

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN INGENIERÍA
GEOGRÁFICA EN GESTIÓN AMBIENTAL

“MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO
EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR MATRIZ
QUITO”

GABRIELA PATRICIA MELO CASTILLO

DIRECTOR: ING. ARMANDO ECHEVERRÍA, MSC.

QUITO, 2018

DEDICATORIA

*A mis padres **Aquiles Melo** y **Diana Castillo** por ser pilar fundamental en cada paso de mi vida y apoyar cada decisión que he tomado,*

*A mi hermano **Erick Armando** por darme siempre esa fuerza para seguir adelante,*

*A mi profesor **Fredy López** por ser ese maestro excepcional que me ayudo a descubrir mi pasión por la Geografía.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la familia tan hermosa que me dio, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por las bendiciones y felicidad que me brinda.

Le doy gracias a mis padres Armando y Diana por apoyarme, por las enseñanzas y los valores que me han inculcado. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

Agradezco a mi hermano Erick por ser parte importante de mi vida y darme la fortaleza para lograr cada uno de mis propósitos.

Agradezco a mi profesor Armando Echeverría por su confianza y paciencia para poder realizar este trabajo de disertación.

Y agradezco a mi profesora Monserrath Mejía por ser guía y una amiga en mi transición universitaria.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
TABLA DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE TABLA	v
ÍNDICE DE FIGURA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Preguntas de investigación	2
1.4. Objetivos.....	3
1.5. Antecedentes.....	4
1.6. Marco teórico.....	5
1.6.6. Medidas de mitigación.....	19
1.7. Marco Conceptual.....	23
1.8. Marco Legal.....	24
CAPÍTULO II	28
2. DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES OPERACIONALES.....	28
2.1. Área de estudio	28
2.2. Organigrama institucional	31
2.3. Límites operacionales	33
2.4. Reglamentos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador	35
2.5. Año base del estudio.....	36
CAPÍTULO III	37
3. RECOPIACIÓN, VALORACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	37
3.1. Fuentes y sumideros de Gases de Efecto Invernadero (GEIs).....	37
3.2. Exclusiones.....	38
3.3. Metodología de cuantificación	39
3.4. Recolección de datos	40
CAPÍTULO IV	55
4. GENERACIÓN DE LA CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO	55

4.1. Selección de los factores de emisión	55
4.2. Cálculo de huella de carbono.....	59
4.3. Diagrama de Pareto	75
4.4. Cálculo de la Incertidumbre	76
CAPÍTULO V.....	80
5. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REDUCCIÓN	80
5.1. Criterios de medidas de mitigación y reducción	80
5.2 Medidas de mitigación.....	81
5.3 Medidas de reducción.....	82
CAPÍTULO VI	87
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	87
6.1. Análisis de los resultados	87
6.2. Discusión de los Resultados	92
6.3. Comprobación de las preguntas de investigación.....	96
CONCLUSIONES.....	98
RECOMENDACIONES	99
Referencias Bibliográficas.....	100

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Rango de precisión usados por el GHG protocolo	18
Tabla 2 Medidas de mitigación	20
Tabla 3 Medidas de reducción.....	21
Tabla 4 Límites operacionales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.....	33
Tabla 5 Semestres del 2016 modalidad presencial	36
Tabla 6 Actividades por fuente de emisión	37
Tabla 7 Consumo de combustible por parte de la Dirección de Adquisiciones y Control de Activos	41
Tabla 8 Consumo de combustible por parte del Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo.....	42
Tabla 9 Consumo de combustible por parte del Centro de Investigaciones Yasuní	42
Tabla 10 Consumo de combustible de los generadores eléctricos	45
Tabla 11 Consumo energético en el año 2016.....	46
Tabla 12 Consumo de papel en unidades de impresión en el año 2016	50
Tabla 13 Consumo de papel en centros de copiado de Quality Print en el Año 2016 ...	51
Tabla 14 Vuelos del año 2016	52
Tabla 15 Consumo de GLP en el año 2016	53
Tabla 16 Tickets emitidos en el primer periodo del año 2016	54
Tabla 17 Factores de emisión por electricidad	57
Tabla 18 Factores de emisión por kilogramos de CO ₂ de papel.....	58
Tabla 19 Emisiones de CO ₂ por gasolina en el año 2016.....	61
Tabla 20 Emisiones de CO ₂ por diésel en el año 2016.....	62
Tabla 21 Emisiones de CO ₂ por el número de vehículos que se estacionan dentro del campus universitario.....	66
Tabla 22 Emisiones de CO ₂ por generadores eléctricos del año 2016	67
Tabla 23 Emisiones de CO ₂ del consumo energético de 7:00 a 22:00 en el año 2016...	68
Tabla 24 Emisiones de CO ₂ del consumo energético de 22:00 a 7:00 en el año 2016...	68
Tabla 25 Emisiones de CO ₂ por consumo de papel de las impresoras en el año 2016 ..	70
Tabla 26 Emisiones de CO ₂ por consumo de papel de Quality Print del año 2016	71
Tabla 27 Emisiones de CO ₂ por consumo de GLP en el año 2016	73
Tabla 28 Emisiones de CO ₂ por pasajes aéreos en el año 2016.....	74

Tabla 29 Porcentajes para la elaboración del Diagrama de Pareto.....	75
Tabla 30 Cálculo de Incertidumbre de mediciones indirectas.....	78
Tabla 31 Cálculo de Incertidumbre de mediciones directas.....	79
Tabla 32 Cálculo de la Incertidumbre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador	79
Tabla 33 Descripción de los criterios para la mitigación y reducción.....	80
Tabla 34 Medidas de mitigación	81
Tabla 35 Escala de puntuación de los criterios para las medidas de mitigación.....	81
Tabla 36 Método de Scoring para medidas de mitigación	82
Tabla 37 Puntuación para cada actividad	83
Tabla 38 Medidas de reducción	83
Tabla 39 Escala de Puntuación de los criterios para las medidas de reducción	85
Tabla 40 Método de Scoring para medidas de reducción.....	85
Tabla 41 Emisiones de gases por tipo de alcance, actividad y fuente de emisión.....	87
Tabla 42 Medidas de reducción y mitigación seleccionadas.....	91
Tabla 43 Medición de la huella de carbono en universidades a nivel nacional.....	93

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Efecto invernadero	8
Figura 2 Calentamiento global	10
Figura 3 Plano de la PUCE.....	29
Figura 4 Organigrama PUCE	32
Figura 5 Factores de emisión por defecto de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O para la combustión estacionaria en la categoría institucional	56
Figura 6 Valor Calórico Neto (VCN) por defecto y límites superior e inferior a un intervalo de confianza del 95%	56
Figura 7 Factores de emisión de CO ₂ por defecto del transporte terrestre y rangos de incertidumbre.....	57
Figura 8 Cálculo de las emisiones de CO ₂ por viajes aéreos.....	59
Figura 9 Ubicación rutas de interés	64
Figura 10 Resultado del mapa de rutas.....	65
Figura 11 Emisiones por alcance por porcentaje.....	88
Figura 12 Diagrama de Pareto	90

RESUMEN

Desde el año 1998 se ha comenzado a darle prioridad al medioambiente ya que los problemas de cambio climático que está sufriendo el planeta por el manejo inadecuado de los recursos que provocan una producción excesiva de gases de efecto invernadero llevándonos a un calentamiento global irreversible. En este sentido la presente disertación se estudió en el cálculo de la huella de carbono de Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito (PUCE) durante el año 2016, para determinar qué actividades generan mayor emisión de gases de efecto invernadero para finalmente establecer medidas de reducción y mitigación para disminuir sus emisiones, con el fin de cumplir su objetivo se utilizó la normativa ISO 14064-1, la cual clasifica las actividades (consumo de papel, consumo energético, entre otros) de las organizaciones en directas e indirectas de acuerdo al tipo de alcance para el cálculo de la huella de carbono. Los resultados obtenidos determinaron que Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito emitió 7343,974 tCO_{2eq} con un nivel de incertidumbre +/-7% que equivale a “bueno” de acuerdo al ranking del GHG Protocol. Con estos datos se realizó un Diagrama de Pareto en el que se indica que las actividades que se encuentran sobre el 80% de las emisiones es el consumo de papel seguido por el consumo energético. Finalmente, con esta información se plantearon posibles medidas para disminuir las emisiones, manejando un análisis multicriterio en donde se seleccionaron seis medidas de reducción y una de mitigación considerando mediante parámetros costo, tiempo, reducción, facilidad de transferencia e impacto ambiental.

ABSTRACT

Since 1998, priority has been given to the environment as the problems of climate change that the planet is suffering due to the inadequate management of resources that cause excessive production of greenhouse gases leading to irreversible global warming. In this sense the presented dissertation was studied in the calculation of the carbon footprint of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador Quito (PUCE) during 2016, to determine which activities generate the greatest emission of greenhouse gases to finally establish reduction measures and mitigation to reduce their emissions, in order to meet their objective ISO 14064-1 was used, which classifies the activities (paper consumption, energy consumption, among others) of the organizations in direct and indirect according to the type of scope for the calculation of the carbon footprint. The results obtained determined that the Pontificia Universidad Católica del Ecuador Quito issued 7343,974 tCO₂eq with a level of uncertainty +/- 7% that is equivalent to "good" according to the ranking of the GHG Protocol. With these data a Pareto Diagram was made in which it is indicated that the activities that are over 80% of emissions is paper consumption followed by energy consumption. Finally, with this information, possible measures were proposed to reduce emissions, managing a multicriteria analysis in which six reduction and one mitigation measures were selected, considering cost, time, reduction, ease of transfer and environmental impact parameters.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Justificación

Desde 1998 se ha tratado a nivel mundial el problema del Calentamiento Global dentro del marco del Protocolo de Kioto, en donde los países participantes se comprometieron a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual no tuvo los resultados esperados. Debido a esto, en la COP18 (Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) del año 2012, acordó aplazar la extensión del Protocolo de Kioto hasta el año 2020 con el compromiso de varios países, entre ellos Ecuador, comprometidos para implementar diferentes políticas y normativas para la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

Es por este motivo que, dentro del ámbito nacional, el Objetivo 7.8 literal k del Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017 indica: “Fortalecer los mecanismos y las capacidades institucionales nacionales y locales para prevenir y controlar la contaminación de aire, suelo y agua, así como para garantizar la reparación integral de los daños y pasivos socio ambientales que se generen” (SENPLADES, 2013).

Así también el objetivo 13 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que indica: “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”, siendo este uno de los objetivos primordiales que contribuyen a la lucha contra el cambio climático, ya que no solo se ve afectando un país o un continente, siendo un problema que tiene repercusiones a nivel global (ONU, 2016).

