4.3 Huella de Carbono Vuelos Nacionales e Internacionales:	29
5.4.4 Huella de carbono Total	29
5.5 Muestra representativa.....	30
5.6 Procesamiento de Datos.....	31
6. RESULTADOS	32
6.1 ANOVA.....	42
6.2 Prueba Chi Cuadrada .....	45
6.3 Relación de Probabilidad.....	47
7. CONCLUSIONES	50
8. BIBLIOGRAFÍA	52
9. ANEXOS	59

## Índice de tablas

Tabla 1. Forzamiento radiactivo de algunos GEI.....	9
Tabla 2 Metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono .....	11
Tabla 3 Actividades aplicables a estudio .....	18
Tabla 4 Factores de emisión.....	19
Tabla 5 Toneladas de CO <sub>2</sub> eq-año en Neiva- Colombia, 2019 (n=201) .....	34
Tabla 6 Uso de servicios públicos y transporte según edad y sexo de la población .....	39
Tabla 7 Media de Ton CO <sub>2</sub> eq-año en los Barrios de Neiva , 2019 (n=201) .....	40
Tabla 8 ANOVA Consumo de gas y energía eléctrica domiciliario .....	43
Tabla 9 ANOVA hábitos de transporte urbano.....	44
Tabla 10 ANOVA edad, estrato socioeconómico y nivel académico .....	45
Tabla 11 Prueba Chi cuadrado por transporte terrestre y vuelos nacionales .....	46
Tabla 12 Prueba Chi cuadrado nivel académico, estrato y edad.....	46
Tabla 13 Relación de Probabilidad de las características sociodemográficas .....	47
Tabla 14 Relación de probabilidad de los hábitos de consumo energético.....	48
Tabla 15 Relación de probabilidad respecto a viajes nacionales e internacionales .....	49
Tabla 16 Relación de probabilidad de los hábitos de transporte urbano.....	49

## Índice de Figuras

Figura 1 Incremento de temperatura global. ....	8
Figura 2 Diagrama metodológico.....	15
Figura 3 Localización Ciudad de Neiva. software Google Earth, imagen satelital .....	17
Figura 4 Diagrama metodológico de la recolección de información .....	20
Figura 5 Página Web-Opción HDC NEIVA .....	21
Figura 6. Página Web-Opción INVESTIGACIONES .....	22
Figura 7. Página Web-Opción CONOCE TU HDC.....	22
Figura 8.Página Web-Opción CONTACTANOS .....	23
Figura 9.Página Web-Opción LOGIN .....	23
Figura 10.Página Web-dashboard .....	24
Figura 11. Histograma huella de Carbono por actividad de Estudio .....	35
Figura 12. Huella de Carbono Vs Características sociodemográficas y socioeconómicas .....	37

## Resumen

Se estimó la huella de carbono para la ciudad de Neiva-Colombia a partir de las prácticas de consumo eléctrico, gas domiciliario y medio de transporte y se relaciona dicha huella con aspectos socioeconómicos y sociodemográficos de la población. Para ello se realizó un estudio de corte transversal con una encuesta en Neiva-Colombia 2019, a través de un sistema de información dinámico y centralizado basado en web, con una muestra de 201 personas seleccionadas aleatoriamente. El análisis estadístico se realizó a través de Minitab 19 con estadística descriptiva, análisis gráfico, pruebas de hipótesis (ANOVA), prueba chi-cuadrada y relación de probabilidad entre las variables estudiadas. Se encontró una huella de carbono total de 188,76 Toneladas de CO<sub>2</sub> e lo que representa una emisión anual de 0,94 tCO<sub>2</sub> e por habitante. Se establece que la población mayor a 48 años, la perteneciente a estrato sociales altos y el género masculino está más propenso a generar emisiones mayores a 1,02 tCO<sub>2</sub> e por persona. Se concluye que el género, número de habitantes en la residencia, uso de la bicicleta, el uso de moto taxi, el uso del autobús y los vuelos internacionales no presentaron relación estadística significativa con la huella de carbono total calculada.

**Palabras clave:** *Gases Efecto Invernadero; Factores de Conversión; Consumo eléctrico; Contaminación.*

## Abstract

*The carbon footprint for the city of Neiva-Colombia was estimated from the practices of electricity consumption, household gas and means of transport and this footprint is related to socioeconomic and sociodemographic aspects of the population. For this, a cross-sectional study was carried out with a survey in Neiva-Colombia 2019, through a dynamic and centralized web-*

*based information system, with a sample of 201 people randomly selected. The statistical analysis was performed through Minitab 19 with descriptive statistics, graphical analysis, hypothesis tests (ANOVA), chi-square test and probability relationship between the variables studied. A total carbon footprint of 188.76 Tons of CO<sub>2</sub> was found, representing an annual emission of 0.94 tCO<sub>2</sub> e per capita. It is established that the population over 48 years of age, those belonging to high social strata and the male gender are more likely to generate emissions greater than 1.02 tCO<sub>2</sub> e per person. It is concluded that the gender, number of inhabitants in the residence, use of the bicycle, the use of a motorcycle taxi, the use of the bus and international flights did not show a significant statistical relationship with the total carbon footprint calculated.*

**Keywords:** *Greenhouse Gases; Conversion Factors; Electric consumption; Pollution.*

## 1. Introducción

La huella de Carbono (HC) es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) sobre el medio ambiente. Estas se miden en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, producida por el uso de combustibles fósiles con fines de transporte, generación de energía u otros procesos (H. Schneider & J. Samaniego, 2009).

Este trabajo de investigación tiene como objeto estimar la huella de carbono para la ciudad de Neiva-Colombia y relacionar los resultados con aspectos socioeconómicos y sociodemográficos. Adicional busca crear un sistema de información dinámico y centralizado basado en web para obtener datos recientes de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la actividad de movilidad y consumo urbano, y así, plantear esquemas de compensación que la ciudadanía deberá adoptar con un uso más eficiente de las energías que minimicen el impacto en el medio ambiente.

Para el cálculo de la huella de carbono en el sector residencial de Neiva, se aplicará estadística descriptiva y el Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas Emissions (GPC) desarrollado por C40 Cities Climate Leadership Group y Local Governments for Sustainability (ICLEI), dado que el protocolo establece los requerimientos y lineamientos para la preparación de Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a nivel de ciudades, representando un estándar global de medición transparente. (Conama, 2014).

Esta metodología se basa en el inventario y reporte de los gases de efecto invernadero relacionados con las actividades y operaciones de los hogares en sectores residenciales. En términos generales la metodología identifica cuatro áreas del consumo de un ciudadano común, a

saber: uso de energía eléctrica, gas doméstico, medios de transporte, y los hábitos de consumo.(Betancourt, 2012)

La recolección de datos se llevará a cabo mediante una encuesta tipo diagnóstico on-line, teniendo en cuenta que estos recursos multiplican los ámbitos de desarrollo de propuestas innovadoras.(Fombona Cadavieco, Sevillano, Ángeles, & Madeira Ferreira Amador, 2012).

Bajo este precepto, es necesario el desarrollo de una página web en la que el usuario (encuestado) interactúe con la herramienta, y una vez alimente la base de datos global de Neiva, pueda saber su huella de carbono del lugar de residencia, establezca si su emisión es alta, media o baja respecto a las medidas globales y le sea indicada una tarea practica para la compensación de los costos ambientales generados por su actividad. (Valderrama, Espíndola, & Quezada, 2011).

Una vez realizada la recolección de información, se generará el indicador de huella de carbono de la ciudad, para su evaluación respecto a los consumos energéticos según los estratos socioeconómicos residenciales y nivel educativo, y se vincula a los organismos de administración municipal responsables del tema medioambiente, con el fin de que se apropien del estudio, información y resultados.

## 2. Planteamiento del problema

Debido al desarrollo económico de los países, su correlación directa con el crecimiento de la demanda de energía eléctrica y la típica asociación con el incremento en la afectación del medio ambiente, organizaciones multilaterales han desarrollado bases de datos y metodologías específicas para la medición del cálculo de la Huella de Carbono, con el fin de poder identificar planes de acción que ayuden a disminuir el impacto negativo sobre el medio (Camargo, Arboleda, & Cardona, 2013).

El indicador de Huella de Carbono se ha convertido el eje central del debate público sobre el cambio climático, atrayendo la atención de los consumidores, negocios, gobiernos, organizaciones no gubernamentales, e instituciones internacionales (Quesada & y Certificación, 2009); y para la realización de este cálculo, existen técnicas tanto de carácter obligatorio como normativo donde se recopila y evalúa las entradas y salidas a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto o servicio, el uso de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones para cada categoría de impacto. (MONDÉJAR NAVARRO, Viñoles-Cebolla, Bastante-Ceca, Collado-Ruiz, & Capuz-Rizo, 2011).

Por consiguiente, el cálculo de este índice, es la primera etapa para que una institución, empresa o ciudad pueda establecer un plan estratégico que contenga límites de emisión y medidas concretas de reducción de emisiones de GEI.

Se conoce que las ciudades son espacios donde actualmente habita la mayor parte de la población mundial, y es allí donde ocurre gran parte de la actividad comercial e industrial; generando riqueza y bienestar para la sociedad global. Al mismo tiempo, son focos que demandan una gran cantidad de recursos, que consecuentemente tienen una mayor contribución

al cambio climático (se producen entre 60 y 80% de las emisiones de Gases de efecto invernadero (GEI) globales, y que, en última instancia generan una mayor presión sobre el medio ambiente. (Conama, 2014).

De esta manera el estudio de la (HC) huella de carbono en el sector residencial de Neiva, surge ante la alta vulnerabilidad de la ciudad respecto a los efectos del cambio climático, y la demanda de acciones a corto plazo para que se puedan mitigar o adaptar a tales impactos, además de la necesidad de orientar el crecimiento en el marco de la sostenibilidad con un bajo consumo de carbono.

Para ello se distingue la forma más apropiada de utilizar estas metodologías, adaptándola a las necesidades de ciudad con base a requerimientos de, normas internacionales, entre otros.(Betancourt, 2012).

El Proyecto Calculo De La Huella De Carbono Con El Global Protocol For Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (Ghg) En El Sector Doméstico Neiva, Colombia. Análisis Desde El Enfoque Socioeconómico, realiza un gran aporte a la ciudad con el fin de incorporar herramientas de planificación y gestión ambiental en el gobierno municipal junto con el sector privado y la ciudadanía en general, para que se establezca un acceso a herramientas técnicas y metodológicas que colaboren en la identificación, priorización y desarrollo de acciones que aporten a la mitigación del cambio climático reduciendo de esta manera la Huella de Carbono (HC).

Cabe resaltar que el presente proyecto a través de su página web, encuesta, análisis estadístico y protocolo GHG, busca dar solución a una pregunta investigativa a saber: ¿cómo influye los

aspectos sociodemográficos y socioeconómicos en la huella de carbono del sector residencial de Neiva?

### **3. Objetivos de la investigación**

#### **3.1 Objetivo general**

Estimar la huella de carbono para la ciudad de Neiva-Colombia y relacionar los resultados con aspectos socioeconómicos y sociodemográficos.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Estimar la muestra estadística representativa para realizar el cálculo de la huella de carbono para el sector doméstico en la ciudad de Neiva-Colombia.

Evaluar los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> equivalentes según los niveles sociodemográficos; género, edad, barrio de residencia y número de habitantes que habitan en el hogar.

Evaluar los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> equivalentes según los aspectos socioeconómicos; consumo energético, estrato social, y nivel educativo.

Crear un sistema de información dinámico y centralizado basado en web, con un diseño web responsable, y que permita generar reportes personalizados para cada usuario encuestado.

## 4. Marco teórico y revisión bibliográfica

### 4.1 Marco teórico

**4.1.1 Calentamiento global.** El calentamiento global es la teoría que describe el acrecentamiento gradual de la temperatura en la tierra y sus notables efectos en esta (Pérez & Ariza, 2017), quizás uno de los más claros es el derretimiento de los glaciares montañosos y polares (Caballero, Lozano, & Ortega, 2007), el perecimiento de un número significativo de humanos por calor extremo en sus lugares de residencia, largas temporadas de sequía y la desaparición de riachuelos que alimentan bosques, ríos, cultivos y animales de consumo.

El informe revelado en el año 2014 en la ciudad de Copenhague por el IPCC (Team, Pachauri, Meyer, & III to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental panel on Climate Change. IPCC, 2014) revela que el aumento en el cambio de la temperatura desde la década del 50 no ha tenido similares en siglos y milenios. Y se asegura que las actividades humanas relacionadas principalmente con las altas emanaciones de gases efecto invernadero (CO<sub>2</sub> principalmente) son las responsables directas de este fenómeno.

Desde finales de los años 1900 se ha monitoreado la temperatura de diferentes zonas del planeta (Ver Figura 1) y se encontró un aumento de casi medio grado centígrado teniendo como base las temperaturas registradas entre 1960 -1900 y de un grado centígrado con base a las temperaturas registradas entre (1850-1900). (Caballero et al., 2007)

En este momento la humanidad cuenta con los recursos y algunas políticas para frenar el cambio climático sin obstruir con el desarrollo de la humanidad, sin embargo es necesario percibir desde un enfoque responsable la problemática, educar para enfrentar de una manera apropiada la situación (González Gaudiano & MEIRA CARTEA, 2009) y realizar acciones de

carácter urgente antes que los daños sean irremediables o se requiera de un sacrificio tecnológico, económico o humano.

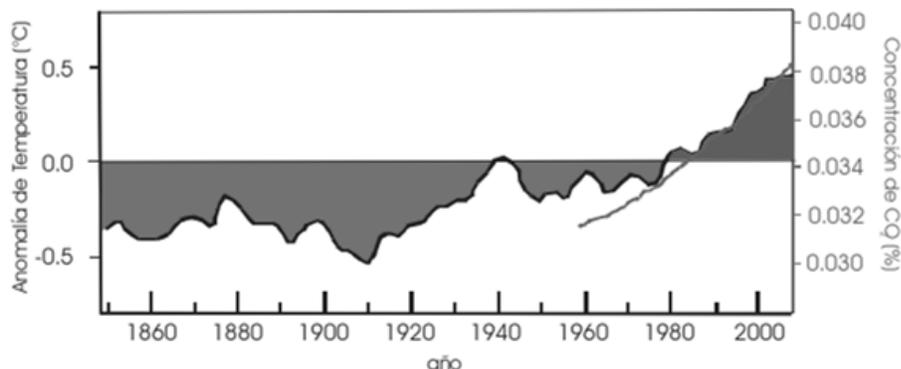


Figura 1 Incremento de temperatura global.

Copyright 2007 Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra

**4.1.2 Gases efecto invernadero (gei).** El efecto invernadero es la retención dentro de la atmósfera de la energía en forma de calor, provocando de esta manera que la temperatura aumente. Las ondas de energía provenientes del sol atraviesan la atmósfera (que hace las veces de filtro radiactivo), con poca resistencia y se caracterizan por ser de frecuencia alta, mientras que las ondas reflejadas en la superficie son ondas de baja frecuencia pero son absorbidas por los gases contaminantes que se estacionan en la atmósfera (Bolin et al., 1986).

Los denominados gases efecto invernadero tales como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, y algunos halocarbonos en su totalidad de origen antropogénico; no tienen la capacidad similar para estimular el efecto de calentamiento global; esta capacidad está dada por el tiempo que las moléculas gaseosas se posicionan en la atmósfera y el poder de radiación. (Specification, 2008).

Existe una gran cantidad de gases efecto invernadero (Tabla 1), dentro de estos se encuentran algunos que tienen un potencial de calentamiento 10000 veces superior al que produce el CO<sub>2</sub>,

sin embargo, la presencia en la atmosfera de este último, es por mucho superior a cualquiera que podamos encontrar, este sigue siendo el mayor contaminante y el referente de medición (CO<sub>2</sub> - e). (IPCC, 2011).

Tabla 1. *Forzamiento radiactivo de algunos GEI*

<b>GAS</b>	<b>Vida Media atmosférica (años)</b>	<b>Forzamiento Radiactivo (w/m<sup>2</sup>) 1750-2005</b>	<b>Forzamiento Radiactivo (w/m<sup>2</sup>) 1970-2000</b>	<b>Potencial de Calentamiento a 100 años</b>
CO <sub>2</sub>	-	1 66	0 67	1
Metano	12	0,48	0.13	23
Óxido nitroso	-	0,16	0,068	296
CFC-11	45	0,066	0,053	4600
CFC-12	100	0,172	0.137	10600
CFC-113 (CCL <sub>2</sub> CCIF <sub>2</sub> )	85	0,03	0,023	6000
HCFC-22	12	0,0286	0,026	1700
HCFC- 141b	9,3	0,0018	0,0018	700
HCFC- 142b	17,9	0,0024	0002A	2400
HFC-23	270	0,0029	0,0029	12000
HFC-134 a	14	0,004	0,004	1300
HFC-152a	1,4	0,0002	0,002	140
PFC-14	50000	0,0061	0,0061	5820
PFC- 116	10000	0,0006	0,0006	12010
PFC-218	2600	0,0001	0,0001	8690
Pentano	0,01	-	-	-
Etano	0,214	-	-	-

Fuente: IPCC-2004

Desde el año 1979 la comunidad científica comenzó a estudiar el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera relacionado directamente con un calentamiento promedio de la superficie terrestre entre 1,5 y 4,5 Celsius (Garduño, 2004). Por hoy se predice un aumento en la temperatura de 1,0 a 3,5 °C para el año 2100 teniendo en cuenta que la capacidad de absorción calorífica de los océanos más fríos contribuye positivamente a la lentitud del proceso (Espíndola & Valderrama, 2012).

**4.1.3 Huella de carbono.** Los gases invernadero producido por nuestras actividades, al modificar materia prima para crear un producto, al distribuir estos nuevos productos, o al consumirlos produce un impacto en el medio ambiente (Espíndola & Valderrama, 2012), principalmente en el cambio climático; la huella de carbono es la medida de dichos impactos y se relacionan directamente a la cantidad en unidades de masa (toneladas o kilos) de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, arrojados a la atmosfera al quemar combustibles fósiles en la generación de energía, transporte o calefacción. (Nieto Ordoñez & Piñeros López, 2016).

La clasificación de la huella de carbono se puede realizar teniendo en cuenta su naturaleza, a saber, se tiene: La huella de carbono de un producto, originadas durante el ciclo de vida másico de un producto. La huella de carbono de una organización teniendo en cuenta las actividades relacionadas directamente con sus funciones e incluido consumidores finales o proveedores. Y la huella de carbono de un evento que se relaciona directamente al consumo eléctrico y consumo de hidrocarburos de las actividades realizadas.

Su cálculo se rige a la norma ISO 14.064 o a los principios del Protocolo de emisiones de gases de efecto invernadero o, que se incorporan en las metodologías disponibles. (H. Schneider & J. J. S. d. C. C. E. p. A. L. y. e. C. Samaniego, 2009) por lo tanto se han establecido técnicas tanto de carácter obligatorio como normativo (Tabla 2) donde se recopila y evalúa las entradas y salidas a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto o servicio, el uso de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones para cada categoría de impacto. (Mondéjar-Navarro, Viñoles-Cebolla, Bastante-Ceca, Collado-Ruiz, & Capuz-Rizo, 2011)

A pesar de que el concepto de huella de carbono es conocido y es tenido en cuenta en las agendas del comercio internacional en ocasiones se toma como restricción, sin embargo, se trabaja para que además de unificar métodos, esto sea visto como una ocasión para que los países acojan procesos de producción más eficientes.

Tabla 2 *Metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono*

<b>Norma</b>	<b>Concepto</b>
<b>UNE-EN ISO 14064:2006</b>	Especificaciones con orientación a nivel de las organizaciones y de proyecto, para la cuantificación, seguimiento e informe de emisiones y remociones de GEI, así como para la validación y verificación de declaraciones de los mismos, y los requisitos necesarios para que los organismos puedan usar dichas declaraciones en acreditaciones u otras formas de reconocimiento.
<b>UNE-EN ISO 14065:2007</b>	
<b>ISO 14066</b>	Requisitos de gases de efecto Invernadero- Competencia para la Validación conducente gases de efecto invernadero y los compromisos de verificación con orientación para su evaluación.
<b>ISO 1067</b>	Especificaciones para el cálculo de Huella de Carbono de Productos
<b>ISO/AWI 14069 GHG</b>	Cuantificación y reporte de GEI y huella de carbono para una organización- Guía para la aplicación de la norma ISO 14064-1 , se aportarán especificaciones no contempladas en las anteriores normas sobre acreditación de Organismos de Validación / verificación de GEI , la cuantificación de HC para Productos y las directrices Básicas de Aplicación de la norma ISO 14064.
<b>Directiva 2003/87/CE</b>	Régimen Europeo de Derechos de Emisión de GEI para empresas, carácter voluntario.
<b>(IPCC)</b>	Panel intergubernamental sobre el cambio climático creada por la WMO y el UNEP (IPCC, 2006).
<b>(GHG Protocol)</b>	Greenhouse Gas Protocol, creada por el World Resources Institute y el World Business Council for Sustainable Development) es la herramienta internacional más utilizada para el cálculo y comunicación del Inventario de emisiones. Fue la primera iniciativa orientada a la contabilización de emisiones, propuesta por los líderes gubernamentales y empresariales para entender, cuantificar y gestionar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
<b>PAS 2050:2008</b>	La evaluación del ciclo de vida gases de efecto invernadero Emisiones de bienes y servicios (BSI, 2008) y PAS 2050: Cómo evaluar la huella de carbono de los bienes y servicios Creadas por La BSI Standads, Carbon Trust y el DEFRA - Departamento de Asuntos de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos rurales.

La incertidumbre en la adaptación del cálculo de la huella , ha producido que en diferentes países como Alemania, Francia, Japón y Reino Unido, realicen cada uno diferentes iniciativas orientadas a concertar conceptos ,la definición de alcances, metodologías de contabilización, modelación de resultados obtenidos, verificación y certificaciones, buscando principalmente que la información obtenida motive a participar en el proceso de disminución de gases efecto invernadero a través de una producción más limpia con iniciativas como los impuestos de carbono, establecimiento de normas técnicas y establecimientos de derechos de emisión incluyendo exigencias sobre niveles de eficacia energética (H. Schneider & J. J. S. d. C. C. E. p. A. L. y. e. C. Samaniego, 2009)

Según el banco mundial de datos Colombia paso de 16.409,83 kiloToneladas de CO<sub>2</sub> en el año 1960 a tener 84.091,64 KiloToneladas de CO<sub>2</sub> en el año 2014 contrastando con 1.912.531,50 emisiones de CO<sub>2</sub> (Kt) a nivel mundial.(Mundial, 2018).

