

**INFORME CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS 2018**

JUAN SEBASTIÁN FARFÁN PARRA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
INGENIERÍA AMBIENTAL
PASANTÍA
BOGOTÁ
2019

INFORME CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS 2018

JUAN SEBASTIÁN FARFÁN PARRA

Proyecto de grado presentado para optar por el título
INGENIERO AMBIENTAL

DIRECTORA
LILIANA SALAZAR LÓPEZ

CODIRECTOR
NADIA VERÓNICA VELÁSQUEZ VALLEJO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
INGENIERÍA AMBIENTAL
PASANTÍA
BOGOTÁ
2019

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a mi directora Liliana Salazar por el apoyo prestado y la disposición a ayudarme en este proyecto y a mi codirectora Nadia Verónica Velásquez quien en su experiencia me apoyo en el desarrollo de este proyecto, me enseñó aspectos profesionales increíbles y contribuyó a mi formación profesional y humana. Agradezco a la decana de facultad, la ingeniera Ana Paola Becerra, a la secretaria de división y a los diferentes docentes por su comprensión, apoyo, enseñanza, guía y apoyo en este tiempo. Agradezco a mi Madre quien hizo sacrificios para lograr la plenitud de este proceso académico y de formación humana. A mis compañeros en la Unidad de Gestión Integral de la Calidad Universitaria y a las personas que de una u otra forma estuvieron vinculadas en este proyecto y participaron de manera directa o indirecta en su realización. Agradezco a la Universidad Santo Tomás por permitirme desarrollar mi proceso de trabajo de grado y ser mi alma mater profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDO	4
LISTA DE TABLAS	6
LISTADO DE GRÁFICAS	6
LISTADO DE ANEXOS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GENERAL	11
2.2. ESPECÍFICOS	11
3. MARCO REFERENCIAL	12
3.1. CLIMA	12
3.1.1. CAMBIO CLIMÁTICO	13
3.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	13
3.2.1. HUELLA ECOLÓGICA	13
3.2.2. HUELLA DE CARBONO	14
GASES DE INVERNADERO	15
CICLO DEL CARBONO	15
SUMIDEROS DE CO ₂	17
METANO (CH ₄)	17
ÓXIDO NITROSO (N ₂ O)	17
3.2.3. METODOLOGÍAS EXISTENTES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	18
NTC ISO 14064-1:2006	19
GHG PROTOCOL	20
GUÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA (PIGA)	20
3.3. EMISIONES ACTUALES DEL PAÍS	21
3.3.1. ENERGÍA	21
3.3.2. AGRÍCOLA Y SILVICULTURA	22

4.	MARCO CONTEXTUAL	23
4.1.	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS	23
4.1.1.	UNIDAD DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD UNIVERSITARIA	23
	GESTIÓN AMBIENTAL	23
5.	MARCO CONCEPTUAL	24
6.	DESARROLLO DE LA PASANTÍA	25
6.1.	METODOLOGÍA	25
7.	RESULTADOS	29
7.1.	DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN A TRAVÉS DE FUENTES CONFIABLES Y ACTUALIZADAS AL AÑO 2018	29
7.1.1.	FACTORES DE EMISIÓN	29
7.2.	IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DIRECTAS E INDIRECTAS CON RESPECTO A LOS ALCANCES ESTIPULADOS	31
7.2.1.	RESULTADO POR SEDES	33
	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	34
	GASES FUGITIVOS DE REFRIGERANTES	35
	IMPLEMENTACIÓN DE FERTILIZANTES.	37
	CONSUMO ENERGÉTICO	37
	ELEMENTOS DE IMPRESIÓN	38
	VUELOS	39
	APROVECHAMIENTO Y GENERACIÓN DE RESIDUOS	40
7.2.2.	INDICADORES DE GESTIÓN INDIVIDUAL GENERAL, POR SEDE Y SECCIONAL	41
7.3.	COMPARACIÓN CON LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN REALIZADA EN EL 2017	44
7.3.1.	Comparación por Alcance e indicador estipulado	45
7.3.2.	COMPARACIÓN POR SEDE OBJETO DE EVALUACIÓN	47
7.4.	PROPUESTA DE ACTIVIDADES ENCAMINADAS A LA REDUCCIÓN DE GENERACIÓN DE GAE EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE ACUERDO CON EL RESULTADO Y ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO CALCULADA.	54
	BIBLIOGRAFÍA	58
	ANEXOS	63

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Alcance 1 indicadores	27
Tabla 2: Alcance 2 indicadores	27
Tabla 3: Alcance 3 indicadores	27
Tabla 4: Emisiones de GEI 2018	33
Tabla 5: Población Universidad Santo Tomás 2018	41
Tabla 6: Diferencia datos entre 2017 y 2018	45

LISTADO DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1: Historial de Temperatura Global desde 1973	12
Gráfica 2: Ciclo del Carbono	16
Gráfica 3: Ciclo del nitrógeno	17
Gráfica 4: Porcentaje de emisiones directas e indirectas	32
Gráfica 5: Distribución de emisiones por alcance	32
Gráfica 6: Distribución de emisiones por sede	34
Gráfica 7: Emisiones de CO ₂ por consumo de combustibles	35
Gráfica 8: Emisiones de CO ₂ por uso de refrigerantes	35
Gráfica 9: Emisiones de CO ₂ por recarga, utilización y adquisición de extintores	36
Gráfica 10: Emisiones de CO ₂ por implementación de fertilizantes	37
Gráfica 11: Emisiones de CO ₂ debido al consumo energético	38
Gráfica 12: Emisiones de CO ₂ insumos de impresión	39
Gráfica 13: Emisiones de CO ₂ por vuelos corporativos	39
Gráfica 13: Emisiones de CO ₂ por vuelos corporativos	40
Gráfica 15: Indicador por Estudiantes de la USTA para el año 2018	42
Gráfica 16: Indicador por Docentes de la USTA para el año 2018	42
Gráfica 17: Indicador por Administrativos de la USTA para el año 2018	43
Gráfica 18: Indicador por Cuerpo académico de la USTA para el año 2018	44
Gráfica 15: Emisiones de CO ₂ por vuelos corporativos	45
Gráfica 16: Emisiones de CO ₂ año 2017 y 2018 de los 6 indicadores relacionados	47
Gráfica 17: Comparación 2017- 2018 sede Medellín	48
Gráfica 18: Comparación 2017- 2018 sede Villavicencio	49
Gráfica 19: Comparación 2017- 2018 sede Tunja	50
Gráfica 20: Comparación 2017- 2018 sede Bucaramanga	51
Gráfica 21: Comparación 2017- 2018 sede Bogotá	52
Gráfica 22: Comparación 2017- 2018 sede Bogotá	53

LISTADO DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: Excel de solicitud de información	63
ANEXO B: Excel de cálculo de huella de carbono	63

RESUMEN

Este documento relaciona las actividades y los resultados desarrollados durante la pasantía y el desarrollo del proyecto “Cálculo de la huella de carbono de la Universidad Santo Tomás durante el año 2018”, para el cual se realizó un informe acerca de las emisiones de gases efecto invernadero que se generaron a partir de las actividades cotidianas de la Universidad Santo Tomás realizadas en un periodo de un año iniciando en enero hasta culminar en diciembre del año 2018, directamente asociadas con la quema de combustibles fósiles, el uso de equipos de aire acondicionado, la adquisición de extintores, el uso de fertilizantes, el consumo de energía, los vuelos corporativos para el cumplimiento de las actividades académicas y administrativas, el consumo de papel, la generación de residuos y a forma de actividad que disminuya la generación de emisiones, se consideró la recuperación de material destinado al reciclable.

Las emisiones se cuantifican en términos de toneladas de dióxido de carbono equivalente, determinando que la huella de carbono generada por la USTA en el año 2018 fue de 2555.6 Ton CO₂ eq, las cuales se dividieron en tres fuentes de emisión. Emisiones directas (576.69 Ton CO₂ eq), emisiones indirectas (consumo energético) (814.24 Ton CO₂ eq) y otras emisiones indirectas (1164.67 Ton CO₂ eq), determinado que las fuentes emisoras en estado crítico son emisiones asociadas a los vuelos corporativos y el consumo de energía proveniente de las oficinas, laboratorios, aulas de clase y cafeterías en cada una de las sedes. Por otro lado, se tiene que la sede que mayor huella de carbono emite es la sede Bogotá, ya que por ser sede central es desde ella y hacia ella que se realizan la mayor proporción de vuelos corporativos; las sedes que también presentan una elevada huella de carbono son Villavicencio por la demanda de vuelos y la quema de ACPM, y finalmente Bucaramanga a su vez por consumo energético y aire acondicionado.

Debido a este consumo en las sedes y seccionales, los resultados de la pasantía proponen un listado de buenas prácticas de ahorro y uso eficiente de las fuentes energéticas demandadas, la disminución en el número de vuelos, el ahorro en el consumo energético, las buenas prácticas de oficina, el control en la generación de residuos sólidos, el buen manejo de la información, entre otros.

ABSTRACT

This document lists the activities and results developed on the internship “Calculation of the carbon footprint of the University Santo Tomás during the year 2018”, for which a report was made about the greenhouse gas emissions that were generated from the daily activities of the Santo Tomás University carried out in a period of one year (2017 - 2018), said activities associated with the burning of fuels, the use of air conditioning equipment, the acquisition of extinguishers, the use of fertilizers, the energy consumption, corporate flights for the fulfillment of academic and administrative activities, paper consumption, the generation or disposal of these and in the form of activity against the restraint of emission generation, the generation of recycling material.

The emissions were quantified in terms of tons of carbon dioxide equivalent, determining that the carbon footprint generated by the USTA in that year was 2555.6 Ton CO₂ eq, which were divided into three emission sources, Direct Emissions (576.69 Ton CO₂ eq), indirect energy consumption emissions (814.24 Ton CO₂ eq) and Other indirect emissions (1164.67 Ton CO₂ eq), found that with this quantification the critical emission sources belong to corporate flights and energy consumption from offices, laboratories, classrooms and cafeterias in each of the venues. On the other hand, it is necessary that the headquarters that emits the largest carbon footprint is the Bogotá headquarters, since since it is central headquarters it is from it and towards it that a greater proportion of corporate flights are made; The venues that also have a high carbon footprint are Villavicencio due to demand for flights and the burning of ACPM, and finally Bucaramanga, in turn, due to energy consumption and air conditioning.

Due to this consumption at headquarters, the results of the internship propose a list of good savings practices and efficient use of the energy sources demanded, to the decrease in the number of flights, savings in energy consumption, good practices of office, control in the generation of solid waste, good information management, among others.

1. INTRODUCCIÓN

El cálculo de la huella de carbono de la Universidad Santo Tomás se desarrolló con el fin de aportar al plan de mejoramiento continuo en temas ambientales que ha venido desarrollado la Universidad, enmarcada en su proyecto de ser una institución ambientalmente sostenible para el año 2027, así como dar continuación al proceso anual de realización del conteo de gases efecto de invernadero (GEI), que se ha adelantado desde el año 2017 y de esta manera tener punto de comparación y definir si se ha logrado una reducción o incremento de la generación de estos gases.

La gestión de emisión de GEI nace a partir del año 2015, en el marco de la celebración de la 21 Conferencia de las partes, la cual fue una reunión de las Naciones unidas realizada en Paris, cuyo objetivo era la redacción de un acuerdo mundial que busca la reducción del incremento exponencial de gases del efecto de invernadero. En el acuerdo cada país participante se comprometió a reducir sus emisiones de Gases Efecto Invernadero. En este contexto, Colombia, como uno de los países participantes se comprometió con reducir de 20% la generación de estos gases al año 2030 e incluso reducir a un 30%, si la comunidad internacional le prestaba apoyo [2].

Por medio de este compromiso adoptado por Colombia, el país acepta un gran reto, no solo para el gobierno si no para la población civil en general, el sector industrial, institucional, comercial y empresarial. Como cualquier proceso éste tiene un protocolo a seguir, uno de los primeros pasos consiste en diagnosticar los aspectos ambientales que generan GEI.

En consecuencia con lo anterior, la Universidad Santo Tomás acoge esta iniciativa de realizar el inventario de emisiones a partir del año 2017, cuyo objetivo principal es el de calcular la huella de carbono, a ese año, con el fin de continuar de forma estratégica y con el compromiso de realizar el segundo Inventario de GEI para el año 2018, para realizar un análisis comparativo con el año anterior, se determinaron cuáles han sido las acciones que han contribuido con la disminución de los GEI y cuáles pueden ser nuevas propuestas para la gestión de la reducción de emisiones, buscando un mejoramiento continuo.

La Universidad Santo Tomás es una institución de carácter humanista, la cual se ha comprometido con la sostenibilidad ambiental, condición que la ha posicionado en el puesto 329 a nivel mundial en el UI GreenMetric Rankin en el año 2018 [3], este ranking es una iniciativa liderada por la Universidad de Indonesia lanzada en el año 2010, la cual busca dar visibilizar y apoyar a aquellas universidades que se comprometen con la protección del ambiente, y proponen adicionalmente como indicador importante frente a las problemáticas generadas por el cambio climático, buscar la reducción de su huella de carbono.

La USTA ha desarrollado múltiples acciones a través de la Unidad de Gestión Integral la Calidad Universitaria y con el compromiso de las demás áreas administrativas y académicas, con el fin de mejorar las condiciones ambientales dentro de sus instalaciones, así se han recolectado diferentes datos de emisiones durante el año 2018 los cuales son necesarios para realizar el cálculo de dichas emisiones, y poder concientizar a nivel institucional el impacto que tiene la comunidad universitaria en el ambiente.

Para este documento en particular se concierne al cálculo único de la huella de carbono del año 2018, con el fin de comparar con el inventario del año 2017 ya calculado al momento de realizado este proyecto, la metodología utilizada en el conteo de GEI (gases efecto invernadero) es una metodología basada en la NTC ISO 14064-1:2006 y la GHG Protocol, metodologías que se explicaran en este documento. Por otro lado debido a la complejidad de ciertas emisiones y su factor de emisión, fue necesario el uso de calculadoras, las cuales funcionalmente calculaban la equivalencia de algunas emisiones.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Calcular la huella de carbono de la Universidad Santo Tomás para todas sus sedes y seccionales (Bogotá, Bucaramanga, Tunja, Villavicencio y Medellín y División de Universidad Abierta y a Distancia - DUAD) para el año 2018.

2.2. ESPECÍFICOS

- Determinar los factores de emisión a través de fuentes confiables y actualizadas al año 2018
- Identificar las fuentes de emisión directas e indirectas con respecto a los alcances estipulados
- Comparar con los resultados de la medición realizada en el 2017 y proponer actividades encaminadas a la reducción de generación de GEI en la Universidad Santo Tomás de acuerdo con el resultado y análisis de la huella de carbono calculada.

3. MARCO REFERENCIAL

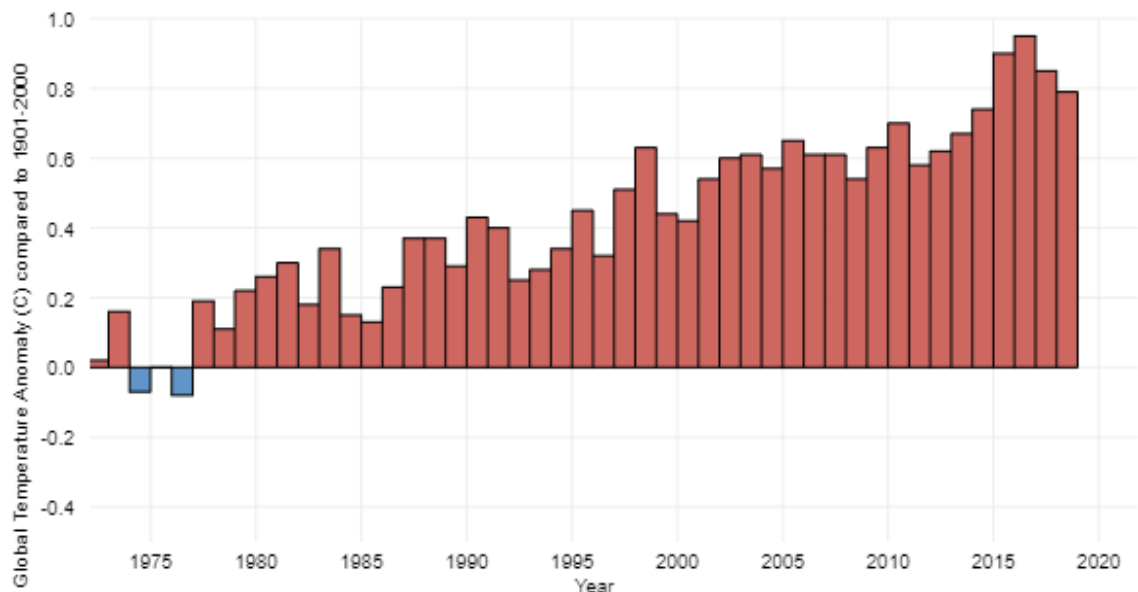
Para entrar en contexto con la temática que involucra los aspectos tenidos en cuenta para el cálculo de la huella de carbono, a continuación se explican cada uno de los parámetros involucrados:

3.1. CLIMA

El clima es uno de los parámetros fundamentales en el comportamiento de los GEI, se entiende básicamente como la forma en que se comporta la atmósfera, enfocada principalmente en el efecto que ésta tiene sobre la vida en y las actividades humanas, la gran diferencia entre el clima y el tiempo atmosférico radica en el tiempo, el tiempo atmosférico son cambios en un lapso corto (de minutos hasta meses) en la atmósfera. El clima se puede definir en términos de variables climatológicas como lo son la temperatura, la humedad, precipitación, nubosidad, brillo, visibilidad, viento y presión atmosférica, como en presión alta y baja. [4]

En el tiempo el clima terrestre suele mantener una estabilidad, debido a que la energía que ingresa (Radiación solar) suele ser la misma que sale o se irradia en forma de energía térmica, debido a fenómenos naturales y antropológicos, no toda esta energía es expulsada a la Tierra, parte de esta irradiación es nuevamente reflejada a la superficie terrestre, formando así el efecto invernadero, conduciendo a que la temperatura promedio mundial sea de 14,74°C al año 2017 [5], más por el efecto invernadero dicha temperatura presenta una variación promedio de 1,5 a 1,8°C sobrepasando el promedio de tasa de calentamiento de 0,7 – 0,9°C, dicha fluctuación se puede observar en la Gráfica 1 [6].

Gráfica 1: Historial de Temperatura Global desde 1973



Autor: Rebecca Lindsey and LuAnn Dahlman 2018

3.1.1. CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático consiste principalmente en el calentamiento progresivo del planeta, el cual se da principalmente por el fenómeno del calentamiento global o efecto invernadero, este efecto es ocasionado por determinados gases, el principal el CO₂, producido principalmente durante la combustión de combustibles fósiles como el Carbón y el petróleo.