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) al desarrollar sus actividades (consumo de papel, consumo energético, entre otros) está generando gases de efecto invernadero, pero no tiene un conocimiento de la cantidad exacta que se produce y como esto afecta al ambiente. Es así que las autoridades de la PUCE en conjunto con la AUSJAL (Asociación de Universidades confiadas a la Compañía de

Jesús en América Latina) han decidido calcular su Huella de Carbono y a su vez poder tomar medidas de mitigación y reducción. Esta disertación tiene la finalidad de cumplir con el estudio que realiza la universidad con el programa de ambiente y sustentabilidad que maneja la misma en la red de AUSJAL.

Dentro de este marco la ISO 14001, 2015, define que los aspectos ambientales son los elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

1.2. Planteamiento del problema

Todas las actividades realizadas por el ser humano tienen un impacto en el ambiente. La Pontificia Universidad Católica del Ecuador como institución de educación superior con 16.396 personas entre estudiantes, docentes y administrativos, para el año 2016, no es la excepción ya que a diario utiliza recursos como: agua, papel, energía eléctrica, combustibles fósiles, gas, entre otros y de la misma forma produce residuos.

Todos estos aspectos ambientales producen diferentes gases de efecto invernadero, tanto en su consumo como en su generación, los cuales aportan al calentamiento global. Para poder manejar este problema se necesita de un conocimiento básico de la cantidad de dióxido de carbono equivalente que produce la universidad y así plantear medidas de reducción para aportar a la disminución de emisión de gases de efecto invernadero, reducción de gases que afectan al planeta.

1.3. Preguntas de investigación

1.3.1. Pregunta principal

¿Cuál es la huella de carbono de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito?

1.3.2. Preguntas complementarias

- ¿Cuáles son los límites operacionales para el cálculo de la huella de carbono?
- ¿Cuáles son los factores de emisión de los aspectos ambientales que aportan en la huella de carbono de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito?
- ¿Cuáles son las medidas de reducción y mitigación para la reducción de la huella de carbono en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Identificar la huella de carbono de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Quito (PUCE) mediante la generación de una calculadora de huella de carbono para definir estrategias de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

1.4.2. Objetivos específicos

- Definir los límites operacionales del cálculo de huella de carbono.
- Caracterizar los aspectos ambientales utilizados y producidos por las diferentes unidades que forma la PUCE Quito.
- Calcular la huella de carbono de la PUCE Quito.
- Determinar las medidas de reducción y reducción de la huella de carbono en la PUCE Quito.

1.5. Antecedentes

En 1980 la curva de temperatura anual global comienza a aumentar por las concentraciones elevadas de CO₂ en la atmósfera. Por lo que las ONG (Organizaciones No Gubernamentales) le dan mayor interés a la protección global del medio ambiente con campañas agresivas mediante noticias a escala global de lo que comenzaba a ocurrir con el planeta Tierra, así como datos e imágenes de lo que sucedería en un futuro, pero esto no fue suficiente por lo que, se tomaron medidas más drásticas.

En 1988 se establece el IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático), el propósito de esta organización es predecir el impacto de los gases de efecto invernadero, trabajando con más de sesenta países en el mundo y más de mil científicos especialistas en el tema, realizando informes importantes en años como 1992, 1996 y 2001. De esta manera, en el ámbito internacional el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) emite su primer informe en el que aseguran que:

- Las emisiones producidas por las actividades humanas aumentan sustancialmente las concentraciones atmosféricas de los gases que producen efecto de invernadero: anhídrido carbónico, metano, clorofluorocarbonos (CFC) y óxido nitroso.
- Existe un efecto de invernadero natural que hace que la Tierra sea más cálida de lo que sería en caso de no existir ese efecto.

En este mismo año 1992 se conforma la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que establece que todos los países conformantes deben lograr la estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel que no comprometa la seguridad de los sistemas económico, social y ambiental en un futuro (CMNUCC, 1992). En 1997 se establece el protocolo de Kioto en el marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en el cual se menciona que, para el período 2008 – 2012, los países participantes deben reducir en no menos del 5% sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) tomando como referencia de emisión el año 1990. El Ecuador entra a formar parte de la CMNUCC en 1994 y ratifica el protocolo de Kioto en el año de 1999.

El Ecuador cuenta con entidades como el Ministerio del Ambiente y dentro de este la Subsecretaría de Cambio Climático que presentan la “Estrategia Nacional de Cambio Climático” en donde se toman en cuenta el Artículo. 414 de la Constitución de la República del Ecuador (2008) el cual establece: buscar la adopción de medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático mediante la limitación tanto de las emisiones de GEI, como de la deforestación y la contaminación atmosférica; adoptando además medidas para la conservación de los bosques y la vegetación; y para la protección de la población en riesgo.

De esta manera, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador se ve obligada a trabajar para la sociedad en temas de ambientales que se enfocan a la conservación y remediación ambiental dentro del campus universitario.

1.6. Marco teórico

La Geografía contemporánea se ha nutrido de dos vertientes o identidades principales (Turner 2002, 52): la espacial-cronológica y la humanista-ambiental. Es en esta última, llamada también tradicionalmente hombre-terreno (Pattison 1964, 211; Robinson 1976, 520), donde la vinculación entre Geografía y Ambiente aparece más directa. Sin embargo, la espacial-cronológica también encierra de cierta forma la noción ambiental, a través del concepto de sitio o lugar.

La Geografía Ambiental está ubicada entre los límites de una Geografía Física y Humana. Nace de la necesidad de matizar los límites entre las partes biofísicas y socioculturales, pero hace un énfasis especial en cuestiones ambientales. Tomando en cuenta términos importantes que ayudan al desarrollo de esta Geografía, como son: ciencia sustentable, ciencia del cambio de la sociología ambiental, ayudando a crear fundamentos teóricos y conceptuales abriendo posibilidades de interacción con otros campos enfocados a los problemas ambientales como es el cambio climático o el calentamiento global enfocado siempre a la unicidad geográfica.

En 1931, Carl Sauer decía que la Geografía tiene dos enfoques o dos tendencias fundamentales, en donde una de ellas va enfocado más a la parte humana y la relación

que tienen con el medio en que está habitando, comúnmente en el sentido de la adaptación del hombre al medio físico y de la misma manera dirige la atención a los elementos de la cultura que influyen en un área y se relaciona con el ser humano, de donde se originan dos nuevas ramas de la Geografía las cuales son la Geografía Humana y la Geografía Cultural las cuales están muy ligadas entre sí (Santos, M., & Maurel, J. B., 1990).

Es así como la Geografía Humana y Cultural juegan un rol importante ya que se encarga de estudiar a las sociedades desde la parte espacial la cual nos ayuda a asimilar el comportamiento humano y relacionarlo con la parte ambiental y poder determinar cuál es el daño que causa una persona al ambiente y de la misma forma como poder remediarlo.

1.6.1. Cambio climático

El cambio climático constituye hoy día un tema de primera magnitud tanto en la agenda política como en la opinión pública y ha sido planteado por algunos como la cuestión señera del siglo XXI (Giddens, A., & del Bustillo, F. M., 2010). En donde se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra que se da debido a causas naturales y también a la acción del ser humano y se produce a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad (Giddens, A. M. D. B., 2010). El IPCC (2014) define el cambio climático como la variación estadística en el estado medio del clima, esta variación se puede deber a procesos naturales internos, también a cambios de origen antropogénico por emisiones a la atmósfera y el uso de las tierras.

El cambio climático no pertenece a esa categoría de fenómenos que son fáciles de percibir. En realidad, hemos sabido de la dimensión y la importancia del problema gracias a las voces de alerta lanzadas por los científicos. El cambio climático es un fenómeno que necesita ser comunicado incluso para ser reconocido, entonces el cambio climático resulta un fenómeno especialmente difícil de valorar e interpretar (Hernández, F. H., 2008). El fenómeno del cambio climático, se puede entender como un problema energético finalmente. Un problema derivado del uso excesivo de ciertas formas de

energía, de la depredación de ciertos recursos finitos y de su desigual reparto a lo largo del globo (Giddens, 2010).

1.6.1.1. Clima

El clima es el producto de la interacción de variables atmosféricas como: temperatura, precipitación pluvial, viento; dichas variables caracterizan a lugares determinados con valores de altitud y latitud definidas (Rodas, S. 2013). El forzamiento climático es un desbalance energético en el sistema climático proveniente de cambios externos como erupciones volcánicas, cambio en la radiación solar o por las actividades humanas, y puede ser radiactivo (directo o indirecto) y no radiactivo (Santamaría, 2010). Por tanto el clima es el resultado de la interacción de la atmósfera, hidrósfera, cromósfera, superficie terrestre y biosfera, conocidos como sistema climático, en un entorno dinámico que varía con el tiempo (IPCC, 2007).

Una pauta a largo plazo de qué es el clima es la siguiente: si comparamos un año con los siguientes, encontraremos que la temperatura media del aire o la pluviosidad media son bastantes similares. Puede ser definido como una determinada combinación temporaria de ciertos factores meteorológicos. Ello incluye temperatura del aire, viento, radiación, humedad relativa, presión atmosférica y precipitación. Los elementos del clima son aquellas características que nos permiten evaluarlo, definirlo y clasificarlo, mientras que sus factores son los hechos astronómicos, geográficos y aun meteorológicos que determinan las particularidades de aquellos elementos. Entre los factores astronómicos del clima deben mencionarse los movimientos de la tierra y la latitud del lugar; entre los geográficos, la continentalidad u oceanidad, barreras orográficas, altitud, proximidad del mar, corrientes marinas, topografía, etc., y entre los meteorológicos, la distribución de los centros semipermanentes de presión atmosférica, los vientos y las grandes perturbaciones atmosféricas (Bavera, G. A. y H. A. Bèguet, 2003).

1.6.1.2. Efecto invernadero

Efecto invernadero se refiere a un mecanismo por medio del cual la atmosfera de la Tierra se calienta, este ha existido desde que la Tierra tiene atmosfera (hace unos 4,000 millones de años) (Barry y Chorley, 2003). Si bien es cierto que en escalas de tiempo de miles o millones de años las concentraciones en gases de efecto invernadero cambiaron considerablemente de manera natural, produciendo sustanciales variaciones en la temperatura, éstas se produjeron en muchos millones de años (Garduño, R, 2004). El efecto invernadero es el fenómeno por el cual los gases de efecto invernadero retienen la energía térmica infrarroja emitida por la superficie terrestre al haber sido calentada por la radiación solar (CIIFEN, 2016).