**4.1.4 Protocol ghg (greenhouse gas protocol).** *El Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria GPC (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories, GHG) “ofrece a las ciudades y los gobiernos locales un marco sólido, transparente y globalmente aceptado para sistemáticamente identificar, calcular y reportar sobre los gases de efecto invernadero en las ciudades”.* (Fong et al., 2015)

En este inventario de los gases de efecto invernadero se tiene en cuenta un periodo de tiempo específico en meses o años, la contabilidad de las emisiones de los gases presentes en el protocolo de Kioto y cinco sectores a estudiar como lo son la energía estacionaria, el transporte, residuos, procesos industriales, y usos del suelo.

Este procedimiento pactado a utilizarse en el Acuerdo de los Alcaldes en el 2014, busca crear un estándar para poder comparar los resultados entre ciudades y se divide en tres grandes componentes a conocer: la contabilidad en donde se definen los límites, requisitos del reporte y planillas a reportar; el procedimiento general donde se definen los sectores a estudiar, pautas de recolección de datos, ecuaciones y métodos de cálculos; y por último la gestión del inventario donde se establecen metas de mitigación en el tiempo, planes de acción específicos.

#### **4.2 Estudios de huella de carbono**

Para llevar este análisis a los hogares, se requiere el conocimiento y la experiencia del aporte científico a nivel mundial como nacional. En Colombia se puede encontrar algunas iniciativas de estudios de huella de carbono como lo son: Huella De Carbono Del Sistema De Producción De Arroz (*Oryza Sativa*) En El Municipio De Campoalegre, Huila, Colombia (Andrade, Campo, & Segura, 2014), Estimación De Huella De Carbono Del Sistema De Producción De Caña De Azúcar En Palmira, Valle Del Cauca, Colombia, (Andrade, Segura, & Varona, 2016), Medición Y Análisis De Resultados De La Huella De Carbono De La Alcaldía Local De Ciudad Bolívar (Florián & Cadena), Metodología Para La Determinación De La Huella Ecológica En El Área De Exhibiciones Del Zoológico De Cali (Quintero, Astudillo, Duque, & Montes, 2012), Huella De Carbono (Hc) En Cadenas De Suministro De Flores De Corte Colombianas, Rosas Y Claveles, Para Mercados Internacionales (Parrado & Leiva, 2011), La Huella De Carbono Como Herramienta Para Lograr Una Producción Sostenible En Un Cultivo De Flores Ubicado En La Sabana De Bogotá–Colombia (F. G. Fernández & Montoya), Huella de carbono en la industria azucarera. Caso de estudio (Reinosa-Valladares, Canciano-Fernández, Hernández-Garcés, Ordoñez-Sánchez, & Figueroa-Beltrán, 2018), Medición de huellas de carbono y eficiencia energética en Empresa Papelera Colombiana (Gallo Granada, 2012).

Determinación de la huella de carbono de una empresa forestal productora de guadua. El caso de la empresa Yarima Guadua, Eje Cafetero de Colombia (Arango Arango & Camargo García, 2012), The greenhouse gas balance of the oil palm industry in Colombia: a preliminary analysis. I. Carbon sequestration and carbon offsets (Henson, Ruiz, & Romero, 2012) , Determinación De La Huella De Carbono En El Sistema De Producción De Café Pergamino Seco De Cuatro Municipios Del Sur Del Departamento Del Huila (Colombia) (Camacho et al., 2018). Estimacion de la huella de carbono del ayuntamiento de salamina–caldas, colombia a traves de la metodologia MC3 (Gil, 2017). Determinación De La Huella De Carbono Por Medio Del Protocolo (Ghg) Green House Gas Protocol Y Medidas De Mitigación Para El Cementerio Distrital Del Norte Bogota D.C (Ávila González & León Barbosa, 2019).

A nivel internacional se encontro: Determinación de la Huella Ecológica Personal como Estrategia para la Adquisición de Patrones de Consumo Sostenibles UNCP 2014 (Guerra, 2016)

## 5. Metodología de la investigación

A continuación, se observa la metodología a seguir en la presente investigación:

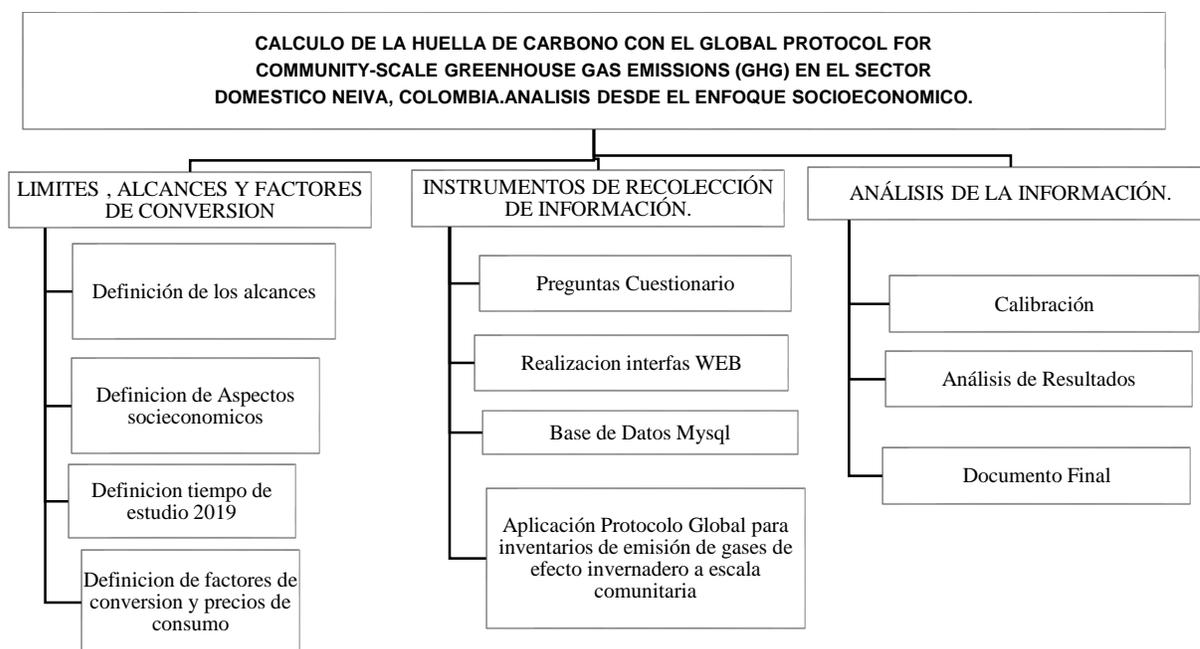


Figura 2 Diagrama metodológico

El cálculo de la huella de carbono se llevó a cabo atendiendo a tres principales áreas de acción a conocer están: Límites, alcances de estudio y factores de conversión; Instrumentos de recolección de información y Análisis de la información.

En el área de los límites, alcances del estudio y factores de conversión, se enfatiza el periodo de estudio, los alcances operacionales respecto a las fronteras geográficas y poblacional, y se establecen los factores de conversión utilizados para el respectivo cálculo de la huella de carbono.

Para el desarrollo de los instrumentos de recolección de información se tiene en cuenta los aspectos técnicos para la realización de la base de datos, contenido web, el cuestionario a realizar

a cada uno de los usuarios con su respectiva respuesta personalizada, el cálculo de la huella de carbono y la muestra representativa del estudio.

Una vez dado por terminado la validación de la plataforma y el tiempo límite para la adquisición de datos, se procede a realizar el análisis de datos con el software estadístico Minitab 19 con estadística descriptiva para la organización, tabulación, presentación y extracción de la información; con ello el análisis gráfico para facilitar la comprensión, comparación y análisis de los resultados. Se usa también las pruebas de hipótesis (ANOVA) para establecer la existencia o no de igualdad de medias de los diferentes grupos de datos recolectados (huella de carbono), la prueba chi-cuadrada para conocer la dependencia o independencia de los datos en estudio con la huella de carbono y por último se estudia la relación de probabilidad entre las variables estudiadas para comparar las probabilidades en que los datos afectan en mayor o menor proporción a la huella de carbono de la población en estudio.

## **5.1 Límites, Alcances Y Factores de Conversión**

**5.1.1 límites.** El estudio se realizó en Neiva, Huila-Colombia en el año 2019, teniendo en cuenta exclusivamente a los 348.964 habitantes del área urbana proyectados por el DANE para el año 2019. Distribuidos entre hombres 166.896 (47,8%) y mujeres 182.068 (52.2%). (Estadística.DANE, 2017) Respecto a la edad, la ciudad está compuesta por 197.960 habitantes menores de 34 años que representa el 56.72% y tan solo 17.419 habitantes mayores de 70 años equivalente al 5% de la población total.

La ciudad tiene una extensión urbana de 4.594 hectáreas y se ha estructurado a partir de 10 comunas con 117 barrios y 377 sectores. Esta se encuentra en una planicie sobre la margen oriental del río Magdalena, cruzada por los Ríos Las Ceibas y el Río del Oro. Sus límites urbanos

son al oriente por la margen del río Magdalena, siendo el extremo norte el Asentamiento Carbonel en la calle 95 con carrera 7 (comuna 9), el extremo sur es la calle 25 b sur del barrio Puertas del sur-comuna 6, y el extremo occidente corresponde a la calle 20 con carrera 64 del Asentamiento Palmas 2 de la comuna 10. (POT, 2009).



Figura 3 Localización Ciudad de Neiva. software Google Earth, imagen satelital 2019,21/10/2019

**5.1.2 Alcances.** Las actividades que ocurren dentro de los límites geográficos de la ciudad se establecen en dos de los tres alcances que establece el GHG (GPC El Protocolo Global para inventarios de Emisión de Gases Efecto Invernadero a escala comunitaria) y se referencian en la tabla 3.

El alcance 1 corresponde a las emisiones de GEI (Gases efecto invernadero) provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad, como lo son para el presente estudio, la combustión estacionaria y el transporte dentro de los límites, y el alcance 2 donde las emisiones de GEI se producen como consecuencia de la utilización de energía en red dentro de la ciudad.

No se estableció para el presente estudio las actividades agrícolas, residuos sólidos y aguas residuales, procesos industriales y el alcance 3 teniendo en cuenta los límites estipulados (geográfico y poblacional) y la dificultad para adquirir datos.

El alcance 3 corresponde a las emisiones que se producen fuera de los límites de la ciudad como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad.

Tabla 3 *Actividades aplicables a estudio*

<b>Actividades aplicables para el inventario de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente y cálculo de la huella de carbono residencial de la ciudad de Neiva.</b>
Energía Eléctrica suministrada en red.
Gas domiciliario suministrado en red.
Transporte en automotor publico dentro de los límites.
Transporte en automotor informal dentro de los límites.
Transporte en automotor particular dentro de los límites.
Viajes aéreos dentro de los límites.

**5.1.3 Factores de Conversión.** Los factores de emisión convierten los datos de actividad relacionados en una masa de emisiones de GEI; Kg de CO<sub>2</sub> equivalente liberados por cada KWh del servicio eléctrico residencial, m<sup>3</sup> de gas domiciliario s o por cada Km recorrido. Para determinar las emisiones de GEI en cada uno de los aspectos aplicables se requiere la aplicación de factores de emisión para cada una de las fuentes.

La tabla 4 muestra los Factores de emisión usados para el cálculo de la huella de carbono residencial de la ciudad de Neiva. Dichos factores, son estipulados por instituciones como la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en su Informe Factores De Emisión De Los Combustibles Colombianos (FECOC) y reconocidos por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), para el caso de Colombia y a nivel internacional por el World Resources Institute (WRI) que abandera la aplicación del Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories y se apoya en investigaciones de países como el reino unido (United Kingdom) y Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para proporcionar información fiable para el cálculo de la huella de carbono.

Tabla 4 *Factores de emisión*

Fuente de energía	Factor de emisión	Unidad	Referencia
Energía Eléctrica	0,199	KgCO <sub>2</sub> e /KWh	Fecoc 2016
Gas domiciliario	2,035	KgCO <sub>2</sub> e /m <sup>3</sup>	Fecoc 2016
Autobús	0,214	KgCO <sub>2</sub> e /Km	Wri Ghg 2014
Taxi	0,330	KgCO <sub>2</sub> e / Km	Wri Ghg 2014
Motocicleta	0,126	KgCO <sub>2</sub> e /km	Wri Ghg 2014
Auto	0,338	KgCO <sub>2</sub> e / Km	Wri Ghg 2014
Viajes aéreos Nacionales	0,22151	KgCO <sub>2</sub> e /km	Uk Government 2019
Viajes aéreos Internacionales	0,25493	KgCO <sub>2</sub> e /km	Uk Government 2019

## 5.2 Instrumentos de recolección de Información

El proceso mediante el cual se realiza la recolección de datos (ver figura 4) se lleva a cabo mediante una encuesta diagnóstico on-line, por lo que es necesario el desarrollo de una página web en la que el usuario (encuestado) interactúe con la herramienta, teniendo como resultado las tCO<sub>2</sub>e emitidas en el año por las actividades aplicables al estudio vistas en la tabla 3.

La interacción del usuario con la encuesta no solo le arroja los niveles de CO<sub>2</sub> clasificándolo como alto, medio o bajo teniendo en cuenta la media global, sino que alimenta la base de datos de la ciudad de Neiva.

Una vez realizada la recolección de información, el administrador de la plataforma accede a la respuesta de todas las encuestas para analizar el indicador de huella de carbono de la ciudad, respecto a los consumos energéticos, según los estratos socioeconómicos, nivel educativo, edad, género, y hábitos de transporte.

Por último, con los resultados del proyecto, se notifican a los organismos de administración municipal responsables del tema medioambiente, con el fin de que se apropien del estudio, información y resultados.

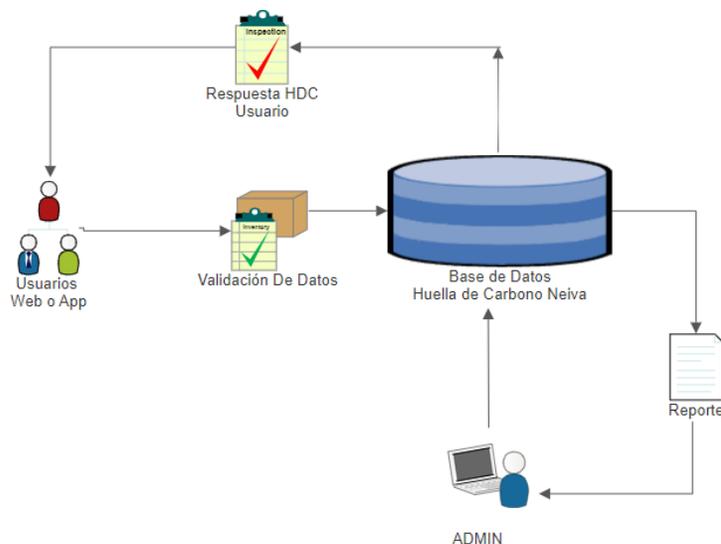


Figura 4 Diagrama metodológico de la recolección de información

**5.2.1 Plataforma digital.** Para la realización de la plataforma digital se encontró el antecedente de trabajos como “Software para el cálculo de la huella ambiental en la producción de cacao” (Sanchez et al., 2017) y “Herramienta web para la medición de la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena” (Torres Cabarcas, Moya Villa, & Olivero Verbel, 2015).

La plataforma digital está construida sobre el lenguaje de programación PHP para la parte referente al servidor, java script como cliente, para el diseño se utilizó el lenguaje de etiquetado HTML y CSS. El diseño de la aplicación web se basó en una plantilla que fue modificada y se agregaron otros contenidos, dicha plantilla está construida con el framework de diseño BOOTSTRAP.

Para el manejo de base de datos se utilizó el motor de base de datos MYSQL. Para la construcción de tablas dinámicas se utilizó la librería DATATABLE, para la generación y construcción de graficas se utilizó la librería HIGHCHARTS, para el manejo de alertas se utilizó la librería SWEETALERT. La aplicación está alojada en el servidor 000Webhost.

**5.2.2 página web.** La página web a la que podrá acceder el usuario desde el siguiente link: <http://huellacarbononeiva.000webhostapp.com/about.html> , está compuesta por cuatro opciones en su menú; la primera, denominada “HDC NEIVA”, se introduce la temática al usuario con un concepto claro y enfático de lo que es la huella de carbono (Ver figura 5).

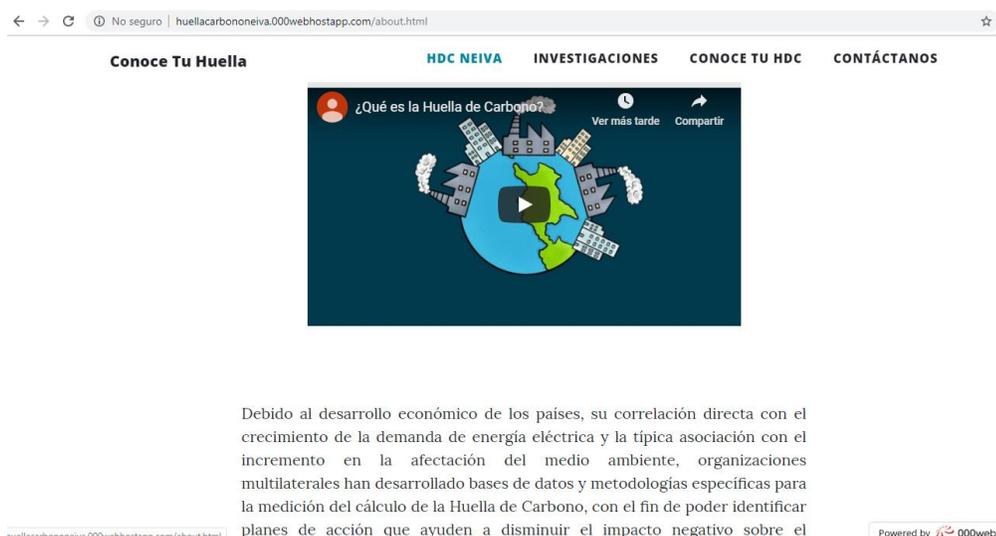


Figura 5 Página Web-Opción HDC NEIVA

En la pestaña “INVESTIGACIONES” se encuentran los links para descargar los artículos científicos en formato pdf de estudios realizados acerca de la huella de carbono en el mundo y Colombia (Ver figura 6).



Figura 6. Página Web-Opción INVESTIGACIONES

En la pestaña “CONOCE TU HDC” el usuario realiza la encuesta para conocer su huella de carbono y alimentar la base de datos general (ver figura 7).

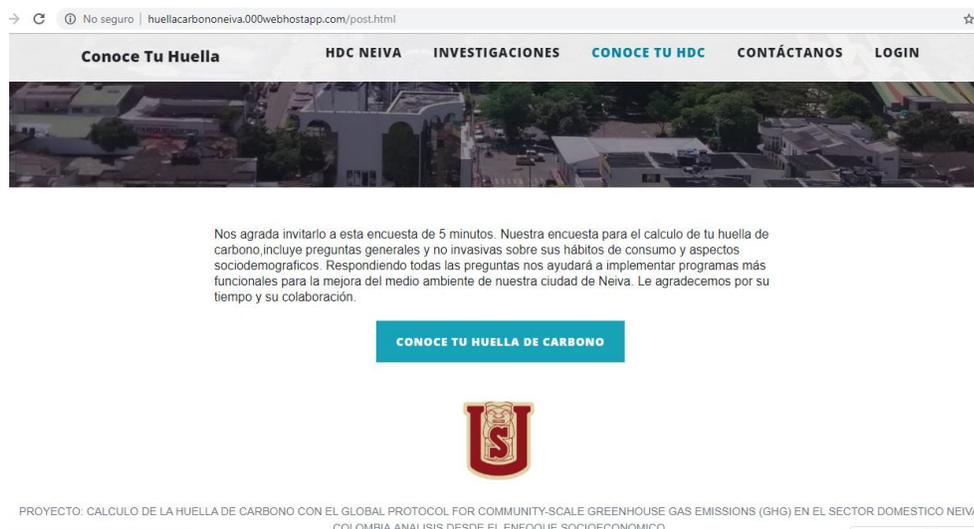


Figura 7. Página Web-Opción CONOCE TU HDC

En la pestaña “CONTÁCTANOS” se encuentra la forma directa de comunicarse con los creadores del proyecto para solucionar inquietudes o sugerencias (Ver figura 8).

Figura 8.Página Web-Opción CONTACTANOS

Las reseñas suministradas por cada uno de los usuarios alimentan una base de datos que se puede descargar accediendo a un dashboard en la pestaña “LOGIN” (ver figura 9), con un usuario y contraseña se puede tener los resultados de todas las encuestas en un archivo formato Excel, cscs, pdf o Word.

Figura 9.Página Web-Opción LOGIN

Adicional, dentro de la misma plataforma se pueden modificar los factores de conversión, costos de servicio público (gas y electricidad) y preguntas utilizadas para el cálculo de la huella

de carbono. La opción “graficas” ofrece los resultados de manera automática y simple, al seleccionarse la variable que se quiera comparar con la huella carbono total de Neiva.



Figura 10. Página Web-dashboard

### 5.3 Cuestionario

Para la realización del cuestionario se tuvo en cuenta estudios como el “Cuestionario Para Calcular La Huella Ecológica De Estudiantes Universitarios Mexicanos Y Su Aplicación En El Campus Zaragoza De La Universidad Nacional” (Ibarra-Cisneros & Monroy-Ata, 2014). En la puesta en marcha se incluyeron 16 preguntas generales y no invasivas sobre hábitos de consumo y aspectos sociodemográficos de la población en estudio, dentro de la información recolectada se tiene: barrio de residencia, genero, edad, máximo nivel educativo, estrato socioeconómico, número de personas con las que se comparte la residencia, consumo de energía eléctrica mensual en pesos colombianos, el consumo de gas domiciliario mensual en pesos colombianos, cantidad de kilómetros en que se transporta a diario el bus, moto particular, moto taxi, auto particular, taxi, bicicleta y las horas de viaje en avión.

## 5.4 Cálculo de la huella de Carbono

Para el cálculo de la huella de carbono se aplica la ecuación establecida en Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories (GPC) (Fong et al., 2015).