El calentamiento global muestra una gran amenaza para las poblaciones del futuro, debido a que ésta ocasiona posibles elevaciones del mar, mayor intensidad y presencia de fenómenos meteorológicos extremos, e incluso la desaparición de especies debido al cambio en las condiciones de su ecosistema e incluso la pérdida de estos mismos, es la forma de contrarrestar este cambio negativo, razón por la cual la población mundial ha adoptado medidas que reduzcan la generación de los GEI. [7]

3.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Se entiende como contaminación ambiental a la presencia de algún agente bien sea de carácter físico, químico o biológico o la combinación de varios que afecten a la naturaleza propia de alguno de los elementos que conforman el ambiente, que además desestabilicen los procesos ecológicos esenciales y la salud pública o alguna de las actividades de la sociedad en general. Estos agentes pueden afectar la vida vegetal, animal o impactar directamente las zonas en que estos conviven. [8]

La contaminación ambiental es uno de los problemas más serios a los que la humanidad y que otros seres en el planeta enfrentan, se puede definir como la alteración de los componentes físicos y biológicos del sistema Tierra hasta llegar a un punto en que los procesos normales se afectan de una manera adversa. [9] Los contaminantes cuando se pueden presentar de forma natural o antrópica, pero se consideran contaminantes cuando estos se presentan de forma excesiva de los niveles naturales del ecosistema. [10]

De igual forma, la utilización excesiva de algún tipo de recurso natural a una tasa mayor de la capacidad de recuperación natural del recurso se puede entender como una contaminación del recurso bien sea aire, agua o Tierra. [11]

3.2.1. HUELLA ECOLÓGICA

Es una medida que expresa la cantidad de Tierra y agua productiva que requiere un individuo, ciudad, país o grupo humano determinado para producir los recursos que éstos consumen así como para asimilar los desechos que éstos producen [12], por esta razón es un indicador que cuantifica el impacto ambiental que los individuos generan sobre los recursos naturales, condición basada en el estilo de vida personal de cada grupo poblacional, sus unidades son hectáreas globales por individuo (Ha/individuo)[13].

Con base en lo anterior, la huella ecológica representa el valor de los recursos que se consumen en promedio una persona en un año esto evaluado en un costo de tipo ambiental, haciendo referencia en el área que se necesita para depurar los residuos generados, para calcular este índice se consideran los siguientes rubros. [14].

- Área de cultivos necesaria para producir los vegetales que se consumen (frutas, verduras, legumbres, semillas, etc.).
- Superficie de pastos requerida para el forrajeo de ganado con el fin de producir carne, huevos, leche, derivados lácteos y otros productos de origen animal.
- Área de bosques necesaria para producir madera y papel.
- Superficie de mar productivo, de donde se obtienen los pescados y mariscos que se consumen.
- Superficie de terreno construido para uso habitacional, educativo, de transporte, comercial, industrial, recreativo, etc., en zonas urbanas y de infraestructura.
- Área de absorción de CO₂ o superficie de bosque necesaria para la captura de emisiones de carbono debidas al uso de combustibles fósiles para la producción de electricidad, de bienes y servicios, las emisiones generadas por la energía utilizada en la distribución y comercialización de productos, así como las producidas por el transporte cotidiano y los viajes.

3.2.2. HUELLA DE CARBONO

Es la medida de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) las cuales son consideradas contaminantes del medio atmosférico, estos gases principalmente son dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), entre otros, estos gases son los responsables de crear el tan conocido fenómeno del cambio climático, estos son gases que se encuentran muy ligados a las actividades comunes del ser humano. [15]

La huella de carbono se usa ampliamente como un indicador que describe el desempeño a nivel ambiental de un producto, éste es la suma de las emisiones de GEI en el ciclo de producción de dicho producto, los cuales se calculan en términos de equivalentes de CO₂ [16], el cálculo de la huella de carbono se utiliza como base para el diseño de productos o la mejora de actividades con un bajo contenido de carbono. [17].

En la cuestión del cálculo de la huella de carbono se han tenido varias contribuciones a través de los años, las cuales se centran en diferentes procesos. Jeswiet (2008) propuso un método de cálculo de la huella de carbono basado en el consumo de energía durante el procesamiento del producto [18], Qi Lu (2017) propuso un método de cálculo basado en la temperatura y analizó los factores clave que contribuyen en alta medida a la generación de contaminación [19]. Por otro lado, Antonio Scipioni (2012) creó un modelo el cual monitorea y gestiona las emisiones de GEI en el ciclo de vida del producto, este modelo se realizó al integrar

la ISO14040 e ISO14064 [20], igual mente, Elhedhli (2012) propuso un modelo de huella de carbono para enfocada directamente en la cadena de suministro basado en la relajación de Lagrange [21], entre otros muchos aportes y modelos a lo largo del tiempo.

Sin embargo, dichos modelos no consideran completamente la expresión de información que se relaciona a la huella de carbono, en su mayoría estos modelos se basan en teorías y en funcionamientos internos corporativos y la evaluación del ciclo de vida, además, la idea central de estos métodos es similar a la de ISO 14067 o PAS 2050, en la cual la huella de carbono se calcula en función de los datos de actividad de Ciclo de vida del producto [22].

GASES DE INVERNADERO

El efecto invernadero es un fenómeno en el que ciertos gases, retienen parte de la energía emitida por el suelo posteriormente al haber sido calentada por la radiación solar. Por esto, se produce un efecto de calentamiento muy similar al ocurrido en un invernadero, la cual es objeto de un incremento de temperatura interna. [3] Debido a que el efecto invernadero se produce por la combinación de varios componentes presentes natural y artificialmente en la atmósfera, dichos gases son específicamente el vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2) metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) clorofluorocarbonos (CFC) y ozono (O_3), y el hexafluoruro de azufre (SF_6) entre otros. [23]

El Dióxido de carbono (CO_2) es un compuesto en estado gaseoso incoloro, el cual se compone por un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno, este compuesto existe de manera natural en la atmósfera de la Tierra con una frecuencia de 400 ppm [24].

CICLO DEL CARBONO

El ciclo de carbono es el ciclo biogeoquímico en el que el carbono viaja entre las diferentes atmósferas de la Tierra, son una serie de eventos básicos que componen la vida misma de la Tierra, el ciclo se basa en que el carbono en la Tierra siempre es el mismo el cual simplemente se recicla y reusa en la biósfera y los sumideros de carbono [25]. Una parte importante de este ciclo es la que hace el dióxido de carbono, actividad que es principalmente desarrollada por las plantas a través del proceso de la fotosíntesis, que crea carbohidratos que son consumidos por herbívoros y a su vez éstos pasan a través del consumo a las demás especies. Por medio de la respiración de los organismos en general el CO_2 regresa nuevamente a la atmósfera. Gráficamente este ciclo se encuentra plasmado en la Gráfica 2 [26].

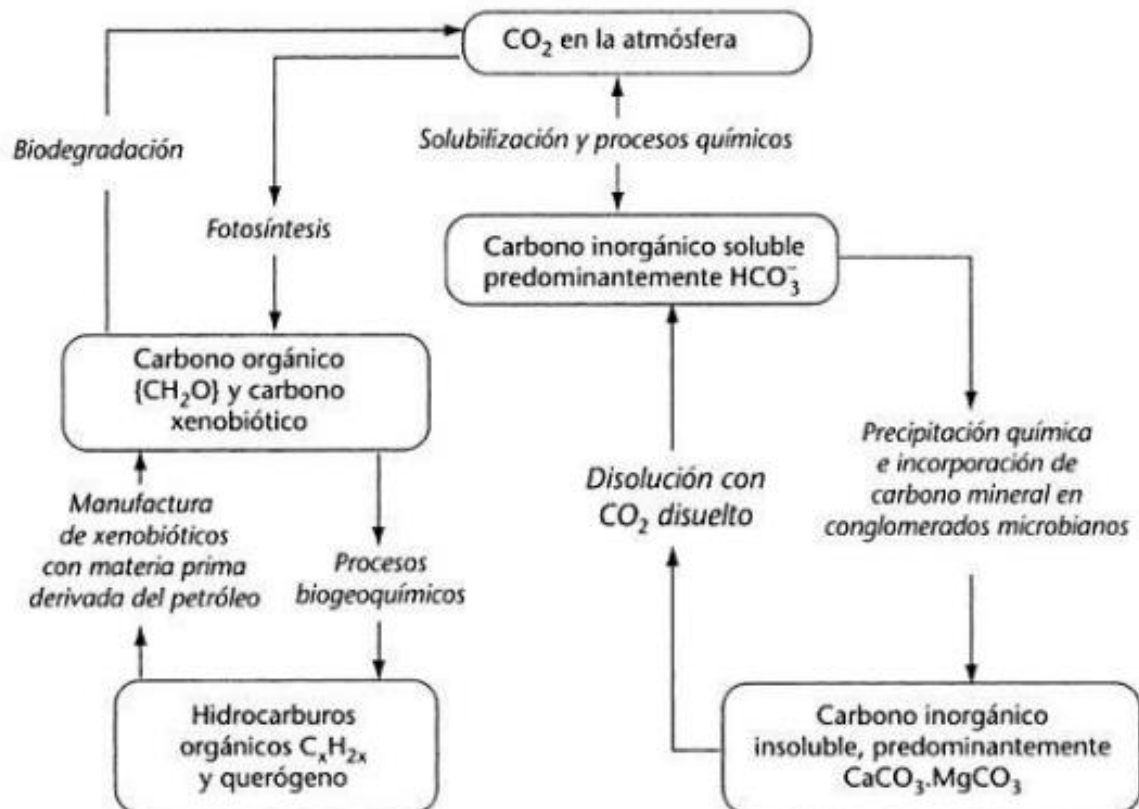
Gracias a los procesos que se han desarrollado antropológicamente de oxidación y combustión, la producción del dióxido de carbono se ha incrementado, debido a la liberación de éste mayormente por procesos de combustión, sobrepasando el

poder de asimilación de las plantas y creando una desestabilización del ciclo natural.

A escala global este ciclo implica una serie de intercambios entre las grandes reservas como la atmósfera, océanos, lagos y ríos del mundo, el dióxido de carbono atmosférico es transfundido al agua a través de la interfaz aire-agua incrementando así la concentración de carbono en los océanos. En el momento que las concentraciones en el agua son inferiores a las de la atmósfera, el carbono es difundido en el agua, de ser la concentración al revés esta se difunde en la atmósfera, incrementando su concentración y poder contaminante [27].

En los ecosistemas acuáticos se presentan una serie de intercambios adicionales, el exceso de carbono se combina con la molécula de agua y forma carbonatos (CO_3^{2-}) y bicarbonatos (HCO_3^-), éstos se pueden precipitar y depositar en el fondo del lecho marino, un pequeño parte se deposita en la biomasa de la vegetación marina y forestal. La descomposición incompleta de la biomasa vegetal en zonas de alta humedad crea un material orgánico llamado Turba [28].

Gráfica 2: Ciclo del Carbono



Autor: Manahan 2016

SUMIDEROS DE CO₂

El término de sumidero de carbono es definido como los procedimientos de absorción de gases efecto invernadero presentes en la atmósfera y fijados en Los lechos de fijación de CO₂, este término es definido por Lafferriere como *“Extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono (como los océanos, bosques o la Tierra) a través de 24 proceso físico o biológico como la fotosíntesis.”* Lafferriere 2008. La capacidad de un árbol en términos de absorción de carbono depende de la edad del árbol, debido a que en la etapa de crecimiento la fijación de carbono en los árboles se enfoca en el crecimiento y ganancia de biomasa en los árboles, mientras que los árboles de avanzada edad pasan a liberarlo. Las vegetaciones terrestres consumen anualmente 60000 millones de toneladas de carbono en su proceso de liberación de oxígeno, dicho proceso agotará el carbono de no ser por los procesos de descomposición de los bosques de mayor edad y la respiración de las plantas. [29]

Como forma de cuantificar en términos numéricos la importancia que las plantas tienen en el ciclo del carbono, hay que entender que un árbol debe absorber 650g de CO₂, liberar 442g de O₂ para producir 446g de madera o biomasa, la cual se entiende por tronco, raíces, ramas, hojas entre otras partes de la planta, basado en esta información por cada metro cúbico (m³) de formación de biomasa equivale a la absorción de 0.26 Toneladas de CO₂ equivalente [30].

METANO (CH₄)

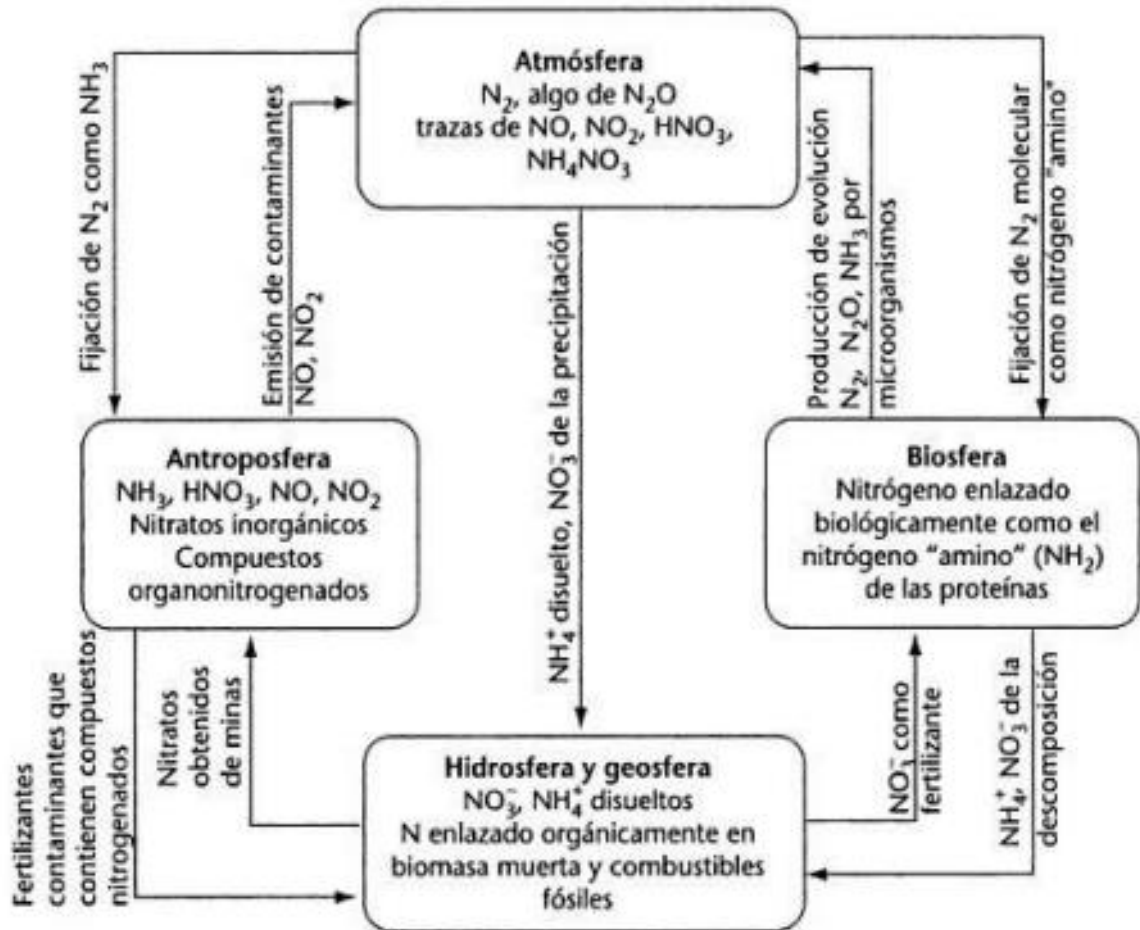
Es un hidrocarburo alcano, es una sustancia no polar que se presenta en estado gaseoso, es de carácter incoloro, inodoro e insoluble en el agua, naturalmente se puede producir a partir de la descomposición anaerobia de las plantas [31]. El metano contribuye en un 18% a las reacciones atmosféricas, el 40% de emisiones de este gas se dan de forma natural, mientras que el 60% es arrojado a la atmósfera por actividades antropogénicas, este gas tiene un poder veinticinco veces mayor que el CO₂ de crear el efecto invernadero [32].

ÓXIDO NITROSO (N₂O)

El óxido nitroso es un gas incoloro de olor dulce y un poco tóxico, este gas se usa por su propiedad de anestésico y dispositivo, no es inflamable ni explosivo más con concentraciones y un ambiente adecuado este esté contribuye a la combustión como el oxígeno [33]. El óxido nitroso contribuye aproximadamente 6% a las reacciones atmosféricas, este gas se emite de forma natural en un 60% y de forma antropogénica en 40% [34].

El óxido nitroso se forma por la combustión de combustibles en presencia de aire, debido a que éstos se encuentran conformados por nitrógeno por lo que no es importante que éstos tengan proporción importante de nitrógeno en el combustible y se den las condiciones concretas de la combustión [35]. En el Grafico 3 se puede evidenciar graficamente el corportamiento del N₂O.

Gráfica 3: Ciclo del nitrógeno



Autor: Manahan 2016

3.2.3. METODOLOGÍAS EXISTENTES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

Teniendo como base que el efecto invernadero es un fenómeno clave para el clima de la Tierra, como para las funciones básicas de los diversos ecosistemas que se encuentran en ella, es importante aclarar que el efecto invernadero no es un fenómeno negativo, el problema radica en la contaminación, ya que ésta es la que impide que gran parte de la energía en forma de calor retorne a la atmósfera, alterando el equilibrio natural de las condiciones atmosféricas y de la Tierra. El cual consiste en que la energía que entra se compensa a su vez con la liberada al espacio, por lo cual la temperatura terrestre se mantiene en estado de equilibrio [36]. Para calcular dicha huella existen diversas metodologías, sin embargo, cada metodología es aplicable y escalable solo en condiciones e incluso áreas determinadas, las dos más importantes son la propuesta por el GHG Protocol y la de la norma NTC ISO 14064-1:2006.

NTC ISO 14064-1:2006

Esta norma brinda una orientación a nivel organizacional en la cuantificación, reporte, seguimiento, validación de la coherencia del proceso de hallar la huella de carbón en sentido de verificación y certificación de este proceso, como cualquier otra norma ISO, esta presenta una forma similar a cualquier tipo de norma en general lo que hace que sea fácil su integración con otros sistemas de gestión en la organización. En primera parte la norma detalla aquellos principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventario de GEI enfocado en compañías y organizaciones, así como su respectivo informe acerca de estos gases.

La metodología se compone de 5 fases las cuales son definición de límites (organizacionales y operativos), selección de año base, identificación de emisiones, cuantificación de emisiones y por último la entrega de un informe acerca de esos ítems [37], así mismo la metodología se enfoca en generar informes de auditoría interna y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación[38]. Las fases se explican brevemente a continuación.

- **Límites Organizacionales:** Las organizaciones se puede componer de una o más unidades organizacionales en operación o instalación. Los GEI de unidades de Instalación son aquellos que se generan a partir de fuentes instaladas o presentes en la organización mediante un proceso físico que libera estos gases a la atmósfera, Por lo cual los GEI de la unidad organizacional consolidan las emisiones y remociones de los gases efecto invernadero por medio de un enfoque de participación parcial, esto definiendo las emisiones en las cuales la organización ejerce un control directo [38].
- **Límites Operacionales:** Este se refiere a los límites operativos, es decir a las emisiones propias de las funciones de la organización las cuales se clasifican en emisiones Directas, Indirectas y otras emisiones Indirectas o Alcance 1, 2 y 3.
- **Elección Año Base:** Con el fin de un seguimiento continuo la metodología propone intervalos anuales. El año base o año objetivo se enfoca en la comparación significativa y consciente a través del tiempo, se basa en la fijación de un punto de partida objetiva de cálculo diagnóstico de emisiones de GEI en un año específico con el fin de comparar las emisiones Actuales.