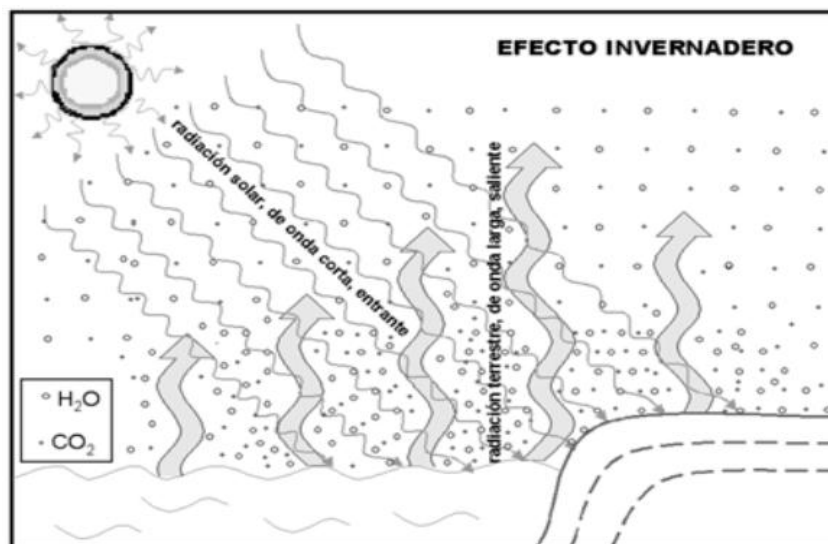


Figura 1 Efecto Invernadero (Hardy et al. 1986)

La figura 1 ilustra la esencia del efecto invernadero. La radiación solar atraviesa la atmosfera y llega a la superficie (continente y océano), que la absorbe. Entonces la superficie se calienta y emite radiación terrestre, la cual es absorbida por el vapor de agua y el CO₂ contenidos en la atmosfera (Hardy et al. 1986).

1.6.1.3. Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero a todos aquellos compuestos químicos en estado gaseoso que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor allí mismo, en la atmósfera (R. Garduño, 2004). Según Doménech (2007), desde la Revolución Industrial la concentración de CO₂ (el principal GEI) ha ido en aumento, esto derivado del aumento en el uso de combustibles fósiles y la reducción de la masa forestal.

Los GEI pueden ser de origen natural y antropogénico: el vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), y ozono (O₃). Además existe en la atmósfera una serie de gases de origen antropogénico, como los halo carbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (CEPAL, 2010). Los aumentos en la concentración de los llamados gases de efecto invernadero reducen la eficiencia con la cual la Tierra re-emite la energía recibida al espacio. Parte de la radiación saliente de onda larga emitida por la Tierra al espacio es re-emitada a la superficie por la presencia de esos gases (Garduño, R, 2004).

1.6.1.4. Calentamiento global

Desde el inicio de la era industrial (siglo XVIII), las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) han ido en aumento provocando un forzamiento climático positivo; por otro lado, el cambio de uso de suelo y el empleo de aerosoles antropogénicos incrementan el albedo causando un forzamiento negativo. Se refiere a la tendencia a incrementar que durante los últimos 150 años ha mostrado la temperatura global del planeta, fenómeno que se atribuya al efecto de la contaminación humana, en particular a la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo y a la tala de bosques.

El Calentamiento Global ha ido de la mano con una tendencia hacia un incremento en el CO₂ atmosférico, como lo demuestra la figura 2, lo que indica que la

causa de esta tendencia hacia el 0° calentamiento es una intensificación del efecto invernadero. De allí que frecuentemente se usen indistintamente ambos términos, sin embargo, mientras uno describe el fenómeno del incremento de temperatura reciente, el otro se refiere al mecanismo que lo causa (Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B, 2007).

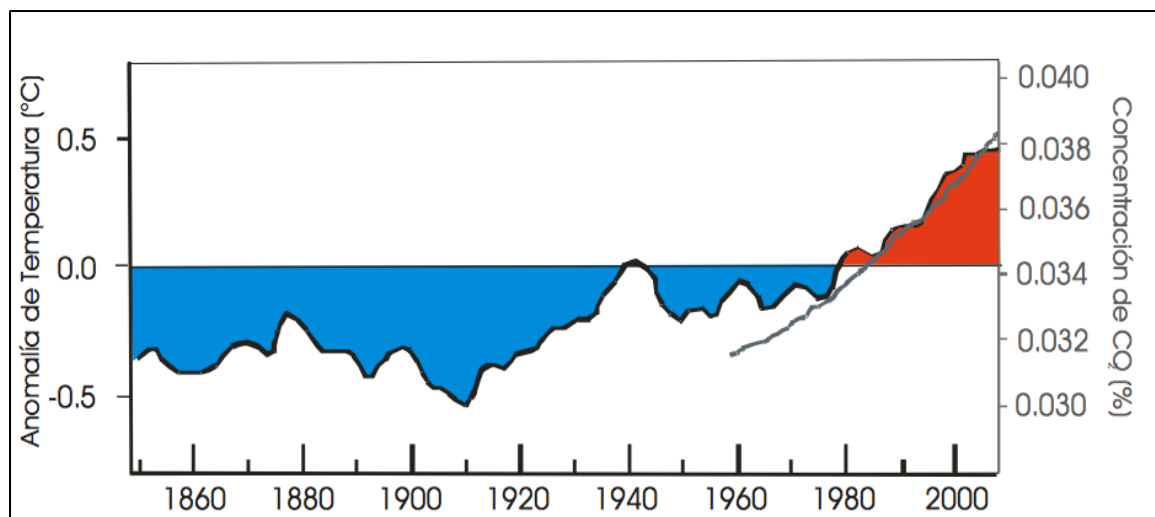


Figura 2 Calentamiento Global (Earth System Research Laboratory, 2016)

1.6.2. Huella de carbono

La huella de carbono es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) en el medio ambiente (Schneider, H., & Samaniego, J., 2009). La huella de carbono se puede cuantificar por organizaciones o por individuos. Una vez determinado su valor, se analiza los principales factores que aportan a las emisiones de gases de efecto invernadero y se busca acciones de reducción y optimización en los procesos de la empresa o individuo. Una vez reducido se realizan labores de compensación de las emisiones que no se pueden eliminar (Cero CO₂, 2011).

La huella de carbono es un indicador ambiental que busca cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GHG). Su medición se convierte en una herramienta que permite trabajar bajo el concepto de eco-eficiencia e identificar

oportunidades de reducción de consumo energético, ya que este último es la principal fuente de emisión de GHG a nivel mundial. (Rodríguez, Martínez, & Udaquiola, 2013).

1.6.2.1. Factor de emisión

El factor de emisiones es el coeficiente que relaciona las emisiones actuales a la información de actividad como una medición estándar de las emisiones por unidad de actividad (Toro, M. V., Ramírez, J. J., Quiceno, R. A., & Zuluaga, C. A., 2001).

El método que comúnmente se utiliza los sectores: científico, industrial y gubernamental es el uso de los factores de emisión, este factor de emisión se define como un valor que intenta corresponder la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera con una acción asociada a la emisión del contaminante. Estos factores son usualmente declarados como la masa del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración (EPA, 2015).

1.6.2.2. Metodologías del cálculo

Existen varias metodologías para realizar el cálculo de la huella de carbono, estas pueden variar dependiendo el enfoque que se vaya a manejar dentro de una organización como el enfoque direccionado al producto, el enfoque direccionado al funcionamiento total de la empresa o institución y también está un enfoque mixto en donde se toma en cuenta el producto y la organización en general (Doménech, J. L., 2011). Para este estudio se va a utilizar el segundo enfoque ya que el conjunto de actividades que realiza la Pontificia Universidad Católica del Ecuador produce la huella de Carbono.

A. Metodología de enfoque a organizaciones

Este proceso consiste en recopilar los datos referentes a consumos de una determinada empresa y transformarlos a emisiones de CO₂ equivalente (Viteri, 2013).

La organización Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) es una entidad no gubernamental formada por el Instituto Mundial de Recursos (World Resources Institute) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council on Sustainable Development) que lidera una de las metodologías más utilizadas a nivel mundial que consiste en cuantificar las emisiones de GEIs mediante tres tipos de alcances (GHG Protocol, 2012).

a) Alcance 1

Son emisiones directas, desde fuentes propias o controladas por la empresa, como por ejemplo, las derivadas de la quema de combustibles o debidas a procesos químicos (Schneider, H., & Samaniego, J, 2009).

Según WBCSD & WRI, 2001 pueden ser el resultado de las siguientes actividades:

- Producción de electricidad, calor o vapor.
- Procesos físicos o químicos como generación de cemento, producción de amoníaco.
- Transporte de materiales, productos, desperdicios o empleados.
- Emisiones fugitivas.

b) Alcance 2

Son emisiones indirectas derivadas de la generación, por parte de terceros, de energía, calor o vapor (en este caso, es indirecta, aunque sea consecuencia de las

actividades de la empresa, pero fueron generadas o son controladas por terceros) (Schneider, H., & Samaniego, J, 2009).

La organización debe cuantificar las emisiones indirectas de GEI que provienen de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo, consumido por la organización (SGS & MAE, 2015).

c) Alcance 3

Son otras emisiones indirectas que son consecuencia de las actividades de la organización que ocurren fuera de esta y no son controladas o generadas por la misma, como lo son los viajes, la gestión y disposición de residuos, la producción de insumos, etc. (Schneider, H., & Samaniego, J, 2009).

Dentro de este alcance se consideran actividades como:

- Viajes aéreos del personal.
- Desplazamientos del personal al trabajo.
- Producción de materiales importados.
- Actividades subcontratadas, la fabricación por contrato y franquicias.

1.6.3. ISO 14064

Parte 1: Especificación con orientación a nivel de organización para la cuantificación y notificación de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero: Inventario GEI de las organizaciones (Fariña, C., Guarás, M. D., Huykman, N., Panizza, A., & Pascale, C, 2016). El objetivo de la normativa es ayudar al diseño de la huella de carbono a nivel organizacional y a la reducción de la misma (Martínez, 2012).

A continuación se detalla la estructura de la normativa ISO 14064-1:

A. Principios de la normativa ISO 14064

Para que la normativa sea aplicada correctamente se rige bajo ciertos los siguientes principios (Bureau of Indian Standards, 2009).

- **Pertinencia:** Seleccionar las fuentes y sumideros de GEIs, datos y metodologías apropiadas de acuerdo a las necesidades del usuario.
- **Cobertura total:** Incluir todas las emisiones y remociones GEIs relevantes.
- **Coherencia:** Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEIs.
- **Exactitud:** Reducir, dentro de las posibilidades, la incertidumbre de las medidas utilizando datos verificables y factores de emisión oficiales.
- **Transparencia:** Divulgar apropiada y suficiente información relacionada con los GEIs que permita a los usuarios tomar decisiones con una razonable confianza.