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de Actividad} \times \text{Factor de Emisión} \quad (1)$$

Adicional, se tiene en cuenta las variables propias del estudio regional tales como las actividades aplicables a estudio (Ver tabla 3), los factores de emisión (ver tabla 4), el costo de energía eléctrica por cada KWh y el costo por cada m<sup>3</sup> de gas domiciliario y la periodicidad de registro de uso establecido en el cuestionario; por ejemplo, para los servicios públicos se establece el consumo mensual, para el transporte terrestre se establece uso diario de automotor y para los viajes aéreos se establece un registro anual.

Para efectos prácticos se realiza una muestra de cálculo; los datos proceden de un usuario que accedió a la encuesta a través de la plataforma, a conocer se tiene:

Edad = 38-47 años, genero = femenino, estrato = 3,barrio = conjunto residencial, nivel académico = maestría, habitantes en residencia =2,consumo de gas = 150000 pesos, consumo de energía = 37500 pesos, uso diario de motocicleta = 2 km, uso diario de taxi = 0 km, uso diario de bicicleta = 1 km, uso diario de autobús =1 km,uso diario de moto taxi =0 km,uso diario de automóvil =5 km, vuelos nacionales al año =2,vuelos internacionales al año = 1.

**5.4.1 huella de carbono servicios públicos.** Para el cálculo de la huella generado por el uso de servicios públicos se realiza la suma de las huellas de carbono por uso servicio eléctrico, uso de gas domiciliario.

$$\text{HC servicios Publicos} = \text{HC servicio electrico} + \text{HC gas domiciliario} \quad (2)$$

Luego del cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> por uso de servicio eléctrico y gas domiciliario se tiene la huella de carbono por servicios públicos:

$$HC \text{ servicios Publicos} = 12,2589 \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{mes}} + 123,7834 \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{mes}} = 136,0423 \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{mes}}$$

**5.4.1.1 huella de carbono servicio eléctrico.** Para calcular la huella de carbono causada por el uso del servicio eléctrico, se tiene en cuenta el consumo eléctrico mensual representado por el valor a pagar en pesos colombianos estipulado en la factura que remite la empresa Electrificadora Del Huila para esta ciudad, y se divide por el número de habitantes que comparten la residencia.

$$\text{consumo electrico mensual persona} = \frac{\text{Consumo electrico en la residencia}}{\text{No de habitantes en la residencia}} \quad (3)$$

Para este usuario se tiene:

$$\text{consumo electrico mensual persona} = \frac{\$37500}{2} = \$18750$$

Se estipula el costo en pesos colombianos (\$) de cada KWh, para ello se utilizó el boletín tarifario abril-junio 2017 de la superintendencia de servicios públicos Domiciliarios(Superservicios.gov.co, 2017) y se promedió los valores para los estratos 1,2,3 y 4 teniendo como resultado 304,37 pesos por cada KWh.

Se obtiene la cantidad de KWh utilizados durante el mes, dividiendo el valor a pagar facturado por el costo de cada KWh, una vez se obtiene los KWh utilizados en la residencia, se multiplica por el factor de emisión de electricidad, de esta manera se obtiene la huella de carbono en KgCO<sub>2</sub> e /mes.

$$HC S. electrico = \frac{\text{Consumo electrico mensual persona}}{\text{Costo electrico}} \times \text{Factor de emision electricidad.} \quad (4)$$

$$HC S. electrico = \frac{\$18750}{\$304,37/KWh} \times 0.199 \frac{KgCO_2 e}{KWh} = 12,2589 \frac{KgCO_2 e}{mes}$$

**5.4.1.2 Huella de carbono gas domiciliario.** Para encontrar la huella de carbono generada por el consumo de gas domiciliario se tiene en cuenta el valor a pagar en pesos colombianos estipulado en la factura que remite la empresa Alcanos de Colombia S.A. E.S.P que presta este servicio para esta ciudad, el costo de cada m<sup>3</sup> y el factor de emisión correspondiente al uso de gas.

$$\text{Consumo gas domiciliario mensual persona} = \frac{\text{Consumo gas en la residencia}}{\text{No de habitantes en la residencia}} \quad (5)$$

Para este usuario se tiene:

$$\text{Consumo gas domiciliario mensual persona} = \frac{\$150000}{2} = \$75000$$

Se estipuló el costo en pesos colombianos (\$) de cada m<sup>3</sup> de gas domiciliario, para ello se utilizó las tarifas del servicio de gas natural para el mes de agosto 2019 publicadas por Alcanos y aprobado por superservicios (Huila, 2019) . Se promedió los valores para cada m<sup>3</sup> de gas para los estratos 1,2,3 para ser utilizados como base de cálculo.

Se obtuvo la cantidad de m<sup>3</sup> utilizados durante el mes, dividiendo el valor a pagar facturado por el costo de cada m<sup>3</sup>, una vez se obtiene el volumen utilizado en la residencia, se multiplica por el factor de emisión de gas, de esta manera se obtiene la huella de carbono en KgCO<sub>2</sub> e /mes.

$$HC S. gas domiciliario persona = \frac{\text{Consumo gas mensual}}{\text{Costo gas domiciliario}} \times \text{Factor de emision gas.} \quad (6)$$

$$HC S. gas domiciliario = \frac{\$75000}{1233 Kw/m^3} \times 2,035 \frac{KgCO_2 e}{m^3} = 123,7834 \frac{KgCO_2 e}{mes}$$

**5.4.2 Huella de Carbono Transporte.** La huella de carbono correspondiente a la actividad de transporte se calcula de manera directa, teniendo en cuenta simplemente el tipo de automotor para relacionar el factor de emisión y los kilómetros recorridos dentro de la ciudad, para ello se calcula la huella de carbono para autobús, taxi, moto-taxi, moto particular y auto particular.

$$HC T. moto particular = Recorrido diario \times Factor de emision Motocicleta \quad (7)$$

$$HC T. moto particular = 2 km \times 0,125903 \frac{KgCO_2}{km} = 0,251806 \frac{KgCO_2 e}{dia}$$

$$HC T. Taxi = Recorrido diario \times Factor de emision Taxi \quad (8)$$

$$HC T. Taxi = 0 km \times 0.32981 \frac{KgCO_2}{km} = 0 \frac{KgCO_2 e}{dia}$$

$$HC T. autobus = Recorrido diario \times Factor de emision autobus \quad (9)$$

$$HC T. autobus = 1 km \times 0.21372 \frac{KgCO_2}{km} = 0.21372 \frac{KgCO_2 e}{dia}$$

$$HC T. mototaxi = Recorrido diario \times Factor de emision Motocicleta \quad (10)$$

$$HC T. mototaxi = 0 km \times 0.125903 \frac{KgCO_2}{km} = 0 \frac{KgCO_2 e}{dia}$$

$$HC T. auto particular = Recorrido diario \times Factor de emision automovil \quad (11)$$

$$HC T. auto particular = 5 km \times 0.337916 \frac{KgCO_2}{km} = 1,68958 \frac{KgCO_2 e}{dia}$$

La sumatoria de todas las huellas de carbono anteriormente mencionadas corresponde a la huella de carbono en la actividad Transporte en  $\text{KgCO}_2 \text{ e /día}$ .

$$HC \text{ Transporte Terrestre} = 2,155106 \frac{\text{KgCO}_2 \text{ e}}{\text{día}}$$

**5.4.3 Huella de Carbono Vuelos Nacionales e Internacionales.** La huella de carbono correspondiente a la actividad de vuelos nacionales e internacionales se calcula de manera directa, teniendo en cuenta si es un vuelo nacional o vuelo internacional para encontrar así el factor de emisión, y la distancia recorrida dentro de los límites de la ciudad se estipula como 10 km teniendo en cuenta el espacio recorrido por el avión durante el carreteo y su sobrevuelo en la ciudad.

$$HC \text{ V. Nacional} = \text{Recorrido} \times \text{Factor de emision Viaje Nacional} \quad (12)$$

$$HC \text{ V. Internacional} = \text{Recorrido} \times \text{Factor de emision Viaje internacional} \quad (13)$$

$$HC \text{ V. Nacional} = 2 \text{ vuelos} \times 2.2151 \frac{\text{KgCO}_2 \text{ e}}{\text{vuelo}} = 4,4302 \frac{\text{KgCO}_2 \text{ e}}{\text{año}}$$

$$HC \text{ V. Internacional} = 1 \text{ vuelo} \times 2.5493 \frac{\text{KgCO}_2 \text{ e}}{\text{vuelo}} = 2,5493 \frac{\text{KgCO}_2 \text{ e}}{\text{año}}$$

La sumatoria de todas las huellas de carbono anteriormente mencionadas corresponde a la huella de carbono en la actividad Transporte en  $\text{KgCO}_2 \text{ e /año}$ .

$$HC \text{ Vuelos} = HCV. \text{nacional} + HCV \text{ internacional} = 6,9795 \frac{\text{KgCO}_2 \text{ e}}{\text{año}}$$

**5.4.4 Huella de carbono total.** Se realiza la suma de las huellas de carbono por uso servicios públicos, unidades de transporte y vuelos realizados.

$$HC = HC \text{ servicios Publicos} + HC \text{ TRansporte} + HC \text{ Vuelos} \quad (14)$$

Para ello es necesario establecer todas las emisiones en Kg CO<sub>2</sub> e /mes, para el caso de la huella de carbono por uso de transporte terrestre se multiplica por 30 las unidades, ya que las emisiones se encuentran establecidas por días y se divide por 12 aquellas emisiones de transporte aéreo que se encuentran en emisiones por año.

$$HC = \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{mes}} + \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{dia}} \times \frac{30 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} + \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{año}} \div \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} = \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{mes}}$$

$$HC = 136,0423 \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{mes}} + 2,155106 \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{dia}} \times \frac{30 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} + 6,9795 \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{año}} \div \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} =$$

$$HC = 201,277105 \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{mes}}$$

Por último, se realiza la conversión de las emisiones dadas en kilogramos a Toneladas, para ello se divide por 1000 y para convertir las unidades de tiempo dadas de meses a años se multiplica por 12.

$$HC = \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ Ton}}{1000 \text{ Kg}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = \frac{\text{Ton CO}_2 e}{\text{año}}$$

$$HC = 201,277105 \frac{\text{KgCO}_2 e}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ Ton}}{1000 \text{ Kg}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 2,41533 \frac{\text{Ton CO}_2 e}{\text{año}}$$

## 5.5 Muestra representativa

Para realizar el cálculo de la muestra representativa se tiene en cuenta trabajos realizados en esta área tales como la Determinación Del Tamaño Muestral Mediante El Uso De Árboles De Decisión(Valdivieso, Valdivieso, & Valdivieso, 2011), Determinación del tamaño muestral(P. J. C. A. P. Fernández, 1996), Análisis de la percepción de los ciudadanos sobre la atención y

servicio recibido por los servidores públicos de la Alcaldía del Municipio de Neiva – Huila en el Año 2017 María (Gómez España & Torres Correcha) y las Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud (Aguilar-Barojas, 2005).

$$n = \frac{N Z^2 pq}{e^2(N - 1) + Z^2 pq} \quad (15)$$

Para este caso de estudio se estableció los siguientes parámetros:

N = Un tamaño de la población de 348.964 habitantes de la ciudad de Neiva.

Z= Se desea un nivel de confianza del 95%, la constante a utilizar es de 1,96.

e = Nivel de error que se asume es del 7%.

p = La Proporción de la población con la característica deseada (éxito) es de 50%, (0,5).

q = La proporción de la población sin la característica deseada (fracaso) es del 50% (0,5).

$$n = \frac{348964 (1,96)^2(0,5)(0,5)}{(0,07)^2(348964 - 1) + (1,96)^2(0,5)(0,5)}$$

$$n = \frac{335145,0256}{1709,9187 + 0,9604} = \frac{335145,0256}{1710,8791} = 195,8905 \approx 196$$

n = Se tiene como resultado, un tamaño de muestra representativa de 196 habitantes.

## 5.6 Procesamiento de datos

Luego de dos pruebas piloto para validar la implementación de la base de datos, el cálculo numérico de la misma y el acceso del usuario, se procede a implementar el producto final y comenzar así la recopilación de información ocurrida en un lapso de dos meses.

Los datos se manipularon a través del paquete Office Excel 2016 para identificar y eliminar respuestas que no se ajustan con los criterios o que no corresponde a una respuesta concienzuda. De esta manera, de los 271 datos que se lograron recopilar, se utilizaron tan solo 201, los cuales cumplían con los requisitos para aplicar su respectivo estudio.

De igual manera se utilizó este software para ordenar, agrupar y clasificar los datos que se requerían antes de ser procesados en el programa de funciones estadísticas básicas y avanzadas.

El análisis estadístico se realizó a través de Minitab 19 con estadística descriptiva para la organización, tabulación, presentación y extracción de la información; con ello el análisis gráfico para facilitar la comprensión, comparación y análisis de los resultados. Se usa también las pruebas de hipótesis (ANOVA) para establecer la existencia o no de igualdad de medias de los diferentes grupos de datos recolectados (huella de carbono) ,la prueba chi-cuadrada para conocer la dependencia o independencia de los datos en estudio con la huella de carbono y por último se estudia la relación de probabilidad entre las variables estudiadas para comparar las probabilidades en que los datos afectan en mayor o menor proporción a la huella de carbono de la población en estudio.

## **6. RESULTADOS**

Para el análisis y muestra de resultados se tuvo en cuenta el trabajo realizado en la ciudad de Santa Marta Colombia en el año 2016 (Alvarez-Miño, Taboada-Montoya, Trujillo-Montes, & Salazar-Ceballos, 2016).

De esta manera se encontró una huella de carbono total de 188,76 Toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes para las 201 personas encuestadas y una media que representa una emisión anual de

0,94 Toneladas de CO<sub>2</sub> e por habitante, este promedio de emisión está muy por debajo de los 4,4 tCO<sub>2</sub> persona que representa la media del mundo entero según IAE en el año 2017 (Agency), y muy por debajo de las emisiones como Qatar (Ranking 1) cuya media es de 43,85 tCO<sub>2</sub> persona, o Alemania (ranking 37) con 8,8 tCO<sub>2</sub> persona; el comportamiento de la cantidad de emisiones por persona en la ciudad de Neiva presenta similitud con países como Cabo Verde, ranking 184 con 0,948 tCO<sub>2</sub> per cápita, o Paraguay, Zimbawe y Pakistán con una emisión anual aproximada de 0,88 tCO<sub>2</sub> per cápita. (Datos)

Con el promedio de emisiones calculadas y la cantidad de habitantes de la ciudad, se tiene que la cantidad neta de CO<sub>2</sub> emitido en el año 2019 en el sector residencial de Neiva fue de 328.026 Toneladas de CO<sub>2</sub> e, encontrándose muy por debajo de la generación de países como Estados Unidos y China con 5'792.048,502 y 10'291. 926,878 Toneladas de CO<sub>2</sub> e respectivamente; se puede establecer similitud con emisiones de países como Tavalu, una pequeña isla de 26 km<sup>2</sup> en el océano pacífico y el pequeño Principado de Liechtenstein ubicado en los Alpes entre Suiza y Austria con emisiones de 11,01 y 44,00 ktCO<sub>2</sub> al año (Emisions).

En el caso Colombia, la media es de 1,76 tCO<sub>2</sub> e per, dato obtenido del reporte Inventario Nacional Y Departamental De Gases Efecto Invernadero– Colombia2014 (Ideam, MADS, & DNP, 2016) donde se relaciona las emisiones de gases efecto invernadero de acuerdo a sectores; y en el sector residencial se encuentra a Bogotá en primer lugar con 0,94 Mton CO<sub>2</sub>eq, segundo lugar para Antioquia con 0,60 Mton CO<sub>2</sub>eq, y el departamento del Huila cuya capital es la ciudad de Neiva con una emisión de 0,15 Mton CO<sub>2</sub>eq.

El aporte más significativo a la huella de carbono residencial lo realiza el uso de transporte (auto/motocicleta/bus/taxi) con 137,14 tCO<sub>2</sub> al año para la población encuestada representando el

72,6 % de todas las emisiones generadas (238.146,87 tCO<sub>2</sub>e), un 26,92 % (88.304,59 tCO<sub>2</sub>) corresponde a las emisiones generadas por el uso de servicios públicos (gas/electricidad) y tan solo un 0,41 % (1.344,90 tCO<sub>2</sub> e) de las emisiones proviene de los vuelos nacionales e internacionales. (Ver Tabla 5)

Tabla 5 *Toneladas de CO<sub>2</sub> eq-año en Neiva- Colombia, 2019 (n=201)*

Variable	Total Calculado	Mín.	Máx	Med	DS	Vz	IC de 95%
Ton Co2 eq-año	188,76	0,0155	2,83	0,94	0,62	0,38	(0,8540; 1,0242)
Ton Co2 eq-año por servicios domiciliarios (gas/electricidad)	50,82	0,0115	1,63	0,25	0,21	0,05	(0,2235; 0,2822)
Ton Co2 eq-año por Transporte Terrestre (Auto/motocicleta/bus/taxi)	137,14	0,0000	2,52	0,68	0,53	0,28	(0,6086; 0,7560)
Ton Co2 eq-año por Transporte Aéreo (Vuelo Nacional e internacional)	0,79	0,0000	0,03	0,00	0,01	0,00	(0,003014; 0,004873)

La desviación estándar presente en cada una de las variables no supera en valor a la media ni es de menos de la mitad de esta misma, siendo este un indicio de que no existe sesgo, valores extremos o una distribución bimodal.

Los histogramas presentados en la imagen 7 muestran una frecuencia mayor en emisiones menores 0,6 tCO<sub>2</sub> e totales y por uso de transporte terrestre, y una reiteración de emisiones menores a 0,3 TCO<sub>2</sub> e por consumo energético.

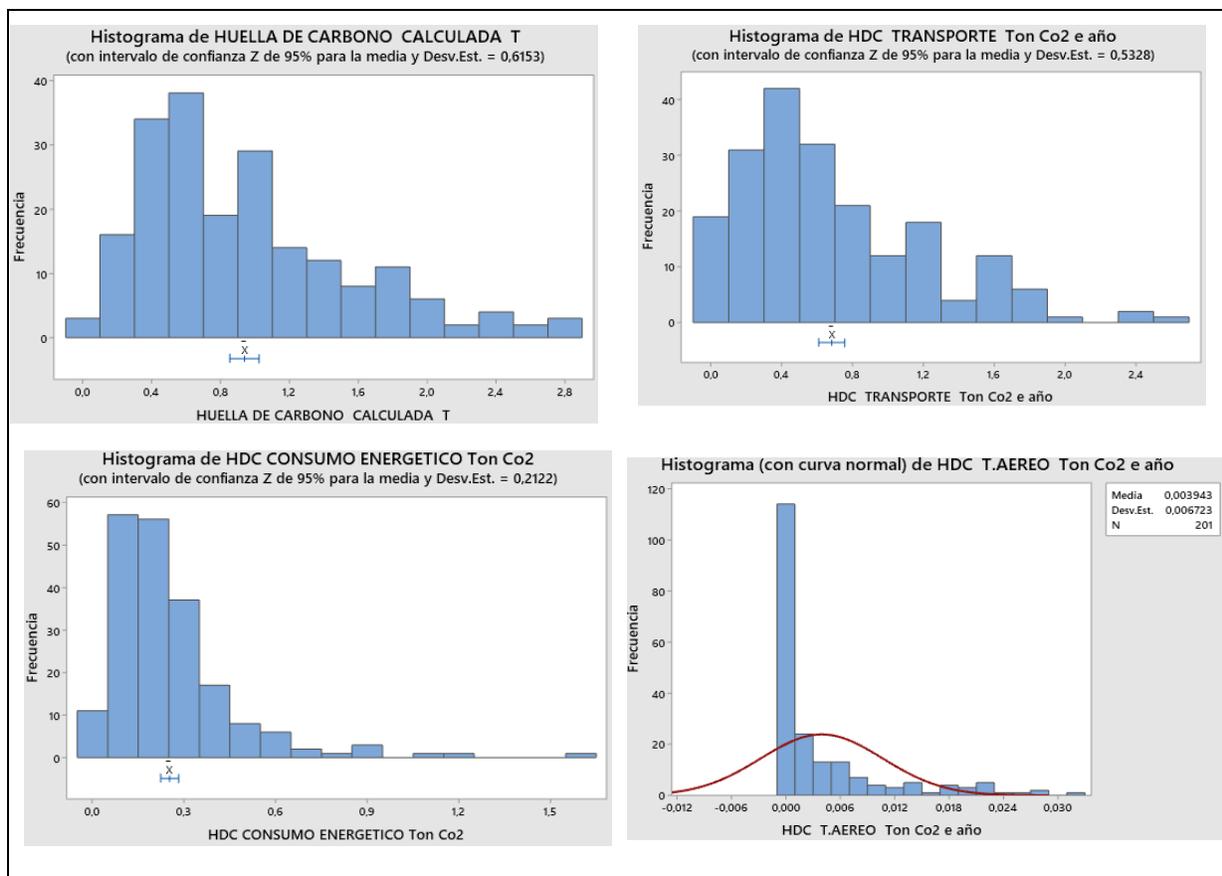


Figura 11. Histograma huella de Carbono por actividad de Estudio

La constante en las emisiones originadas por transporte aéreo es 0,00 TCO<sub>2</sub>e, mostrando de esta manera que muy poca población de la encuestada se moviliza por este medio y que su aporte a la huella de carbono total no es significativo.

Los intervalos de las emisiones de tCO<sub>2</sub> totales representados en la imagen 8 muestran un aumento de las emisiones proporcionales a la edad y al estrato socioeconómico.

La población menor de 27 años es la que produce un promedio de emisiones menores a 0,75 tCO<sub>2</sub> e, la población que se establece de 28 a 47 años emite en promedio unas tCO<sub>2</sub>e muy cercanas a la unidad, mientras que la población mayor de 48 años establece emisiones mayores de 1,5 tCO<sub>2</sub> e por persona.

En cuanto a las emisiones de gases efecto invernadero según el estrato socioeconómico, se muestra un comportamiento proporcional lineal teniendo los promedios de emisiones más pequeños (0,58 tCO<sub>2</sub>e) en la población clasificada como estrato 1 y las emisiones promedio mayores (1,32 tCO<sub>2</sub>e) en la población clasificada como estrato 4. Siendo esto una clara muestra de que los impactos del cambio climático producen afectaciones a la organización social; la desigualdad social está a razón del cambio climático pues los primeros afectaciones del cambio climático lo reciben los sectores urbanos o países vulnerables quienes la emiten la menor cantidad de gases efecto invernadero (Pardo Buendía, 2007).

El cuanto, al género, la población masculina muestra una leve preponderancia en las emisiones promedio generadas muy cercanas al dígito (1,02 TCO<sub>2</sub> e per) mientras que la población femenina produce en promedio 0,85 tCO<sub>2</sub> e per.