El año base u objetivo se puede recalcular varias veces esto obedeciendo a cambios en la operación o instalación de nuevos equipos así como cambios propios de la organización.

- **Identificación y Cálculo GEI:** Definido los límites organizaciones y operaciones de una organización se sigue con el cálculo utilizando estos pasos [38].

- Identificación de emisiones de GEI
- Selección de método de cálculo
- Recolección de datos sobre actividades de GEI y elección de factores de emisión
- Cálculo de las emisiones

GHG PROTOCOL

Es una herramienta de contabilidad proporcionada por el marco de contabilidad de las GEI, igual que muchos inventarios de GEI este ofrece una gran oportunidad para su aplicación en forma escalable en países subdesarrollados, ONG, Agencias gubernamentales e incluso centros educativos como lo son las universidades, es una herramienta de gestión muy aceptada internacionalmente que ayuda a las empresas en el tema de posicionamiento de marca y a la toma de decisiones acerca del cambio climático [39].

Esta metodología permite 1; Delimitar las fuentes de emisiones directas e indirectas, 2; Mejorar el reporte de información mediante un informe corporativo, 3; Proveer datos útiles para definir políticas o planes en relación al cambio climático y metodologías organizacionales [39].

La GHG Protocolo se basa en principios como lo son la Relevancia, Integridad, Consistencia, Transparencia y Precisión.

GUÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA (PIGA)

Desarrollado bajo los lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático – PNACC, y enfocado en un plan distrital para la ciudad de Bogotá D.C., se promueve la guía para el cálculo de la huella de carbono en el sector público distrital de la ciudad, con el fin de de generar prácticas sostenibles en la ciudad.

Esta metodología se desarrolla bajo los lineamientos de la GHG PROTOCOL, la norma ISO 14006 del 2006, que como bien mencionado anteriormente estas son las más reconocidas y avaladas internacionalmente, de igual manera se integra la Matriz para el Mecanismo para Mitigación Voluntaria de GEI en Colombia (MVC)[40]. Con dicha metodología se pretende la identificación de los puntos críticos distritales de mayor emisión, esto con el fin de efectuar seguimiento a las estrategias de mitigación y compensación implementadas por el distrito.

Esta metodología se ejecuta en 5 fases, las cuales son;

- **Definiciones de alcance de la huella de carbono:** Se realiza el análisis de las instalaciones de la identidad y sus sedes dispersas, con el fin de definir

el alcance del cálculo de la huella de carbono, así como la identificación de las emisiones asociadas a las actividades de la entidad.

- **Recopilación datos directos e indirectos:** Se recopilan los datos de actividades asociadas al consumo energético, uso de medio de transporte, etc y los factores de emisión. Estos datos deben ser basados en los principios del GHG Protocol.
- **Cuantificación de las emisiones:** Con respecto a la información recopilada, se genera una relación de los datos y los factores de emisión establecidos para cada alcance determinado.
- **Análisis de resultados y conclusiones:** Los datos resultantes se analizan con el fin de determinar la importancia de estos en los procesos de la entidad, con la información de las actividades e equipos o unidades que generan mayor emisión de GEI, se establecen medidas respectivas de control.
- **Estrategias de mitigación y/o compensación:** Ya calculada la huella institucional se sugieren estrategias enfocadas en la reducción y/o compensar dichas emisiones.[40]

3.3. EMISIONES ACTUALES DEL PAÍS

A la fecha el inventario de GEI en Colombia establece que al año 2012 se emitieron 258 Millones de toneladas de CO₂ equivalente, teniendo un crecimiento de más de 15% (35 millones de toneladas de CO₂ equivalentes) en un periodo de 20 años, pasando 245 Mton en el año 90 a 281.5 Mton en el año 2010 [41], con respecto a este cálculo se informó que los dos sectores que más aportan GEI son el sector de la agricultura, silvicultura (43% y la generación de energía (44%). Para el año 2012 [42].

3.3.1. ENERGÍA

En el año 2012 el aporte por parte de sector energético era de un 32% (71.210 Gg de CO₂ eq) de las cuales el 84% correspondía a emisiones por quema de combustibles fósiles, así mismo un 14% de dichas emisiones eran emisiones fugitivas las cuales se derivan de actividades de minería del carbón y la extracción y procesamiento de petróleo y gas ya por último el 2% restante era aportado en emisiones de N₂ el cual era netamente quema de combustibles [43].

Para el año 2012 el aporte por el sector energético incremento a un 44% de los cuales el 38,3 % correspondía a la actividad del transporte, ya sea terrestre (32,6%) o aéreo y ferrocarril (5,7%). 23,1% en la generación energética, siendo las centrales térmicas las que más aportan con un 9,7% [42].

3.3.2. AGRÍCOLA Y SILVICULTURA

Para el 2010 la agricultura era el sector que más aportaba en la generación de GEI con un 58% de participación (130.341 Gg de CO₂ eq), de los cuales el 67% correspondía a el cambio de Stock de carbón generado por el cambio de uso del suelo, un 19% se daba gracias a la fermentación entérica y gestión del estiércol. El 14% se aportaba en N₂ arrojado por la misma gestión al estiércol [42]. Para el año 2012 el sector agrícola aportó el 43% de la generación de GEI del país siendo el 36,1% de estos gases el cambio de bosques naturales a pastizales para el pastoreo y alimento de ganado. La fermentación epidérmica por el sector Bovino aportó el 27,6% del cual el 1,2% pertenece solo a la generación fuera del sector pecuario [43].

4. MARCO CONTEXTUAL

4.1. UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

La Universidad Santo Tomás es una institución prestadora de servicios de educación superior, de carácter privado con presencia a nivel nacional, la cual se encuentra sujeta a inspección y vigilancia por medio de la ley 1740 de 2014 y la ley 30 de 1992 del Ministerio de Educación de Colombia[44], es la primera universidad privada con presencia nacional en recibir la Acreditación Institucional de Alta Calidad Multicampus (Re acreditando en alta calidad a la sede de Bogotá, la Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia y acreditando en alta calidad a las sedes de Bucaramanga, Medellín, Tunja y Villavicencio) [44] así como la acreditación internacional otorgada por el IAC en el año 2019 [45], tiene presencia a nivel nacional en 5 ciudades así como los 25 CAU a lo largo del país.

4.1.1. UNIDAD DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD UNIVERSITARIA

La unidad académica adscrita a la Vicerrectoría Académica General se creó mediante el acuerdo del consejo superior de la USTA, esta tiene como algunas de sus funciones principales la gestión ambiental de la universidad, así como liderar los procesos de acreditación de los diferentes programas universitarios, se encarga de manejar auditorías tanto internas como externas en el pro de la gestión de la calidad y mejora continua de la USTA. [45]

GESTIÓN AMBIENTAL

El sistema de Gestión Ambiental de la USTA tiene como objetivo principal la promoción de la cultura ambiental en la institución educativa, esto basado en la visión universitaria al 2027 de ser una universidad ambientalmente sustentable. Esta es incluida como un componente del Sistema Institucional de Seguridad de la Calidad a cargo de la UGICU.

La política ambiental de la Universidad busca en primera instancia fortalecer la inclusión de la dimensión ambiental en todas las funciones de la universidad, reducir el consumo energético y de agua, así como el consumo responsable de los insumos y materias primas, entre otras acciones de mejora continua del ámbito ambiental [45].

5. MARCO CONCEPTUAL

CO2 equivalente (CO2-eq): Unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los 6 gases efecto invernadero, expresado en términos del PCG de una unidad de dióxido de carbono. Se utiliza para evaluar la liberación (o evitar la liberación) de diferentes GEI contra un común denominador. [1]

COMBUSTIÓN FIJA: Quema de combustibles para generar electricidad, vapor, calor o energía en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, etc. [1]

COMBUSTIÓN MÓVIL: Quema de combustibles por parte de vehículos automotores, ferrocarriles, aeronaves, embarcaciones u otro equipo móvil. [1]

EMISIONES DIRECTAS: Emisiones provenientes de fuentes que son propiedad o están bajo control de la empresa que reporta. [1]

EMISIONES INDIRECTAS: Emisiones que son consecuencia de las operaciones de la empresa que reporta, pero que ocurren a partir de fuentes que son propiedad o están bajo control de otras empresas. [1]

FACTOR DE EMISIÓN: Factor que permite estimar emisiones de GEI a partir de los datos de actividades disponibles (como toneladas de combustible consumido, toneladas de producto producido) y las emisiones totales de GEI. [1]

GASES EFECTO INVERNADERO (GEI): Componentes gaseosos que se encuentran en la atmósfera y su origen es natural y antrópico. Los GEI son los 6 gases que están listados en el Protocolo de Kioto: bióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocarbonos (HFCs); perfluorocarbonos (PFCs); y hexafluoruro de azufre (SF₆). [1]

HUELLA DE CARBONO: Es la cantidad de Gases Efecto Invernadero emitidos a la atmósfera por efecto directo o indirecto de un individuo, organización o evento.[1]

POTENCIA DE CALENTAMIENTO GLOBAL - PCG: Factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una unidad con base en la masa de un GEI determinado, con relación a la unidad equivalente de dióxido de carbono en un periodo determinado. [1]

INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: Una lista cuantificada de las fuentes y emisiones de GEI de una ciudad. [1]

6. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

En la pasantía se realizaron diversas actividades netas de un proceso laboral, en las cuales algunas fueron inspecciones de cuartos de almacenamiento con la realización del informe correspondiente. Igualmente se apoyó en la depuración de información acerca de la gestión ambiental institucional, y se acompañaron de manera constante diversas actividades académicas, se realizó la actualización del micro sitio de la UGICU, entre otras actividades. Como proyecto se realizó el levantamiento de información para el cálculo de la huella de carbono de la sede Bogotá y se consolidó la información enviada por las demás sedes y seccionales del país, para posteriormente realizar el cálculo de la huella para el 2018.

6.1. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto de pasantía basó su proceso metodológico en los lineamientos de la Greenhouse Gas Protocol Corporation Standard (2002) y la norma ISO 14067, desarrollando el proceso en las siguientes fases.

Fase 1 Caracterización de la Universidad como compañía: En comienzo, se realizó una recolección de información de las actividades ejecutadas por la USTA, para publicarla en el micro sitio de la UGICU, en esta recolección de información se describió tanto la naturaleza de las actividades de la Universidad, como el desarrollo de la gestión ambiental que la sede principal ha venido realizando, los procesos de acreditación tanto institucional, en general, como de los diferentes programas académicos de la Santo Tomás.

Con respecto al periodo determinado para el conteo de GEI, se identificó que la USTA había realizado este proceso por primera vez en el año 2017, tomando este periodo como año base, y de manera que se pudiera tener una trazabilidad con respecto a la gestión de dichos gases, se acordó realizar una anual, de tal manera que el período de análisis de estas emisiones objeto de esta pasantía cubrió el período comprendido entre el mes de enero hasta finalizar en diciembre de 2018.

Fase 2 Diagnóstico de cada sede objeto de análisis de la Universidad: Para el inventario de emisiones GEI se realizó una recolección y análisis de información a manera de solicitud a las sedes de la universidad (Anexo A), en este se solicitaba a las Seccionales de Bucaramanga y Tunja y las Sedes de Villavicencio y Medellín, la información acerca del número de estudiantes, docentes y administrativos, así como del área de la Universidad y el área construida, al igual que una leve descripción de las actividades que se realizan en la sede, el consumo de combustible de equipos estacionarios, vehículos, el uso de equipos de refrigeración, el uso de fertilizantes, consumo de energía, vuelos realizados, consumo de papel y el aporte de emisiones por manejo de residuos sólidos generados, las cuales fueron las principales fuentes de emisión tenidas en cuenta.

De Acuerdo a las reuniones realizadas entre las sedes, para futuros inventario no se tuvieron en cuenta el uso de transporte terciario ni la cuantificación de la generación de residuos ordinarios (información opcional debido a temas de logísticos de obtención de información por determinadas sedes). Sin embargo, si se tuvo en cuenta la reducción por separación en fuente y recuperación del material reciclado.

La recolección de la información se realizó de igual manera en todas las sedes y seccionales a través de un Excel elaborado específicamente para facilitar la consolidación de la misma. La información enviada por las Sedes y Seccionales fue centralizada en la UGICU de la Sede Principal Bogotá, donde se desarrolló esta pasantía, para su unificación y análisis correspondiente.

Para determinar la población universitaria se revisaron las matrículas por semestre, así como el número total de docentes y administrativos reportados en el Boletín Estadístico de la Universidad para el año 2018 segundo semestre, el cual reportó los dato de la tabla 5 ubicada en el capítulo 7.2.2, el área construida, así como los recibos de luz, agua, gas y la adquisición de refrigerantes y extintores fueron entregados directamente por el Departamento de Planta Física dela Universidad. De igual forma, la información del consumo de combustibles por equipos fue reportada por las Facultades responsables del mismo o por el área de mantenimiento de cada sede y seccional.

El total de vuelos realizados durante el 2018 fue reportado por los departamentos de Sindicatura o Rectoría de las Sedes y Seccionales. De igual forma, los datos relacionados con el consumo de insumos de impresión se obtuvieron a través de la información entregada por los Departamentos de Adquisiciones y Suministros. Finalmente, las sedes y seccionales reportaron desde las áreas responsables de gestión ambiental la cantidad de residuos aprovechables generados por sus actividades.

Fase 3 Identificación de factores de emisión: En la selección de los factores de emisión se tuvo en cuenta la naturaleza de las fuentes de emisión que se identificaron en general en cada Sede y Seccional y DUAD, la veracidad de la información entre otros principios estipulados en la metodología ISO 14067 y el GHG Protocol, cabe resaltar que a manera de hacer el ejercicio replicable y más exacto algunas de las fuentes se encuentran ya incorporadas en herramientas de cálculo explicadas en el capítulo 7.1.1. Que se usaron en este ejercicio. La mayoría de las fuentes se buscaron en artículos científicos, así como informes realizados por compañías dedicadas a hacer este ejercicio, los artículos se encontraron en bases de datos que la USTA proporcionó. Las fuentes de emisión y herramientas de cálculo esta explicadas en el apartado 7.1.1. De este documento.

Fase 4 Definir estados de información: Una vez que la totalidad de las Sedes, Seccionales y DUAD entregaron el formato de información diligenciada, se procedió a revisar la matriz de cada una de ellas, solicitando completar o aclarar la

información si hacía falta o en caso de que esta no tuviera claridad, solicitar soportes de información en dado caso de que está fuera de alta relevancia, para la respectiva evaluación documental.

Una vez revisados los indicadores (Tabla 1,2,3) de cada matriz, se organizaron los datos, consolidándose en una sola matriz (ANEXO B) para proceder a generar el cálculo de los GEI, los cuales tienen los siguientes indicadores por cada alcance.

Con respecto al alcance 3 en el cual las fuentes son externas a la universidad, esta información se entrega a través de proveedores, los cuales suministran información al departamento respectivo, el cual depura la información y luego esta es suministrada a la Unidad de Gestión y de Calidad Universitaria

Tabla 1: Alcance 1 indicadores

Alcance 1						
Combustibles	Combustible	Cantidad	Unidad	Conversión	Factor	kg CO ₂ eq
Refrigerante						
extintores	Contenido	# Extintores	Peso extintor	Peso neto	Factor	kg CO ₂ eq
Fertilizantes	Contenido	Cantidad	unidades	Factor		kg CO ₂ eq

Autor: Propio

Tabla 2: Alcance 2 indicadores

Alcance 2					
Energía Eléctrica	Factura	kw/h	Mes	Factor	kg CO ₂ eq
	Total kg Co2 eq				

Autor: Propio

Tabla 3: Alcance 3 indicadores

Alcance 3								
Vuelos	Origen	Aeropuerto	Destino	Aeropuerto	Clase	Conexión	# de personas	kg CO ₂ eq
Papel	Tipo de papel	Tamaño	Cantidad	Unidades	Factor		kg CO ₂ eq	
Residuos	Aprovechables	Cantidad	factor	kg CO ₂ eq evitado	Generados	Cantidad	Factor	kg CO ₂ eq

Autor: Propio

Fase 5 Cálculo de la huella de carbono: Con respecto al inventario se utilizó una metodología basada en el Estándar Corporativo del Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG Protocol Corporate Standard) la cual aportan principios esenciales para la cuantificación de dichos gases. Los principales principios son la relevancia al momento de seleccionar la información son, la transparencia al momento de entregar la información exigida por parte de las organizaciones que se evalúan, la coherencia en selección de factores de emisión, la precisión al momento de realizar los cálculos y lo más importante, aportando por la norma NTC ISO 14067 la verificabilidad y réplica del ejercicio. Una vez organizados los datos en una matriz única, se calcula la emisión de GEI usando el factor de emisión correspondiente a cada emisión, debido a la complejidad de algunas emisiones fue necesario la

utilización de calculadoras que reemplazan factores de emisión de dichos GEI. Estas herramientas de cálculo o calculadores se explican en el apartado 7.1.1. Del siguiente capítulo.

La determinación de las emisiones fugitivas de gases refrigerantes, se determinaron por medio de la bibliografía, en la cual determina un porcentaje de emisiones por el tipo de tecnología, así como la utilización de factores y la herramienta de cálculo.

Una parte importante de los resultados es la comparación por indicador de gestión individual, ya que cada sede maneja un unas condiciones ambientales, culturales y propias de la práctica de enseñanza, se determina las emisiones aportadas por la población estudiantil, docentes (excluyendo docentes de cátedra) y administrativos.

Fase 6 Propositiones de buenas prácticas ambientales: De acuerdo a los resultados obtenidos en el conteo de estos gases y comparando los resultados con el año anterior, se procedió a identificar cuáles fueron las áreas o fuentes de emisión que tuvieron una mejora en el sentido de reducción de generación de GEI, así como las que incrementaron sus emisiones, una vez identificadas estas áreas, se realizaron una serie de sugerencias de buenas prácticas a manera disminuir dichas emisiones, así como resaltar cuáles fueron las gestiones que ayudaron a disminuir estos gases.

7. RESULTADOS

7.1. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN A TRAVÉS DE FUENTES CONFIABLES Y ACTUALIZADAS AL AÑO 2018

Las emisiones de GEI asociadas al desarrollo de una actividad se clasifican en directas o indirectas, teniendo en cuenta esa clasificación se pueden definir los alcances de la cuantificación de dichos gases, según las emisiones aportadas por la Universidad se determinaron 3 alcances, los cuales son los mismos que recomienda el GHG Protocol. Los siguientes alcances fueron usados en todas las sedes de la USTA, exceptuando la DUAD en la cual solo se tuvo en cuenta el alcance 2

Alcance 1. Emisiones Directas: se incluyen las emisiones que proceden de fuentes que se controlan o son de la propiedad de la Santo Tomás, como los son plantas de energía, equipos estacionarios consumidores de combustible, vehículos propiedad de la USTA, el uso de gases refrigerantes (Extintores, aire Acondicionado y equipos de refrigeración) y las emisiones asociadas al uso de fertilizantes o abono, en todas y cada una de las sedes analizadas.

Alcance 2. Emisiones Indirectas Consumo Energético: Se comprende como las emisiones generadas indirectamente que se derivan del consumo eléctrico o la adquisición de dicho servicio, estas emisiones son producidas físicamente en las instalaciones donde la electricidad se genera, dichas instalaciones son diferentes a la universidad, más por la adquisición de este servicio se tiene en cuenta sus emisiones al momento de realizar la cuantificación teniendo como base los recibos de consumo.