B. Límites organizacionales

Una organización puede ser conformada de una o varias instalaciones, uno o varios propietarios y debe cuantificar todas sus emisiones y remociones que produce por lo que debe definir unos límites que permitan consolidar sus emisiones por medio de un sistema (Martínez, 2012). Para esto la organización puede utilizar dos enfoques:

- **Enfoque de Control:** La organización cuantifica todas las emisiones y remociones para cada instalación que tenga su control operacional y financiero.
- **Enfoque Participación Accionaria:** La organización responde, en función de su parte accionaria, por las emisiones y remociones de las respectivas instalaciones que posee.

C. Límites operacionales

Establecidos los límites organizacionales se deben establecer y documentar los límites referidos a las emisiones asociadas a las operaciones que realiza la organización. El establecimiento de los límites operacionales debe incluir la identificación de las emisiones y remociones GEI y categorizarlos dentro de emisiones directas o indirectas. Esto incluye escoger cuales de las emisiones indirectas serán cuantificadas y reportadas (Bureau of Indian Standards, 2009). Si existe algún cambio en los límites operacionales estos deben ser explicados.

- **Emisiones Directas:** Corresponden a todas las emisiones y remociones que están controladas por la organización y equivalen al Alcance 1 del GHG Protocol mencionado anteriormente.
- **Emisiones Indirectas:** Corresponden a todas las emisiones y remociones que no están controladas por la organización. Las emisiones indirectas están divididas a su vez en: emisiones indirectas por energía (equivalentes al Alcance 2 del GHG Protocol), y otras emisiones indirectas (equivalentes al Alcance 3 del GHG Protocol).

D. Cuantificación de las emisiones

Para la cuantificación de emisiones y remociones de la organización se debe seguir los siguientes pasos:

a) Identificación de las fuentes y sumideros de GEI

La organización debe identificar y documentar las fuentes de gases de efecto invernadero que provienen de sus operaciones separándolas por emisiones directas e indirectas.

b) Selección de un método de cuantificación

La selección de un método de cuantificación depende del nivel de detalle que se quiera llegar con la organización con la finalidad de que se reduzca la incertidumbre, sea consistente y cuyos resultados sean reproducibles (Bureau of Indian Standards, 2009). Los métodos de mediciones son muy costosos resultando fuera del alcance para la mayoría de las organizaciones por lo que las metodologías de cálculo son mucho más usadas. Estas metodologías dependen de la existencia de factores de emisión internacionales (nivel 1), nacionales (nivel 2) o locales (nivel 3) (IPCC, 2006). El aumento de niveles implica una mayor exactitud en los datos obtenidos pero su alcance implica una mayor inversión en tiempo y costos.

La siguiente ecuación 1 muestra la fórmula para determinar las emisiones de CO₂ equivalente que son emitidas a la atmósfera por cada fuente de emisión.

$$\text{Emisiones } CO_2e = A * FE \quad (1)$$

Dónde:

- Emisiones de CO₂e: emisiones de CO₂ (tCO₂/año).
- A: Fuente de emisión de cada actividad procedente de los registros (litros/año; toneladas/año; Kwh/año).
- FE: factor de emisión del IPCC (tCO₂/litro; tCO₂/toneladas A; tCO₂/Kwh).

En el caso de que los factores de emisión propuestos por el IPCC incluyan datos sobre emisiones de CH₄ y N₂O, es necesario ver el potencial de calentamiento global de estos gases que para el caso del metano (CH₄) es 72 y para el óxido nitroso (N₂O) es 289. Entonces la ecuación a utilizarse sería:

$$\text{Emisiones } CO_2e = A * FE * PCG_{20 \text{ años}} \quad (2)$$

Dónde:

- Emisiones de CO₂e: emisiones de CO₂ (tCO₂/año).
- A: Fuente de emisión de cada actividad procedente de los registros (litros/año; toneladas/año; Kwh/año).
- FE: factor de emisión del IPCC (tCO₂/litro; tCO₂/toneladas A; tCO₂/Kwh).

- PCG20 años: Potencial de Calentamiento Global para 20 años.

c) Selección y recolección de la actividad GEI

La organización debe seleccionar y recolectar la información de actividad GEI en base a los requerimientos seleccionados en la metodología de cuantificación (Bureau of Indian Standards, 2009).

d) Selección o desarrollo de los factores de emisión

Los factores de emisión son seleccionados de fuentes internacionales oficiales y reconocidas a nivel internacional (Bureau of Indian Standards, 2009).

e) Cálculo de los gases de efecto invernadero

La normativa ISO 14064-1 incluye otros pasos como verificación, inventario y reporte, sin embargo, para el presente proyecto, no se requiere de su aplicación por lo que no serán descritos.

Una vez seleccionados los datos por actividad GEI y escogido los factores de emisión más adecuados, se realiza el cálculo de las emisiones de GEI acorde con la metodología de cuantificación seleccionada (Bureau of Indian Standards, 2009).

1.6.4. Incertidumbre

La incertidumbre respecto a su cálculo y la discusión sobre los factores que deben considerarse en su determinación (Naranjo, J. F., Cuartas, C. A., Murgueitio, E., Chará, J., & Barahona, R, 2012). La incertidumbre de los gases de efecto invernadero se categoriza generalmente en incertidumbre científica e incertidumbre de estimación. La primera surge debido a que los procesos de emisión de GEIs no están completamente

entendidos, es decir, el conocimiento científico es incompleto respecto a los procesos de emisión. Por otra parte, la incertidumbre de estimación aparece en todo proceso de cuantificación de emisiones y puede ser categorizada en dos tipos: (a) incertidumbre de modelos referido a diferentes modelos matemáticos empleados para estimar las emisiones GEIs; (b) incertidumbre paramétrica referida a la fluctuación que tiene cada parámetro al ser ingresados (factores de emisión, datos recolectados) al modelo de estimación (GHG Protocol, 2003).

La incertidumbre relacionada con los gases de efecto invernadero es un “parámetro asociado con el resultado de la cuantificación que caracteriza la dispersión de los valores que se podría atribuir razonablemente a la cantidad cuantificada” (Ihobe, 2012)

Para reportar la incertidumbre estadística, el GHG Protocol ha diseñado una herramienta de libre acceso que facilita el cálculo de la incertidumbre estadística para ser incorporada al reporte de Huella de Carbono. En ella categorizan la precisión de los datos según la Tabla 1:

Tabla 1
Rango de precisión usados por el GHG Protocolo

Precisión de los Datos	Intervalo de la media (porcentaje)
Alto	+/- 5%
Bueno	+/- 15%
Justo	+/- 30%
Pobre	Más de 30%

Fuentes: GHG Protocol Uncertainty Tool (GHG Protocol, 2003)

A pesar de que la incertidumbre proporciona un rango de aceptación del reporte de emisiones GEIs, su estimación está enfocada a un proceso de retroalimentación y aprendizaje sobre calidad de la recolección de datos, cuáles son las causas de la incertidumbre y dónde se puede mejorar. En otras palabras, la estimación de la incertidumbre pretende impulsar un proceso riguroso de evaluación en la gestión de la

calidad cuya finalidad es reportar lo que verdaderamente se emitió (GHG Protocol, 2003).

1.6.5. Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es un método gráfico para definir los problemas más importantes de una determinada situación (Galgano, 1995). Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos (Sales, M, 2009).

Según Galgano (1995), el diagrama de Pareto se elabora en 7 fases:

- Fase 1: Clasificación de datos
- Fase 2: Período de observación del fenómeno
- Fase 3: Obtener datos y ordenarlos
- Fase 4: Preparar los ejes cartesianos del diagrama
- Fase 5: Diseñar el diagrama
- Fase 6: Construir la línea acumulada
- Fase 7: Añadir las informaciones básicas

La grafica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos (Sales, M, 2009).

1.6.6. Medidas de mitigación

La medida de mitigación es utilizada para equiparar emisiones con la capturadas por diferentes sistemas o proyectos (Green Wise, 2016). Para esto es esencial tomar en cuenta primero que las medidas aseguren el acceso de las persona a bienes, servicios,

sitios de trabajo, entre otros; y que las medidas se enmarquen en un esquema general que tenga como objetivo hacer más sostenible el ambiente (Hubenthal, A, 2010).

No existe una única tecnología que aporte todo el potencial de mitigación en un sector dado. El potencial de mitigación económico, que suele ser superior al de mercado, solo se alcanzará cuando se implanten unas políticas adecuadas y se eliminen los obstáculos (IPCC, 2007). A continuación, se presenta la tabla 2 con varias medidas de reducción:

Tabla 2
Medidas de mitigación

Medida	Descripción
Compensación de emisiones por reforestación	Consiste en capturar CO ₂ mediante la reforestación de áreas quemadas o lugares destinados para esta actividad.
Compensación de emisiones terrazas verdes	Consiste en capturar CO ₂ mediante la elaboración de terrazas verdes o jardines verticales. Este tipo de sistema se utiliza principalmente en zonas urbanas.

Fuente: (Instituto Nacional de Ecología, 2010), (Santillán, 2014).

1.6.7. Medidas de reducción

Las Medidas de reducción son percibidas como pioneras, en la figura del Certificado de Reducción de Emisiones (CRE), son una herramienta de compensaciones de emisiones estandarizada, cuyos proyectos son soportados por la cuantificación de la huella de carbono. (Schneider, H., & Samaniego, J, 2009).

Los mecanismos para lograr esta reducción serian principalmente la aplicación de nuevas tecnologías y la generación y ampliación de sumideros. Dada la gran diferencia en los costos marginales de mitigación de gases de efecto invernadero que existe entre los países, la inversión en actividades de Implementación Conjunta (IC) en los sectores forestal gestión de bosques naturales y plantaciones forestales y de energía generación de electricidad con fuentes renovables y eficiencia energética en los países en desarrollo, es considerada la manera más efectiva, en términos de costos, para cumplir con el último objetivo de la CMCC (Manso, 1998).

La compensación como mecanismo para reducción de gases de efecto invernadero es una de las formas económicamente más efectivas de abordar las emisiones. Puede ser usada para compensar las emisiones producidas a través del financiamiento del equivalente en dióxido de carbono ahorrado en algún otro lugar, también a pequeña escala (Schneider, H., & Samaniego, J, 2009).