La cantidad de habitantes que habitan la residencia encuestada, también influye significativamente las emisiones de gases efecto invernadero producidas en la ciudad, teniendo una leve disminución representada por una décima de tCO<sub>2</sub> e per, a medida que aumenta los habitantes de la residencia entre 1 y 4.

El comportamiento más interesante se encuentra cuando la población supera los 6 habitantes, pues las emisiones de CO<sub>2</sub> e persona disminuyen de manera abrupta a casi la nulidad.

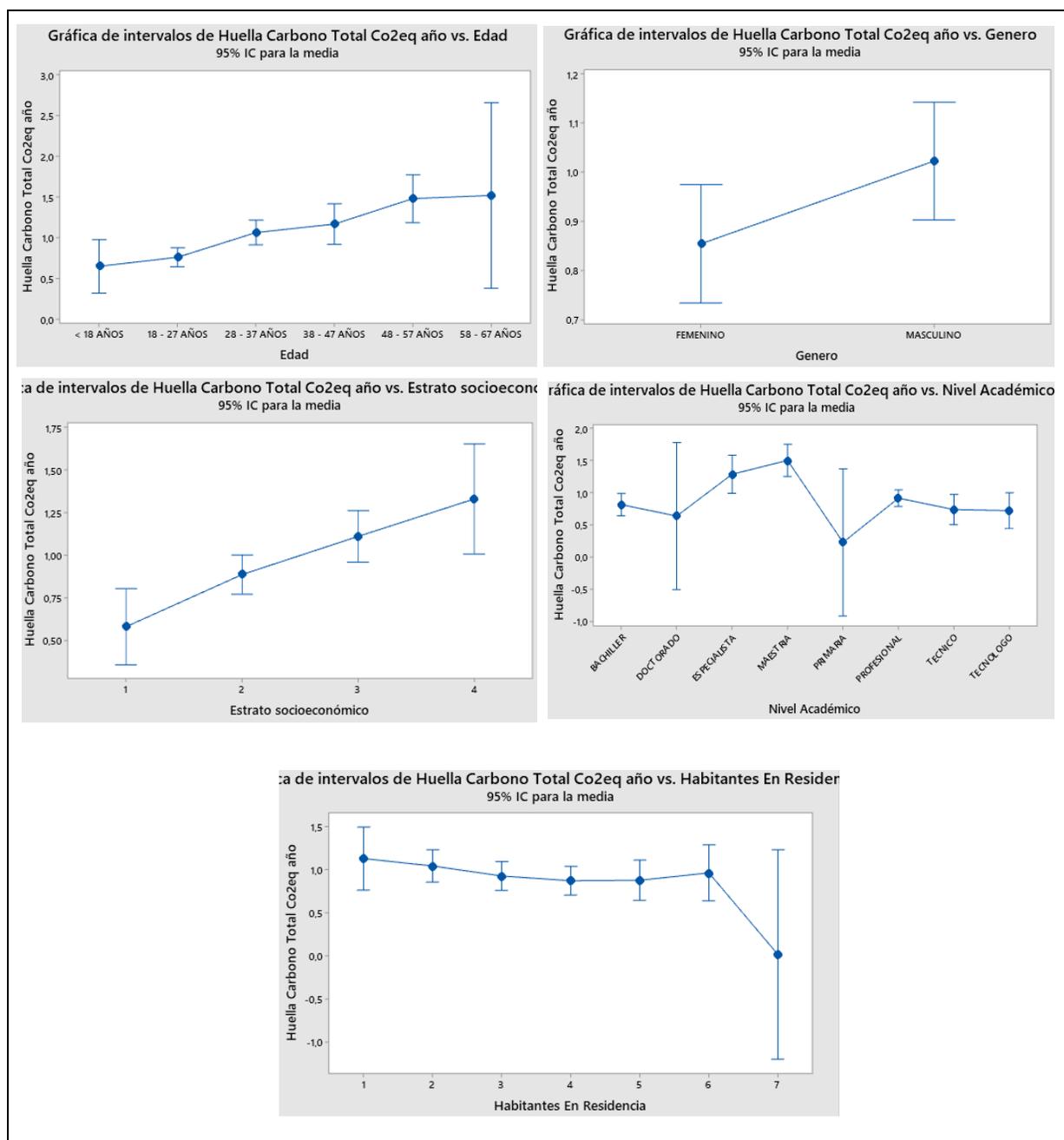


Figura 12. Huella de Carbono Vs Características sociodemográficas y socioeconómicas

De igual manera el nivel académico influye en las emisiones de los gases efecto invernadero, la población que presenta su mayor título como bachiller, profesional, técnica, tecnóloga o doctorado, muestran aportes promedios entre 0,63-0,81 tCO<sub>2</sub> e, mientras que la población que ha accedido a una especialización y maestría presentan emisiones por encima de la unidad (1,28-

1,49 tCO<sub>2</sub> e). La población que aporta en menor cuantía (0,23 tCO<sub>2</sub> e) a la producción de gases efecto invernadero según su nivel académico es la que solo ha podido acceder a nivel de primaria.

La población encuestada se constituye por 100 participantes de género femenino y 101 de género masculino representando el (49,7 y 50,3 %) respectivamente, de igual manera se caracterizó la población por edad menor de 37 años (81,5%) y mayor de 38 años correspondiente al 18,5 %; esta caracterización en edad se debe a que la población de la ciudad de Neiva en su 56% está constituida por personas menores a 34 años.

Las tres grandes categorías que delimitan el estudio se logran agrupar en la tabla 6 representados por los hábitos de uso de servicios públicos (gas y energía eléctrica), hábitos de transporte terrestre (motocicleta, automóvil, bus y bicicleta) y transporte aéreo (vuelos nacionales e internacionales) y categorizadas por la edad y género como se explicó anteriormente.

Al observar el consumo energético se tiene que Neiva manifiesta su consumo eléctrico y de gas domiciliario que tiende a la alza (Mora-Pérez et al., 2019); dentro de los factores que influyen en el consumo de estos se encuentra , el clima que provoca el uso de sistemas de enfriamiento o ventiladores, la urbanización generando la presencia de nuevos hogares , la preparación de alimentos y refrigeración, y el uso de dispositivos móviles; por lo tanto , las emisiones de gases de efecto invernadero se relacionan también con la facilidad económica que permite una condición de vida personal y familiar con ciertos gustos y comodidades.(Cruz Islas, 2016).

Tabla 6 Uso de servicios públicos y transporte según edad y sexo de la población

CONSUMO		EDAD AGRUPADA		GENERO		TOTAL 201/100%	
		≤ 37 AÑOS n=164/(81,5%)	≥ 38 AÑOS n=37/(18,4%)	F 100/(49,7%)	M 101/(50,2%)		
Hábitos de consumo servicio publico	De 0 a 15000	85/(84,16%)	16/(15,84%)	52/(51,49%)	49/(48,51%)	101	
	Consumo mensual de gas en pesos.	De 15.000 a 30.000	61/(80,26%)	15/(19,74%)	40/(52,63%)	36/(47,37%)	76
		De 30.000 a 45.000	13/(76,47%)	4/(23,53%)	6/(35,29%)	11/(64,71%)	17
		De 50.000 a 90.000	5/(83,33%)	1/(16,67%)	2/(33,33%)	4/(66,67%)	6
		>100000	0/(0%)	1/(100%)	0/(0%)	1/(100%)	1
	Consumo mensual de energía eléctrica en pesos.	De 0 a 20.000	25/(83,33%)	5/(16,67%)	17/(56,67%)	13/(43,33%)	30
		De 20.000 a 40.000	71/(94,67%)	4/(5,33%)	36/(48%)	39/(52%)	75
		De 40.000 a 60.000	27/(72,97%)	10/(27,03%)	19/(51,35%)	18/(48,65%)	37
		De 70.000 a 90.000	28/(71,79%)	11/(28,21%)	18/(46,15%)	21/(53,85%)	39
		De 100.000 a 200.000	9/(60%)	6/(40%)	6/(40%)	9/(60%)	15
>De 250.000	4/(80%)	1/(20%)	4/(80%)	1/(20%)	5		
Hábitos de Transporte	Uso Motocicleta /día	De 0 a 3 km	82/(79,61%)	21/(20,39%)	60/(58,25%)	43/(41,75%)	103
		De 4 a 7 km	34/(91,89%)	3/(8,11%)	19/(51,35%)	18/(48,65%)	37
		De 8 a 10 km	48/(78,69%)	13/(21,31%)	21/(34,43%)	40/(65,57%)	61
	Uso Taxi/día	De 0 a 3 km	154/(82,35%)	33/(17,65%)	92/(49,2%)	95/(50,8%)	187
		De 4 a 7 km	7/(70%)	3/(30%)	6/(60%)	4/(40%)	10
		De 8 a 10 km	3/(75%)	1/(25%)	2/(50%)	2/(50%)	4
	Uso Bicicleta /día	De 0 a 3 km	147/(81,22%)	34/(18,78%)	94/(51,93%)	87/(48,07%)	181
		De 4 a 7 km	8/(88,89%)	1/(11,11%)	5/(55,56%)	4/(44,44%)	9
		De 8 a 10 km	9/(81,82%)	2/(18,18%)	1/(9,09%)	10/(90,91%)	11
	Uso Autobús /día	De 0 a 3 km	127/(78,4%)	35/(21,6%)	79/(48,77%)	83/(51,23%)	162
De 4 a 7 km		18/(94,74%)	1/(5,26%)	12/(63,16%)	7/(36,84%)	19	
De 8 a 10 km		19/(95%)	1/(5%)	9/(45%)	11/(55%)	20	
Uso Moto-Taxi / día	De 0 a 3 km	154/(81,05%)	36/(18,95%)	95/(50%)	95/(50%)	190	
	De 4 a 7 km	9/(90%)	1/(10%)	4/(40%)	6/(60%)	10	
	De 8 a 10 km	1/(100%)	0/(0%)	1/(100%)	0/(0%)	1	
Uso Automóvil /día	De 0 a 3 km	135/(88,82%)	17/(11,18%)	82/(53,95%)	70/(46,05%)	152	
	De 4 a 7 km	8/(44,44%)	10/(55,56%)	9/(50%)	9/(50%)	18	
	De 8 a 10 km	21/(67,74%)	10/(32,26%)	9/(29,03%)	22/(70,97%)	31	
Hábitos Transporte Aéreo	Vuelos Nacionales	De 0 a 3 viajes	142/(82,56%)	30/(17,44%)	90/(52,33%)	82/(47,67%)	172
		De 4 a 7 viajes	9/(56,25%)	7/(43,75%)	8/(50%)	8/(50%)	16
		De 8 a 10 viajes	13/(100%)	0/(0%)	2/(15,38%)	11/(84,62%)	13
	Vuelos Internacionales	De 0 a 3 viajes	159/(81,1%)	37/(18,9%)	97/(49,49%)	99/(50,51%)	196
		De 4 a 7 viajes	4/(100%)	0/(0%)	3/(75%)	1/(25%)	4
		De 8 a 10 viajes	1/(100%)	0/(0%)	0/(0%)	1/(100%)	1

En cuanto a los hábitos de transporte se encontró que solo 10 encuestados hombres usan la bicicleta más de 8 km al día y 147 personas menores de 37 años la usan menos de 3 km al día. El uso del taxi esta reducido a menos de 3 km al día con 92 mujeres y 95 hombres, 60 % de las mujeres encuestadas usan la motocicleta menos de 3 km al día. Estos resultados contrastan con el consumo de combustible fósil a nivel mundial que se ha establecido al crecimiento esperándose que llegue a un crecimiento de más del 50% en el año (Pardo Buendía, 2007).

Muy pocos vuelos nacionales e internacionales se realizan por parte de la población encuestada y en cuanto al consumo de gas domiciliario se encuentra que la población menor de 37 años tiene un consumo mensual menor a los \$30.000 pesos, mientras que el uso de energía eléctrica está entre un rango de \$20.000 a \$40.000 pesos en la población de la misma edad.

Tabla 7 *Media de Ton CO<sub>2</sub> eq-año en los Barrios de Neiva , 2019 (n=201)*

<b>Barrio</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
TENERIFE	1	1,958	0,596771	(0,778; 3,138)
JOSE EUSTACIO RIVE	1	1,814	0,596771	(0,634; 2,994)
BUGANVILES	5	1,749	0,354	(1,221; 2,276)
VILLA CAROLINA	4	1,749	0,893	(1,159; 2,339)
LOS PINOS	2	1,52	1,69	(0,68; 2,35)
EL TRIUNFO	1	1,518	0,596771	(0,339; 2,698)
ARISMENDI MORA	1	1,472	0,596771	(0,292; 2,651)
SANTA INES	2	1,469	0,1351	(0,6348; 2,3033)
SEVILLA	1	1,331	0,596771	(0,151; 2,511)
ONCE DE NOVIEMBRE	2	1,314	1,352	(0,480; 2,148)
CALIXTO LEIVA	2	1,286	0,653	(0,452; 2,120)
CONJUNTO RESIDENCIAL	41	1,1835	0,6299	(0,9992; 1,3677)
ENRIQUE OLAYA HERRERA	2	1,168	0,198	(0,334; 2,002)
CHAPINERO	1	1,146	0,596771	(-0,034; 2,326)
SIETE DE AGOSTO	1	1,125	0,596771	(-0,055; 2,305)
EL JARDIN	8	1,123	0,815	(0,706; 1,540)
CHICALA	8	1,099	0,684	(0,682; 1,516)
CAMPO NUÑEZ	1	1,066	0,596771	(-0,113; 2,246)
LOS CAMBULOS	4	1,059	1,206	(0,469; 1,649)
LAS AMERICAS	1	1,028	0,596771	(-0,152; 2,208)
EL ALTICO	1	1,011	0,596771	(-0,169; 2,191)

SANTA MONICA	2	1,001	0,411	(0,167; 1,835)
DIEGO DE OSPINA	1	0,9369	0,596771	(-0,2429; 2,1167)
LA RIOJA	10	0,932	0,644	(0,559; 1,305)
OBRERO	1	0,9238	0,596771	(-0,2560; 2,1036)
MIRA RIO	3	0,919	0,32	(0,238; 1,600)
VILLA CAFE	4	0,866	0,308	(0,276; 1,455)
MISAEAL PASTRANA BORRERO	2	0,8608	0,1003	(0,0266; 1,6951)
CANDIDO LEGUIZAMO	14	0,82	0,424	(0,504; 1,135)
LA INMACULADA	3	0,8126	0,1327	(0,1315; 1,4938)
VENTILADOR	2	0,808	0,276	(-0,026; 1,642)
TIMANCO	7	0,801	0,581	(0,355; 1,247)
EDUARDO SANTOS	4	0,782	0,216	(0,192; 1,372)
LAS MERCEDES	3	0,761	0,727	(0,079; 1,442)
ALAMOS NORTE	7	0,713	0,407	(0,267; 1,159)
SANTA ISABEL	2	0,6971	0,1149	(-0,1372; 1,5313)
ALBERTO GALINDO	1	0,6545	0,596771	(-0,5253; 1,8343)
VILLA MARÍA	1	0,6103	0,596771	(-0,5695; 1,7901)
LOS GUADUALES	3	0,6019	0,1721	(-0,0792; 1,2831)
LAS PALMAS	5	0,593	0,419	(0,065; 1,120)
LA ESPERANZA	1	0,5864	0,596771	(-0,5933; 1,7662)
LA LIBERTAD	1	0,5496	0,596771	(-0,6302; 1,7294)
LAS GRANJAS	1	0,5422	0,596771	(-0,6375; 1,7220)
LIMONAR	4	0,5398	0,1344	(-0,0501; 1,1296)
LAS ACACIAS	4	0,53	0,292	(-0,060; 1,120)
AEROPUERTO	1	0,5186	0,596771	(-0,6612; 1,6984)
LA FLORESTA	4	0,497	0,651	(-0,092; 1,087)
LAS BRISAS	7	0,424	0,298	(-0,022; 0,870)
EL CENTRO	1	0,4075	0,596771	(-0,7722; 1,5873)
LA ORQUIDEA	1	0,3944	0,596771	(-0,7854; 1,5741)
LA COLINA	1	0,3613	0,596771	(-0,8185; 1,5410)
LA GAITANA	1	0,3463	0,596771	(-0,8335; 1,5261)
SANTA LIBRADA	1	0,3412	0,596771	(-0,8386; 1,5210)
LAS DELICIAS	1	0,3311	0,596771	(-0,8487; 1,5109)
LUIS CARLOS MORERA	1	0,3027	0,596771	(-0,8770; 1,4825)
LUIS IGNACIO ANDRADE	1	0,2871	0,596771	(-0,8927; 1,4669)
SAN FRANCISCO DE ASIS	2	0,2787	0,1185	(-0,5555; 1,1130)
LOMA DE LA CRUZ	1	0,2463	0,596771	(-0,9335; 1,4260)
LAS FERIAS	1	0,2223	0,596771	(-0,9575; 1,4021)
MONSERRATE	1	0,1741	0,596771	(-1,0057; 1,3539)

---

Las emisiones más altas en la ciudad (ver tabla 7) de Neiva se encuentran en los barrios Tenerife, José Eustacio Rivera, Buganviles, Villa Carolina, Los Pinos y El Triunfo con valores entre 1,95 y 1,51 Ton CO<sub>2</sub> eq-año, estos barrios corresponden a las comunas 2,3 y 5.

En las comunas 1,9 y 10 con los barrios Monserrate, loma de la cruz y Luis Ignacio Andrade presenta las emisiones más bajas con un rango entre 0,28 y 0,17 Ton CO<sub>2</sub> eq-año.

La mayor población encuestada se encuentra residiendo en conjunto residenciales con 41 personas, y Cándido Leguizamo con 14; y se caracterizan por tener emisiones entre 1,18 y 0,82 Ton CO<sub>2</sub>eq-año.

## 6.1 Anova

Se realiza un análisis de varianza para determinar si existe o no relación estadística de cada una de las variables planteadas en el estudio (Terrádez & Juan, 2003) con la huella de carbono calculada total. En las tablas 8, 9, 10 y 11 se relacionan las variables que presentan valores de probabilidad menores a 0,05 ( $p < 0,05$ ) indicando que sí existe efecto sobre el objeto de estudio y por lo tanto una relación significativa (Molina Arias, 2017).

Tabla 8 ANOVA respecto a vuelos nacionales

No Vuelos Nacionales	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	Valor F	Valor p
0	121	0,82	0,55	(0,7191; 0,9271)		
1	24	0,87	0,53	(0,636; 1,103)		
2	18	1,08	0,69	(0,807; 1,346)		
3	9	0,77	0,59	(0,389; 1,151)		
4	6	1,16	0,75	(0,695; 1,629)		
5	7	1,80	0,73	(1,371; 2,235)	3,8	0
6	3	1,24	0,81	(0,583; 1,904)		
8	5	1,30	0,61	(0,785; 1,809)		
9	1	1,48	*	(0,338; 2,626)		
10	7	1,53	0,49	(1,095; 1,959)		

Tabla 9 ANOVA *Consumo de gas y energía eléctrica domiciliario*

	COP	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	Valor F	Valor p
<b>Consumo de Gas</b>							
2500		35	0,63	0,48	(0,4347; 0,8267)		
7500		36	0,81	0,54	(0,6186; 1,0051)		
12500		30	1,14	0,73	(0,923; 1,346)		
17500		33	0,93	0,54	(0,7320; 1,1357)		
22500		23	1,10	0,69	(0,856; 1,340)		
27500		20	0,90	0,53	(0,641; 1,159)		
32500		4	1,07	0,72	(0,489; 1,649)	2,6	0,003
37500		7	0,92	0,49	(0,480; 1,357)		
45000		6	1,28	0,64	(0,806; 1,753)		
55000		2	1,07	0,59	(0,248; 1,887)		
70000		3	1,78	0,72	(1,106; 2,445)		
90000		1	1,08	*	(-0,076; 2,243)		
150000		1	2,42	*	(1,256; 3,575)		
<b>Consumo de electricidad</b>							
2500		9	0,74	0,46	(0,367; 1,109)		
7500		10	0,85	0,65	(0,499; 1,203)		
12500		4	0,59	0,57	(0,029; 1,142)		
17500		7	0,58	0,44	(0,161; 1,002)		
22500		18	0,62	0,35	(0,3612; 0,8856)		
27500		15	0,76	0,45	(0,472; 1,047)		
32500		17	0,73	0,47	(0,458; 0,998)		
37500		25	0,78	0,52	(0,553; 0,998)	3,72	0
45000		18	0,99	0,67	(0,728; 1,253)		
55000		19	1,00	0,70	(0,745; 1,255)		
70000		27	1,10	0,47	(0,8814; 1,3096)		
90000		12	1,22	0,59	(0,897; 1,539)		
125000		11	1,40	0,84	(1,066; 1,737)		
175000		4	1,77	0,61	(1,208; 2,321)		
250000		5	1,86	0,76	(1,362; 2,357)		

Por otro lado, el género, número de habitantes en la residencia, uso de la bicicleta, el mototaxi, el uso del autobús y los vuelos internacionales no presentaron relación estadística significativa con la huella de carbono total calculada, ya que su valor de probabilidad es mayor al 5%, por lo tanto, no se puede asegurar que los resultados obtenidos con estas variables son acción de la casualidad (Molina Arias, 2017).