Alcance 3. Otras emisiones indirectas: Se incluyen otras emisiones de carácter indirecto las cuales se asocian a viajes, consumo de papel en oficinas, generación de residuos y la forma en que estos se disponen (lo cual implica la gestión que se le dan a los residuos no aprovechables), a diferencia de los otros alcances este tiene una fuente que evita la emisión la cual es la generación de material aprovechable la cual por gestión de recuperación se evitan las emisiones que de ser entregadas para disposición en relleno sanitario se emitiría.

7.1.1. FACTORES DE EMISIÓN

Como se mencionó en el capítulo cuatro la fase 3 del desarrollo de la pasantía fue la identificación de los factores de emisión, esta se realizó a través de búsqueda de documentación y otros entregados por entidades públicas, como la emisión de combustibles, ya usados para el cálculo del año anterior, los siguientes son los factores, calculadoras y herramientas que se usaron en el desarrollo del proyecto.

FECOC (2016): Los Factores de Emisión de Combustibles colombianos (FECOC) es el cálculo de los factores de emisión de los combustibles nacionales, dicho

cálculo se realizó por parte de la Unidad de Planeación Energética UPME y se estipuló a partir del análisis estequiométrico y sumado con el poder calorífico calculado de cada combustible utilizado en el territorio nacional [49]. Este ejercicio fue actualizado y publicado al año 2016.[50]

RAC Tools (2015): La Herramienta de Refrigeración y Aire acondicionado desarrollada por la Greenhouse Gas Protocol es una de las múltiples herramientas que éste ha desarrollado para la cuantificación de los GEI, esta herramienta cálculo las emisiones de Hidrofluorocarbonos (HFC) y Perfluorocarbonos (PFC) de la fabricación, servicio y eliminación de los equipos de refrigeración, esta herramienta ofrece tres tipos de enfoque, el primero para la fabricación de dichos equipos, el segundo para el uso de dichos equipos y el tercero es una herramienta para que las empresas identifiquen si es necesario el cambio del equipo, adicionalmente se encuentran los factores de emisión de los refrigerantes más comunes usados por los equipos RAC, así como los gases contenidos en extintores [51].

International Energy Agency (2011): La agencia internacional de energía es una organización internacional creada por la Organización para la Comercio y el Desarrollo Económico (OCDE) en 1974, esta funciona a modo de consejero de la política energética de los estados miembros de la OCDE, para el año 2011 realizó un informe titulado *CO2 emissions per kWh from electricity and heat generation*, en el cual se proporcionaron los factores de emisión de algunos países productores de energía eléctrica, esto basado en la forma en que se generaba y distribuía dicha energía[52].

ICAO Carbon Emissions Calculator (2017): La calculadora desarrollada por Organización de Aviación Internacional OACI la cual es una organización anexa a las naciones unidas la cual se encarga de velar por la aplicación del Convenio sobre Aviación Civil Internacional [51], esta calculadora es de libre acceso fue publicada en el año 2017 y solo se requiere de un mínimo de información para su uso, la metodología aplicada para esta calculadora comprende datos públicos acerca de la industria de la aviación, así mismo tiene en cuenta factores como el tipo de aeronave, datos de ruta, factores de cargas de pasajeros y las cargas transportadas promedio de estos [53].

Aire (2017): Es una herramienta de software desarrollada para el cálculo de la huella de carbono de los productos, servicios y proyectos utilizando un enfoque de ciclo de vida, este software basa su metodología en la ISO 14067 y además usa la base de datos Ecoinvent 3,5 que es una base de datos de metodología de ciclos de vida, así como de datos de factores de emisión, potencia calorífica de combustibles, de igual forma tiene datos de temas ambientales de las diferentes industrias del mundo.

WARM (2019): El Waste Reduction Model (WARM) es una herramienta de cálculo desarrollada por la Environmental Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos, dicha calculadora desarrollada y aplicada en el 2012 cuantifica las emisiones de

GEI de la práctica de gestión de residuos básica así mismo como la reducción de la generación de los GEI por el reciclaje, esto basado en datos de tipo de material generado[53] al año 2019 lanzó la versión 15 [54], la cual es la usada para La cuantificación de los GEI de la Universidad Santo Tomás. Se hace la salvedad de que el uso de esta herramienta de cálculo es determinada gracias a la función de generalidad que tiene dentro de la misma, lo cual permite realizar un cálculo genérico, con promedios estadísticos dados por la EPA.

En la Tabla 4 se puede observar la distribución de las herramientas de cálculo y factores de emisión por alcance e ítem.

Tabla 4: Fuentes de emisión y Calculadoras por ítem.

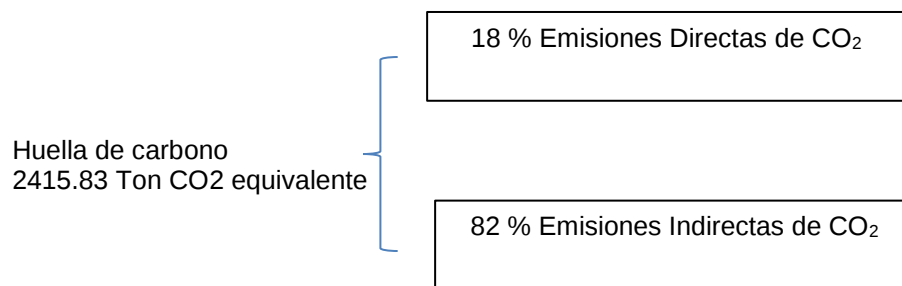
Alcance	Item	Fuente	Factor de emisión	Calculadora	Año
1	Combustibles	FECOC	X		2016
	Refrigerantes	RAC Tools		X	2015
	Extintores				
	Fertilizantes	A.ire		X	2017
2	Energía	International Energy Agency	X		2011
3	vuelos	ICAO Carbon Emissions Calculator		X	2017
	Papel	A.ire		X	2017
	residuos reciclados	WARM		X	2019
	Residuos generados				

Autor: Propio

7.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DIRECTAS E INDIRECTAS CON RESPECTO A LOS ALCANCES ESTIPULADOS

La huella de carbono para el año 2018 de la Universidad Santo Tomás registró un total de **2415.83 Ton CO₂ equivalente**, éstas se dividen en emisiones directas e indirectas, las emisiones directas (alcance 1) son aquellas que la universidad genera directamente entre las que se destacan, la quema de combustibles, la fuga de gases refrigerantes y la emisiones por uso de fertilizantes y extintores, mientras que las emisiones indirectas son aquellas que se generan en consecuencia del funcionamiento normal de la USTA, como consumo de energía, generación de residuos, vuelos corporativos, entre otras; sin embargo la USTA no tiene un control directo sobre estas emisiones. En la gráfica 4 se observa el porcentaje por cada fuente de emisión.

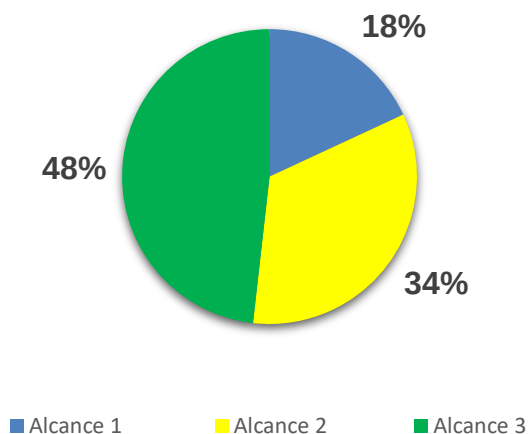
Gráfica 4: Porcentaje de emisiones directas e indirectas



Autor: Propio

En la gráfica 5 se puede observar el porcentaje de emisiones por cada uno de los alcances estipulados observando que el 48% hace referencia al alcance 3, 34% alcance 2 y 18% al alcance 1.

Gráfica 5: Distribución de emisiones por alcance



Autor: Propio

En la tabla 4 se puede ver la distribución de las emisiones de GEI por cada indicador, que la universidad Santo Tomás presenta en sus actividades cotidianas para el año 2018, de los indicadores los que más resaltan son los vuelos que constituyen 45.49%, el consumo energético (31.86%), y consumo de combustibles 10.51% del total de las emisiones de la universidad.

Tabla 5: Emisiones de GEI 2018

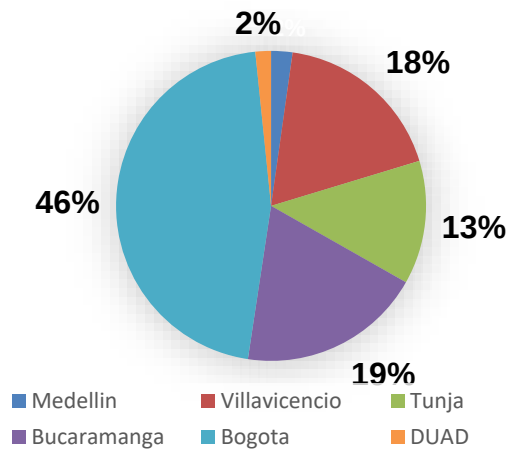
Emisiones de Gases Efecto Invernadero 2018			
Alcance	Indicadores	Ton CO2 eq	% Al total
Alcance 1: Emisiones Directas	Combustibles	268,51	10,51
	Refrigerantes	59,21	2,32
	Extintores	0,41	0,02
	Fertilizantes	108,80	4,50
	Total Alcance 1	436,93	18,09
Alcance 2: Emisiones Indirectas Consumo Energético	Energía	814,24	33,7
	Total Alcance 2	814,24	33,7
Alcance 3: Otras Emisiones Indirectas	vuelos	1162,64	48,13
	Papel	26,66	1,1
	residuos reciclados	-29,73	-1,23
	Residuos generados	5,10	0,21
	Total Alcance 3	1164,67	48,21

Autor: Propio

7.2.1. RESULTADO POR SEDES

De acuerdo a la contribución de GEI las sedes que presentan mayor porcentaje en emisiones de CO₂ son la sede de Bogotá con 46% debido en gran parte a los vuelos corporativos los cuales aportan el 58% de las emisiones de esta sede. Seguido por la sede de Bucaramanga con 19%, las sedes que contribuyen con el menor porcentaje de emisiones son los diferentes CAU a nivel nacional con 2% y la sede de Medellín con el mismo porcentaje del total de emisiones a nivel nacional, en la gráfica 6 se puede ver la distribución porcentual de los GEI por sede

Gráfica 6: Distribución de emisiones por sede



Autor: Propio

Para el cálculo de la huella de carbono corporativo de la USTA, se tuvieron en cuenta 9 indicadores ya mencionados en la tabla 4 a continuación se puede observar cómo se distribuyen las emisiones de CO₂ equivalente por cada uno de estos indicadores en cada sede. La fuente de emisión con mayor contribución de GEI fueron los vuelos corporativos por parte de la sede Bogotá con una contribución de **647.3 Ton CO₂ equivalente** contribuyendo en un 26.79% de las emisiones de toda la USTA, el desarrollo de múltiples procesos de acreditación, así como el transporte de más de 500 personas en vuelos tanto nacionales como internacionales, para cumplir con actividades académicas, administrativas, de investigación y de proyección social.

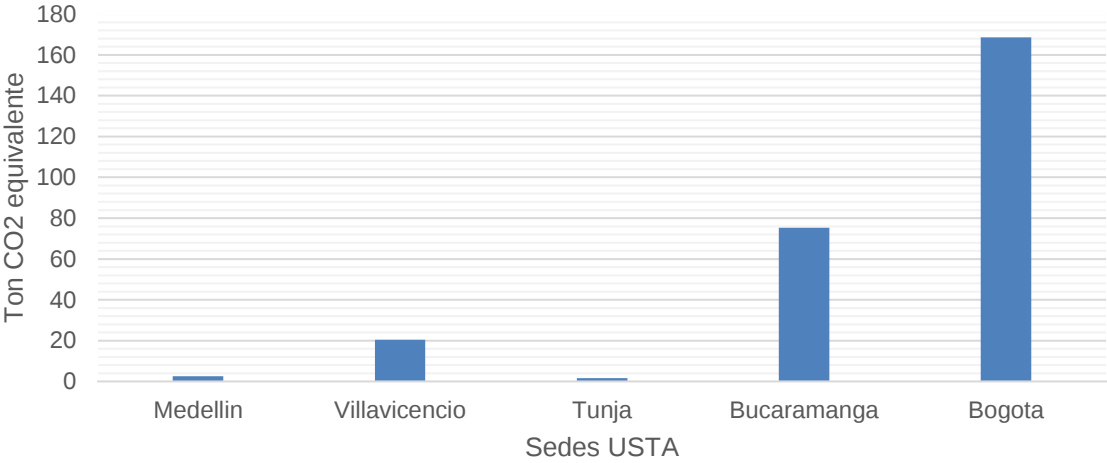
CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Las emisiones por quema de combustibles fósiles en el año 2018 por parte de la USTA fue de 268.51 Ton CO₂ equivalente, siendo la sede de Bogotá (168.56 Ton CO₂ eq) la que más participación tuvo en este indicador, esto debido en gran parte al funcionamiento constante de las calderas calentadores de agua, instaladas en la piscina del campus San Alberto Magno la cual funciona por medio de Gas natural. Lo reportado en cuestión de este combustible por la sede Bogotá fue de 88101m³ en el año 2018.

En segundo lugar, se encuentra la sede de Bucaramanga (75.35 Ton CO₂ eq) siendo la que de 290 Galones de Diésel-B 10 por parte de la planta eléctrica el consumo que mayor contribuyó con esa generación de GEI. En tanto que la sede de Villavicencio generó más de 20 Ton CO₂ eq debido a la quema de 1975 Gal de ACPM, la sede de Tunja y Medellín en conjunto solo reportaron el consumo de

1407.2 Galones de Combustible entre gasolina y diesel. En el gráfico 7 se puede observar las emisiones de CO₂ por Sede.

Gráfica 7: Emisiones de CO₂ por consumo de combustibles

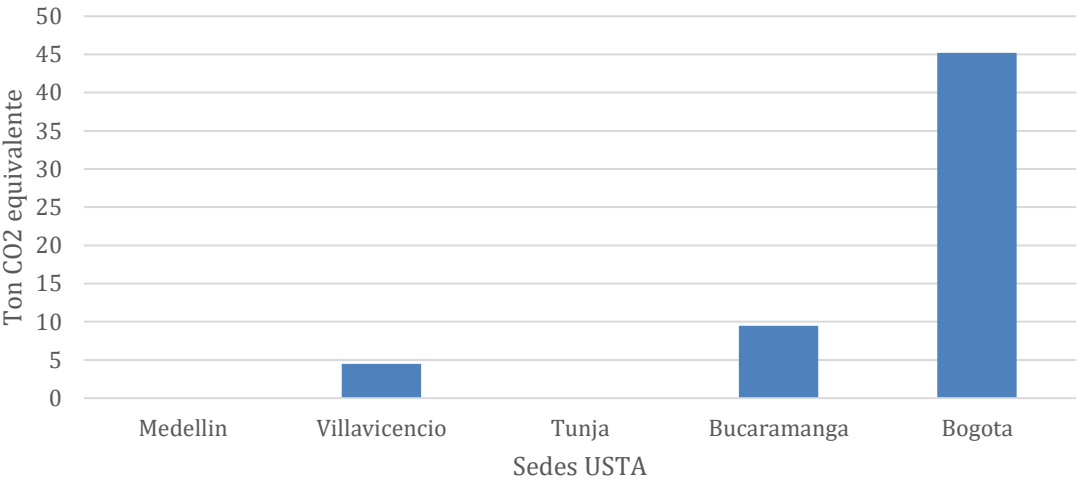


Autor: Propio

Gases fugitivos de refrigerantes

Las emisiones generadas por fugas de gases refrigerantes, en magnitud pueden representar una emisión baja, más estas son tenidas en cuenta debido al potencial de calentamiento que los gases refrigerantes tienen. Con respecto a las emisiones fugitivas por parte de la USTA las sedes de Tunja no tienen equipos de aire acondicionado y la sede de Medellín Adquirieron un único equipo tipo *Minisplit* no generan emisiones fugitivas salvo cuando se realiza reparación, que al año 2018 no ha habido hubo la necesidad de hacer. En la gráfica 8 se puede observar las emisiones fugitivas de gases refrigerantes por cada sede.

Gráfica 8: Emisiones de CO₂ por uso de refrigerantes



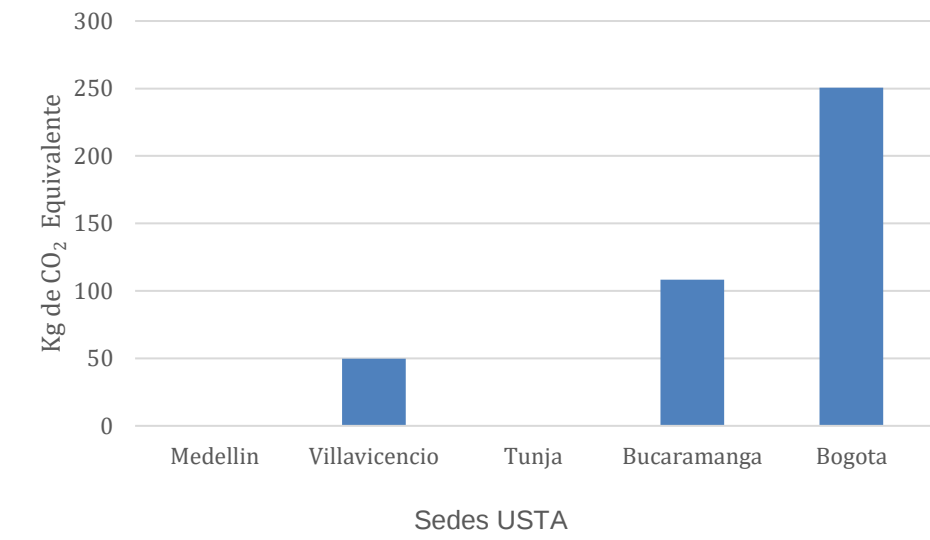
Autor: Propio

En las sedes de Bogotá al momento de realizar el inventario de GEI 2018 no reportaron datos de este indicador, debido a su importancia para el cálculo de la huella de carbono, se tomaron los datos reportados en el año 2017, justificando la no manutención de los equipos de aire acondicionado, la recarga del mismo, o algún tipo de manejo diferente al realizado en el año 2017, razón por la cual al año 2018 es la sede con mayor generación de estos gases, de acuerdo con el comportamiento comparativo en cada una de las sedes.

Emisiones por recarga, utilización y adquisición de extintores

Los extintores son una fuente muy importante en lo que a fuentes de emisión se refiere, según la *Resolución 2749 de diciembre del 2017* la cual reglamenta la utilización o restricción de sustancias agotadoras de carbono dentro de las cuales se encuentran los extintores HCFC 123, por lo cual al año 2018 estos no son tenidos en cuenta debido a su retiro de las instalaciones de los diferentes centros educativos de la USTA. En la gráfica 9 se pueden observar las emisiones en kg/CO₂ equivalente por parte de la utilización recarga o adquisición de extintores.