Para realizar una reducción, esta debe ser cuantificable, de tal manera que aporten un horizonte claro de las metas que se pretenden lograr (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2014). A continuación, se presenta la tabla3 con varias medidas de reducción:

Tabla 3
Medidas de reducción

Medida	Descripción
Mantenimiento periódico del vehículo	Realizar periódicamente revisiones y mantenimientos a los vehículos en miras a evitar un exceso de combustión.
Técnicas de conducción eficiente	La conducción eficiente permite lograr reducir el uso de combustible en un 15%. Esto supone formar al conductor en técnicas de conducción eficientes.
Concienciar a la sociedad	Concienciar sobre los beneficios de utilizar transportes masivos o bicicletas, elegir vehículos eficientes en el consumo y optimizar las rutas utilizadas.
Reemplazo de vehículos	Reemplazar vehículos por autos híbridos, eléctricos o con un rendimiento de combustible eficiente.
Disminución del uso de equipos electrónicos	Disminuir el uso innecesario de artículos o equipos electrónicos.
Apagar y desconectar los equipos que no se utilizan	Apagar y desconectar los equipos electrónicos una vez terminados los trabajos.
Sustitución de luces incandescentes por luces de bajo consumo	Sustituir las luces tradicionales por bombillas de bajo consumo eléctrico (lámparas halógenas, tubos fluorescentes).
Aprovechar luz natural apagando las luces	Usar la luz natural para iluminar los espacios interiores y apagando las luces que iluminan estos espacios.
Eliminar luces innecesarias	Revisar que luces son necesarias y cuáles no evitando el consumo de éstas.
Utilizar interruptores separados	Los interruptores separados permiten encender las luces requeridas y no todo el conjunto.
Capacitación del personal	Capacitar al personal que se queda al final para que se encargue de apagar todas las luces y equipos que no se utilizan.
Incorporar aparatos de bajo consumo eléctrico	Existen equipos eficientes en el consumo de electricidad que pueden reemplazar a los mismos equipos con un alto consumo eléctrico.

Disminución del consumo de papel	Disminuir el consumo de papel enviando documentos electrónicos.
Reutilizar el papel	Utilizar ambas caras del papel.
Reciclar el papel	Reciclar el papel permite la generación de nuevo papel.
Reducir la cantidad de desechos generados	Cambiar hábitos para reducir los desechos generados diariamente.
Reutilizar	Reutilizar, en la medida de lo posible, los instrumentos utilizados dándoles una segunda vida útil y disminuyendo los desechos generados.
Reciclar	Clasificar los desechos de acuerdo a sus características y enviar a gestores ambientales adecuados.
Reparar	Reparar los objetos que se puedan para darles otro uso.
Rechazar	Utilizar los instrumentos que se necesitan, sin excesos y evitando adquirir envases perjudiciales al medioambiente.

Fuente: (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2011), (Martínez, 2012)

1.6.8. Análisis Multicriterio

Según Romero (1993) los procesos de toma de decisiones se han venido analizando tradicionalmente en base a un paradigma que puede esquematizarse de la siguiente forma:

- Se selecciona el criterio bajo el cual se desea decidir la mejor solución.
- Se define el conjunto de restricciones que limitan la solución del problema.

El análisis multicriterio es un método que facilita la toma de decisiones a partir criterios en común (Fernández, 2008). Seguidamente utilizando técnicas más o menos sofisticadas, se procede a buscar entre las soluciones aquella que obtenga un mejor valor del criterio seleccionado, a esto se le denomina solución óptima. Las soluciones posibles de acuerdo a esta estructura son aquellas que den cumplimiento al conjunto de restricciones del problema y que representen los mejores valores del criterio seleccionado por el decisor (Romero, C. 1993).

Se lo conoce también como ponderación lineal debido a la asignación de pesos a cada una de las alternativas y criterios generando una dependencia lineal (Fernández, 2008). El modelo cumple la siguiente ecuación 3 (Roche y Vejo, 2005):

$$S_j = \sum_i w_i * r_{ij} \quad (3)$$

Dónde:

- S_j : Valor para la Alternativa j
- w_i : ponderación para cada Alternativa j
- r_{ij} : ponderación del Criterio i en función de la Alternativa j

1.7. Marco Conceptual

- **Gases de Efecto Invernadero**

Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero a todos aquellos compuestos químicos en estado gaseoso que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor allí mismo, en la atmósfera (R. Garduño, 2004).

- **Cambio Climático**

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. Es debido a causas naturales y también a la acción del hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad (Giddens, A. M. D. B., 2010).

- **Huella de Carbono**

La huella de carbono es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) en el medio ambiente (Schneider, H., & Samaniego, J., 2009).

- **Mitigación**

Es el daño resultante de las actividades de cadena de valor de una empresa– es esencialmente un desafío operativo, es el esfuerzo por reducir la pérdida de vida y propiedad reduciendo el impacto de los desastres (Porter, M., & Kramer, M. R., 2006).

- **Factor de emisión**

El factor de emisiones es el coeficiente que relaciona las emisiones actuales a la información de actividad como una medición estándar de las emisiones por unidad de actividad (Toro, M. V., Ramírez, J. J., Quiceno, R. A., & Zuluaga, C. A., 2001).

- **ISO 14064**

El ISO 14064 es una norma internacional conforme a la cual se verifican voluntariamente los informes de emisiones de gases de efecto invernadero y tiene como objetivo dar credibilidad y aseguramiento a los reportes de emisión de Gases del Efecto Invernadero (GEI) ya las declaraciones de reducción o eliminación de GEI (GARCÍA, L. F., 2015).

1.8. Marco Legal

1.8.1. Constitución del Ecuador

El presente proyecto se basa en la aplicación de la normativa legal estipulada en la Constitución del Ecuador aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente en el año 2008 en los siguientes artículos:

Art 395.- El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la

biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

Art. 399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

Los artículos 395, 396 y 399 de la Constitución del Ecuador nos dice que El Estado se encargara de cumplir con los derechos de la naturaleza como de la misma forma hará cumplir a la ciudadanía las políticas y leyes ambientales para poder mantener un ambiente sano y libre de contaminación, con base a esto el presente proyecto utiliza dichos criterios para reforzar.

1.8.2. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

La CMNUCC cuenta con alrededor de 197 miembros a los cuales se los denomina “Partes de la Convención” y anualmente se reúnen para elaborar protocolos que establezcan pautas para enfrentar el cambio climático (CMNUCC, 2014). El Ecuador entró a formar parte en 1999.

El objetivo último objetivo de esta convención es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático (Naciones Unidas, 1992).

El primer protocolo elaborado fue en la ciudad de Kioto (Japón) en el año de 1997 en el cual los miembros de las partes se comprometen a reducir sus emisiones de

gases de efecto invernadero en un 5% para el período comprendido entre 2008 y 2012, en comparación a las emisiones del año 1990 (Naciones Unidas, 1997).

1.8.3. Cop21 de Francia

Dentro de los tratados internacionales tenemos a la Cop21 de Francia en donde nos indica los siguientes artículos:

Art. 4.- Para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las Partes se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las Partes que son países en desarrollo tardaran más en lograrlo, y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza.

Art. 7.- Por el presente, las Partes establecen el objetivo mundial relativo a la adaptación, que consiste en aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático con miras a contribuir al desarrollo sostenible y lograr una respuesta de adaptación adecuada en el contexto del objetivo referente a la temperatura que se menciona en el artículo 2.

Art. 10.- Las Partes comparten una visión a largo plazo sobre la importancia de hacer plenamente efectivos el desarrollo y la transferencia de tecnología para mejorar la resiliencia al cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los artículos 4, 7 y 10 nos da la importancia que le da el país y el mundo a los gases de efecto invernadero y como se involucra el hecho de mitigar el problema de la huella de carbono por lo que es impórtate para el proyecto tener en cuenta a este tratado.

1.8.4. Ley de Gestión Ambiental

La Ley de Gestión ambiental establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia (Ley de Gestión Ambiental, Codificación 19, 2004).

En su artículo 33 menciona: “establecer como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento” (Ley de Gestión Ambiental, Codificación 19, 2004).

1.8.5. Plan Nacional del Buen Vivir

El Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017 (PNVB) es el instrumento de gestión pública que determina las directrices de planificación a nivel nacional y como tal, es el instrumento en el cual se basa toda la gestión pública del país (Ministerio del Ambiente, 2012).

Objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir, dentro de la parte de contaminación ambiental dice: “Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental, como aporte para el mejoramiento de la calidad de vida, continúa siendo sumamente importante para garantizar el derecho humano a vivir en un ambiente sano, pilar fundamental en una sociedad del buen vivir” (SENPLADES, 2013).

El objetivo tiende a incorporar programas y herramientas con el fin de conservar el medio ambiente teniendo en cuenta medidas de mitigación o adaptación para las emisiones de gases de efecto invernadero.

CAPÍTULO II

2. DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES OPERACIONALES

2.1. Área de estudio

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador el 2 de julio de 1946, gracias a las gestiones de los miembros del Cuerpo Gubernativo previamente formado para dirigir la Universidad, el presidente de la República, doctor José María Velasco Ibarra, expidió el decreto 1228, en el que autorizó el funcionamiento de universidades particulares. Se publicó este decreto en el Registro Oficial n° 629 del 8 de julio. Inmediatamente, el padre Aurelio Espinosa Pólit, s.J., nombrado rector por el Cuerpo Gubernativo, se encargó de conseguir sede, financiamiento, planta docente y de elaborar los planes de estudio (PUCE, 2011).

Es la primera universidad privada del país y, por consiguiente, la más antigua. Está dirigida y administrada por la Compañía de Jesús (Jesuitas). Ha sido pionera en los estudios de Biología y tiene a su cargo una de las más importantes estaciones científicas del mundo, en Yasuní (Amazonia ecuatoriana). Cuenta con facultades de Arquitectura, Administración, Enfermería, Ciencias Sociales, Ingeniería, Humanidades y Artes.