Tabla 10 ANOVA *hábitos de transporte urbano*

	Km	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	Valor F	Valor p
<b>Uso de Motocicleta</b>							
0		87	0,83	0,53	(0,7123; 0,9534)		
1		3	0,2	0,02	(-0,4519; 0,8461)		
2		8	0,64	0,74	(0,240; 1,035)		
3		5	0,62	0,38	(0,114; 1,120)		
4		7	0,71	0,53	(0,288; 1,138)		
5		15	0,65	0,35	(0,3644; 0,9448)	4,32	0
6		8	0,72	0,33	(0,325; 1,120)		
7		7	1,09	0,59	(0,665; 1,514)		
8		8	1,3	0,7	(0,900; 1,694)		
9		4	1,44	1	(0,882; 2,006)		
10		49	1,29	0,65	(1,1283; 1,4494)		
<b>Uso de Taxi</b>							
0		169	0,89	0,59	(0,8045; 0,9838)		
1		8	0,93	0,8	(0,518; 1,342)		
2		7	0,84	0,29	(0,397; 1,278)		
3		3	0,97	0,09	(0,2994; 1,6454)		
4		6	1,07	0,37	(0,591; 1,543)	3,1	0,003
5		3	2,1	0,97	(1,427; 2,773)		
6		1	0,92	*	(-0,2418; 2,0895)		
9		1	1,81	*	(0,648; 2,980)		
10		3	2	0,68	(1,322; 2,668)		
<b>Uso de Automovil</b>							
0		141	0,67	0,37	(0,6020; 0,7287)		
1		2	0,99	0,1	(0,4588; 1,5222)		
2		4	0,6	0,06	(0,2256; 0,9776)		
3		5	0,96	0,35	(0,619; 1,292)		
4		6	1,06	0,25	(0,749; 1,363)		
5		7	1,59	0,61	(1,300; 1,869)	33,1	0
6		3	1,93	0,69	(1,493; 2,361)		
7		2	1,32	0,34	(0,783; 1,847)		
8		1	1,47	*	(0,720; 2,224)		
9		1	1,96	*	(1,206; 2,710)		
10		29	1,95	0,41	(1,8089; 2,0882)		

Tabla 11 ANOVA edad, estrato socioeconómico y nivel académico

	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	Valor F	Valor p
<b>Edad</b>						
< 18 AÑOS	12	0,65	0,63	(0,320; 0,977)	6,46	0
18 - 27 AÑOS	95	0,76	0,49	(0,6428; 0,8764)		
28 - 37 AÑOS	57	1,06	0,65	(0,9124; 1,2139)		
38 - 47 AÑOS	21	1,17	0,71	(0,918; 1,415)		
48 - 57 AÑOS	15	1,48	0,54	(1,186; 1,774)		
58 - 67 AÑOS	1	1,52	0,58	(0,380; 2,657)		
<b>Estrato Socioeconomico</b>						
1	27	0,58	0,42	(0,3572; 0,8040)	7,15	0
2	102	0,89	0,57	(0,7709; 1,0009)		
3	59	1,11	0,61	(0,9581; 1,2605)		
4	13	1,33	0,85	(1,007; 1,651)		
<b>Nivel Academico</b>						
BACHILLER	44	0,82	0,48	(0,6434; 0,9866)	4,91	0
DOCTORADO	1	0,64	0,58	(-0,5005; 1,7758)		
ESPECIALISTA	15	1,28	0,66	(0,990; 1,578)		
MAESTRIA	21	1,50	0,72	(1,250; 1,747)		
PRIMARIA	1	0,23	0,58	(-0,9074; 1,3688)		
PROFESIONAL	78	0,91	0,63	(0,7855; 1,0432)		
TECNICO	24	0,74	0,44	(0,5055; 0,9702)		
TECNOLOGO	17	0,72	0,43	(0,446; 0,998)		

## 6.2 Prueba Chi Cuadrado

Luego se procede a verificar la existencia o no de la independencia entre las variables (Morán Olgún, 2003) y la huella de carbono calculada total; es decir, para determinar la existencia de una relación, y por lo tanto conocer si la huella de carbono depende de cada una de las variables.

Para este análisis se utiliza la media y la desviación estándar para establecer niveles de bajo, medio y alto de emisiones de gases efecto invernadero. De esta manera se tiene que el nivel alto corresponde a emisiones mayores de 1,56 tCO<sub>2</sub>e y bajo a los valores menores de 0,32 tCO<sub>2</sub>e.

Tabla 12 *Prueba Chi cuadrado por transporte terrestre y vuelos nacionales*

<b>Recorrido</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Chi2 Pearson</b>	<b>Valor P</b>
<b>TRANSPORTE EN MOTOCICLETA</b>				
DE 0 A 3 KM	8	95	18,801	0
DE 4 A 7 KM	4	33		
DE 8 A 10 KM	20	41		
<b>TRANSPORTE EN AUTO PARTICULAR</b>				
DE 0 A 3 KM	4	148	108,176	0
DE 4 A 7 KM	4	14		
DE 8 A 10 KM	24	7		
<b>VUELOS NACIONALES</b>				
DE 0 A 3	20	152	18,391	0
DE 4 A 7	8	8		
DE 8 A 10	4	9		

Los valores de p menores o iguales al nivel de significancia ( $p < 0,05$ ) se relacionan en la tabla 12 y tabla 13, encontrando así una relación entre el nivel académico, estrato social, edad, transporte en motocicleta, auto particular y vuelos nacionales con las emisiones de GEI.

Tabla 13 *Prueba Chi cuadrado nivel académico, estrato y edad*

	<b>ALTO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>BAJO</b>	<b>CHI 2 PEARSON</b>	<b>VALOR P</b>
<b>NIVEL ACADEMICO</b>					
Primaria	0	0	1	24,878	0,006
Bachiller	3	36	5		
Tecnico	1	20	3		
Tecnologo	0	14	3		
Profesional	15	51	12		
Especialista	4	11	0		
Maestría	9	11	1		
<b>ESTRATO</b>					
Uno	1	16	10	151,414	0
Dos	13	76	13		
Tres	13	45	1		
Cuatro	5	7	1		
<b>EDAD</b>					
< 18 Años	2	5	5	23,632	0,003
18 - 27 Años	8	74	13		
28 - 37 Años	12	39	6		
38 - 47 Años	4	16	1		
48 - 57 Años	6	9	0		
58 - 67 Años	0	1	0		

### 6.3 Relación de Probabilidad

Por último, se establece una relación de probabilidad entre las variables estadísticamente significativa y así saber cuántas veces es más probable que se produzca una emisión alta de gases efecto invernadero ( $\geq 1,56 \text{ tCO}_{2e}$  persona) entre el nivel A y nivel B (Schiaffino et al., 2003). Con este estudio se busca conocer que variables afectan en mayor proporción a la generación de niveles altos de gases efecto invernadero en la ciudad.

Tabla 14 *Relación de Probabilidad de las características sociodemográficas*

Nivel A	Nivel B	Relación de probabilidades	IC de 95%
<b>ESTRATO</b>			
UNO	CUATRO	0,0615	(0,0062; 0,6064)
TRES	DOS	1,9348	(0,8293; 4,5138)
<b>GENERO</b>			
M	F		(0,9644; 4,6774)
<b>NIVEL EDUCACION</b>			
ESPECIALISTA	BACHILLER	4,9697	(0,9657; 25,5741)
MAESTRIA	BACHILLER	10,25	(2,3890; 43,9779)
PROFESIONAL	BACHILLER	3,254	(0,8864; 11,9455)
MAESTRIA	ESPECIALISTA	2,0625	(0,4916; 8,6537)
<b>EDAD</b>			
48 - 57 AÑOS	< 18 AÑOS	3,3333	(0,5314; 20,9107)
28 - 37 AÑOS	18 - 27 AÑOS	2,9	(1,1057; 7,6064)
38 - 47 AÑOS	18 - 27 AÑOS	2,5588	(0,6919; 9,4638)
48 - 57 AÑOS	18 - 27 AÑOS	7,25	(2,0534; 25,5979)
48 - 57 AÑOS	38 - 47 AÑOS	2,8333	(0,6315; 12,7125)
<b>HABITANTES</b>			
UNO	CINCO	1,65	(0,3187; 8,5423)
DOS	CUATRO	2,1364	(0,6937; 6,5793)
UNO	CUATRO	2,9375	(0,6077; 14,1994)
UNO	TRES	2,9375	(0,6077; 14,1994)

Se tiene en la tabla 14 las relaciones de probabilidad de las características sociodemográficas; y dentro de las más significativas se tiene que: es 1,93 veces más probable que un ciudadano de estrato tres produzca emisiones altas de CO<sub>2</sub> que un ciudadano de estrato dos. Es 4,96 veces más probable que una persona que ostenta el título académico de especialista emita concentraciones altas de CO<sub>2</sub> que un bachiller, y que las personas de 48 a 57 años son 7,25 veces más propensas a generar estos mismos niveles de gases efecto invernadero que un joven de 18 a 27 años.

Tabla 15 *Relación de probabilidad de los hábitos de consumo energético*

<b>Nivel A</b>	<b>Nivel B</b>	<b>Relación de probabilidades</b>	<b>IC de 95%</b>
<b>CONSUMO DE GAS</b>			
De 50.000 a 90.000	De 0 a 15000	4,6607	(0,9412; 23,0803)
De 50.000 a 90.000	De 15.000 a 30.000	4,4318	(0,8704; 22,5659)
De 50.000 a 90.000	De 30.000 a 45.000	3,25	(0,4607; 22,9273)
<b>CONSUMO DE ELECTRICIDAD</b>			
De 100.000 a 200.000	De 0 a 20.000	16	(2,7611; 92,7158)
De 40.000 a 60.000	De 0 a 20.000	2,7097	(0,5051; 14,5375)
De 70.000 a 90.000	De 0 a 20.000	3,6129	(0,7068; 18,4687)
De 40.000 a 60.000	De 20.000 a 40.000	2,7097	(0,7687; 9,5517)
De 70.000 a 90.000	De 20.000 a 40.000	3,6129	(1,0940; 11,9316)

Se desarrolla de igual manera las relaciones de probabilidad teniendo en cuenta los hábitos de consumo energético (ver tabla 15), hábitos de transporte urbano (ver tabla 16) y hábitos de transporte aéreo (ver tabla 17).

Tabla 16 *Relación de probabilidad respecto a viajes nacionales e internacionales*

<b>Nivel A</b>	<b>Nivel B</b>	<b>Relación de probabilidades</b>	<b>IC de 95%</b>
<b>VIAJES NACIONALES</b>			
DE 4 A 7	DE 0 A 3	7,6	(2,5675; 22,4967)
DE 8 A 10	DE 0 A 3	3,3778	(0,9517; 11,9882)
DE 8 A 10	DE 4 A 7	0,4444	(0,0960; 2,0570)
<b>VIAJES INTERNACIONALES</b>			
DE 4 A 7	DE 0 A 3	1,7742	(0,1787; 17,6160)
DE 8 A 10	DE 0 A 3	0	(0,0000; 4,91062E+271)
DE 8 A 10	DE 4 A 7	0	(0,0000; 2,77864E+271)

Tabla 17 *Relación de probabilidad de los hábitos de transporte urbano*

<b>Nivel A</b>	<b>Nivel B</b>	<b>Relación de Probabilidad</b>	<b>IC de 95%</b>
<b>RECORRIDO MOTO</b>			
DE 4 A 7 KM	DE 0 A 3 KM	1,4394	(0,4067; 5,0942)
DE 8 A 10 KM	DE 0 A 3 KM	5,7927	(2,3599; 14,2191)
DE 8 A 10 KM	DE 4 A 7 KM	4,0244	(1,2524; 12,9313)
<b>RECORRIDO DE TAXI</b>			
DE 4 A 7 KM	DE 0 A 3 KM	1,4815	(0,2984; 7,3543)
DE 8 A 10 KM	DE 0 A 3 KM	17,7778	(1,7831; 177,2503)
DE 8 A 10 KM	DE 4 A 7 KM	12	(0,7727; 186,3613)
<b>RECORRIDO BICICLETA</b>			
DE 4 A 7 KM	DE 0 A 3 KM	0,713	(0,0857; 5,9317)
DE 8 A 10 KM	DE 0 A 3 KM	3,2593	(0,8929; 11,8965)
DE 8 A 10 KM	DE 4 A 7 KM	4,5714	(0,4087; 51,1358)
<b>RECORRIDO AUTOBUS</b>			
DE 4 A 7 KM	DE 0 A 3 KM	0	(0,0000; 1,34387E+278)
DE 8 A 10 KM	DE 0 A 3 KM	1,1964	(0,3717; 3,8506)
<b>RECORRIDO MOTOTAXI</b>			
DE 4 A 7 KM	DE 0 A 3 KM	0	(0,0000; 4,45357E+82)
DE 8 A 10 KM	DE 0 A 3 KM	0	(0,0000; 4,55533E+271)
DE 8 A 10 KM	DE 4 A 7 KM	1	(0,0000; 8,20712E+289)
<b>RECORRIDO AUTO PARTICULAR</b>			
DE 4 A 7 KM	DE 0 A 3 KM	10,5714	(2,3817; 46,9216)
DE 8 A 10 KM	DE 0 A 3 KM	126,8571	(34,5043; 466,3983)
DE 8 A 10 KM	DE 4 A 7 KM	12	(2,9766; 48,3775)

## 7. Conclusiones

La huella de carbono para la ciudad de Neiva en el sector residencial en el año 2019 es de 188,76 Toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en una muestra de 201 habitantes, lo que representa una media de emisión anual de 0,94 Toneladas de CO<sub>2</sub> e por habitante.

El aporte más significativo a las emisiones de CO<sub>2</sub> e generadas en la ciudad de Neiva en el año 2019 lo realiza el uso de transporte (auto/motocicleta/bus/taxi) con 137,14 tCO<sub>2</sub> e al año representando el 72,6 % de todas las emisiones generadas.

La muestra estadística representativa para realizar el cálculo de la huella de carbono para el sector doméstico en la ciudad de Neiva-Colombia son 196 habitantes con un nivel de error de 7%, un nivel de confianza de 95% y 348.964 como la población total

VARIABLES como la edad, estrato socioeconómico, nivel académico, consumo de gas y energía eléctrica domiciliario, el uso de algunos medios de transporte como la motocicleta, automóvil particular y taxi, y los vuelos nacionales tienen relación estadísticamente significativa con los niveles de CO<sub>2</sub>e per que se producen en el sector residencial de Neiva.

El género, número de habitantes en la residencia, uso de la bicicleta, el uso de moto taxi, el uso del autobús y los vuelos internacionales no presentaron relación estadística significativa con la huella de carbono total calculada en el sector residencial de la ciudad.

Los niveles de CO<sub>2</sub>e per que se producen en el sector residencial de Neiva tiene una dependencia directa con variables como la edad, estrato socioeconómico, nivel académico, uso de la motocicleta, uso de automóvil particular, y los vuelos nacionales que se realizan al año.

Se creó un sistema de información dinámico y centralizado basado en web, con un diseño web responsable, que permite generar reportes actualizados y en tiempo real de las emisiones de tCO<sub>2</sub>e per.

Los niveles alto de huella de carbono para la ciudad de Neiva en el año 2019 corresponde a emisiones mayores a 1,56 tCO<sub>2</sub>e persona y el nivel bajo corresponde a los valores menores a 0,32 tCO<sub>2</sub>e persona.

La población mayor a 48 años, la perteneciente a estrato sociales altos y el género masculino está más propenso a generar emisiones mayores a 1,02 tCO<sub>2</sub> e por persona.

## 8. Bibliografía

Agency, I. E. Data & Statistics - IEA.

Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338.

Alvarez-Miño, L., Taboada-Montoya, R., Trujillo-Montes, A. C., & Salazar-Ceballos, A. (2016). Huella de carbono en Santa Marta, Colombia: Análisis desde el enfoque de los determinantes sociales de la salud-2014. *Universidad y Salud*, 18(2), 325-337.

Andrade, H. J., Campo, O., & Segura, M. (2014). Huella de carbono del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en el municipio de Campoalegre, Huila, Colombia. *Corpoica Ciencia, Tecnología y Agropecuaria*, 15 (1), 25-31.

Andrade, H. J., Segura, M. A., & Varona, J. P. (2016). Estimación de huella de carbono del sistema de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Palmira, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA)*, 6(1), 19-28.

Arango Arango, A. M., & Camargo García, J. C. (2012). Determinación de la huella de carbono de una empresa forestal productora de guadua. El caso de la empresa Yarima Guadua, Eje Cafetero de Colombia.

Ávila González, J. A., & León Barbosa, E. (2019). Determinación De La Huella De Carbono Por Medio Del Protocolo (GHG) Green House Gas Protocol Y Medidas De Mitigación Para El Cementerio Distrital Del Norte Bogotá DC.

Betancourt, E. W. (2012). Impacto de la huella de carbono en la competitividad exportadora regional. *Revista Universitaria Ruta*(13), 9-29.

Bolin, B., Doos, B., Jager, J., Warrick, R. A. J. C. C., Wiley, E. J., & Sons, C. (1986). Scope 29–The Greenhouse Effect.

Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. J. R. d. u. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. 8(10), 1-12.

Camacho, W. A., Hernández, J. J. A., Herrera, N. M. R., Becerra, A. M. R., Suarez, H. J. P., Andrade, J. V., . . . Chavez, J. F. C. J. R. d. I. A. y. A. (2018). Determinación de la huella de carbono en el sistema de producción de café pergamino seco, de cuatro municipios del sur del departamento del Huila (Colombia). 9(2), 109-120.

Camargo, L. A., Arboleda, M. N., & Cardona, E. (2013). Producción de energía limpia en Colombia, la base para un crecimiento sostenible. *Boletín Virtual XM. Compañía Expertos en Mercados, Filial de ISA, Colombia*. Available at: [http://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/MDLColombia\\_Feb2013.pdf](http://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/MDLColombia_Feb2013.pdf).

Cruz Islas, I. C. (2016). Emisiones de CO2 en hogares urbanos. El caso del Distrito Federal. *Estudios demográficos y urbanos*, 31(1), 115-142.

Datos, B. M. D. Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) - Paraguay | Data.

Emissions, W. Emisiones de CO2 (kt) - World, Colombia | Data.

Espíndola, C., & Valderrama, J. O. J. I. t. (2012). Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. 23(1), 163-176.

Estadística.DANE, R. d. C. D. A. N. d. (2017). Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal por sexo, grupos quinquenales de edad y edades simples de 0 a 26 años 1985-2020.

Fernández, F. G., & Montoya, L. M. La huella de carbono como herramienta para lograr una producción sostenible en un cultivo de flores ubicado en la Sabana de Bogotá–Colombia.

Fernández, P. J. C. A. P. (1996). Determinación del tamaño muestral. 3, 138-141.

Florián, D. B., & Cadena, K. R. MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA ALCALDÍA LOCAL DE CIUDAD BOLÍVAR.

Fombona Cadavieco, J., Sevillano, P., Ángeles, M., & Madeira Ferreira Amador, M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles.

Fong, W. K., Sotos, M., Michael Doust, M., Schultz, S., Marques, A., & Deng-Beck, C. (2015). Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories (GPC). *World Resources Institute: New York, NY, USA*.

Gallo Granada, V. (2012). *Medición de huellas de carbono y eficiencia energética en Empresa Papelera Colombiana*. Universidad Autónoma de Occidente.

Garduño, R. J. C. c. u. v. d. M. (2004). ¿ Qué es el efecto invernadero? , 29.

Gil, N. C. (2017). ESTIMACION DE LA HUELLA DE CARBONO DEL AYUNTAMIENTO DE SALAMINA–CALDAS, COLOMBIA A TRAVES DE LA METODOLOGIA MC3.

Gómez España, M. C., & Torres Correcha, K. L. Análisis de la percepción de los ciudadanos sobre la atención y servicio recibido por los servidores públicos de la Alcaldía del Municipio de Neiva–Huila en el Año 2017 María.

González Gaudiano, E., & MEIRA CARTEA, P. J. T. (2009). Educación, comunicación y cambio climático. Resistencias para la acción social responsable. *11*(29).

Guerra, M. E. A. J. S. y. H. (2016). Determinación de la Huella Ecológica Personal como Estrategia para la Adquisición de Patrones de Consumo Sostenibles UNCP 2014. *3*(1), 49-69.

Henson, I. E., Ruiz, R., & Romero, H. M. J. A. C. (2012). The greenhouse gas balance of the oil palm industry in Colombia: a preliminary analysis. I. Carbon sequestration and carbon offsets. *30*(3), 359-369.

Huila, A. d. (2019). Boletín Tarifario. *Alcanos del Huila*.

Ibarra-Cisneros, J. M., & Monroy-Ata, A. J. T. (2014). Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional. *17*(2), 147-154.

Ideam, P., MADS, C., & DNP, F. (2016). Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero–Colombia. *Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá DC*.

Molina Arias, M. (2017). ¿ Qué significa realmente el valor de p? *Pediatría Atención Primaria*, *19*(76), 377-381.

Mondéjar-Navarro, M. V., Viñoles-Cebolla, R., Bastante-Ceca, M. J., Collado-Ruiz, D., & Capuz-Rizo, S. (2011). *La huella de carbono y su utilización en las instituciones universitarias*.

Paper presented at the Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universitat Politècnica de València. Huesca: XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos.

MONDÉJAR NAVARRO, M. V., Viñoles-Cebolla, R., Bastante-Ceca, M. J., Collado-Ruiz, D., & Capuz-Rizo, S. (2011). *La huella de carbono y su utilización en las instituciones universitarias*. Paper presented at the Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universitat Politècnica de València. Huesca: XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos.

Mora-Pérez, D. A., Campos-Martínez, Á. A., Molano-Pérez, A., Ramírez-Hernández, Á. A., Rojas-Rojas, G., Jaramillo-Mosquera, J. Y., . . . Quintero-Carvajal, P. E. (2019). Boletín Económico Regional: Centro, I trimestre de 2019. *Boletín Económico Regional. Centro; I trimestre de 2019*.

Morán Olgúin, S. (2003). Uso de Minitab Statistica y Excel para contrastar hipótesis estadísticas paramétricas.

Mundial, B. (2018). Emissions de CO2 (kt). from <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>

Nieto Ordoñez, C. F., & Piñeros López, J. A. (2016). Evaluación de impactos ambientales generados por los gases efecto invernadero, en la producción de pasto forrajero (*brachiaria brizantha*) en la finca Camoita, municipio de San Martín (Meta).

Pardo Buendía, M. (2007). El impacto social del cambio climático.

Parrado, C., & Leiva, F. (2011). Huella de carbono (HC) en cadenas de suministro de flores de corte colombianas, rosas y claveles, para mercados internacionales. *Rev. Asocolflores*, 77, 26-33.

Pérez, G. Y. P., & Ariza, J. E. G. J. R. B.-g. E. s. l. b. y. s. e. (2017). INFLUENCIA DE LA UNIDAD DIDÁCTICA “SUBE LA TEMPERATURA” ESTRUCTURADA DESDE EL MODELO DE INVESTIGACIÓN DIRIGIDA, EN LA MODIFICACIÓN DE LOS CONTENIDOS VERBALES SOBRE EL CALENTAMIENTO GLOBAL EN ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO, DEL INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, BOGOTÁ DC. *10*(19), 780-788.

POT, A. d. N. (2009). Plan De Ordenamiento Territorial. POT.

Quesada, J. L. D., & y Certificación, A. E. d. N. (2009). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*: Asociación Española de Normalización y Certificación-AENOR.

Quintero, S. T., Astudillo, A. L., Duque, M. M., & Montes, L. Á. R. (2012). Metodología para la determinación de la huella ecológica en el área de exhibiciones del Zoológico de Cali. *Sistemas & Telemática*, *10*(20), 51-68.