Gráfica 9: Emisiones de CO₂ por recarga, utilización y adquisición de extintores



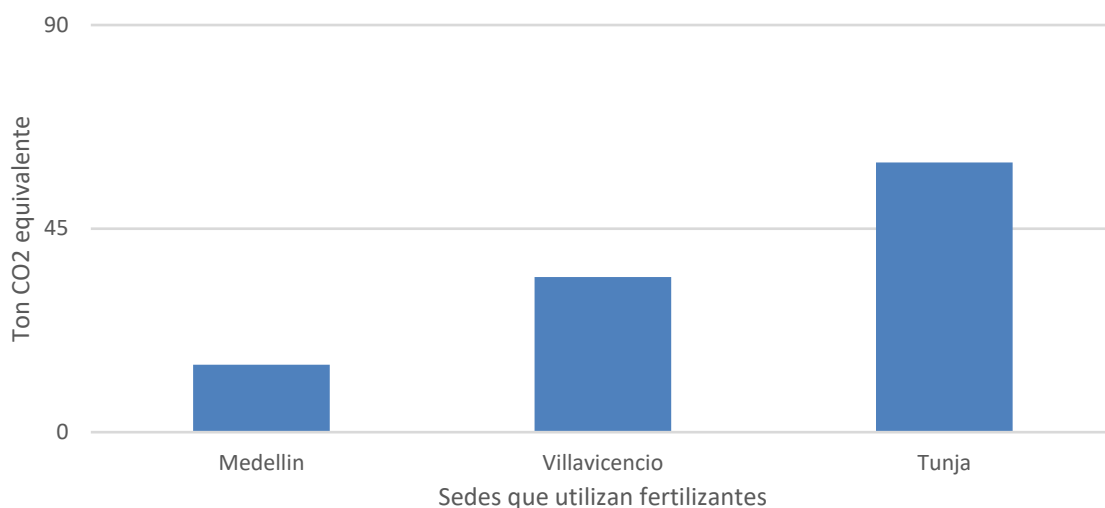
Autor: Propio

Las sedes de Medellín y Tunja reportan la presencia de extintores tipo HCFC 123 (Cloro fluoro carbonados), que por norma no fueron tenidos en cuenta en este inventario, la sede con mayor presencia de extintores con sustancias agotadoras de la capa de ozono es la sede de Bogotá la cual reportó 45 extintores con contenido de CO₂, que cumplen con los lineamientos del protocolo del GREENHOUSE GAS, independientemente que sean o no utilizados.

IMPLEMENTACIÓN DE FERTILIZANTES.

La implementación de ciertos fertilizantes que al contacto con el suelo y en el proceso de absorción de suelo generan una liberación de CO₂ por proceso de descomposición o transformación de sustancias como; Cal ,nitrógeno o Urea son de los que más aportan GEI el proceso de absorción del fertilizante en el suelo, las sedes de Bucaramanga y Bogotá no utilizan estos fertilizantes o en su defecto es despreciable la cantidad utilizada, por otro lado la sede de Tunja aporta 2.47% de GEI por implementación de 200 kg de fertilizante con alto contenido de nitrógeno, en la gráfica 10 se puede observar las tres sedes que en el año 2018 requirieron de fertilizantes en sus complejos.

Gráfica 10: Emisiones de CO₂ por implementación de fertilizantes



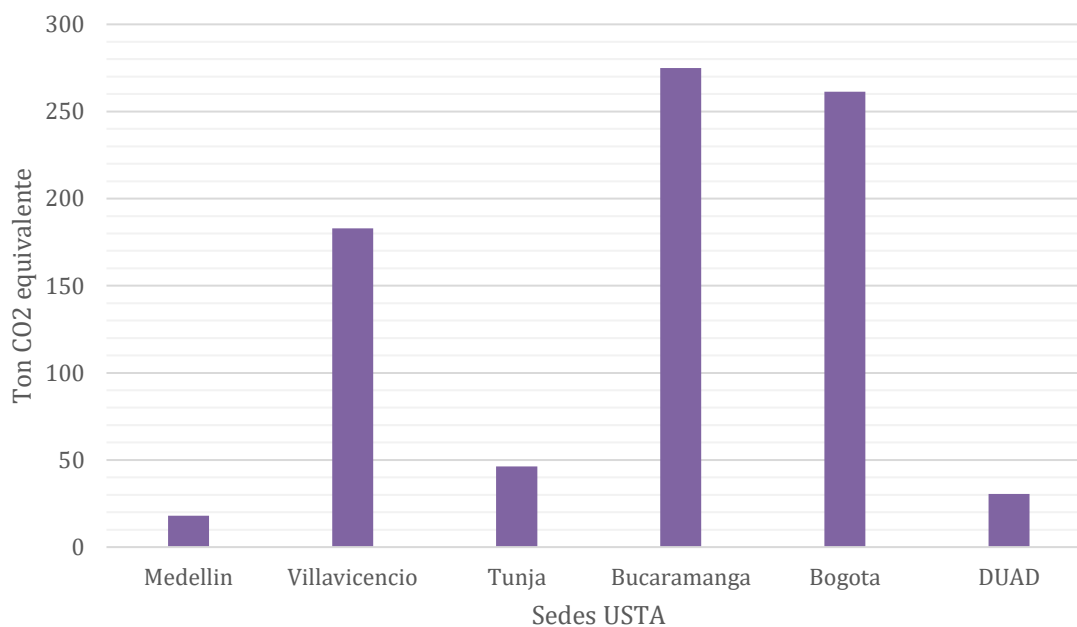
Autor: Propio

CONSUMO ENERGÉTICO

El consumo energético es una fuente de emisión indirecta de la Universidad, y en si abarca la totalidad del Alcance 2. Siendo el consumo energético la segunda actividad con mayor aporte de emisiones (814 Ton CO₂ eq), al inventario del año 2018, se puede determinar que una de las razones principales se enfoca en el hecho de que la División de Educación Abierta y a Distancia (DUAD), debido a su modalidad de enseñanza su único reporte de emisión, es el consumo de energía de los 15 centros de atención universitaria (CAU), entre los que se encuentran Arauca, Armenia, Barranquilla, Cúcuta, Duitama, Facatativá, Ibagué, Manizales, Montería, Neiva, Ocaña, Pasto, Sincelejo, Valledupar, Bogotá y Yopal. en el inventario en general, aunque esto solo aporta aportando el 1.26% de los GEI. Los Centros de Atención Universitaria con mayor consumo energético son Bogotá (77497 kw/h), Montería (63840 Kw/h) y Valledupar (42240 Kw/h).

En la gráfica 11, se puede observar que la sede que aporta mayor cantidad de GEI por el consumo de energía es la sede de Bucaramanga (275 Ton CO₂ eq) debido en gran parte a los equipos de alto consumo utilizados en esta sede tales como consultorios odontológicos, planta de generación de energía eléctrica, así mismo por el gran número de equipos de aire acondicionado. Seguida por la sede de Bogotá la cual aporta aproximadamente el 10.8% de los GEI de la USTA por consumo energético, ya que las actividades académicas se desarrollan en un horario de 6 am a 10 pm, con un uso constante de equipos de laboratorio, video beam, luz eléctrica, equipos de cómputos, recarga de teléfonos celulares, entre otros.

Gráfica 11: Emisiones de CO₂ debido al consumo energético



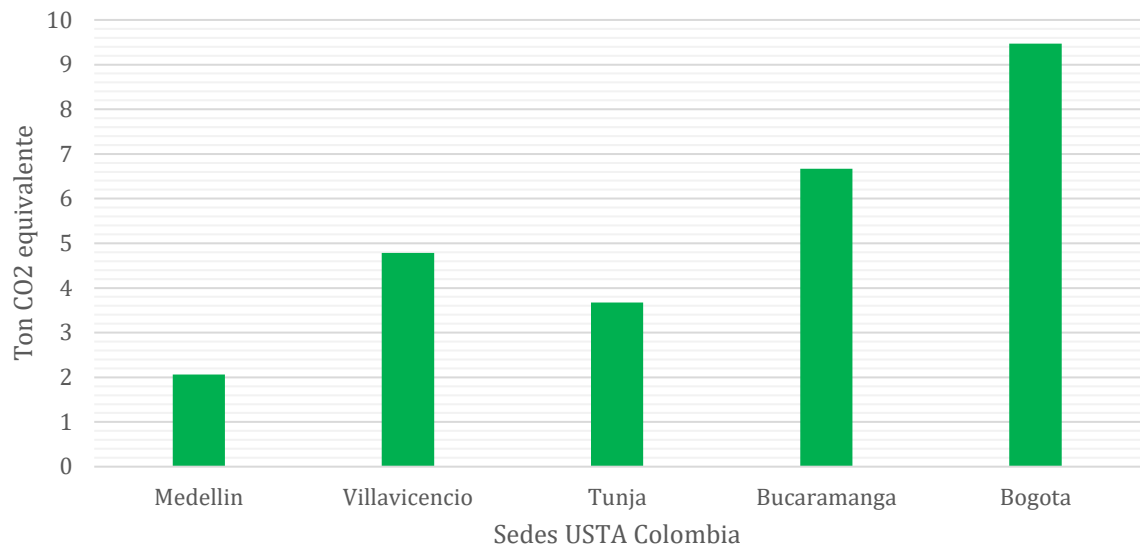
Autor: Propio

Elementos de impresión

Con respecto a los insumos de impresión, no solo se tuvieron en cuenta las resmas utilizadas, sino también el papel utilizado para afiches publicitarios provenientes de actividades académicas, de investigación, de proyección social y de promoción universitaria, y otras actividades de las cuales se haya utilizado papel en el año 2018.

El papel utilizado por la Universidad Santo Tomás, es de 10.13 Toneladas y el carbono asociado a la producción y utilización de éste es de 26.7 Ton CO₂ eq, en la figura 11 se muestra la cantidad de CO₂ emitido por cada sede en el consumo de papel, se puede observar que con 35,5% Bogotá es la sede que más aporta GEI en términos de consumo de papel, seguida por Bucaramanga (25%), Tunja (13.7%), Villavicencio (17.9%) y Medellín (7.38%).

Gráfica 12: Emisiones de CO₂ insumos de impresión

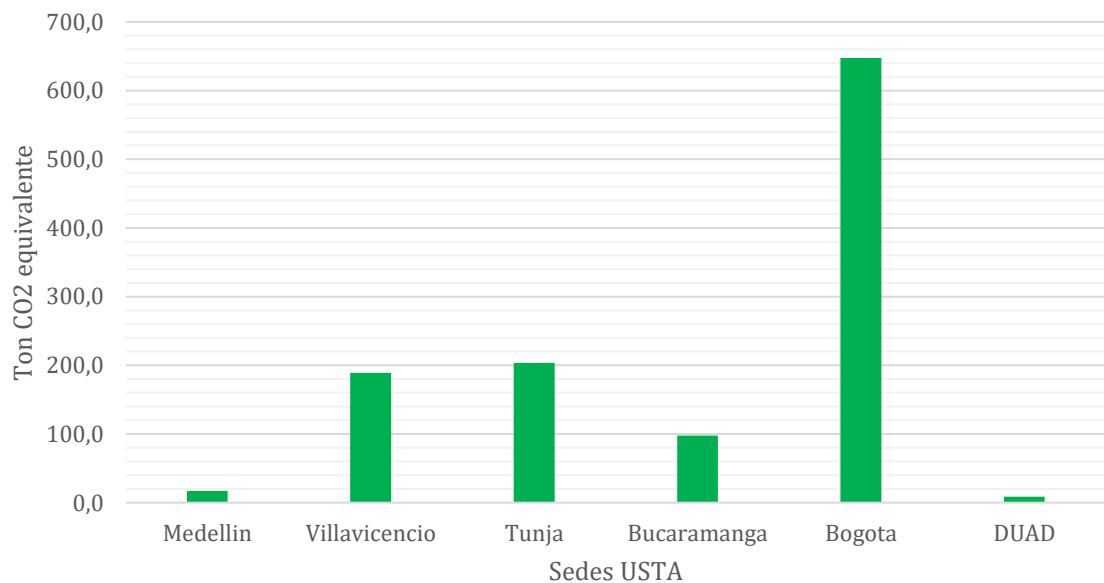


Autor: Propio

Vuelos

Las emisiones asociadas a los vuelos corporativos en el año 2018 generaron un total aproximado de 1163 Ton CO₂ eq, aportando el 48.13% de las emisiones de GEI de la USTA. En la gráfica 13 se presenta el aporte de cada sede por vuelos corporativos. Las sedes con mayor generación fueron la sede de Bogotá (647.3 Ton CO₂ eq) y Tunja (203.2 Ton CO₂ eq), los CAU y la sede de Medellín solo aportaron el 2% de las emisiones de vuelos corporativos.

Gráfica 13: Emisiones de CO₂ por vuelos corporativos



Autor: Propio

APROVECHAMIENTO Y GENERACIÓN DE RESIDUOS

El aprovechamiento de residuos sólidos a través del reciclaje evitó durante el año 2018 la generación de 30 Ton CO₂ eq en el inventario GEI. Con 27,73 Ton recuperadas, siendo la sede de Bogotá la que más contribuyó impidiendo la generación del 1% de los GEI por esta gestión. En la gráfica 14 se puede observar las emisiones asociadas a la generación de residuos por sedes en relación con las evitadas por el reciclaje, siendo el color verde oscuro las emisiones que la disposición de residuos, en relleno sanitario, incineración entre otros, el color verde claro expresa las emisiones evitadas por acción del reciclaje de residuos.

Gráfica 14: Emisiones de CO₂ por vuelos corporativos



Autor: Propio

Con respecto a la generación de residuos la sede de Villavicencio desechó 44,5 Toneladas de desechos de los cuales se dispusieron en relleno sanitario, las sedes de Bogotá y Tunja desecharon 640 kg y 458,6 kg de desechos respectivamente lo que en términos de Ton CO₂ eq se hace casi despreciable en el reporte del ANEXO B de cada sede.

7.2.2. INDICADORES DE GESTIÓN INDIVIDUAL GENERAL, POR SEDE Y SECCIONAL

Basándose en las emisiones totales para el año 2018 de la Universidad Santo Tomás, se presentan los siguientes indicadores de gestión teniendo en cuenta la población Universitaria (tabla 5), dividida en el número de estudiantes, administrativos y docentes.

Tabla 5: Población Universidad Santo Tomás 2018

Población USTA 2018							
	Bogotá	Bucaramanga	Tunja	Medellín	Villavicencio	DUAD	Total Multicampus
Estudiantes	11102	5991	4270	544	3486	5307	30700
Docentes	967	591	321	81	244	264	2468
Administrativos	553	569	208	61	135	170	1696
Total Sedes	12622	7151	4799	686	3865	5741	34864

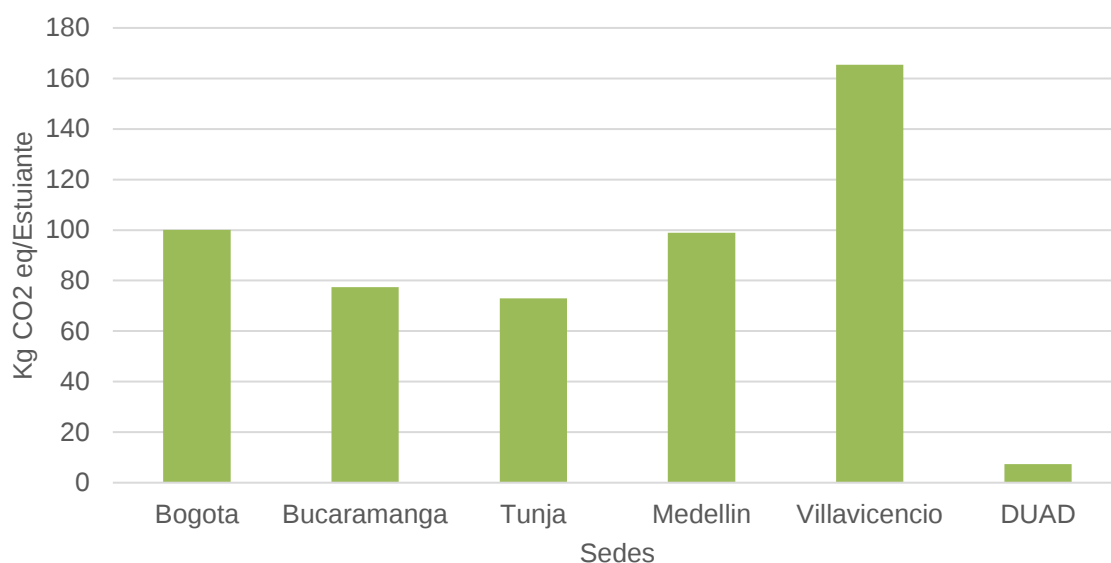
Autor: Elaboración propia - Fuente Boletín Estadístico 2018

Con el fin de poder hacer una comparación objetiva entre las sedes, se propone calcular el índice de generación de GEI per-cápita asociado al número total de estudiantes, al número total de administrativos, al número total de docente, y finalmente al total de la población universitaria. Los resultados obtenidos para estos indicadores a nivel nacional son los siguientes: **79 kg CO₂ eq /estudiante, 1424 kg CO₂ eq /administrativo, 979 kg CO₂ eq /docente) y 69 kg CO₂ eq /persona.**

A continuación, se presentan los indicadores de emisión per-cápita por sede y seccional con respecto a la población estudiantil, administrativa y docente y la población total de cada una.

El indicador por estudiante plasmado en la gráfica 15, brinda una comparación entre las 6 sedes y seccionales de la Universidad, se puede observar que las sede con un índice mayor de emisión de GEI per cápita, es la sede de Villavicencio (165,36 kg CO₂ eq /persona), seguida por Bogotá (100.08 79 kg CO₂ eq /persona). Las sedes que menor emisión por estudiante resulta ser el conjunto de CAU de la DUAD (7,4 kg CO₂ eq /persona) esto claro, que debido a la modalidad tiene un número muy alto de estudiantes sin la necesidad de requerir instalaciones físicas entre otras fuentes de emisión.

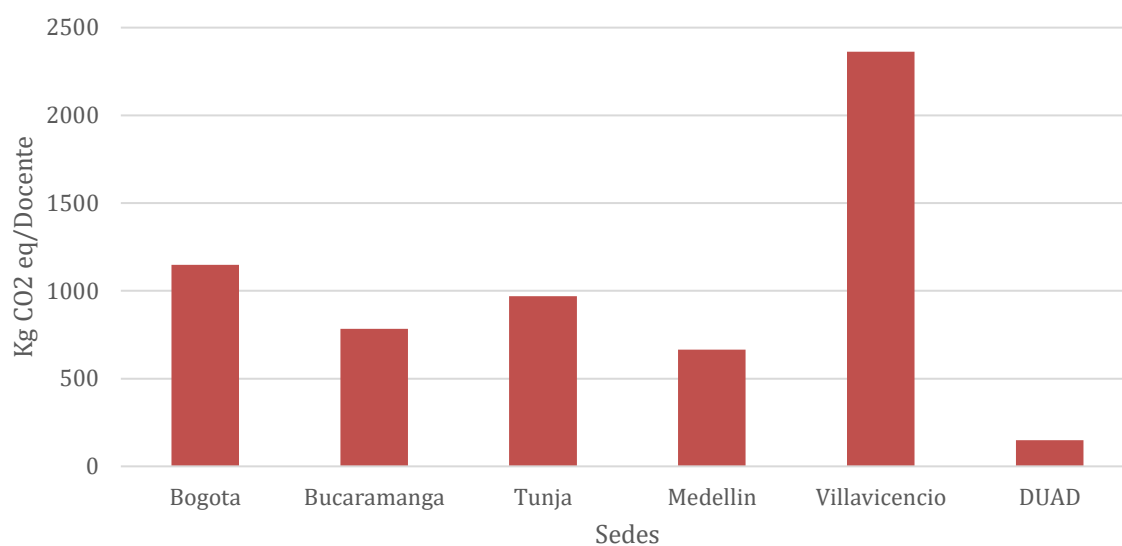
Gráfica 15: Indicador por Estudiantes de la USTA para el año 2018



Autor: Propio

Respecto al indicador por Cuerpo docente activo en la USTA, se observa en la gráfica 16 el valor más alto lo presenta la sede de Villavicencio (2362,54 kg CO₂ eq /persona) seguido por la sede de Bogotá (1149,03 kg CO₂ eq /persona) y el más bajo la sede de DUAD (148,79 kg CO₂ eq /persona), esto por el hecho de que se necesitan menor cuerpo docente para completar los campos de clases y de prestación de servicios académicos.