Su sede se encuentra ubicada en el centro norte de Quito en la Av. 12 de Octubre a una altura 2.850 metros sobre el nivel medio del mar y un clima de tierras altas subtropical con temperaturas de 18°C (PUCE, 2011). La población en el año 2016 es de 14.445 de estudiantes y 1.951 de personal administrativo y docente que estuvieron continuamente en el campus universitario. El campus está conformado por diferentes edificios que se muestran a continuación en la figura 3:

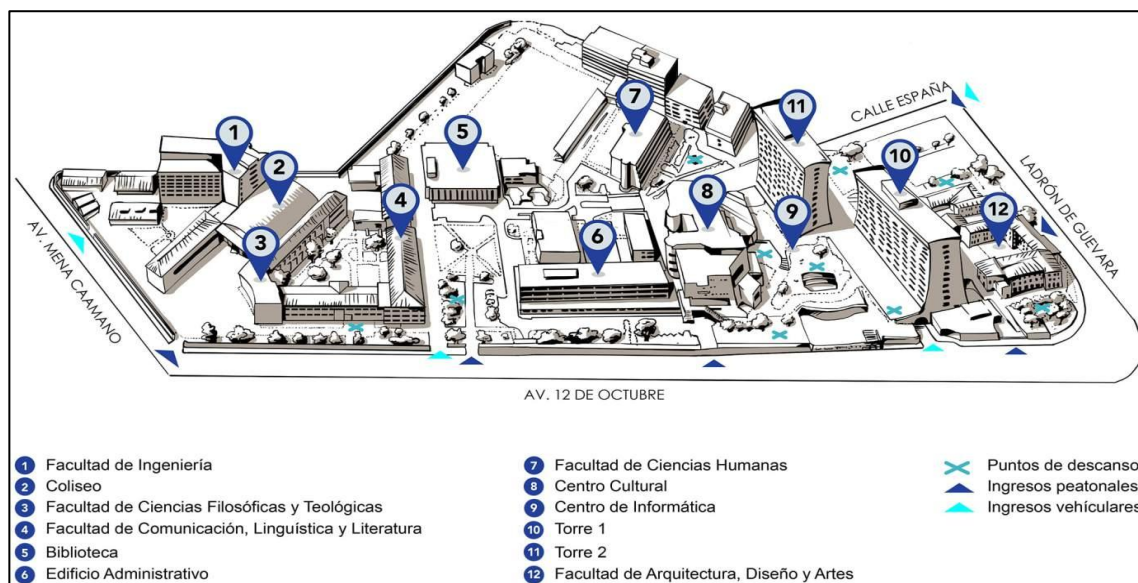


Figura 3 Plano de la PUCE (PUCE, 2015)

2.1.1. Misión

En este contexto es importante destacar la Misión de la PUCE en la Rendición de Cuentas Período 2016, 2017, la cual consta en su nuevo Estatuto:

La PUCE:

- a) Es una comunidad académica que, de modo riguroso y crítico, contribuye a la tutela y desarrollo de la dignidad humana y de la herencia cultural mediante la investigación, la docencia y los diversos servicios ofrecidos a las comunidades locales, nacionales e internacionales.
- b) Presta particular atención a las dimensiones éticas de todos los campos del saber y del actuar humano, tanto a nivel individual como social. En este marco, propugna el respeto a la dignidad y derechos de la persona humana y sus valores trascendentes, apoya y promueve la implantación de la justicia en todos los órdenes de la existencia, promueve la preservación del medio ambiente y el respeto a la vida.
- c) Goza de la autonomía inherente a su condición de universidad, que le es necesaria para cumplir sus funciones eficazmente. Ejerce dicha autonomía con responsabilidad, y consiguientemente cumple con la rendición social de cuentas, tal y como lo determina la Ley.

- d) Garantiza a sus miembros la libertad académica, salvaguardando los derechos de la persona y de la comunidad dentro de las exigencias de la verdad y del bien común.
- e) Dirige su actividad hacia la formación integral del ser humano. Por ello trata de formar a sus miembros intelectual y éticamente para el servicio a la sociedad en el ejercicio profesional y en el compromiso con el desarrollo sustentable del país.
- f) Pretende la integración del saber mediante el examen de la realidad con los métodos propios de cada disciplina académica y propiciando, al mismo tiempo, el dialogo entre estas para que se enriquezcan mutuamente.
- g) Promueve el compromiso de todos los miembros de la comunidad universitaria para la consecución de los fines institucionales a través del dialogo y la participación, de conformidad con el presente Estatuto.
- h) Como universidad particular ofrece una alternativa específica en el ámbito académico conforme a su propio Estatuto y reglamentos, e
- i) Como universidad católica, se inspira en los principios cristianos; propugna la responsabilidad del ser humano ante Dios, el respeto a la dignidad y derechos de la persona humana y a sus valores trascendentales; apoya y promueve la implantación de la justicia en todos los órdenes de la existencia; propicia el dialogo de las diversas disciplinas con la fe, la reflexión sobre los grandes desafíos morales y religiosos, y la praxis cristiana.

2.1.2. Visión

El nuevo Plan Estratégico se abre con la visión a futuro que orienta los objetivos estratégicos y esfuerzos de la PUCE dentro de la Rendición de Cuentas Período 2016, 2017:

La PUCE es el referente nacional en formación integral e inclusiva con impacto social. La innovación, agilidad y compromiso identifican su cultura organizacional. Es reconocida internacionalmente por su producción científica y la calidad de sus estudiantes y docentes.

2.2. Organigrama institucional

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito es una institución independiente, con autonomía administrativa, económica y personería jurídica, es por esto que el análisis de la huella de carbono se realizó con un enfoque de las emisiones de gases de efecto invernadero que fueron generadas por la institución.

El organigrama institucional de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador está constituido por diferentes niveles jerárquicos como se puede observar en la figura 4. Este estudio toma en cuenta desde el Rector, Vicerrector y todo el departamento que este maneja como la Secretaria General, Asesoría Jurídica, Dirección de Informática, entre otros ya que dentro de este departamento existe consumo de papel, consumo de combustible por la ocupación de vehículos y consumo energético.

También se toma en cuenta al Consejo Académico y dentro de este a la Dirección General Académica en donde se toma en cuenta el consumo de papel, combustibles por la ocupación de vehículos de carreras como biología y el consumo energético; Dirección General de Estudiantes, Dirección General Administrativa y Dirección General Financiera por el consumo de papel y consumo energético.

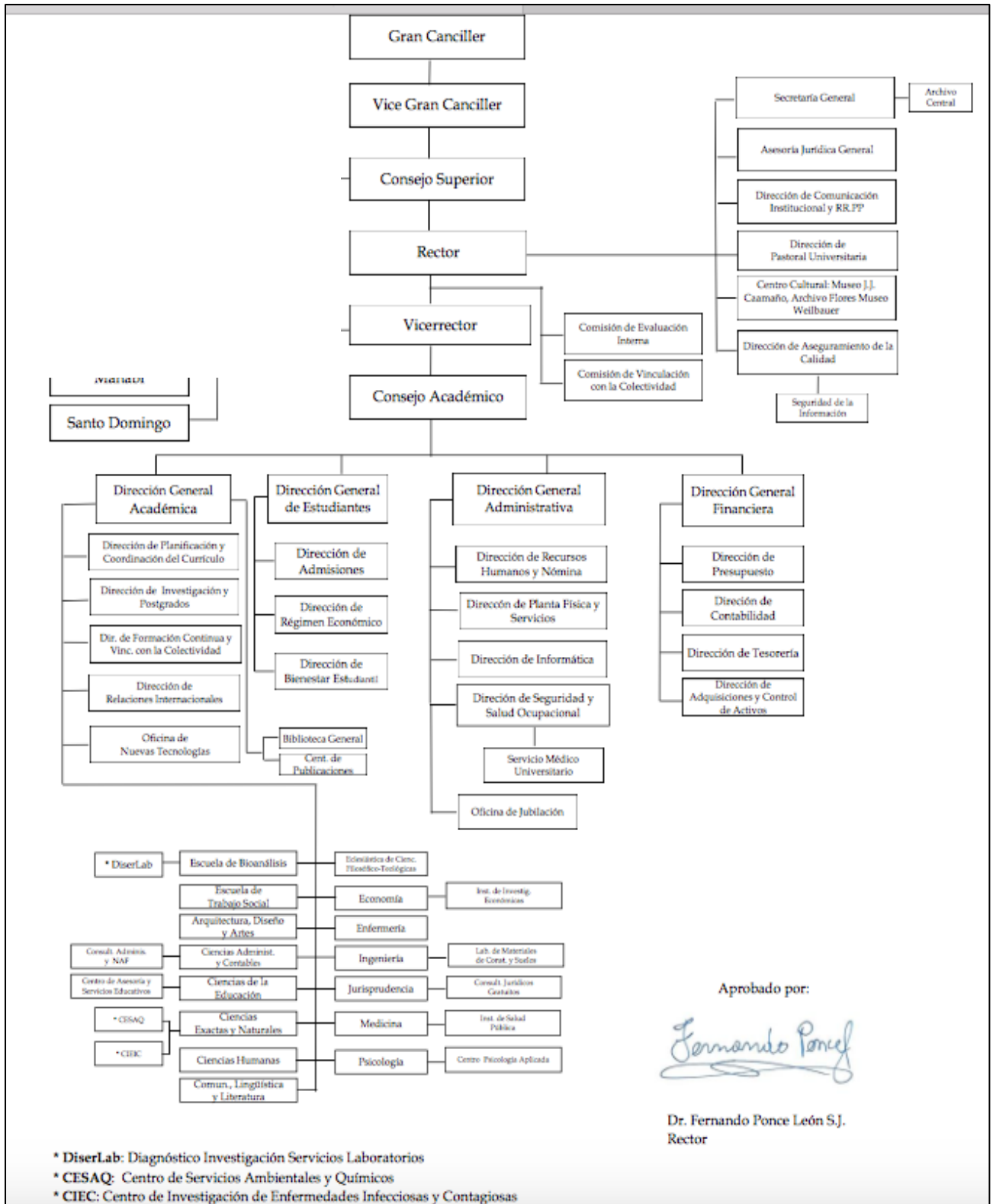


Figura 4 Organigrama PUCE (PUCE, 2016)

2.3. Límites operacionales

Una vez identificados los departamentos que maneja la institución se definió cuáles son los que están asociados a las emisiones de gases de efecto invernadero y se los separó por emisiones directas o indirectas. En la tabla 4 se muestra los límites operacionales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador considerando su organigrama estructural. Además de conocer el tipo de emisión que presenta cada actividad, se diferencié según el tipo de alcance al que pertenece.