Reinosa-Valladares, M., Canciano-Fernández, J., Hernández-Garcés, A., Ordoñez-Sánchez, Y. C., & Figueroa-Beltrán, I. J. T. Q. (2018). Huella de carbono en la industria azucarera. Caso de estudio. *38*(2), 437-445.

Sanchez, I. I., Cabrera, J. M., Rojas, F. M., Ortiz, J. F., Gordillo, S., & Perdomo, D. A. (2017). *Software para el cálculo de la huella ambiental en la producción de cacao*. Paper presented at the Memorias de Congresos UTP.

Schiaffino, A., Rodríguez, M., Pasarín, M., Regidor, E., Borrell, C., & Fernández, E. (2003). ¿ Odds ratio o razón de proporciones? Su utilización en estudios transversales. *Gaceta Sanitaria*, *17*, 70-74.

Schneider, H., & 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), Naciones Unidas.*

Schneider, H., & Samaniego, J. J. S. d. C. C. E. p. A. L. y. e. C. (2009). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.

Specification, P. A. (2008). PAS 2050—Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services: London: British Standards Institution, 2008: 35-36.

Superservicios.gov.co. (2017). boletintarifario22017.

Team, C. W., Pachauri, R. K., Meyer, L. J. I., & III to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental panel on Climate Change. IPCC, G., Switzerland. (2014). IPCC, 2014: climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I. 151.

Terrádez, M., & Juan, A. A. (2003). Análisis de la varianza (ANOVA). *línea*]. Disponible en: <http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/ANOVA.pdf>. [Último acceso: 07 08 2014].

Torres Cabarcas, B., Moya Villa, Y. D., & Olivero Verbel, J. T. A. (2015). *Herramienta web para la medición de la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena*. Universidad de Cartagena.

Valderrama, J. O., Espíndola, C., & Quezada, R. (2011). Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. *Formación universitaria*, 4(3), 3-12.

Valdivieso, C., Valdivieso, O., & Valdivieso, R. (2011). Determinación del tamaño muestral mediante el uso de árboles de decisión: Universidad Privada Boliviana.

## 9. ANEXOS

### ANEXO I. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS HUELLAS DE CARBONO CALCULADA

#### Huella De Carbono Calculada Total

#### Estadísticas

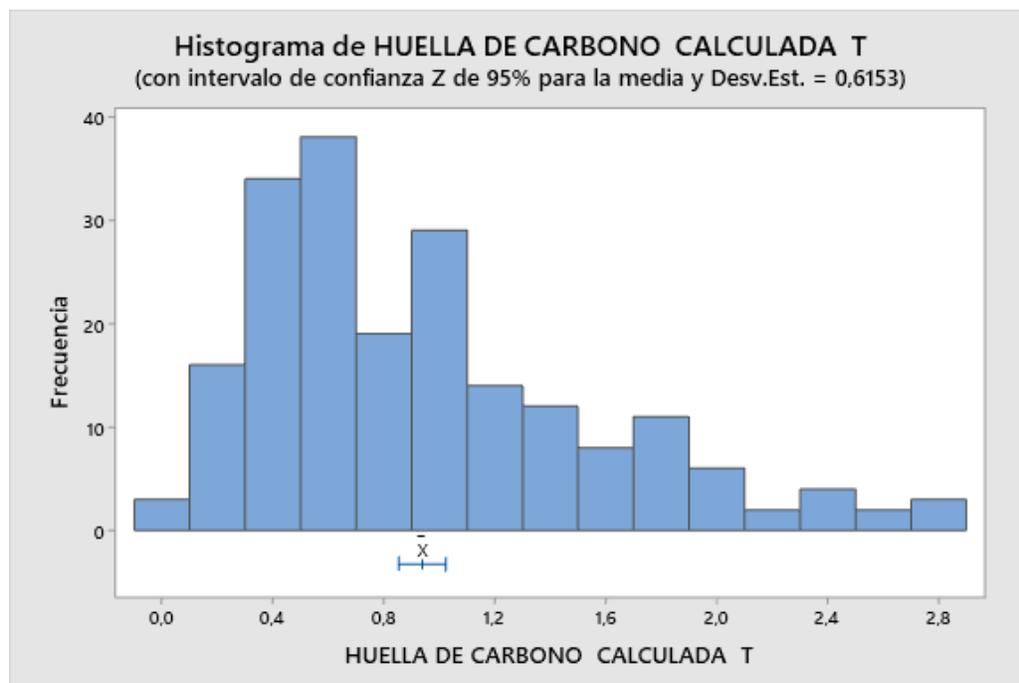
Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Mínimo	Máximo
HUELLA DE CARBONO CALCULADA T	201	0,9391	0,6153	0,3786	65,52	188,7582	0,0155	2,8269
Variable	Rango							
HUELLA DE CARBONO CALCULADA T	2,8114							

Z de una muestra: HUELLA DE CARBONO CALCULADA T

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
201	0,9391	0,6153	0,0434	(0,8540; 1,0242)

$\mu$ : media de HUELLA DE CARBONO CALCULADA T  
Desviación estándar conocida = 0,6153



## Estadísticos descriptivos :HDC CONSUMO ENERGETICO Ton Co2

### Estadísticas

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Mínimo	Máximo
HDC CONSUMO ENERGETICO Ton Co2	201	0,2528	0,2122	0,0450	83,91	50,8228	0,0115	1,6325
Variable	Rango							
HDC CONSUMO ENERGETICO Ton Co2	1,6210							

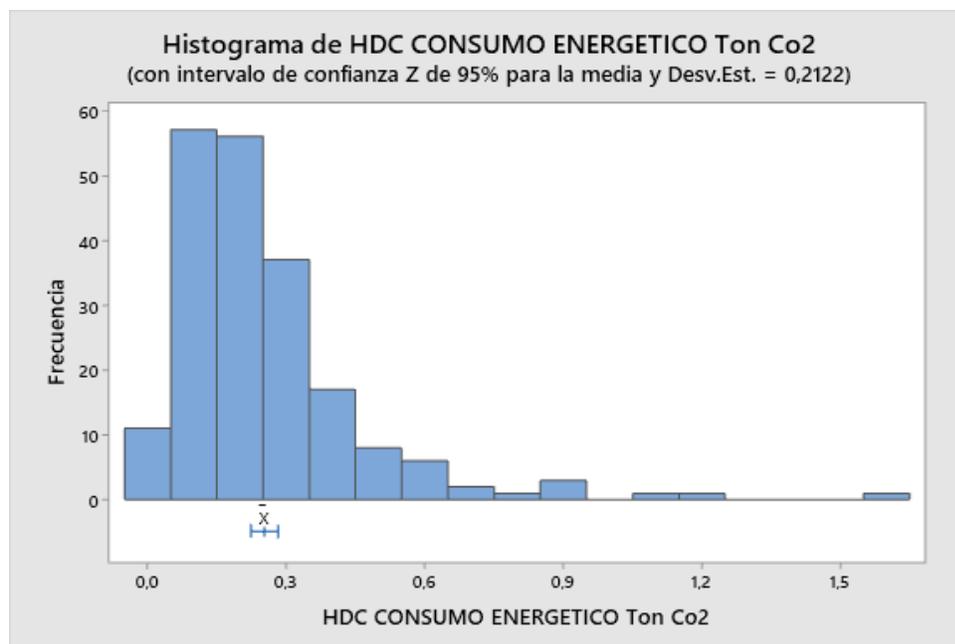
## Z de una muestra: HDC CONSUMO ENERGETICO Ton Co2

### Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
201	0,2528	0,2122	0,0150	(0,2235; 0,2822)

$\mu$ : media de HDC CONSUMO ENERGETICO Ton Co2

Desviación estándar conocida = 0,2122



## Estadísticos descriptivos: HDC TRANSPORTE Ton Co2 e año

### Estadísticas

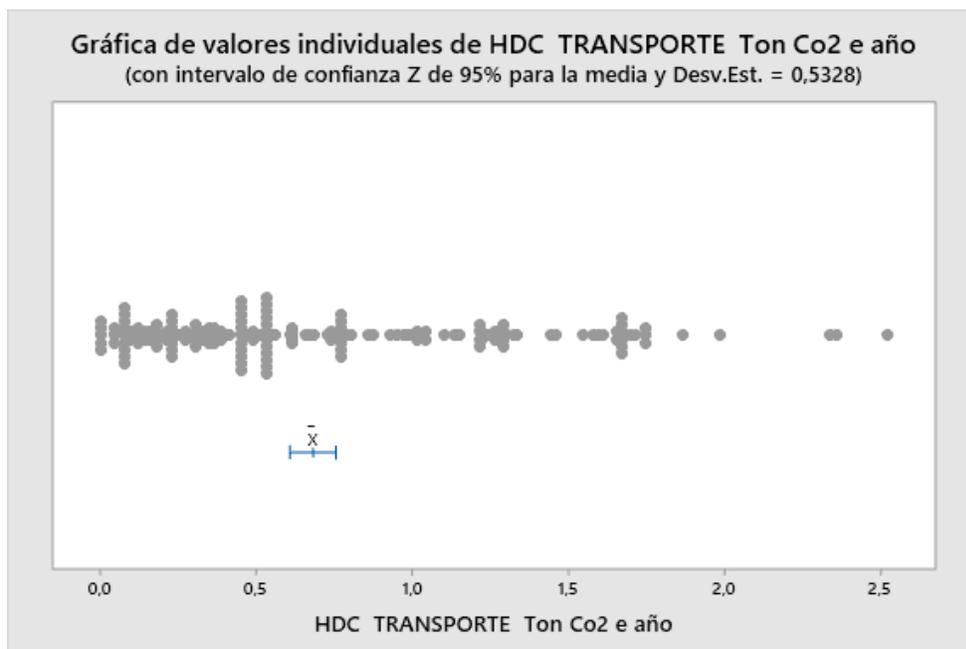
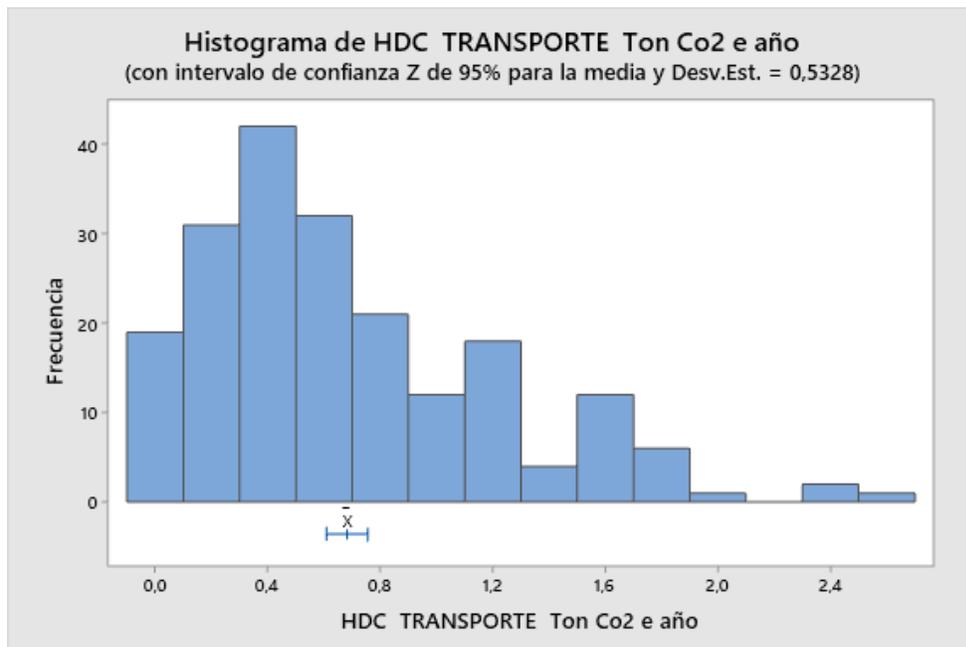
Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Mínimo	Máximo
HDC TRANSPORTE Ton Co2 e año	201	0,6823	0,5328	0,2839	78,09	137,1429	0,0000	2,5243
Variable	Rango							
HDC TRANSPORTE Ton Co2 e año	2,5243							

## Z de una muestra: HDC TRANSPORTE Ton Co2 e año

## Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
201	0,6823	0,5328	0,0376	(0,6086; 0,7560)

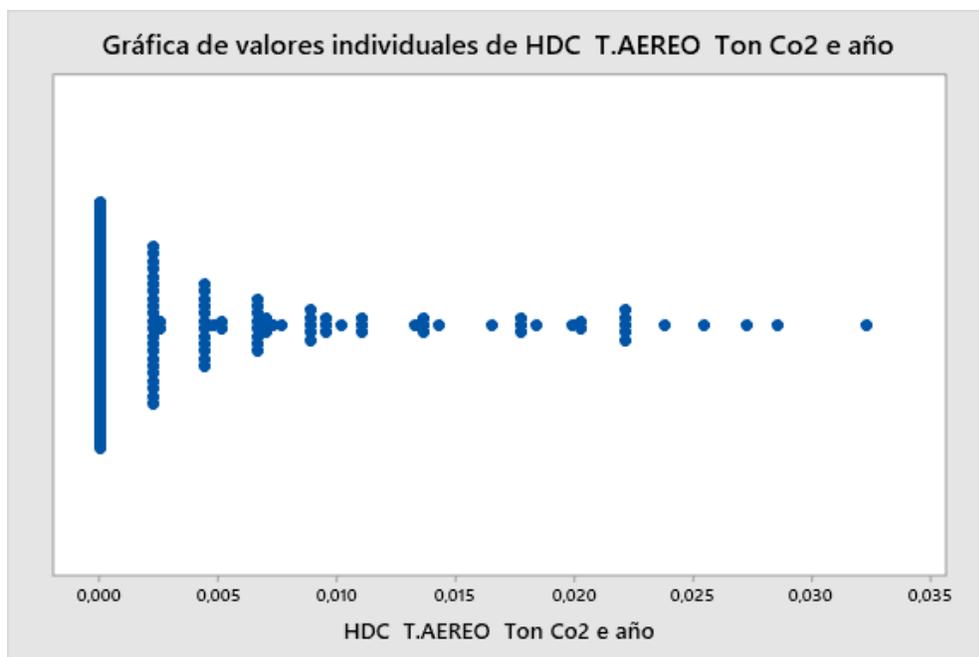
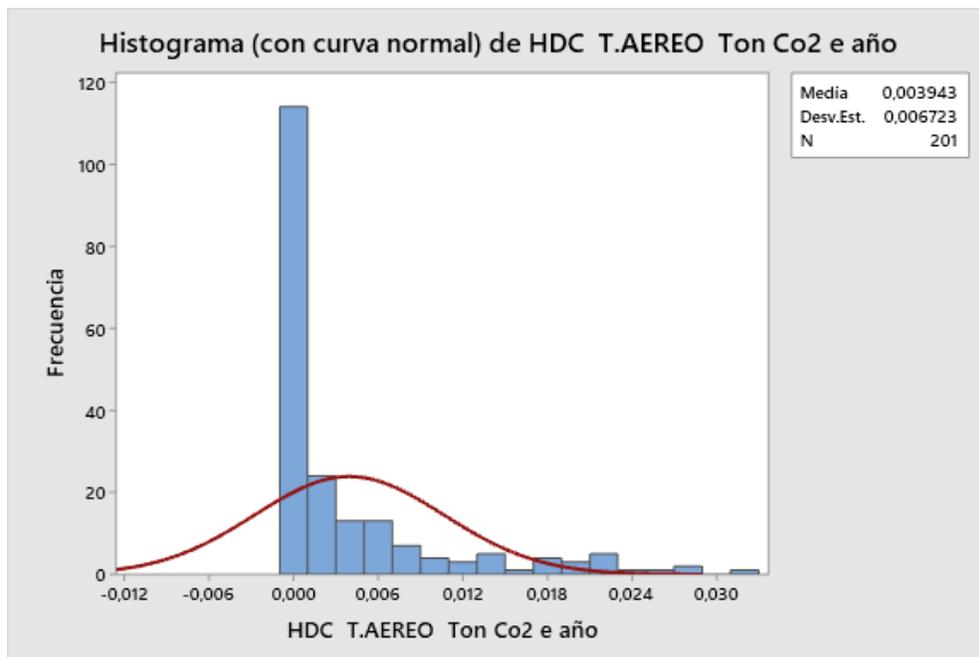
$\mu$ : media de HDC TRANSPORTE Ton Co2 e año  
Desviación estándar conocida = 0,5328



**Estadísticos descriptivos: HDC T.AEREO Ton Co2 e año**

## Estadísticas

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Mínimo
HDC T.AEREO Ton Co2 e año	201	0,003943	0,006723	0,000045	170,51	0,792578	0,000000
Variable	Máximo	Rango					
HDC T.AEREO Ton Co2 e año	0,032348	0,032348					



Z de una muestra: HDC T.AEREO Ton Co2 e año

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
201	0,003943	0,006723	0,000474	(0,003014; 0,004873)

$\mu$ : media de HDC T.AEREO Ton Co2 e año  
Desviación estándar conocida = 0,006723

## ANEXO II ANOVA de un solo factor

### Huella Carbono Total Co2eq año vs. Edad

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Edad	6	< 18 AÑOS; 18 - 27 AÑOS; 28 - 37 AÑOS; 38 - 47 AÑOS; 48 - 57 AÑOS; 58 - 67 AÑOS

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Edad	5	10,77	2,1530	6,46	0,000
Error	195	64,96	0,3331		
Total	200	75,72			

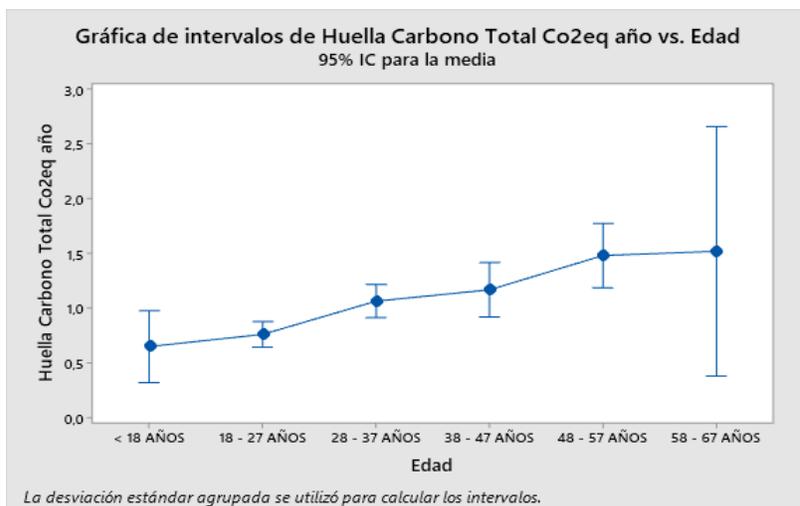
#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,577165	14,22%	12,02%	*

#### Medias

Edad	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
< 18 AÑOS	12	0,648	0,628	(0,320; 0,977)
18 - 27 AÑOS	95	0,7596	0,4907	(0,6428; 0,8764)
28 - 37 AÑOS	57	1,0631	0,6531	(0,9124; 1,2139)
38 - 47 AÑOS	21	1,167	0,711	(0,918; 1,415)
48 - 57 AÑOS	15	1,480	0,535	(1,186; 1,774)
58 - 67 AÑOS	1	1,518	*	(0,380; 2,657)

Desv.Est. agrupada = 0,577165



### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Genero

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Genero	2	FEMENINO; MASCULINO

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Genero	1	1,428	1,4280	3,82	0,052
Error	199	74,296	0,3733		
Total	200	75,724			

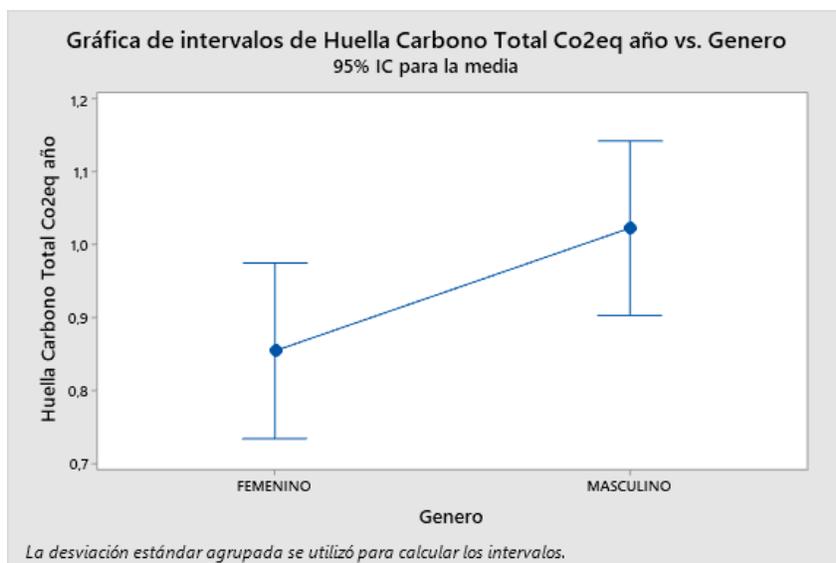
#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,611019	1,89%	1,39%	0,00%

#### Medias

Genero	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
FEMENINO	100	0,8544	0,5872	(0,7339; 0,9749)
MASCULINO	101	1,0230	0,6337	(0,9031; 1,1429)

Desv.Est. agrupada = 0,611019



### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Estrato socioeconómico

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Estrato socioeconómico	4	1; 2; 3; 4

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Estrato socioeconómico	3	7,440	2,4800	7,15	0,000
Error	197	68,283	0,3466		
Total	200	75,724			

#### Resumen del modelo

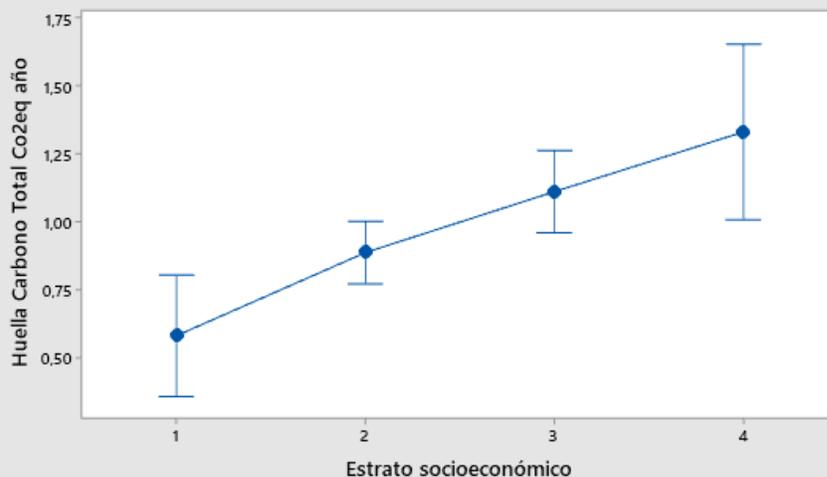
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,588741	9,83%	8,45%	5,48%

#### Medias

Estrato socioeconómico	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	27	0,5806	0,4216	(0,3572; 0,8040)
2	102	0,8859	0,5740	(0,7709; 1,0009)
3	59	1,1093	0,6112	(0,9581; 1,2605)
4	13	1,329	0,853	(1,007; 1,651)

*Desv.Est. agrupada = 0,588741*

Gráfica de intervalos de Huella Carbono Total Co2eq año vs. Estrato socioeconómico  
95% IC para la media



*La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.*

### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Barrio

No es posible dibujar la gráfica de intervalo. Las gráficas de intervalo son ilegibles con más de 45 intervalos.