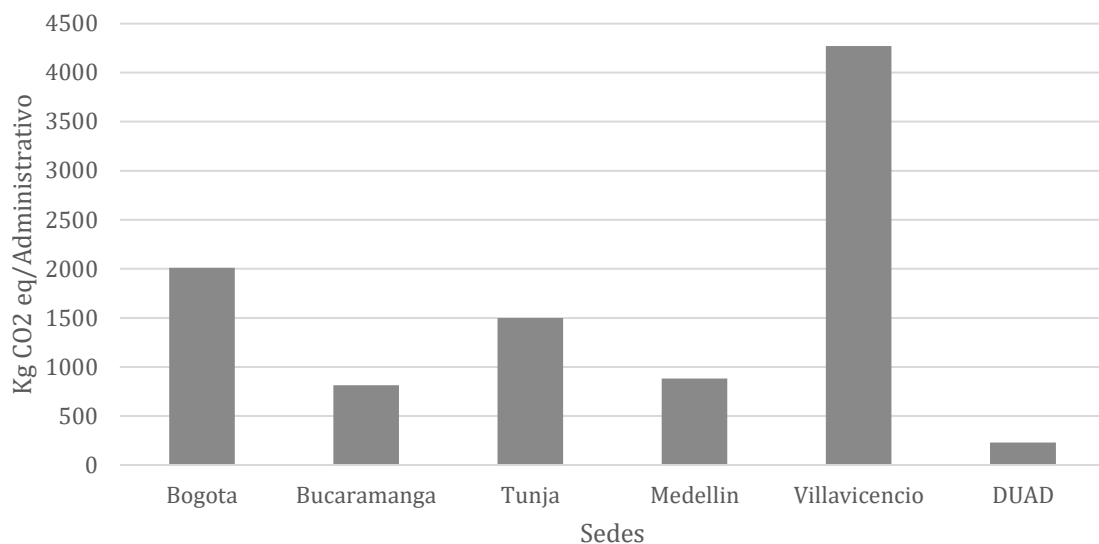
Gráfica 16: Indicador por Docentes de la USTA para el año 2018



Autor: Propio

En cuanto al indicador por cuerpo administrativo activo en la USTA, como se puede observar en la gráfica 17, el valor más alto e igual que en los otros indicadores se presenta en la sede de Villavicencio con 231,06 kg CO₂ eq /persona y de igual forma la sede que menos generación per cápita fue la DUAD (4270,08 kg CO₂ eq /persona), mostrando así un comportamiento muy similar en los tres indicadores.

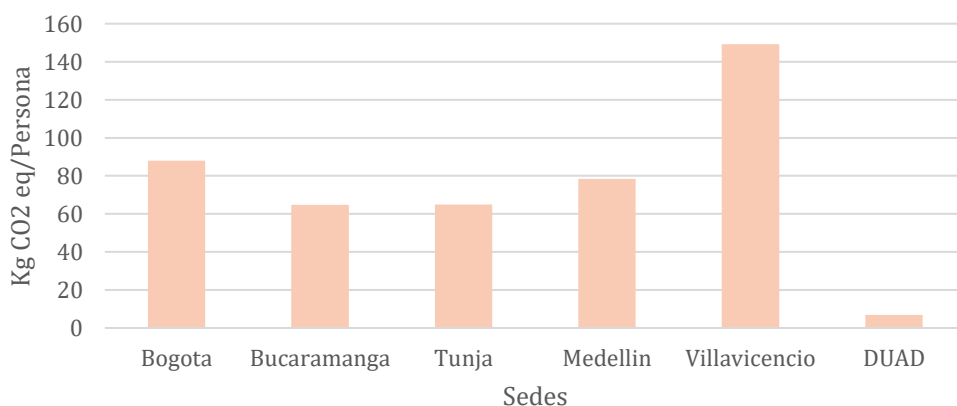
Gráfica 17: Indicador por Administrativos de la USTA para el año 2018



Autor: Propio

Por último, en la gráfica 18 se plasma el indicador general con respecto al Cuerpo estudiantil en el cual nuevamente, la sede de Villavicencio (149,15 kg CO₂ eq /persona) es la que más aporta GEI por persona con respecto a las demás sedes, seguida por la sede central (88,03 kg CO₂ eq /persona), en tercer lugar Medellín (78,42 kg CO₂ eq /persona) y con un comportamiento igual las sedes de Tunja y Bucaramanga (64,8 kg CO₂ eq /persona), la sede DUAD (6,84 kg CO₂ eq /persona), al tener mayor cuerpo Estudiantil y no necesitar planta física entre otras, maneja mayor flujo de personas con respecto a una menor generación.

Gráfica 18: Indicador por Cuerpo académico de la USTA para el año 2018



Autor: Propio

7.3. COMPARACIÓN CON LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN REALIZADA EN EL 2017

Teniendo como base el análisis comparativo del comportamiento de la huella de carbono producida por la USTA, se tiene que ésta se estimó en **2042.53 Ton CO₂ eq**, para 2017 mientras que el inventario del 2018 aumentó a **2415.83 Ton CO₂ eq** mostrando un aumento de más de 300 Toneladas de dióxido de carbono equivalente, esta diferencia se puede atribuir a que en el año 2017 no se tuvieron en cuenta indicadores que en el año 2018 sí.

A continuación, se muestran las diferencias por alcance en los ítems tenidos en cuenta y las emisiones de cada una.

- **Alcance 1:** se tuvieron en cuenta en el 2018 la implementación de fertilizantes la cual genera 108.8 Ton CO₂ eq, así como los extintores que, aunque la generación no es alta (0.41 Ton CO₂ eq) aporta al incremento de la huella de carbono para el 2018.
- **Alcance 2:** El alcance dos fue exactamente el mismo, ya que este se usa solo el consumo energético como indicador.
- **Alcance 3:** En el año 2017 se tuvo en cuenta el transporte terciario lo cual atribuyó a ese año 15.95 Ton CO₂ eq, a diferencia del año 2018 en el inventario del 2018 la generación de residuos si se tuvo en cuenta, esta generación de GEI fue de 5.10 Ton CO₂ eq.

La suma de los GEI tenidos en cuenta en el 2017 a diferencia del 2018, registra un valor de 15.95 Ton CO₂ eq, a lo que se puede atribuir las emisiones calculadas por el transporte terciario en el 2017, calculo que no se tuvo en cuenta en el 2018.

La comparación de los GEI tenidos en cuenta en el 2018, a diferencia del 2017 fue de 114,31 Ton CO₂ eq lo que indica una diferencia de 98.36 Ton CO₂ eq en indicadores no tenidos en cuenta, esto significa que el incremento real fue de 274.95 Ton CO₂ eq. Ya que las 114,31 Ton CO₂ eq son de ítems o fuentes que no se tuvieron en cuenta en el cálculo del 2017, por lo cual no se pueden comparar con el cual realizado en este proyecto.

En la tabla 5 se observa los indicadores que se encuentran diferente en cada año, así como su contribución de CO₂.

Tabla 6: Diferencia datos entre 2017 y 2018

Datos de Diferencia			
2018	Ton CO2 eq	2017	Ton CO2 eq
Extintores	0,41	Transporte Terciario	15,95
Fertilizantes	108,8		
Residuos Generados	5,10		
Total	114,31	Total	15,95

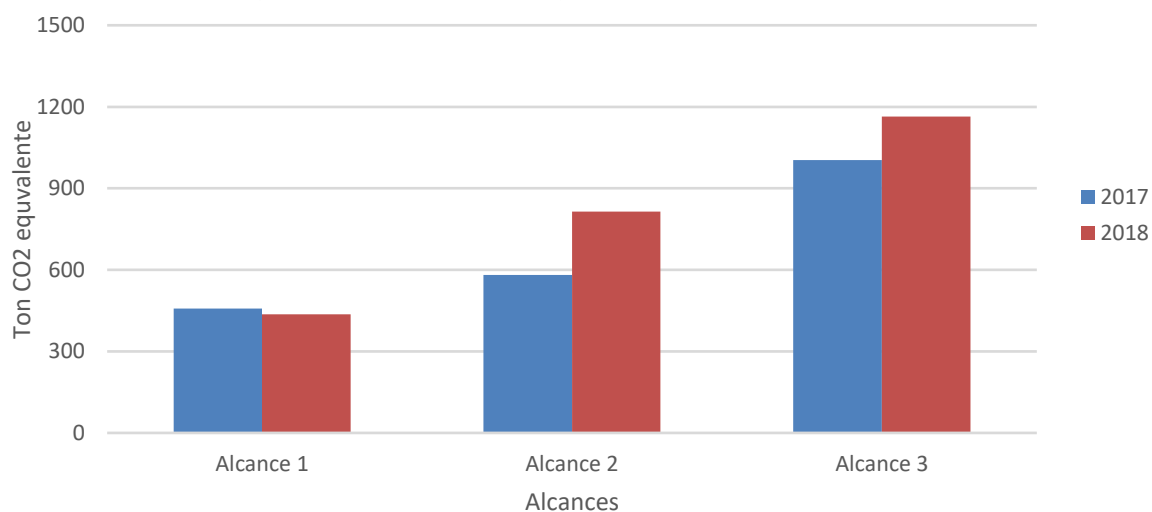
Autor: Propio

7.3.1. Comparación por Alcance e indicador estipulado

Se puede evidenciar que los alcances de los dos años fueron exactamente los mismos, lo único que se diferencia en este caso son los indicadores o ítems tenidos en cuenta. Respecto a las emisiones por alcance, se puede observar que en todos los alcances se presentó un incremento promedio de 17 %, siendo el alcance número 2 el de mayor incremento con un 40% de diferencia, en términos de consumo de energía se presenta una diferencia de 233.44 Ton CO2 eq. En la gráfica 19 se observa las emisiones por cada alcance y año.

Gráfica 19: Emisiones de CO₂ por vuelos corporativos

Comparacion Emisiones por Alcance 2017 - 2018



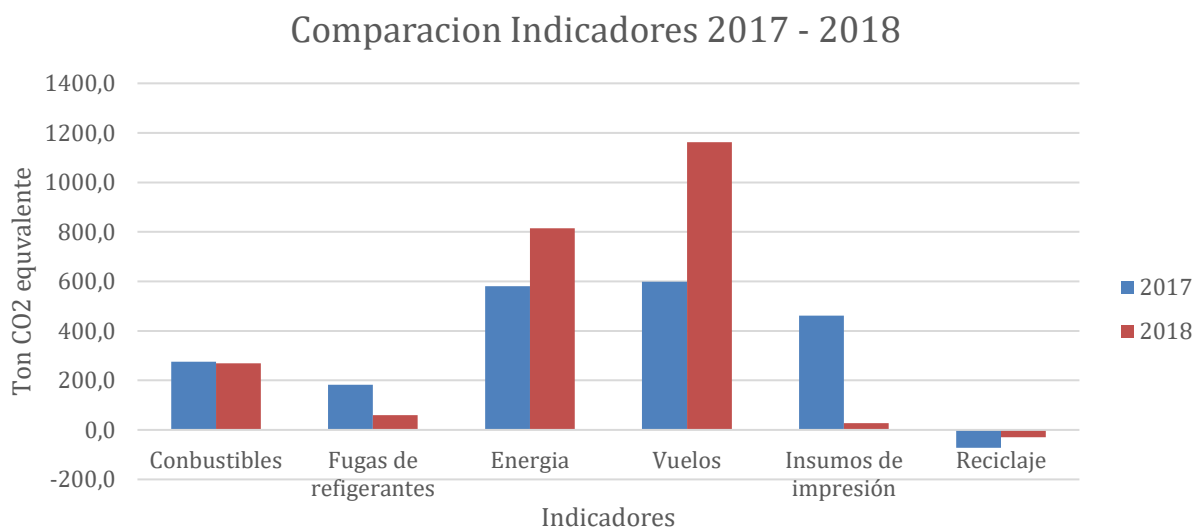
Autor: Propio

Cabe resaltar que en términos cuantitativos de consumo energético, en la USTA se presentó una disminución en el año 2018 de -6936375,75 kw/h. Respecto al año 2017, el incremento de las emisiones se produce debido a que en el año 2017 se redujo la utilización de centrales termoeléctricas debido al incremento de las lluvias, condición que ocasionó un aumento en la generación de energía por parte de las centrales hidroeléctricas, presentando un factor de emisión para el año 2017 de 0.08474 kg CO₂/kw/h.

En el año 2018 las condiciones climáticas retomaron a la tendencia natural del país y se presentaron oleadas de calor que aumentaron el uso de centrales térmicas y otros medios de generación de energía. Por esta razón, se incrementó el factor de emisión a 0,12 kg CO₂/kw/h, lo cual explica por qué se presenta una disminución del consumo energético, pero a su vez se incrementan las emisiones de una manera tan elevada por parte de la USTA.

Con respecto a la diferencia por indicador y de acuerdo a lo mencionado anteriormente, únicamente 6 indicadores son parcial o totalmente iguales, entre los cuales se resalta el consumo de combustible, los vuelos, las fugas de gases refrigerantes, el consumo energético, los insumos de impresión y el reciclaje; este comportamiento hace prudente su comparación. En la gráfica 20 se puede observar la diferencia de generación de emisiones por cada uno de los ítems con respecto al año 2017 y 2018.

Gráfica 20: Emisiones de CO₂ año 2017 y 2018 de los 6 indicadores relacionados



Autor: Propio

Las emisiones indirectas emitidas por la realización de vuelos comerciales por motivos educativos, institucionales y administrativos entre sedes y países, fueron las responsables en gran parte del incremento de más de 500 Ton CO₂ eq de diferencia entre el año 2017 y 2018. Tan solo la diferencia entre estos dos años en términos de generación de emisiones por este indicador es de más de 500 Ton CO₂ eq, siendo éste con un incremento de 94% el indicador que mayor aumento tuvo con respecto al año anterior, pasando de 599.2 Ton CO₂ eq en 2017 a 1162.6 Ton CO₂ eq en el 2018.

Con respecto a los insumos de impresión se presentó una reducción de 94% de emisiones asociadas al consumo de estos recursos, pasando de emitir más de 460

Ton CO₂ eq en el 2017 a generar tan solo emisiones del orden de 26.7 Ton CO₂ eq en 2018. El material aportado por parte de la Universidad en términos de reciclaje disminuye las emisiones evitadas en el orden de un 58% pasando de evitar la emisión de 72.1 Ton CO₂ eq en el 2017 a evitar 29.7 Ton CO₂ eq en el 2018, constituyendo una tendencia de disminución de generación de reciclaje en todas las sedes.

Las fugas de gases refrigerantes aportaron en el año 2017 el 12% de las emisiones de GEI de la USTA Colombia, en el 2018 este indicador tan sólo aportó el 2.3 % de los GEI de la Universidad Santo Tomás, disminuyendo en un 67% su aporte al inventario de emisiones, gracias a la compra de equipos con tecnología emisión, reducción de tiempos de uso de aire acondicionado, así como la manutención de estos.

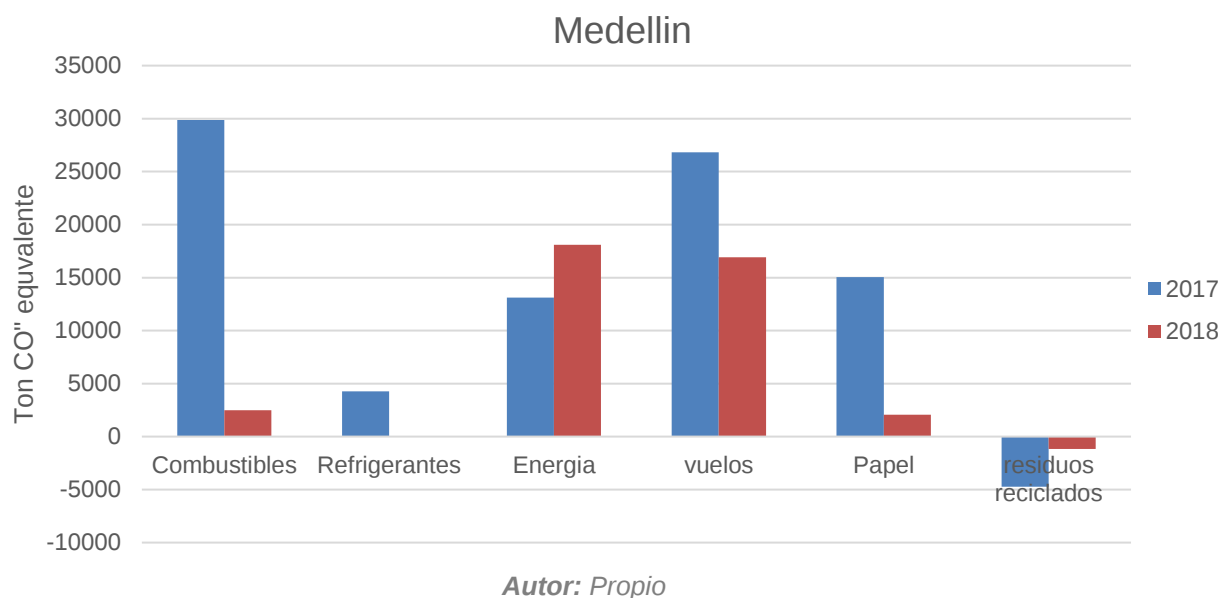
7.3.2. COMPARACIÓN POR SEDE OBJETO DE EVALUACIÓN

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se entiende que no todos los indicadores se pueden comparar, es por este motivo que en las sedes objeto de estudio solo se enfrentarán los indicadores que tienen similitud en los dos años de estudio. El primer cálculo realizado por la empresa CO2CERO en el año 2017 y el segundo por el departamento de Gestión ambiental en el año 2018. A continuación, se relaciona el aporte por cada una de la sede:

MEDELLÍN

En la sede de Medellín se observa una disminución promedio de casi 60% de emisiones de GEI en los 6 indicadores que se pudieron comparar, la mayor reducción se puede observar en el ítem de consumo de combustible, presentando una reducción de más del 90 %. En la gráfica 21 se puede observar la diferencia de generación de emisiones por cada uno de los ítems de la sede de Medellín.