Tabla 4
Límites operacionales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Unidad	Actividad	Alcance	Emisión
Gran Canciller	Velar para que se mantenga la misión de la Universidad en el marco de sus principios, y para que se cumplan sus objetivos	N/A	
Vice Gran Canciller	Velar por que la Universidad cumpla con sus propósitos específicos y tomar las medidas apropiadas para ello	N/A	
Consejo Superior	Aprobar las políticas generales y el Plan Estratégico Institucional de la Universidad, y remitirlo a la SENESCYT o al organismo estatal competente	N/A	
Rector	Regular controlar y gestionar	N/A	
Asesoría Jurídica General	Asesoría legal, contractual y patrimonio jurídico	N/A	
Dirección de Pastoral Universitaria	Atiende a la praxis cristiana, promueve y coordina las actividades académicas	N/A	
Dirección de Comunicación Institucional	Proceso de difusión de la nueva identidad de la PUCE		
Dirección de Aseguramiento de la Calidad	Medir estándares de calidad	N/A	
Dirección General Académica	Dirección de Planificación y Coordinación de Currículo	Controla la elaboración de las mallas curriculares	N/A
	Dirección de Investigación de Posgrados	Investigar y gestionar posgrados	N/A
	Dirección de Formación Continua y	Fomentar la activa participación de las facultades y escuelas con	N/A

	Vinculación con la Colectividad	sus niveles de pregrado y postgrado en los programas de vinculación con la colectividad		
	Dirección de Relaciones Internacionales	Mantener las relaciones internacionales con otras universidades y convenios	N/A	
	Oficina de Nuevas Tecnologías	Ofrecen herramientas para comunicación síncrona y asíncrona	N/A	
Dirección General de Estudiantes	Dirección de Admisiones	Controla el ingreso de los estudiantes	N/A	
	Dirección de Régimen Económico	Administrar el nivel económico estudiantil	N/A	
	Dirección de Bienestar Estudiantil	Sobre becas completas y sistema de apoyo económico	N/A	
Dirección General Administrativa	Dirección de Recursos Humanos y Nomina	Bienestar laboral y contrataciones	N/A	
	Dirección de Informática	Controla el sistema informático	N/A	
	Dirección de Planta Física y Servicios	Construcción de obras civiles y mantenimiento de instalaciones	1, 2 y 3	SI
	Dirección de Seguridad y Salud Ocupacional	Controla la seguridad y salud de los miembros de la institución	N/A	
Dirección General Financiera	Dirección de Presupuesto	Realiza el presupuesto de la universidad	N/A	
	Dirección de Contabilidad	Maneja la contabilidad de la institución	N/A	
	Dirección de Tesorería	Maneja el dinero de la institución	N/A	
	Dirección de Adquisiciones y Control de Activos	Maneja los servicios	2	SI
		Compras y adquisiciones de la institución	3	SI
		Trasporte	1	SI
DiserLab		Realizar exámenes médicos	3	SI
CESAQ		Investigación en el área de análisis físico-químico de matrices ambientales y otros productos	3	SI
CIEIC		Se enfoca en el desarrollo de un equipo consolidado de científicos altamente capacitados con amplia experiencia y conocimientos	N/A	
Biblioteca Central		Funciona como eje transversal y plataforma de soporte al proceso de creación de conocimiento	N/A	
Centro de Publicaciones		Editar y promover las	N/A	

	publicaciones de orden artístico, científico, didáctico, técnico, religioso y ético, elaboradas por los miembros de la Comunidad Universitaria		
Centro Cultural	Actividad cultural tanto de la comunidad universitaria, como de toda la sociedad	N/A	
Servicio Médico Universitario	Servicio médico a estudiantes, personal y afiliados	1	SI
Consultorio Administrativo	Prestar servicio de asería administrativa	N/A	
Centro de Asesoría y Servicios Educativos	Prestar servicio de asesoría educativa	N/A	
Instituto de Investigación Económicas	Investigar la parte económica	N/A	
Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo	Investigación y trabajo con distintos tipos de suelos	1	SI
Instituto de Salud Publica	Fomentar la formación y educación superior en salud pública de estudiantes comprometidos con el país	N/A	
Consult. Jurídicos Gratuitos	Prestar servicios de abogados gratuitos	N/A	
Centro de Psicología Aplicada	Prestar servicios de psicología gratuita	N/A	

Fuente: DiserLab: Diagnostico Investigación Servicios Laboratorios / CESAQ: Centro de Servicios Ambientales y Químicos / CIEC: Centro de Investigación de Enfermedades Infecciosas y Contagiosas / N/A: No Aplica

En la mayoría del cuadro se indica que “no aplica” para la mayor parte de los departamentos, pero esto no significa que no tengan ningún tipo de emisión al contrario todos los departamentos aplican al alcance 3 de emisiones indirectas ya que consumen suministros de oficina, energía eléctrica y papel. Estos valores de generación de gases de efecto invernadero están incluidos en el departamento de Dirección de Adquisiciones y Control de Activos.

2.4. Reglamentos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

El Estatuto de la PUCE determina entre sus fines y objetivos generar propuestas y planteamientos para buscar soluciones a los problemas del país; propiciar el diálogo entre las culturas y de esta con la cultura universal, la difusión y fortalecimiento de sus valores en la sociedad ecuatoriana, la formación profesional, técnica y científica de sus estudiantes, personal académico, administrativo y de servicios para contribuir al logro

de una sociedad más justa, equitativa y solidaria en colaboración con los organismos del estado y la sociedad, articulando su gestión académica al plan nacional de desarrollo (PUCE, 2017).

La PUCE nacional forma, a través de su modelo educativo, profesionales competentes con valores éticos y morales, capaces de impactar en el desarrollo económico, social, cultural y ambiental, mediante la innovación, emprendimiento y compromiso social (PUCE, 2017).

2.5. Año base del estudio

Se considero el año 2016 ya que se cuenta con los datos y documentación necesaria para realizar el cálculo de la huella de carbono. Además, dentro de este año en el calendario académico se registran tres periodos, dos semestres normales y un inter semestre como se indica en la tabla 5. Este calendario ayudó a obtener las semanas en que existe mayor concentración de estudiantes en el campus universitario y hacen uso de las instalaciones. En total se registran 37 semanas las cuales se dividen de la siguiente manera 17 semanas para el primer periodo 6 semanas en el periodo de verano y 14 semanas para el tercer periodo tomado en cuenta solo hasta diciembre del 2016.

Tabla 5
Semestres del 2016 modalidad presencial

Ciclo	Fecha	Núm. De Semanas
Primer Semestre	18 de enero al 20 de mayo 2016	17 semanas
Curso de Verano	6 de junio al 15 de julio 2016	6 semanas
Segundo Semestre	03 de octubre 2016 al 03 de febrero 2017	18 semanas

CAPÍTULO III

3. RECOPIACIÓN, VALORACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.1. Fuentes y sumideros de Gases de Efecto Invernadero (GEIs)

Se determinó cuales unidades son las que contribuyen con la emisión de gases de efecto invernadero. En la tabla 6 se muestra datos de la actividad por fuentes de emisión.

Tabla 6
Actividades por fuente de emisión

Unidad	Actividad	Descripción	Fuente de Datos
Alcance 1: Emisiones Directas			
Dirección de Adquisiciones y Control de Activos	Transporte	Vehículos que pertenecen a la universidad para la movilidad de las autoridades	Registro de cada vehículo de gasolina y diésel Encargado de la Dirección Administrativa
Dirección de Planta Física y Servicios	Mantenimiento de Infraestructuras y transporte	Equipos para mantener la infraestructura, vehículos para personal	Registro de cada vehículo de gasolina y diésel Encargado de la Dirección de Planta Física y Servicios
Centro de Investigaciones Yasuní	Transporte	vehículos para movilidad de personal	Registro de cada vehículo de gasolina y diésel Encargado del centro de investigaciones Yasuní
Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo	Transporte	vehículos para movilidad de personal y estudiantes	Registro de cada vehículo de gasolina y diésel Encargado del Lab. de suelos
Biología	Transporte	vehículos para movilidad de personal y estudiantes	Registro de cada vehículo de gasolina y diésel Encargado de los Vehículos en la Facultad de Biología
Dirección de Planta Física y Servicios	Transporte	Número de vehículos privados que ingresan a la Universidad	Registro del numero de parqueaderos Encargado de la Dirección de Planta

			Física y Servicios
Dirección de Planta Física y Servicios	Generar Electricidad	Consumo de electricidad generada por los generadores eléctricos	Consumo mensual de KWH emitido por los generadores eléctricos Encargado de la Dirección de Planta Física y Servicios
Alcance 2: Emisiones Indirectas por Electricidad			
Dirección de Adquisiciones y Control de Activos	Manejo de Servicios	Consumo de electricidad en todo el campus matriz. Esta unidad se hace cargo del pago de electricidad	Facturas del consumo mensual de Kwh emitido por la empresa eléctrica. Encargado: de la Dirección Administrativa
Alcance 3: Emisiones Indirectas Generadas por la Institución			
Dirección de Adquisiciones y Control de Activos	Compras y Adquisiciones	Cantidad total de papel utilizado por las diferentes unidades de la Institución.	Registro del papel utilizado dentro de la Universidad.
Dirección de Adquisiciones y Control de Activos	Movilidad	Número de viajes aéreos nacionales e internacionales cubiertos por la universidad	Registro de números de vuelos cubiertos con su destino y escalas. Encargado: de la Dirección Administrativa
DiserLab	Investigación	Tanques de gas doméstico utilizado para generar resultados	Número de tanques utilizados mensualmente para generar resultados
CESAQ	Investigación	Tanques de gas doméstico utilizado para diversas actividades	Número de tanques utilizados mensualmente para generar resultados
Dirección de Adquisiciones y Control de Activos	Alimentación	Tanques de gas doméstico utilizado para cocción de alimentos.	Número de tanques utilizados mensualmente para cocción de alimentos

3.2. Exclusiones

Según la Normativa ISO 14064 Parte 1, la organización puede excluir de la cuantificación directa o indirecta actividades GEI cuya contribución no sea significativa, su cuantificación no sea técnicamente factible o su determinación represente un alto coste (Bureau of Indian Standards, 2009).

- Todo lo relacionado con gestión de desechos sólidos debido a que no existen datos sobre reciclaje, recolección de basura y su disposición final. Lo único que se conoce es que existe un contenedor donde se depositan todos los desechos del campus.

- Dentro de la recolección de datos de los vehículos no se toma en cuenta a los vehículos de Biología ya que a pesar de que cuentan con un gran número de vehículos no manejan la información necesaria para este estudio, de la misma forma la Dirección de Planta Física no dio la información sobre el manejo de combustible de sus vehículos
- Con respecto al uso de Gas Licuado de Petróleo (GLP) no se pudo obtener la información completa ya que por parte del DiserLab no se recibió ninguna respuesta al momento de pedir los datos, el CESAQ informó que no disponían del tiempo para poder atender la solicitud para entregar la información necesaria, por lo que, se trabajó solo con la información proporcionada por los dos comedores del campus que maneja bombonas de GLP.

3.3. Metodología de cuantificación

Es el cálculo basado en las actividades de GEI multiplicadas por el factor de emisión respectivo es decir, que los factores de emisión seleccionados fueron obtenidos de estándares internacionales los cuales están referidos a las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006). En contraste, los datos de las actividades GEI provinieron de registros y facturas manejados por los departamentos respectivos por lo que causaron distintos niveles de incertidumbre:

- La cantidad de consumo de GLP dentro del campus universitario ya que los datos que fueron proporcionados por los encargados de los bares no entregaron reportes físicos del consumo de gas licuado de petróleo.
- El consumo de gasolina o diésel de los vehículos que están a cargo de los diferentes departamentos de la universidad ya que no todos los departamentos proporcionaron la información de la cantidad de gasolina o diésel que generan.