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Barrio	60	AEROPUERTO; ALAMOS NORTE; ALBERTO GALINDO; ARISMENDI MORA; BUGANVILES; CALIXTO LEIVA; CAMPO NUÑEZ; CANDIDO LEGUIZAMO; CHAPINERO; CHICALA; CONJUNTO RESIDENCIAL; DIEGO DE OSPINA; EDUARDO SANTOS; EL ALTICO; EL CENTRO; EL JARDIN; EL TRIUNFO; ENRIQUE OLAYA HERRERA; JOSE EUSTACIO RIVERA; LA COLINA; LA ESPERANZA; LA FLORESTA; LA GAITANA; LA INMACULADA; LA LIBERTAD; LA ORQUIDEA; LA RIOJA; LAS ACACIAS; LAS AMERICAS; LAS BRISAS; LAS DELICIAS; LAS FERIAS; LAS GRANJAS; LAS MERCEDES; LAS PALMAS; LIMONAR; LOMA DE LA CRUZ; LOS CAMBULOS; LOS GUADUALES; LOS PINOS; LUIS CARLOS MORERA; LUIS IGNACIO ANDRADE; MIRA RIO; MISAEEL PASTRANA BORRERO; MONSERRATE; OBRERO; ONCE DE NOVIEMBRE; SAN FRANCISCO DE ASIS; SANTA INES; SANTA ISABEL; SANTA LIBRADA; SANTA MONICA; SEVILLA; SIETE DE AGOSTO; TENERIFE; TIMANCO; VENTILADOR; VILLA CAFE; VILLA CAROLINA; VILLA MARÍA

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Barrio	59	25,51	0,4323	1,21	0,178
Error	141	50,22	0,3561		
Total	200	75,72			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,596771	33,69%	5,94%	*

#### Medias

Barrio	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AEROPUERTO	1	0,5186	*	(-0,6612; 1,6984)
ALAMOS NORTE	7	0,713	0,407	(0,267; 1,159)
ALBERTO GALINDO	1	0,6545	*	(-0,5253; 1,8343)
ARISMENDI MORA	1	1,472	*	(0,292; 2,651)
BUGANVILES	5	1,749	0,354	(1,221; 2,276)
CALIXTO LEIVA	2	1,286	0,653	(0,452; 2,120)
CAMPO NUÑEZ	1	1,066	*	(-0,113; 2,246)
CANDIDO LEGUIZAMO	14	0,820	0,424	(0,504; 1,135)
CHAPINERO	1	1,146	*	(-0,034; 2,326)
CHICALA	8	1,099	0,684	(0,682; 1,516)
CONJUNTO RESIDENCIAL	41	1,1835	0,6299	(0,9992; 1,3677)
DIEGO DE OSPINA	1	0,9369	*	(-0,2429; 2,1167)
EDUARDO SANTOS	4	0,782	0,216	(0,192; 1,372)
EL ALTICO	1	1,011	*	(-0,169; 2,191)
EL CENTRO	1	0,4075	*	(-0,7722; 1,5873)
EL JARDIN	8	1,123	0,815	(0,706; 1,540)
EL TRIUNFO	1	1,518	*	(0,339; 2,698)
ENRIQUE OLAYA HERRERA	2	1,168	0,198	(0,334; 2,002)
JOSE EUSTACIO RIVERA	1	1,814	*	(0,634; 2,994)
LA COLINA	1	0,3613	*	(-0,8185; 1,5410)
LA ESPERANZA	1	0,5864	*	(-0,5933; 1,7662)
LA FLORESTA	4	0,497	0,651	(-0,092; 1,087)
LA GAITANA	1	0,3463	*	(-0,8335; 1,5261)
LA INMACULADA	3	0,8126	0,1327	(0,1315; 1,4938)
LA LIBERTAD	1	0,5496	*	(-0,6302; 1,7294)
LA ORQUIDEA	1	0,3944	*	(-0,7854; 1,5741)
LA RIOJA	10	0,932	0,644	(0,559; 1,305)
LAS ACACIAS	4	0,530	0,292	(-0,060; 1,120)
LAS AMERICAS	1	1,028	*	(-0,152; 2,208)

LAS BRISAS	7	0,424	0,298	(-0,022; 0,870)
LAS DELICIAS	1	0,3311	*	(-0,8487; 1,5109)
LAS FERIAS	1	0,2223	*	(-0,9575; 1,4021)
LAS GRANJAS	1	0,5422	*	(-0,6375; 1,7220)
LAS MERCEDES	3	0,761	0,727	(0,079; 1,442)
LAS PALMAS	5	0,593	0,419	(0,065; 1,120)
LIMONAR	4	0,5398	0,1344	(-0,0501; 1,1296)
LOMA DE LA CRUZ	1	0,2463	*	(-0,9335; 1,4260)
LOS CAMBULOS	4	1,059	1,206	(0,469; 1,649)
LOS GUADUALES	3	0,6019	0,1721	(-0,0792; 1,2831)
LOS PINOS	2	1,52	1,69	(0,68; 2,35)
LUIS CARLOS MORERA	1	0,3027	*	(-0,8770; 1,4825)
LUIS IGNACIO ANDRADE	1	0,2871	*	(-0,8927; 1,4669)
MIRA RIO	3	0,919	0,320	(0,238; 1,600)
MISAEAL PASTRANA BORRERO	2	0,8608	0,1003	(0,0266; 1,6951)
MONSERRATE	1	0,1741	*	(-1,0057; 1,3539)
OBRERO	1	0,9238	*	(-0,2560; 2,1036)
ONCE DE NOVIEMBRE	2	1,314	1,352	(0,480; 2,148)
SAN FRANCISCO DE ASIS	2	0,2787	0,1185	(-0,5555; 1,1130)
SANTA INES	2	1,4690	0,1351	(0,6348; 2,3033)
SANTA ISABEL	2	0,6971	0,1149	(-0,1372; 1,5313)
SANTA LIBRADA	1	0,3412	*	(-0,8386; 1,5210)
SANTA MONICA	2	1,001	0,411	(0,167; 1,835)
SEVILLA	1	1,331	*	(0,151; 2,511)
SIETE DE AGOSTO	1	1,125	*	(-0,055; 2,305)
TENERIFE	1	1,958	*	(0,778; 3,138)
TIMANCO	7	0,801	0,581	(0,355; 1,247)
VENTILADOR	2	0,808	0,276	(-0,026; 1,642)
VILLA CAFE	4	0,866	0,308	(0,276; 1,455)
VILLA CAROLINA	4	1,749	0,893	(1,159; 2,339)
VILLA MARÍA	1	0,6103	*	(-0,5695; 1,7901)

Desv.Est. agrupada = 0,596771

#### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Nivel Académico

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Nivel Académico	8	BACHILLER; DOCTORADO; ESPECIALISTA; MAESTRIA; PRIMARIA; PROFESIONAL; TECNICO; TECNOLOGO

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Nivel Académico	7	11,46	1,6366	4,91	0,000
Error	193	64,27	0,3330		
Total	200	75,72			

##### Resumen del modelo

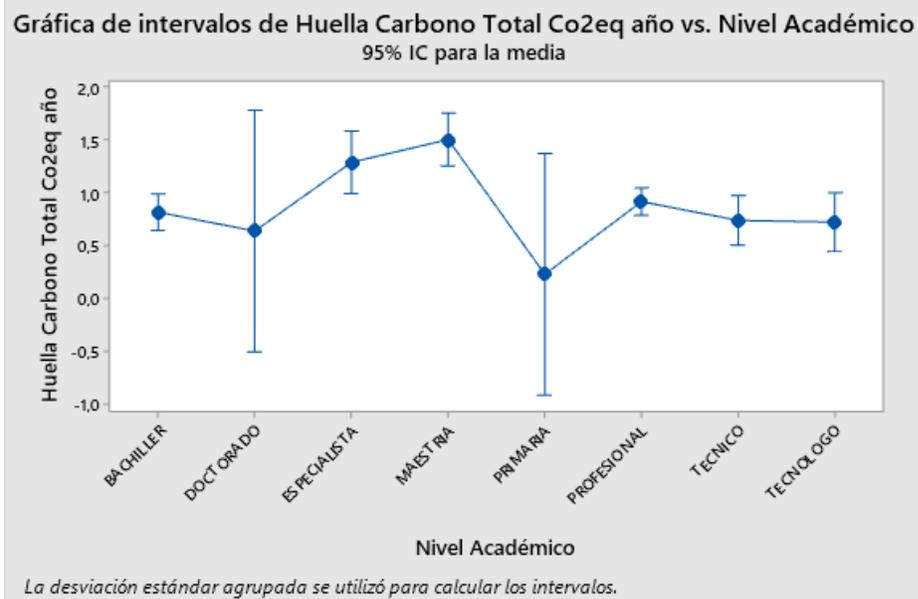
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,577053	15,13%	12,05%	*

##### Medias

Nivel Académico	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
BACHILLER	44	0,8150	0,4833	(0,6434; 0,9866)
DOCTORADO	1	0,6377	*	(-0,5005; 1,7758)
ESPECIALISTA	15	1,284	0,662	(0,990; 1,578)
MAESTRIA	21	1,499	0,716	(1,250; 1,747)

PRIMARIA	1	0,2307	*	(-0,9074; 1,3688)
PROFESIONAL	78	0,9144	0,6292	(0,7855; 1,0432)
TECNICO	24	0,7379	0,4369	(0,5055; 0,9702)
TECNOLOGO	17	0,722	0,431	(0,446; 0,998)

Desv.Est. agrupada = 0,577053



#### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Habitantes En Residencia

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Habitantes En Residencia	7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Habitantes En Residencia	6	2,069	0,3449	0,91	0,490
Error	194	73,654	0,3797		
Total	200	75,724			

##### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,616167	2,73%	0,00%	*

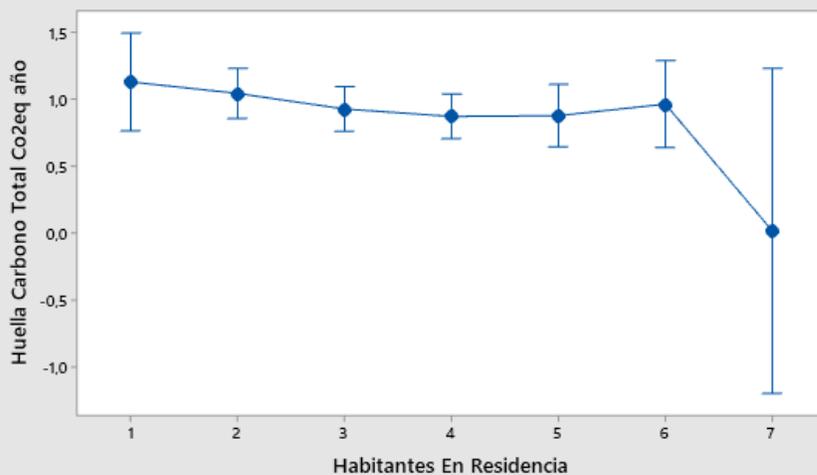
##### Medias

Habitantes En Residencia	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	11	1,129	0,656	(0,763; 1,496)
2	42	1,043	0,678	(0,856; 1,231)
3	53	0,9271	0,6607	(0,7602; 1,0941)

4	53	0,8714	0,5100	(0,7045; 1,0383)
5	27	0,877	0,624	(0,644; 1,111)
6	14	0,964	0,566	(0,639; 1,288)
7	1	0,01548	*	(-1,19977; 1,23072)

Desv.Est. agrupada = 0,616167

Gráfica de intervalos de Huella Carbono Total Co2eq año vs. Habitantes En Residencia  
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

#### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Consumo de Gas

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Consumo de Gas	13	2500; 7500; 12500; 17500; 22500; 27500; 32500; 37500; 45000; 55000; 70000; 90000; 150000

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Consumo de Gas	12	10,77	0,8973	2,60	0,003
Error	188	64,96	0,3455		
Total	200	75,72			

##### Resumen del modelo

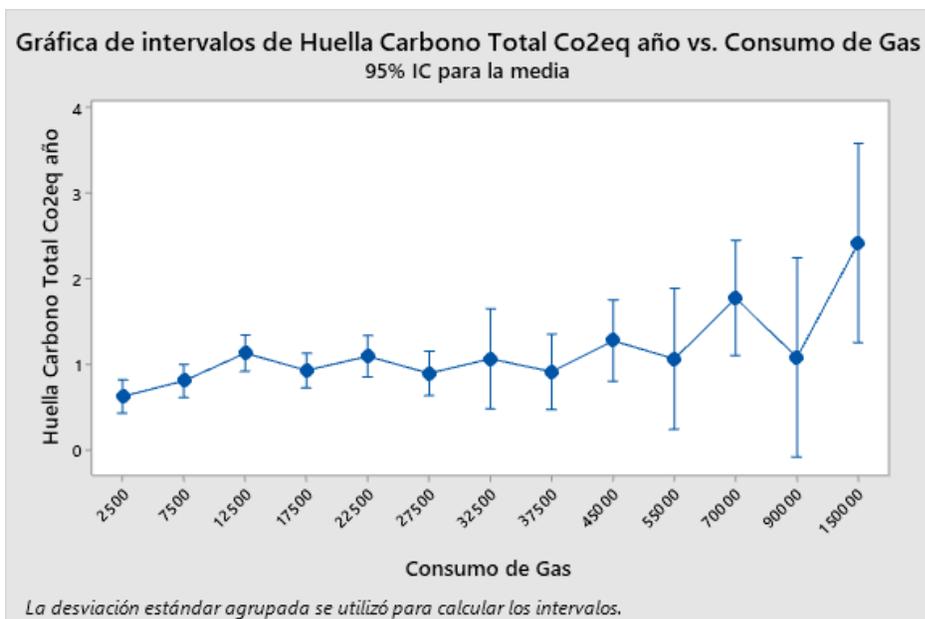
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,587799	14,22%	8,75%	*

##### Medias

Consumo de Gas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
2500	35	0,6307	0,4829	(0,4347; 0,8267)
7500	36	0,8119	0,5359	(0,6186; 1,0051)
12500	30	1,135	0,728	(0,923; 1,346)

17500	33	0,9339	0,5413	(0,7320; 1,1357)
22500	23	1,098	0,692	(0,856; 1,340)
27500	20	0,900	0,528	(0,641; 1,159)
32500	4	1,069	0,719	(0,489; 1,649)
37500	7	0,918	0,486	(0,480; 1,357)
45000	6	1,279	0,639	(0,806; 1,753)
55000	2	1,068	0,586	(0,248; 1,887)
70000	3	1,775	0,715	(1,106; 2,445)
90000	1	1,084	*	(-0,076; 2,243)
150000	1	2,415	*	(1,256; 3,575)

Desv.Est. agrupada = 0,587799



#### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Consumo de Electricidad

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Consumo de Electricidad	15	2500; 7500; 12500; 17500; 22500; 27500; 32500; 37500; 45000; 55000; 70000; 90000; 125000; 175000; 250000

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Consumo de Electricidad	14	16,57	1,1833	3,72	0,000
Error	186	59,16	0,3181		
Total	200	75,72			

##### Resumen del modelo

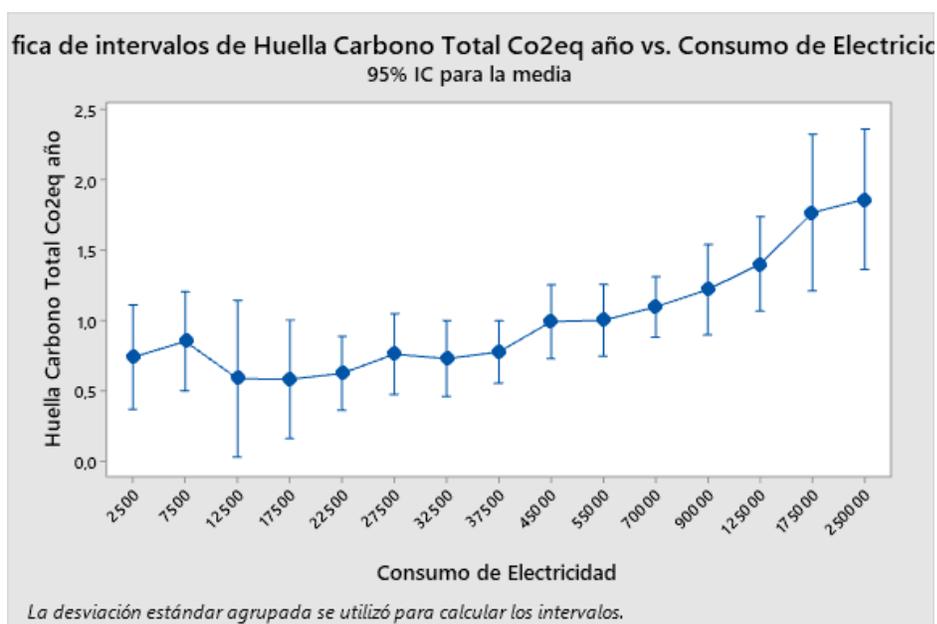
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,563961	21,88%	16,00%	7,42%

##### Medias

Consumo de Electricidad	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
-------------------------	---	-------	-----------	-----------

2500	9	0,738	0,456	(0,367; 1,109)
7500	10	0,851	0,650	(0,499; 1,203)
12500	4	0,586	0,565	(0,029; 1,142)
17500	7	0,581	0,441	(0,161; 1,002)
22500	18	0,6234	0,3470	(0,3612; 0,8856)
27500	15	0,760	0,448	(0,472; 1,047)
32500	17	0,728	0,472	(0,458; 0,998)
37500	25	0,776	0,518	(0,553; 0,998)
45000	18	0,991	0,672	(0,728; 1,253)
55000	19	1,000	0,704	(0,745; 1,255)
70000	27	1,0955	0,4709	(0,8814; 1,3096)
90000	12	1,218	0,588	(0,897; 1,539)
125000	11	1,402	0,843	(1,066; 1,737)
175000	4	1,765	0,610	(1,208; 2,321)
250000	5	1,859	0,757	(1,362; 2,357)

*Desv.Est. agrupada = 0,563961*



#### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Uso De Motocicleta

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Uso De Motocicleta	11	0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Uso De Motocicleta	10	14,02	1,4022	4,32	0,000
Error	190	61,70	0,3247		
Total	200	75,72			

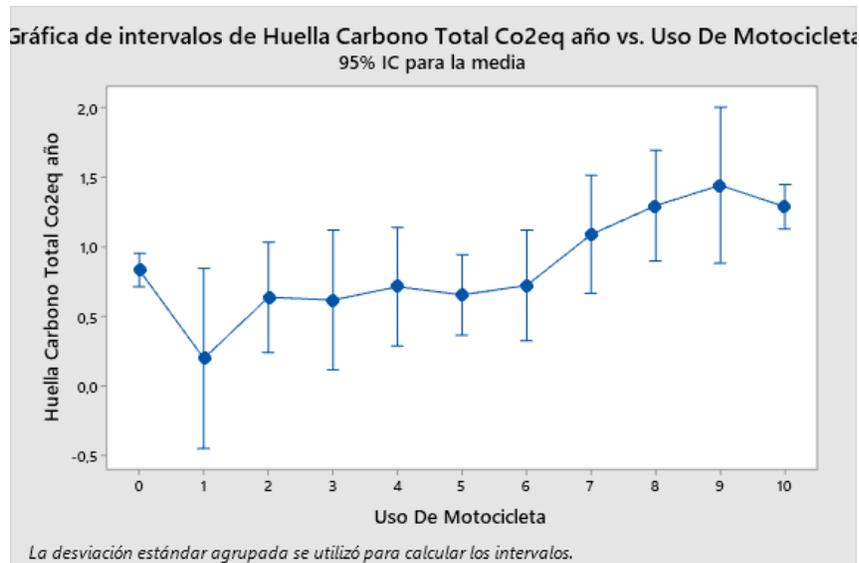
##### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,569865	18,52%	14,23%	7,74%

Medias

Uso De Motocicleta	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	87	0,8329	0,5313	(0,7123; 0,9534)
1	3	0,1971	0,0242	(-0,4519; 0,8461)
2	8	0,637	0,738	(0,240; 1,035)
3	5	0,617	0,377	(0,114; 1,120)
4	7	0,713	0,526	(0,288; 1,138)
5	15	0,6546	0,3536	(0,3644; 0,9448)
6	8	0,723	0,333	(0,325; 1,120)
7	7	1,090	0,594	(0,665; 1,514)
8	8	1,297	0,703	(0,900; 1,694)
9	4	1,444	1,000	(0,882; 2,006)
10	49	1,2889	0,6501	(1,1283; 1,4494)

Desv.Est. agrupada = 0,569865



#### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Uso de Taxi

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Uso de Taxi	9	0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 10

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Uso de Taxi	8	8,668	1,0835	3,10	0,003
Error	192	67,056	0,3492		
Total	200	75,724			