Gráfica 21: Comparación 2017- 2018 sede Medellín



La quema de combustibles en la sede Medellín pasó de generar 2980 Ton CO₂ eq aproximadamente en el 2017 a 2496 Ton CO₂ eq en el año 2018, esta gran reducción en la utilización de estos recursos se atribuye en primera medida a al mejoramiento de transporte público en la ciudad, así como la disminución del uso de vehículos por la emergencia ambiental en el 2018, lo que ocasionó el inicio de un pico y placa ambiental en la ciudad. De igual forma, la sede entró en proyecto de ahorro de recursos lo que genero tan gran disminución.

Con respecto al uso de refrigerantes se presenta la mayor reducción de 100% gracias a que en el año 2018 hubo el cambio de tecnológico en la sede. Los vuelos corporativos tuvieron de igual forma una reducción de 37 % en la generación de emisiones, pasando de 26810 Ton CO₂ eq en el 2017 a 16904 Ton CO₂ eq en el 2018.

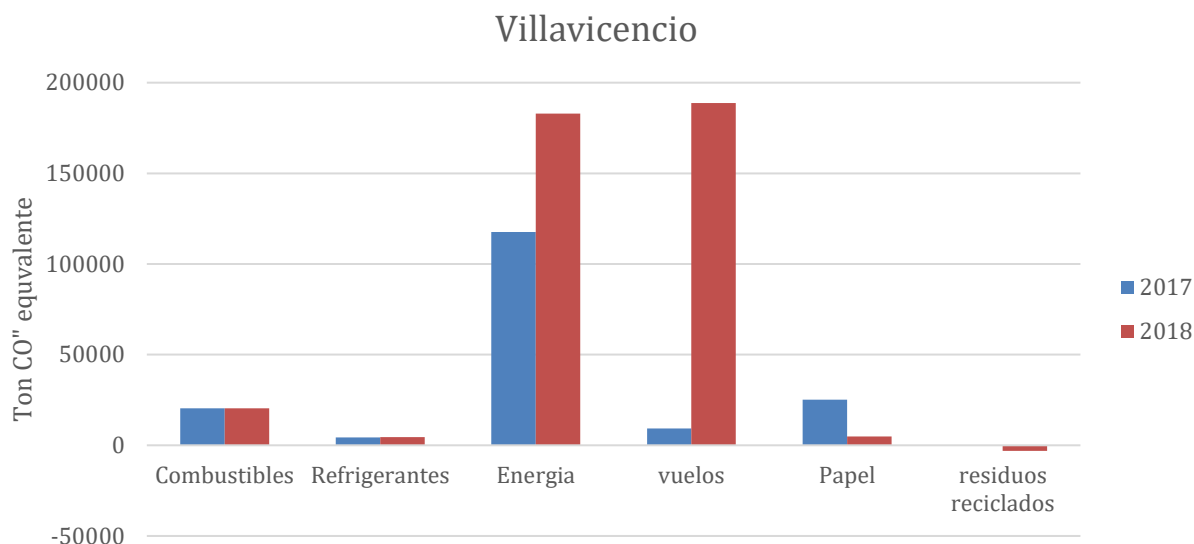
La reducción de papel en esta sede, así como en el resto tiene una correlación con la reducción de las emisiones por parte de las acciones de reciclaje, disminuyendo en un 86 % las emisiones por consumo de papel, se generó de igual forma que el material a reciclar fuera más escaso, lo que disminuyó en 76% las emisiones evitadas por reciclaje, pasando de 4720 Ton CO₂ eq evitado en el 2017 a reducir tan solo 1170 Ton CO₂ eq evitado en el 2018.

VILLAVICENCIO

Para la sede de Villavicencio se observa un incremento el cual sobrepasa el promedio con respecto a las demás sedes, ya que este está en el orden de 381%. Esto está asociado en primera instancia al incremento significativo que tuvieron los vuelos corporativos, pasando de una generación de 9310 Ton CO₂ eq en el año 2017 a 188801 Ton CO₂ eq en el 2018, este incremento casi 2000 % está asociado

al cierre de las vías terrestres que conectan a Bogotá con Villavicencio ocurridas en el 2018, por lo cual incremento de vuelos de la ciudad de Villavicencio a la ciudad de Bogotá, así como las necesitadas de realizar concesión con otros vuelos, los cuales tuvieron un gran impacto en este aspecto. En la gráfica 22 se puede observar la diferencia de generación de emisiones por cada uno de los aspectos para la sede de Villavicencio.

Gráfica 22: Comparación 2017- 2018 sede Villavicencio



Autor: Propio

Las emisiones asociadas al consumo energético en la sede de Villavicencio fueron los que más aumentaron con respecto a las otras sedes, con un 55% debido no solo como se menciona al principio del capítulo en el cambio de factor de emisión si no por también a la apertura de nuevos edificios que incrementan el consumo de energía, pasando de generar 117650 Ton CO₂ eq en el 2017 a generar 182920 Ton CO₂ eq.

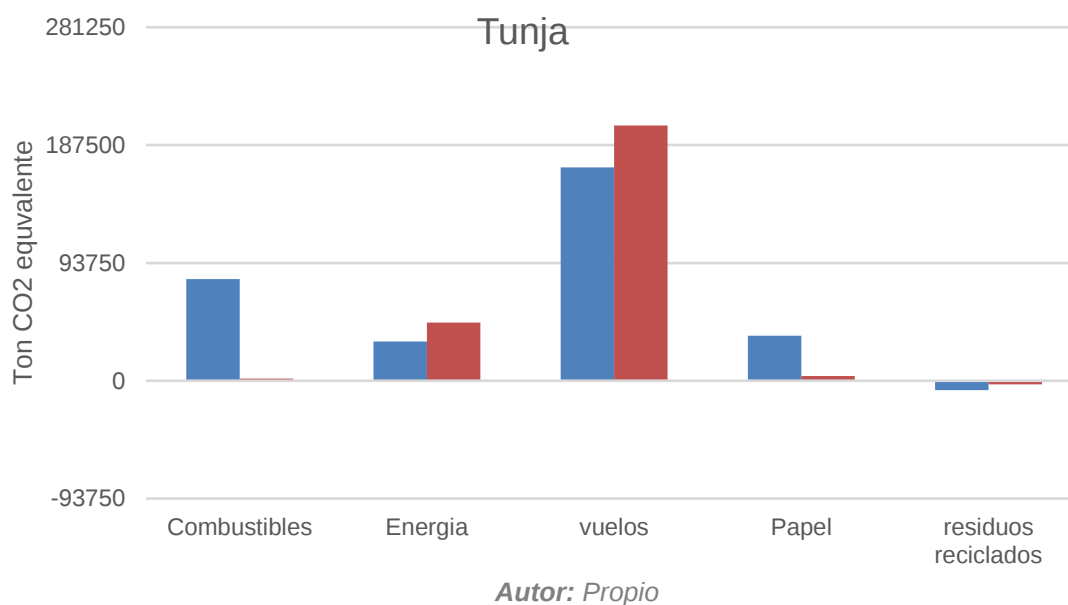
Con respecto a las emisiones asociadas a la quema de combustibles y fuga de refrigerantes no se observan diferencias significativas, incrementando tan solo 0,5% y 2% respectivamente. El consumo de papel tuvo la disminución más baja teniendo en cuenta a las otras sedes, ya que esta solo disminuyó 81% pasando de 25160 Ton CO₂ eq en el año 2017 a 4783 Ton CO₂ eq en el 2018, esto debido a la apertura de nuevas oficinas y servicios para los cuales se requirió un mayor consumo de papel.

La generación de material para reciclar fue uno de los más altos, debido como se comentó anteriormente, al hecho de que el consumo de papel está ligado directamente en parte con la generación de material para reciclar, este en comparación del año 2017 fue de más de 100% ya que en el 2018 se inició el plan de separación en la fuente y su gestión adecuada de 3010 Ton CO₂eq

TUNJA

La sede de Tunja fue la sede que más redujo su consumo de combustibles, disminuyendo la generación de emisiones de este indicador en 98 %, gran parte se debe a un plan de ahorro de estos recursos el cual se puso en marcha a partir del año 2018. Con respecto a las fugas de gases refrigerantes, en la sede Tunja no hay presencia de equipos de aire acondicionado, por lo cual al año 2018 no se reportan emisiones para esta fuente. En la gráfica 23 se puede observar la diferencia de generación de emisiones por cada uno de los ítems de la sede de Tunja.

Gráfica 23: Comparación 2017- 2018 sede Tunja



Las emisiones asociadas al consumo energético presentaron un incremento debido a la culminación del nuevo edificio ubicado cerca del campus San Alberto Magno. El consumo de papel se disminuyó en un 90% y a diferencia que el comportamiento correlacionado de todas las sedes (menor consumo de papel menor generación de material destinado a reciclaje) en el aporte de material para reciclar, la generación de este en el año 2018 de la sede tunja no se redujo tanto, aportando 3.6 Ton de material reciclable, casi 60% que lo aportado el año 2018.

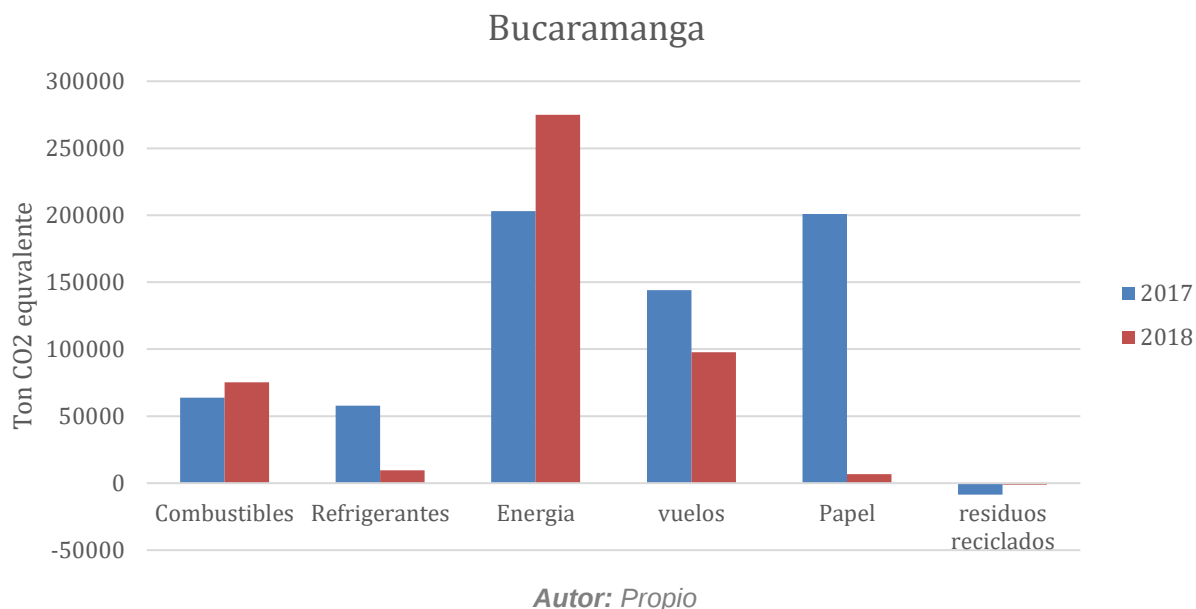
En relación a los vuelos corporativos no se observa una diferencia significativa para este aspecto, presentando un aumento de tan solo 20% con respecto al año 2017, pasando de generar 169740 Ton CO2 eq en el año 2017 a 203208 Ton CO2 eq.

BUCARAMANGA

La USTA Bucaramanga junto a la DUAD son las únicas que redujeron las emisiones asociadas a los vuelos corporativos. En Bucaramanga redujo en 32% las emisiones

asociadas a vuelos corporativos, pasando de 143970 Ton CO2 eq en el año 2017 a 97674 Ton CO2 eq. En el año 2018, esta sede presentó el promedio de diferencia más bajo (41%). En la gráfica 24 se puede observar la diferencia de generación de emisiones por cada uno de los ítems de la sede de Bucaramanga.

Gráfica 24: Comparación 2017- 2018 sede Bucaramanga



La sede de Bucaramanga, junto con la de Bogotá 2018, incrementó sus emisiones con respecto al consumo de combustibles fósiles en un 18%, en gran parte por el transporte de materiales en vehículos propios de la Universidad. Exceptuando a las sedes de Tunja y Medellín que no presentan equipos de aire acondicionado o no han renovado sus equipos, Bucaramanga fue la sede con la mayor disminución de emisiones de GEI con respecto a las fugas de gases refrigerantes, esto debido al proceso de manutención y adquisición de nuevos equipos de aires acondicionados.

El incremento de emisiones asociadas al consumo energético fue muy similar porcentualmente al incremento presentado por Bogotá (35%), la sede de Bucaramanga utilizando nuevas instalaciones académicas, no incrementó en gran medida las emisiones asociadas a este indicador, algo que atribuye incluso a una reducción del consumo energético teniendo claro que el factor de emisión por consumo energético es más alto en el 2018 al del 2017.

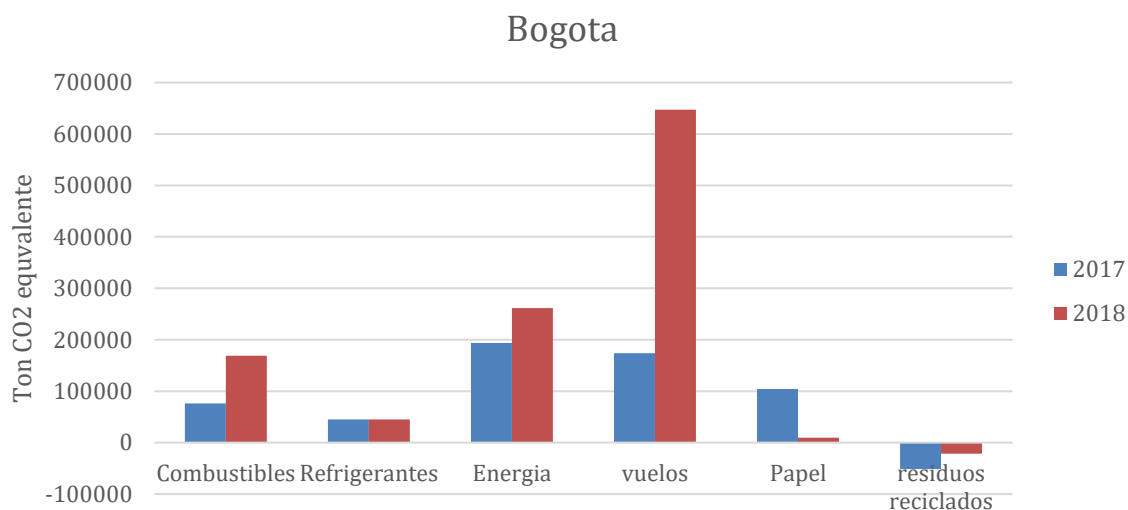
La reducción de consumo de papel en esta sede fue mayor con respecto a las otras sedes, reduciendo sus emisiones de aproximadamente de 201020 Ton CO2 eq en el año 2017 a 6670 Ton CO2 eq en el 2018, esta disminución se debió al incentivo de herramientas virtuales para la propaganda y emisión de información que esta sede adoptó a partir del 2018.

Con respecto al material de reciclado, en el 2018 se disminuyó su generación, aportando solo 1.5 Ton de material, lo que disminuye de igual forma los gases evitados por esta acción en un 86% dejando de evitar 9620 Ton CO₂ eq en el año 2018, lo anterior tendiendo relación que a menor uso de papel es de igual proporción a menor material de reciclaje.

BOGOTÁ

La sede Bogotá presentó dos picos de crecimiento que superaría al 100% en incremento de emisiones de GEI, en primer lugar aumentó más de 120% el consumo y quema de combustibles, este pico tan alto se debe al reporte de consumo de 88101 m³ de gas natural presentado por las cafeterías en diferentes puntos como cocinas y por el consumo de las calderas de la Piscina semi-olímpica del campus para el año 2018. En la cuantificación del año 2017 no se tuvo en cuenta el consumo de gas natural lo que incrementa de esta forma las emisiones en el 2018 pasando de 76350 Ton CO₂ eq aproximadamente en el 2017 a 168556 Ton CO₂ eq en el 2018. En la gráfica 25 se puede observar la diferencia de generación de emisiones para cada uno de los ítems de la sede de Bogotá.

Gráfica 25: Comparación 2017- 2018 sede Bogotá



Autor: Propio

Por otro lado, los vuelos corporativos tuvieron un crecimiento de 273% en la generación de GEI, pasando de 173570 Ton CO₂ eq aproximadamente en el 2017 a 647302 Ton CO₂ eq en el 2018, la razón principal o a la que más se atribuyen estos vuelos ha sido el aumento en la asistencia por parte del personal académico a diferentes congresos, internacionales y nacionales, asociado a los proyectos de visibilidad de la Universidad. Otro punto a tener en cuenta en esta comparación es el consumo de refrigerantes, el cual como se mencionó anteriormente para la sede

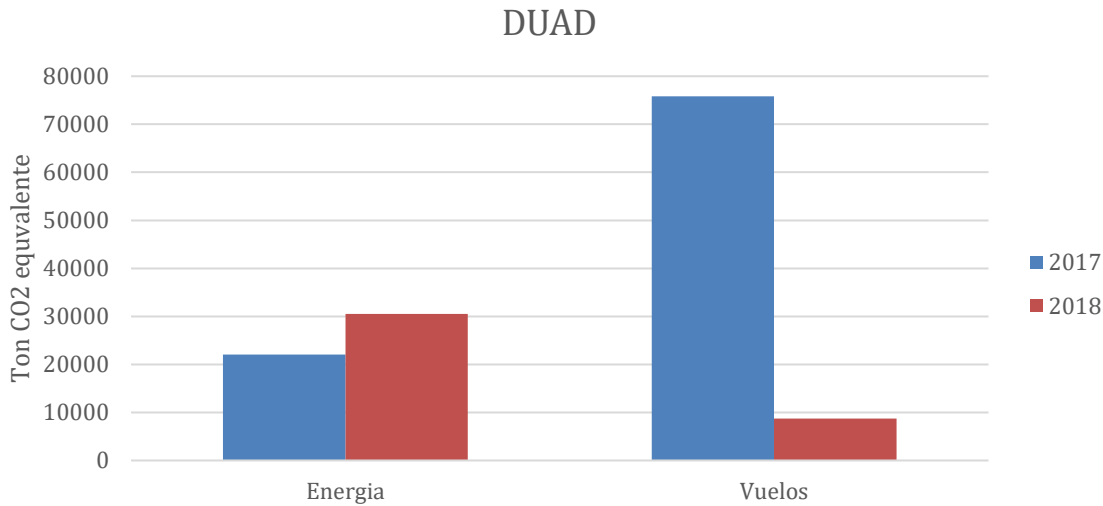
de Bogotá se tomó el mismo dato del 2017 para el 2018, lo cual no presenta ni disminución ni aumento en este aspecto.

El consumo energético presentó un incremento asociado a las emisiones de GEI parecido al de Bucaramanga, en términos de consumo energético, la USTA Bogotá consumió 2178515.25 Kw/h lo que generó 261421.83 Ton CO2 eq a lo cual se piensa en una reducción con respecto al año 2017 por el cambio de luminarias convencionales a Led. Los GEI asociados al consumo de papel se redujeron considerablemente teniendo como reducción más de 94600 83 Ton CO2 eq en el 2018, y a diferencia de las demás sedes Bogotá tan solo redujo las emisiones evitadas en un 58% por la acción de reciclaje.

DUAD

En el año 2018 los únicos datos aportados fueron el consumo energético y los vuelos corporativos, por lo cual son los únicos dos indicadores de comparación. En la gráfica 26 se puede observar la diferencia de generación de emisiones por cada uno de los ítems de la sede de DUAD.

Gráfica 26: Comparación 2017- 2018 sede Bogotá



Autor: Propio

El consumo energético incrementó en un 39% atribuyéndose a las razones explicadas en el capítulo 7.3.1 de este documento, con respecto a la dinámica de generación de energía en el 2018 en comparación del 2017.

7.4. PROPUESTA DE ACTIVIDADES ENCAMINADAS A LA REDUCCIÓN DE GENERACIÓN DE GAE EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE ACUERDO CON EL RESULTADO Y ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO CALCULADA.

La mejora continua como se ha visto es uno de los principales pilares de los procesos de gestión, es por ello que la sugerencia o propuestas de prácticas que se encaminan a la mejora de dicha gestión es uno de los puntos claves de cualquier evaluación.

Basado en lo anterior se explica que un Bono de carbono se entiende como las emisiones evitadas en alguna parte externa al lugar de la emisión de CO₂, esto adquirido por parte del emisor de los GEI, un bono de carbono se convierte en un Certificado de Emisiones Reducidas (CER) por lo que un CER equivale a una Ton CO₂ eq que se ha dejado de emitir [55]. Bajo esta relación la Universidad Santo Tomás debería adquirir 2556 CER con el fin de compensar su huella del año 2018.

Otra forma de compensar voluntariamente las emisiones asociadas a las actividades de la USTA es la plantación de árboles nativos, la sede Bogotá, como se observó anteriormente, es la que mayor aporte al inventario de GEI de la Universidad Santo Tomás a nivel nacional, es por esto que teniendo en cuenta las especies sugeridas por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá las cuales Roble de Tierra Fría, Tobo, Aliso, Arrayán, Mangle y Eugenio las que capturan 280 kg de CO₂ / árbol en promedio en un periodo de 20 años [56]. La Universidad debería plantar 9128 árboles los cuales compensarán en 20 años los GEI emitidos en el año 2018 esto teniendo en cuenta solo para las sedes de Bogotá y Tunja, las cuales comparten una climatología similar, para las otras sedes se tendrían que revisar las especies arbóreas individualmente a cada clima.

A continuación, a modo de sugerencias al SG de la USTA se entregan recomendaciones por cada alcance trabajado en este inventario, teniendo en base la identificación de las fuentes de emisión más relevantes.

7.4.1. Alcance 1: Emisiones Directas

- Se sugiere realizar un mayor control en términos de cuantificación de líquidos refrigerantes utilizados por los aires acondicionados así como por los equipos de refrigeración que los utilice, así en futuras cuantificaciones de emisiones de GEI por fugas de estos gases se pueda tener un dato más certero.
- Se sugiere realizar un mayor control sobre el consumo de gas natural por parte de las cafeterías en todas las sedes, ya que solo dos reportaron este consumo, el cual es muy importante a la hora de realizar el inventario.
- Se sugiere Implementar y hacer seguimiento de programas de ahorro de combustible, y disminuir los viajes individuales en vehículos, lo cual puede

ayudar a minimizar la generación de GEI hasta en un 4 % las emisiones asociadas a la quema de combustible.

- Se sugiere migrar al uso de fertilizantes que tengan un menor impacto ambiental por presencia de Nitrógeno y Urea ya que éstas aportan 200 y 5 veces más respectivamente GEI por descomposición en el suelo.

7.4.2. Alcance 2: Emisiones indirectas Consumo Energético

- Realizar la sistematización de lecturas de consumo de energía en los edificios principales de cada una de las sedes, buscando continuar con el buen trabajo realizado y reducir aún más el consumo energético.
- Invertir en nuevas tecnologías como los paneles solares, biodigestores, entre otros.

7.4.3. Alcance 3: Otras emisiones Indirectas

- En el alcance 3 el indicador que más participación tiene no solo en el alcance sino también en el aporte general son las emisiones por parte de los vuelos corporativos, para este se sugiere evaluar alternativas de comunicación como son redes sociales, video llamada, llamadas y correos que busquen reducir parte de la necesidad de transporte de personal.
- El consumo de papel fue uno de los ítems que más reducción presento en comparación con el año 2017 se espera que la USTA siga con esta excelente práctica de reducción de uso del papel convencional.
- Se sugiere para futuras cuantificaciones tener en cuenta el transporte subcontratado para la movilización de personal, así como la movilización por medio de sistemas alternativos como la bicicleta, que pueden reportar una cantidad de emisiones evitadas mucho mayor.
- Se recomienda mejorar el reporte del material de aprovechamiento en la sede de Bucaramanga, ya que esta es tomada en cuenta tan solo por cantidad más no por características individuales del material.

En términos generales se aconseja a la Universidad Santo Tomás la comunicación más exhaustiva a la comunidad de las acciones que esta está tomando con respecto a la reducción de su huella de carbono, por otro lado, se sugiere más orden en la cuantificación de datos para su reporte en temas de consumos de recursos, así como seguir con las buenas prácticas de gestión que ha conllevado al mejoramiento en reducción de emisiones.

Conclusiones

- Como se mencionó a lo largo del documento el consumo energético de la Universidad Santo Tomás, ha mejorado considerablemente reduciendo el consumo de este, más por temas de dinámicas de generación de energía en el país el factor incremento haciendo ver que las emisiones sean más con respecto a un consumo más bajo.
- La USTA emitió un total de 4598.13 Ton CO₂ equivalente en el periodo del 2017 hasta finales de 2018, las fuentes de emisión evaluadas que presentaron el mayor aporte de CO₂ para el año 2018 fueron los viajes aéreos (46%), en segundo lugar, consumo energético (32%), en tercer lugar, quema de combustibles (11%) seguido de aplicación de fertilizantes (10%) y por último emisiones fugitivas de refrigerantes (3%).
- El incremento de la huella de carbono fue de 25 % del año 2017 al 2018, los principales aspectos que contribuyeron a este incremento fue la diferencia de aspectos tenidos en cuenta, el incremento del factor de emisión del consumo energético el cual aumentó de 0.084 CO₂ eq/Kw/h a 0.12 CO₂ eq/Kw/h, así como el incremento de la población embarcada en viajes institucionales entre sedes y países.
- Con fin de controlar mejor las emisiones de GEI por concepto del consumo de combustibles es la elaboración de un manual de buenas prácticas con respecto a esto y evitar la deformidad de la información al reportar estándares de consumo, debido a que en cada sede se tiene un reporte diferente de este indicador.
- La sede que más aporta Gases efecto invernadero es la sede central (1111.11 Ton CO₂ eq) más de acuerdo al indicador general con respecto al cuerpo estudiantil la sede de Villavicencio (149.15 kg CO₂ eq /Persona) genera mayor emisión per cápita que las demás sedes concluyendo que al año 2018 es la sede con mayor aporte de GEI individualmente, seguida de Bogotá (88.03 kg CO₂ eq /Persona)

Recomendaciones

- Fortalecer el área responsable de gestión ambiental en términos de apoyo de mayor cantidad de personal para contribuir con el registro de toma de datos de las fuentes emisoras de GEI
- Realizar trabajo conjunto, paralelo y unificado en cada una de las sedes, bajo los lineamientos establecidos por el departamento de gestión ambiental de la sede central.
- Realizar un inventario total de todas las fuentes generadoras de emisiones.
- Implementar buenas prácticas de ahorro y uso eficiente de las fuentes generadoras de GEI.
- Realizar reuniones entre los administrativos y las actividades académicas de cada una de las sedes por medio de videoconferencias, con el fin de disminuir los viajes corporativos.
- Aumentar la periodicidad del análisis de la Huella de carbono en cada sede.
- Realizar capacitaciones a la comunidad académica para reducir las emisiones individuales y la generación de residuos sólidos.
- Proponer manejo alternativo de los desechos como por ejemplo los eco ladrillos.
- Sistematizar este ejercicio implementando mayor número de herramientas tecnológicas para su cálculo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. Fong, M. Sotos, M. Doust, S. Schultz, A. Marques and C. Deng-Beck, *Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria*, 1st ed. Wachington D.C.: Greenhouse Gas Orotocol, 2015, pp. 163-170.
- [2] García Arbeláez, C. Barrera, X. Gómez, R. R. Suárez Castaño, "El ABC de los compromisos de Colombiagara la COP21", WWF-Colombia. Ed 2 31 pp 11 -20, 2015
- [3] "UI GreenMetric | World University Rankings", Greenmetric.ui.ac.id, 2019. [Online]. Available: <http://greenmetric.ui.ac.id/>. [Accessed: 14- May- 2019].
- [4] "NASA - What's the Difference Between Weather and Climate?", NASA, 2017. [Online]. Available: https://www.nasa.gov/mission_pages/noaa-n/climate/climate_weather.html. [Accessed: 11- Jul- 2019].
- [5] National Center For Environmental Information (NOAA), "Global Climate Report - Annual 2018", Silver Spring, 2019.
- [6] Sánchez-Lugo, A., Morice, C., Berrisford, P., Argüez, A. (2018). Temperature [in State of the Climate in 2017]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99(8), S11–S13.
- [7] B. Roca Villanueva, M. Beltrán Salvador and R. Gómez Huelgas, "Cambio climático y salud", *Revista Clínica Española*, vol. 219, no. 5, pp. 260-265, 2019. Available: 10.1016/j.rce.2019.01.004 [Accessed 11 July 2019].
- [8] S. Bonet, "Contaminación Ambiental", *Gran enciclopedia educativa*. Zamora Ltda, Mexico D.F., pp. 20-30, 1991.
- [9] I. Muralikrishna and V. Manickam, "Introduction", *Environmental Management*, pp. 1-4, 2017. Available: <https://www.sciencedirect-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/science/article/pii/B9780128119891000014>. [Accessed 21 May 2019].
- [10] V. Pandey and V. Singh, "Exploring the Potential and Opportunities of Current Tools for Removal of Hazardous Materials From Environments", *Phytomanagement of Polluted Sites*, pp. 501-516, 2019. Available: 10.1016/b978-0-12-813912-7.00020-x [Accessed 21 May 2019].
- [11] D. Kumar and D. Kumar, "Societal Responsibility and Economic Viability", *Management of Coking Coal Resources*, pp. 193-259, 2016. Available: 10.1016/b978-0-12-803160-5.00006-x [Accessed 21 May 2019].

- [12] W. M. and S. J., "Big things first: Focusing on the scale imperative with the ecological footprint", *Ecological Economics*, vol. 32, no. 3, pp. 391-394, 2000. Available: 10.1016/S0921-8009(99)00161-5 [Accessed 21 May 2019].
- [13] J. Ibarra-Cisneros and A. Monroy-Ata, "Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional", *TIP*, vol. 17, no. 2, pp. 147-154, 2014. Available: 10.1016/S1405-888X(14)72089-3 [Accessed 21 May 2019].
- [14] S. Zhao, Z. Li and W. Li, "A modified method of ecological footprint calculation and its application", *Ecological Modelling*, vol. 185, no. 1, pp. 65-75, 2005. Available: 10.1016/j.ecolmodel.2004.11.016 [Accessed 21 May 2019].
- [15] V. Mohit and v. Anu, "Tourism and carbon foot prints in United Arab Emirates — challenges and solutions", *Journal of Environmental Management & Tourism*. pp. 41-54, 2012.
- [16] T. J., A. T. and W. S., "a heuristic approach", *Estimating the carbon footprint of telecommunications products*, vol. 132, pp. 1-4, 2010. [Accessed 21 May 2019].
- [17] B. He, J. Wang, S. Huang and Y. Wang, "Low-carbon product design for product life cycle", *Journal of Engineering Design*, vol. 26, no. 10-12, pp. 321-339, 2015. Available: 10.1080/09544828.2015.1053437 [Accessed 21 May 2019].
- [18] J. Jeswiet and S. Kara, "Carbon emissions and CES™ in manufacturing", *CIRP Annals*, vol. 57, no. 1, pp. 17-20, 2008. Available: 10.1016/j.cirp.2008.03.117 [Accessed 21 May 2019].
- [19] Q. Lu, G. Zhou, C. Zhou and Z. Xiao, "A carbon emissions allocation method based on temperature field for products in the usage stage", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 91, no. 1-4, pp. 917-929, 2016. Available: 10.1007/s00170-016-9799-2 [Accessed 21 May 2019].
- [20] A. Scipioni, A. Manzardo, A. Mazzi and M. Mastrobuono, "Monitoring the carbon footprint of products: a methodological proposal", *Journal of Cleaner Production*, vol. 36, pp. 94-101, 2012. Available: 10.1016/j.jclepro.2012.04.021 [Accessed 21 May 2019].
- [21] S. Elhedhli and R. Merrick, "Green supply chain network design to reduce carbon emissions", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 17, no. 5, pp. 370-379, 2012. Available: 10.1016/j.trd.2012.02.002 [Accessed 21 May 2019].
- [22] The Guide to PAS2050-2011, Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services. Londres: British Standards Institution, 2011, pp. 20-50.

- [23] J. Linn and J. Shih, "Do lower electricity storage costs reduce greenhouse gas emissions?", *Journal of Environmental Economics and Management*, pp. 4-6, 2019. Available: 10.1016/j.jeem.2019.05.003 [Accessed 22 May 2019].
- [24] E. Team, "ESRL Global Monitoring Division - Global Greenhouse Gas Reference Network", *Esrl.noaa.gov*, 2019. [Online]. Available: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo>. [Accessed: 22- May- 2019].
- [25] P. Falkowski, "The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System", *Science*, vol. 290, no. 5490, pp. 291-296, 2000. Available: 10.1126/science.290.5490.291 [Accessed 11 July 2019].
- [26] F. Baeza de los Santos, J. Vilaplana Abad, Ó. Galao Malo and P. Garcés Terradillos, "Estudio de la sensibilidad a su propia deformación de escorias de alto horno activadas alcalinamente y reforzadas con fibra de carbono", *Hormigón y Acero*, vol. 69, no. 286, pp. 243-250, 2018. Available: 10.1016/j.hya.2017.04.008 [Accessed 11 July 2019].
- [27] S. Manahan, *Introducción a la química ambiental*. Barcelona: Reverté, 2016.
- [28] F. Kramer, *Educación ambiental para el desarrollo sostenible*. Madrid: Los Libros de la Catarata, 2003, pp. 60-64.
- [29] R. Lafferriere, *El Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto*, 2nd ed. 2008, p. 100-110.
- [30] R. Lafferriere, *El Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto*, 2nd ed. 2008, p. 100-110.
- [31] Y. Calventus et al., *Tecnología energetica y medio ambiente - I*, 1st ed. Cataluña: Universidad Politecnica de Cataluña, 2006, pp. 26-27.
- [32] F. Kramer, *Educación ambiental para el desarrollo sostenible*. Madrid: Los Libros de la Catarata, 2003, pp. 60-64
- [33] *Datos de seguridad del óxido de nitrógeno*, 1st ed. Buenos Aires: Air Liquide, 2019, p. 1.
- [34] World Wildlife Fund WWF, "Diversidad, discapacidad y desarrollo", *Sociedad Zoológica de Londres (ZSL) y La Red de la Huella Global*, Suiza, 2010.
- [35] J. Barquín Gil, *Energía*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2004, pp. 168-170.
- [36] N. Nahle, "Gases de invernadero y sus repercusiones", *Research Scientific*, no. 3, pp. 24-32, 2006. [Accessed 22 May 2019].

[37] Ihobe S.A, "Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones", Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, Bilbao, 2012.

[38] A. Cruz Taborda, "Aplicación de la Norma Iso 14064 Para la Estimación de Huella de Carbono en El Sector Salud: Caso de Estudio Laboratorio Clínico Mariana Congregación", Grado Profesional, Escuela de Ingenieria de Antioquia, 2011.

[39] World Resources Institute (WRI) y The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), "The Greenhouse Gas Protocol", Estados Unidos, 2006.

[40] Guía para el cálculo y reporte de Huella de Carbono Corporativa, 1st ed. Bogota D.C.: PIGA, 2015, pp. 8-9.

[41] "En 20 años Colombia aumentó en un 15% sus emisiones de CO2 equivalentes - SALA DE PRENSA - IDEAM", Cambioclimateco.gov.co, 2019. [Online]. Available: http://www.cambioclimateco.gov.co/saladeprensa//asset_publisher/0vf4WcNOcZT7/content/en-20-anos-colombia-aumento-en-un-15-sus-emisiones-de-co2-equivalentes. [Accessed: 16- Jul- 2019].

[42] IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancilleria, "Tercera Comunicacion Nacional de Cambio Climatico de Colombia", Bogota, 2016.

[43] IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, "Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia", Bogota D.C., 2019.

[44] "Universidad Santo Tomás - Presentación", Usta.edu.co, 2019. [Online]. Available: <http://www.usta.edu.co/index.php/nuestra-institucion-usta/la-universidad/presentacion-usta>. [Accessed: 16- Jul- 2019].

[45] "La Santo Tomás, primera universidad privada con acreditación multicampus", Carcaol Tadio, p. 1, 2016.

[46] F. LÓPEZ SALAMANCA, O. P., "Traspassando Fronteras", Acreditacioninternacional.usta.edu.co, 2019. [Online]. Available: <http://acreditacioninternacional.usta.edu.co/?preset=preset2>. [Accessed: 16- Jul- 2019].

[47] J. Rojas, "DRSU - USTA - Inicio", Proyeccionessocial.usta.edu.co, 2019. [Online]. Available: <https://proyeccionessocial.usta.edu.co/>. [Accessed: 16- Jul- 2019].

[48] J. Rojas, "SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD UNIVERSITARIA - UGICU", Sistemagestiondelacalidad.usta.edu.co, 2019. [Online]. Available:

<https://sistemagestiondelacalidad.usta.edu.co/index.php/estructura/ugicu>.
[Accessed: 16- Jul- 2019].

[49] "Gestión Ambiental", Gestionambiental.usta.edu.co, 2019. [Online]. Available: <http://gestionambiental.usta.edu.co/index.php/gestion-ambiental>. [Accessed: 16- Jul- 2019].

[50] Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN), "FACTORES DE EMISIÓN DE LOS COMBUSTIBLES COLOMBIANOS", Universidad Nacional De Colombia, Bogotá, 2003.

[51] Calculating HFC and PFC Emissions from the Manufacturing, Installation, Operation and Disposal of Refrigeration & Air- conditioning Equipment, 1st ed. GHG Protocol HFC, 2015, pp. 3-10.

[52] "Sobre la OACI", Icao.int, 2019. [Online]. Available: https://www.icao.int/about-icao/Pages/ES/default_ES.aspx. [Accessed: 14- Aug- 2019].

[53] Icao.int, 2019. [Online]. Available: <https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx>. [Accessed: 14- Aug- 2019].

[54] "Waste Reduction Model | US EPA", US EPA, 2019. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/warm>. [Accessed: 14- Aug- 2019].

[55]"¿Qué son los bonos de carbono? - Bioplanet", Bioplanet, 2018. [Online]. Available: <https://paris2015cop21.org/que-son-bonos-carbono/>. [Accessed: 03- Oct- 2019].

[56]Secretaria Distrital de Ambiente, "Informe voluntario para el reporte de la huella de carbono corporativa", Bogota D.C., 2014.

ANEXOS

ANEXO A: *Excel de solicitud de información*
ANEXO B: *Excel de cálculo de huella de carbono*