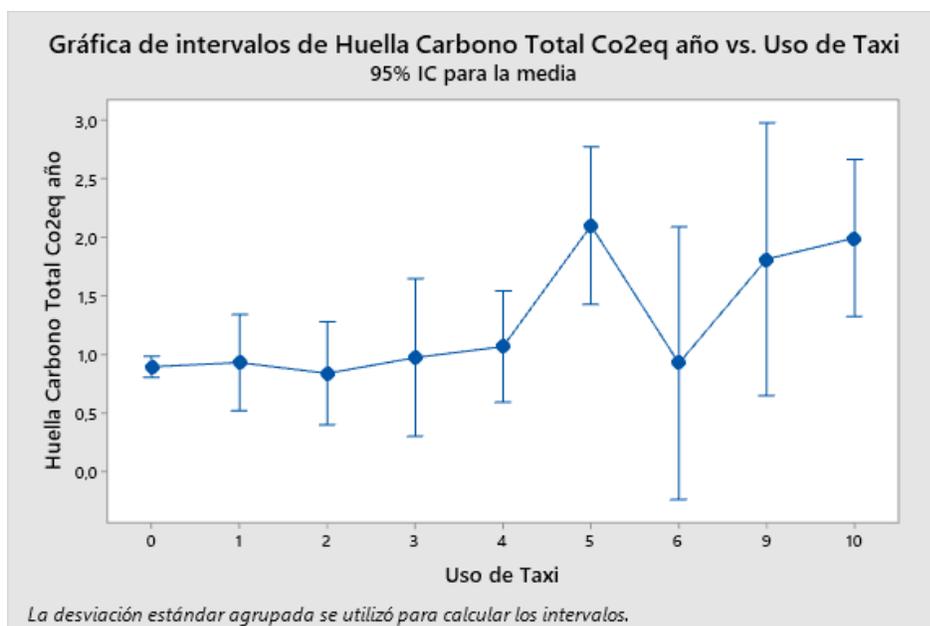
## Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,590972	11,45%	7,76%	*

## Medias

Uso de Taxi	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	169	0,8942	0,5908	(0,8045; 0,9838)
1	8	0,930	0,795	(0,518; 1,342)
2	7	0,837	0,291	(0,397; 1,278)
3	3	0,9724	0,0904	(0,2994; 1,6454)
4	6	1,067	0,368	(0,591; 1,543)
5	3	2,100	0,966	(1,427; 2,773)
6	1	0,9238	*	(-0,2418; 2,0895)
9	1	1,814	*	(0,648; 2,980)
10	3	1,995	0,678	(1,322; 2,668)

Desv.Est. agrupada = 0,590972



## ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Uso De Bicicleta

## Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

## Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Uso De Bicicleta	9	0; 1; 2; 3; 4; 5; 7; 8; 10

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Uso De Bicicleta	8	3,353	0,4191	1,11	0,357
Error	192	72,370	0,3769		
Total	200	75,724			

## Resumen del modelo

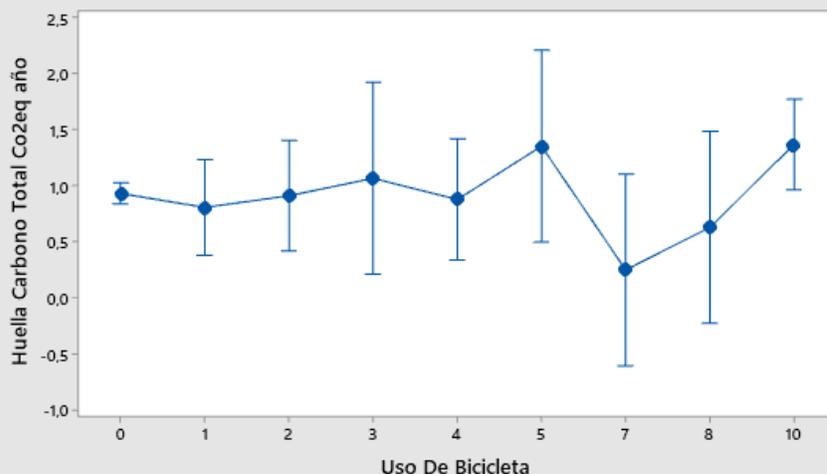
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,613946	4,43%	0,45%	0,00%

## Medias

Uso De Bicicleta	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	165	0,9307	0,5899	(0,8364; 1,0250)
1	8	0,806	0,661	(0,378; 1,234)
2	6	0,910	0,844	(0,416; 1,405)
3	2	1,066	0,834	(0,210; 1,922)
4	5	0,877	1,048	(0,335; 1,418)
5	2	1,353	0,283	(0,496; 2,209)
7	2	0,2476	0,0400	(-0,6087; 1,1039)
8	2	0,629	0,643	(-0,227; 1,485)
10	9	1,368	0,623	(0,964; 1,771)

Desv.Est. agrupada = 0,613946

Gráfica de intervalos de Huella Carbono Total Co2eq año vs. Uso De Bicicleta  
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

## ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Uso De Autobus

## Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

## Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Uso De Autobus	11	0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Uso De Autobus	10	6,003	0,6003	1,64	0,099
Error	190	69,721	0,3670		
Total	200	75,724			

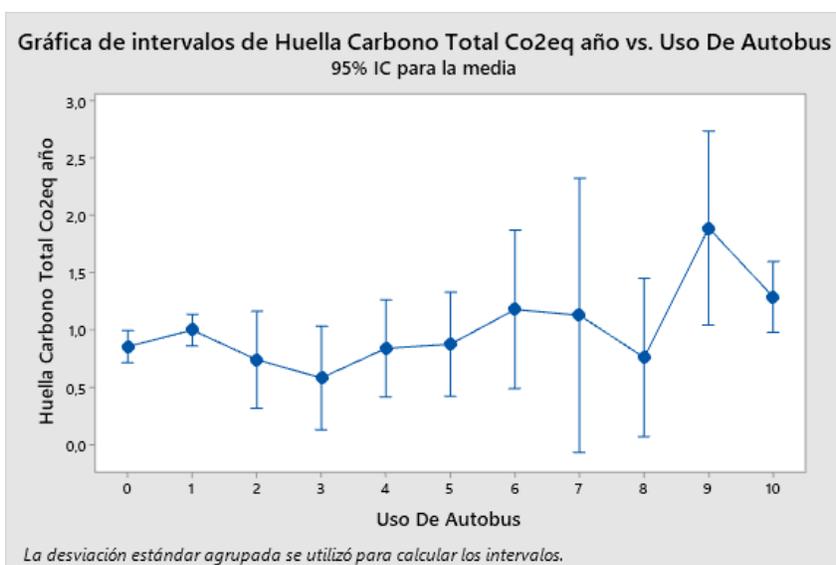
## Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,605764	7,93%	3,08%	*

**Medias**

Uso De Autobus	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	72	0,8523	0,6098	(0,7115; 0,9932)
1	75	0,9956	0,6878	(0,8576; 1,1335)
2	8	0,738	0,839	(0,315; 1,160)
3	7	0,5793	0,2060	(0,1277; 1,0309)
4	8	0,8371	0,2581	(0,4146; 1,2595)
5	7	0,8730	0,1853	(0,4214; 1,3246)
6	3	1,1754	0,0811	(0,4856; 1,8653)
7	1	1,124	*	(-0,070; 2,319)
8	3	0,7577	0,0373	(0,0678; 1,4476)
9	2	1,885	1,005	(1,040; 2,730)
10	15	1,2843	0,3205	(0,9758; 1,5928)

Desv.Est. agrupada = 0,605764

**ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Uso De Mototaxi****Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Uso De Mototaxi	8	0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 10

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Uso De Mototaxi	7	1,083	0,1547	0,40	0,901
Error	193	74,641	0,3867		
Total	200	75,724			

**Resumen del modelo**

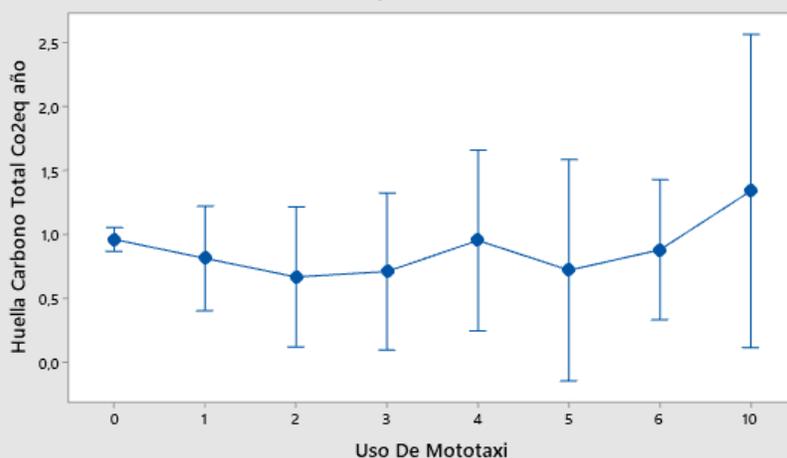
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,621883	1,43%	0,00%	*

**Medias**

Uso De Mototaxi	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	172	0,9607	0,6199	(0,8672; 1,0542)
1	9	0,813	0,920	(0,404; 1,221)
2	5	0,666	0,376	(0,118; 1,215)
3	4	0,710	0,330	(0,096; 1,323)
4	3	0,953	0,572	(0,245; 1,661)
5	2	0,719	0,301	(-0,148; 1,586)
6	5	0,880	0,356	(0,331; 1,428)
10	1	1,340	*	(0,114; 2,567)

Desv.Est. agrupada = 0,621883

**Gráfica de intervalos de Huella Carbono Total Co2eq año vs. Uso De Mototaxi**  
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

**ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Uso De Automovil****Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Uso De Automovil	11	0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Uso De Automovil	10	48,11	4,8111	33,10	0,000
Error	190	27,61	0,1453		
Total	200	75,72			

**Resumen del modelo**

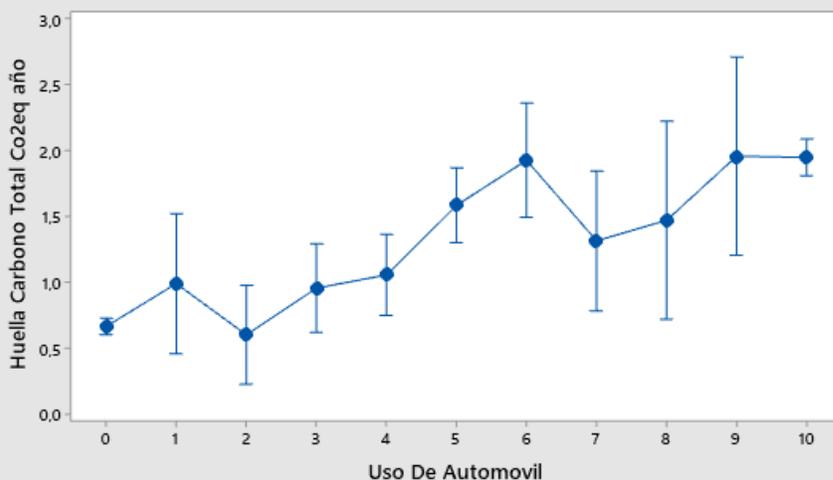
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,381224	63,53%	61,62%	*

## Medias

Uso De Automovil	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	141	0,6654	0,3672	(0,6020; 0,7287)
1	2	0,9905	0,1004	(0,4588; 1,5222)
2	4	0,6016	0,0567	(0,2256; 0,9776)
3	5	0,955	0,354	(0,619; 1,292)
4	6	1,056	0,251	(0,749; 1,363)
5	7	1,585	0,610	(1,300; 1,869)
6	3	1,927	0,688	(1,493; 2,361)
7	2	1,315	0,337	(0,783; 1,847)
8	1	1,472	*	(0,720; 2,224)
9	1	1,958	*	(1,206; 2,710)
10	29	1,9486	0,4058	(1,8089; 2,0882)

Desv.Est. agrupada = 0,381224

Gráfica de intervalos de Huella Carbono Total Co2eq año vs. Uso De Automovil  
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

## ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Vuelos Nacionales

## Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

## Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Vuelos Nacionales	10	0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 10

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Vuelos Nacionales	9	11,49	1,2770	3,80	0,000
Error	191	64,23	0,3363		
Total	200	75,72			

## Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)

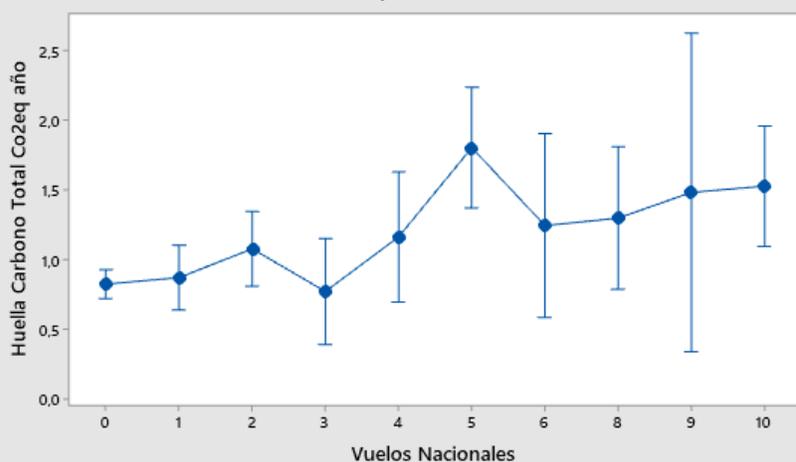
0,579902 15,18% 11,18% \*

#### Medias

Vuelos Nacionales	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	121	0,8231	0,5509	(0,7191; 0,9271)
1	24	0,870	0,534	(0,636; 1,103)
2	18	1,077	0,694	(0,807; 1,346)
3	9	0,770	0,591	(0,389; 1,151)
4	6	1,162	0,751	(0,695; 1,629)
5	7	1,803	0,731	(1,371; 2,235)
6	3	1,243	0,812	(0,583; 1,904)
8	5	1,297	0,609	(0,785; 1,809)
9	1	1,482	*	(0,338; 2,626)
10	7	1,527	0,492	(1,095; 1,959)

Desv.Est. agrupada = 0,579902

Gráfica de intervalos de Huella Carbono Total Co2eq año vs. Vuelos Nacionales  
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

#### ANOVA de un solo factor: Huella Carbono Total Co2eq año vs. Vuelos internacionales

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Vuelos internacionales	8	0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 10

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Vuelos internacionales	7	6,496	0,9281	2,59	0,014
Error	193	69,227	0,3587		
Total	200	75,724			

##### Resumen del modelo

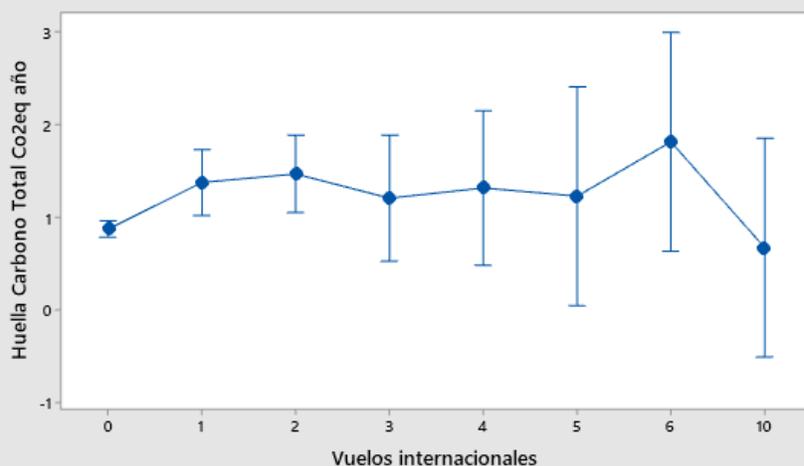
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,598907	8,58%	5,26%	*

Medias

Vuelos internacionales	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	174	0,8732	0,5977	(0,7836; 0,9627)
1	11	1,375	0,627	(1,019; 1,732)
2	8	1,467	0,587	(1,049; 1,885)
3	3	1,205	0,731	(0,523; 1,887)
4	2	1,316	0,157	(0,480; 2,151)
5	1	1,227	*	(0,046; 2,409)
6	1	1,814	*	(0,633; 2,995)
10	1	0,6706	*	(-0,5106; 1,8519)

Desv.Est. agrupada = 0,598907

Gráfica de intervalos de Huella Carbono Total Co2eq año vs. Vuelos internacionales  
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

## ANEXO III. Datos Estadísticos por nivel de emisión

### NIVEL ALTO HUELLA DE CARBONO

Medias

Edad	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
< 18 AÑOS	2	1,841	0,358	(1,317; 2,364)
18 - 27 AÑOS	8	1,939	0,381	(1,677; 2,201)
28 - 37 AÑOS	12	2,1081	0,3427	(1,8944; 2,3218)
38 - 47 AÑOS	4	2,336	0,445	(1,966; 2,706)
48 - 57 AÑOS	6	2,019	0,310	(1,717; 2,321)

Desv.Est. agrupada = 0,360782

Medias

Genero	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
F	11	2,115	0,466	(1,889; 2,340)
M	21	2,0328	0,3040	(1,8697; 2,1960)

Desv.Est. agrupada = 0,366169

**Medias**

<b>Nivel Académico</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
BACHILLER	3	2,001	0,364	(1,559; 2,444)
ESPECIALISTA	4	2,173	0,478	(1,790; 2,556)
MAESTRIA	9	2,178	0,369	(1,923; 2,433)
PROFESIONAL	15	1,9706	0,3507	(1,7728; 2,1683)
TECNICO	1	2,094	*	(1,328; 2,860)

*Desv.Est. agrupada = 0,373311*

**NIVEL MEDIO HUELLA DE CARBÓNO****Medias**

<b>Genero</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
F	75	0,7859	0,3411	(0,7086; 0,8631)
M	69	0,8423	0,3352	(0,7618; 0,9228)

*Desv.Est. agrupada = 0,338308*

**Medias**

<b>Edad</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
< 18 AÑOS	5	0,599	0,322	(0,318; 0,880)
18 - 27 AÑOS	74	0,7272	0,2983	(0,6542; 0,8002)
28 - 37 AÑOS	39	0,8667	0,3244	(0,7661; 0,9672)
38 - 47 AÑOS	16	0,9276	0,3994	(0,7706; 1,0847)
48 - 57 AÑOS	9	1,1207	0,2782	(0,9114; 1,3301)
58 - 67 AÑOS	1	1,518	*	(0,890; 2,146)

*Desv.Est. agrupada = 0,317613*

**Medias**

<b>Nivel Académico</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
BACHILLER	36	0,8037	0,3173	(0,6939; 0,9134)
DOCTORADO	1	0,6377	*	(-0,0206; 1,2960)
ESPECIALISTA	11	0,961	0,337	(0,762; 1,159)
MAESTRIA	11	1,059	0,353	(0,860; 1,257)
PROFESIONAL	51	0,7615	0,3283	(0,6693; 0,8537)
TECNICO	20	0,7408	0,3140	(0,5936; 0,8880)
TECNOLOGO	14	0,830	0,394	(0,654; 1,006)

*Desv.Est. agrupada = 0,332908*

**NIVEL BAJO DE HUELLA DE CARBONO****Medias**

<b>Genero</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
F	14	0,2313	0,0834	(0,1870; 0,2756)
M	11	0,2283	0,0757	(0,1783; 0,2783)

*Desv.Est. agrupada = 0,0801378*

**Medias**

<b>Edad</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
< 18 AÑOS	5	0,2203	0,0764	(0,1455; 0,2952)
18 - 27 AÑOS	13	0,2180	0,0890	(0,1716; 0,2645)
28 - 37 AÑOS	6	0,2501	0,0594	(0,1817; 0,3184)
38 - 47 AÑOS	1	0,3132	*	(0,1458; 0,4807)

*Desv.Est. agrupada = 0,0805032*

**Medias**

Nivel Académico	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
BACHILLER	5	0,1846	0,1021	(0,1070; 0,2622)
MAESTRIA	1	0,2223	*	(0,0488; 0,3958)
PRIMARIA	1	0,2307	*	(0,0572; 0,4042)
PROFESIONAL	12	0,2439	0,0719	(0,1938; 0,2940)
TECNICO	3	0,2661	0,0668	(0,1659; 0,3663)
TECNOLOGO	3	0,2162	0,1076	(0,1160; 0,3164)

*Desv.Est. agrupada = 0,0829072*

**ANEXO IV PRUEBA CHI-CUADRADA PARA ASOCIACIÓN:**

**Filas:** Filas de la hoja de trabajo **Columnas:** Columnas de la hoja de trabajo

	ALTO	MEDIO	BAJO	Todo
1	11 15,92	75 71,64	14 12,44	100
2	21 16,08	69 72,36	11 12,56	101
Todo	32	144	25	201

*Contenido de la celda*

*Conteo*

*Conteo esperado*

**Prueba de chi-cuadrada**

	Chi-cuadrada	GL	Valor p
Pearson	3,730	2	0,155
Relación de verosimilitud	3,784	2	0,151

**Prueba chi-cuadrada para asociación:** Filas de la hoja de trabajo; Columnas de la hoja de trabajo

**Filas:** Filas de la hoja de trabajo **Columnas:** Columnas de la hoja de trabajo

	ALTO	MEDIO	BAJO	Todo
1	2 1,910	5 8,597	5 1,493	12
2	8 15,124	74 68,060	13 11,816	95
3	12 9,075	39 40,836	6 7,090	57
4	4 3,343	16 15,045	1 2,612	21
5	6 2,388	9 10,746	0 1,866	15
6	0 0,159	1 0,716	0 0,124	1
Todo	32	144	25	201

Contenido de la celda  
 Conteo  
 Conteo esperado

**Prueba de chi-cuadrada**

	<b>Chi-cuadrada</b>	<b>GL</b>
Pearson	24,131	10
Relación de verosimilitud	22,662	10

3 celda(s) con conteos esperados menores que 1.  
 La aproximación de Chi-cuadrada probablemente es no válida.  
 9 celda(s) con conteos esperados menores que 5.

**Prueba chi-cuadrada para asociación: Filas de la hoja de trabajo; Columnas de la hoja de trabajo**

**Filas:** Filas de la hoja de trabajo **Columnas:** Columnas de la hoja de trabajo

	<b>ALTO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>BAJO</b>	<b>Todo</b>
1	0 0,159	0 0,716	1 0,124	1
2	3 7,005	36 31,522	5 5,473	44
3	1 3,821	20 17,194	3 2,985	24
4	0 2,706	14 12,179	3 2,114	17
5	15 12,418	51 55,881	12 9,701	78
6	4 2,388	11 10,746	0 1,866	15
7	9 3,343	11 15,045	1 2,612	21
8	0 0,159	1 0,716	0 0,124	1
Todo	32	144	25	201

Contenido de la celda  
 Conteo  
 Conteo esperado

**Prueba de chi-cuadrada**

	<b>Chi-cuadrada</b>	<b>GL</b>
Pearson	32,413	14
Relación de verosimilitud	32,908	14

6 celda(s) con conteos esperados menores que 1.  
 La aproximación de Chi-cuadrada probablemente es no válida.  
 14 celda(s) con conteos esperados menores que 5.