3.4. Recolección de datos

Para la recolección de datos se consideró las actividades que se describen en la tabla 6. De las 13 actividades que se registró se pudo obtener los datos de 10 actividades los cuales se describen a continuación en base al tipo de emisión y alcance.

A. Alcance 1: Emisiones directas

Para la recolección de datos de esta sección el encargado de la Dirección de Adquisiciones y Control de servicios, proporcionó información de los departamentos del campus universitario que tiene consumo de combustibles fósiles empezando por la Dirección de Adquisiciones y Control de Activos, Facultad de Biología, Centro de Investigaciones Yasuní, Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo, Dirección de Planta Física y Servicios, El Centro Integrado De Investigación En El Área De Análisis Físico-Químico (CESAQ).

Cabe recalcar que no todos los departamentos contaban con la información necesaria como es el caso de la Facultad de Biología que el único dato con el que contaban era del número de vehículos que les pertenece (veintiún vehículos) por lo que para el estudio no puede ser tomado en cuenta. Otro caso es el de CESAQ en donde se intercambiaron correos con la persona encargada pero nunca fue proporcionada la información solicitada. A continuación, se describe la información recolectada de cuatro departamentos:

a) Dirección de Adquisiciones y Control de Activos

La información que se recolectó en este departamento fue proporcionada de manera digital por el encargado del control de activos, como se ve en la tabla 7 se detalla el valor y los galones consumidos por mes en el año 2016. El encargado manifestó que manejan seis vehículos en donde cuatro de ellos se cargan con gasolina y dos de ellos se cargan con diésel. La Dirección de Adquisiciones y Control de Activos no lleva un registro del kilometraje que maneja cada vehículo.

Tabla 7
Consumo de combustible por parte de la Dirección de Adquisiciones y Control de Activos

Mes	Gasolina súper		Gasolina diésel	
	Galones	Valor \$	Galones	Valor \$
Enero	18,93	38,71	36,63	33,92
Febrero	107,62	220,08	16,4	15,19
Marzo	161,57	330,41	35,68	33,04
Abril	128,85	263,5	73,38	67,95
Mayo	145,90	298,37	70,88	65,63
Junio	190,57	382,86	72,33	66,98
Julio	165,57	332,46	35,68	33,04
Agosto	138,95	279,12	0,00	0,00
Septiembre	185,93	373,5	23,05	20,97
Octubre	158,22	317,83	65,58	59,65
Noviembre	135,39	271,97	67,03	60,97
Diciembre	102,32	205,54	21,7	19,74

Fuente (Dirección de Adquisiciones y Control de Activos, 2016)

b) Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo

Dentro del Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo, los datos proporcionados como se pueden observar en la tabla 8, fueron el valor del gasto mensual de combustible sin distinguir entre gasolina y diésel. Este laboratorio cuenta con once vehículos, de estos siete consumen gasolina y los cuatro vehículos restantes son a diésel. Por la falta de datos proporcionados para poder realizar el cálculo de la huella de carbono se tomó en cuenta que existe una mayor cantidad de vehículos a gasolina es por esto que se atribuye el total de este rubro para realizar el cálculo de la huella de carbono como que todos los vehículos fueran a gasolina.

Tabla 8**Consumo de combustible por parte del Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo**

Mes	Valor \$
Enero	671
Febrero	482,25
Marzo	632,5
Abril	616
Mayo	592,8
Junio	612
Julio	632
Agosto	534
Septiembre	603
Octubre	640
Noviembre	653
Diciembre	634

Fuente (Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo, 2016)

c) Centro de Investigaciones Yasuní

El Centro de Investigaciones Yasuní cuenta con cinco vehículos utilizados para las salidas de campo, tres vehículos a gasolina y dos a diésel. El consumo de combustible se presenta en la tabla 9 en donde se indica los valores de consumo de cada uno de los vehículos en los diferentes meses.

Tabla 9**Consumo de combustible por parte del Centro de Investigaciones Yasuní**

Fecha de la Factura	Proveedor	Concepto	Subtotal	IVA	Total
29/12/2015	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina uso en ECY	\$473,57	\$56,83	\$530,40
18/12/2015	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina PBH 3009	\$17,86	\$2,14	\$20,00
21/12/2015	Gasolinera Cosanga	Gasolina PBH 3009	\$31,25	\$3,75	\$35,00
19/12/2015	Atimasa S.A. Estación de Servicio	Gasolina PBH 3009	\$14,12	\$1,69	\$15,81
22/01/2016	Brito Noboa Cristobal Brito	Gasolina PBD 3007	\$10,27	\$1,23	\$11,50
22/01/2016	Iglesias Tapia Cia. Ltda.	Gasolina PBD 3007	\$8,26	\$0,99	\$9,25

28/01/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBF 1265	\$8,93	\$1,07	\$10,00
24/01/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBF 1265	\$9,82	\$1,18	\$11,00
25/01/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBF 1265	\$6,25	\$0,75	\$7,00
15/01/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBF 1265	\$9,82	\$0,00	\$9,82
12/01/2016	Flachier del Alcazar María Cecilia	Gasolina PBD 3008	\$30,80	\$3,70	\$34,50
31/01/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBF 1265	\$8,12	\$0,97	\$9,09
02/02/2016	Flachier del Alcazar María Cecilia	Gasolina PBH 3009	\$17,86	\$2,14	\$20,00
17/01/2016	Gasolinera Oriente	Gasolina PBH 3009	\$30,98	\$3,72	\$34,70
31/01/2016	Gasolinera Oriente	Gasolina PBH 3009	\$29,01	\$3,48	\$32,49
15/02/2016	Petroecuador Pifo	Gasolina PBH 3009	\$18,30	\$2,20	\$20,50
18/02/2016	Petroecuador Pifo	Gasolina PBH 3009	\$26,79	\$3,21	\$30,00
07/03/2016	NUCOPSA	Gasolina PBH 3009	\$38,39	\$4,61	\$43,00
29/03/2016	Atimasa S.A. Estación de Servicio	Gasolina PBD 3007	\$16,52	\$1,98	\$18,50
31/03/2016	Flachier del Alcazar María Cecilia	Gasolina PBH 3009	\$33,93	\$4,07	\$38,00
22/02/2016	Ilive Jaramillo María	Gasolina PBH 3009	\$11,61	\$0,00	\$11,61
24/02/2016	BOMETATI S.A.	Gasolina PBD 3008	\$6,25	\$0,00	\$6,25
22/04/2016	Automóvil Club del Ecuador Aneta	Gasolina PBH 3009	\$17,86	\$2,14	\$20,00
23/04/2016	Automóvil Club del Ecuador Aneta	Gasolina PBH 3009	\$16,70	\$2,00	\$18,70
25/04/2016	Iglesias Tapia Cia. Ltda.	Gasolina PBH 3009	\$9,61	\$1,15	\$10,76
04/05/2016	Petroecuador Pifo	Gasolina PBD 3007	\$14,73	\$1,77	\$16,50
17/05/2016	NUCOPSA	Gasolina PBH 3009	\$38,39	\$5,37	\$43,76
07/06/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina uso en ECY	\$481,79	\$67,45	\$549,24
10/06/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBF 1265	\$9,36	\$1,31	\$10,67
17/06/2016	Gasolinera Luz de América	Gasolina PBF 1265	\$4,38	\$0,61	\$4,99
15/06/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina PBD 3007	\$13,16	\$1,84	\$15,00
02/06/2016	Petroecuador Pifo	Gasolina PBH 3009	\$34,21	\$4,79	\$39,00
28/06/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina uso en ECY	\$481,79	\$67,45	\$549,24
24/06/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina	\$8,71	\$1,22	\$9,93
24/06/2016	Petroecuador	Gasolina PBD 3007	\$7,27	\$1,02	\$8,29
24/06/2016	Primax	Gasolina PBD 3008	\$4,87	\$0,68	\$5,55
28/06/2016	Sindicato de Choferes de Shushufindi	Gasolina PBH 3009	\$11,18	\$1,57	\$12,75
28/06/2016	Estación de Servicio Avelino	Gasolina PBD 3008	\$11,84	\$1,66	\$13,50
02/08/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina uso en ECY	\$481,79	\$67,45	\$549,24

22/07/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBD 3007	\$9,21	\$1,29	\$10,50
24/07/2016	TYDCO Estación de Servicio	Gasolina PBD 3007	\$8,77	\$1,23	\$10,00
19/07/2016	Cueva Nevarez & Asociados Cia.Ltda.	Gasolina PBD 3007	\$11,40	\$0,00	\$11,40
18/07/2016	NUCOPSA	Gasolina PBH 3009	\$33,33	\$4,67	\$38,00
13/07/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBD 3007	\$8,77	\$1,23	\$10,00
07/07/2016	NUCOPSA	Gasolina PBGasolina PBH 3009	\$17,54	\$2,46	\$20,00
17/07/2016	Arias Díaz José David	Gasolina PBD 3007	\$8,33	\$1,17	\$9,50
05/07/2016	Automóvil Club del Ecuador Aneta	Gasolina PBH 3009	\$28,51	\$3,99	\$32,50
17/07/2016	Quinga Cushicondor César Alfonso	Gasolina PBF 1265	\$8,20	\$1,15	\$9,35
29/08/2016	Automóvil Club del Ecuador Aneta	Gasolina PBH 3009	\$34,21	\$4,79	\$39,00
18/08/2016	Cueva Nevarez & Asociados Cia.Ltda.	Gasolina PBD 3007	\$11,80	\$1,65	\$13,45
01/08/2016	Atimasa S.A. Estación de Servicio	Gasolina PBD 3007	\$11,18	\$1,57	\$12,75
02/09/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina uso en ECY	\$481,79	\$67,45	\$549,24
08/09/2016	Quinga Cushicondor César Alfonso	Gasolina PBD 3007	\$8,68	\$1,22	\$9,90
11/09/2016	Quinga Cushicondor César Alfonso	Gasolina PBD 3007	\$7,32	\$1,02	\$8,34
17/09/2016	Quinga Cushicondor César Alfonso	Gasolina PBD 3007	\$8,77	\$1,23	\$10,00
20/09/2016	Gasolinera Oriente	Gasolina PBD 3007	\$12,72	\$1,78	\$14,50
21/09/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina PBD 3007	\$6,46	\$0,90	\$7,36
21/09/2016	Iglesias Tapia Cia. Ltda.	Gasolina PBF 1265	\$10,68	\$1,50	\$12,18
22/09/2016	Quinga Cushicondor César Alfonso	Gasolina PBH 3009	\$8,77	\$1,23	\$10,00
29/09/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina uso en ECY	\$481,79	\$67,45	\$549,24
04/10/2016	Automóvil Club del Ecuador Aneta	Gasolina PBD 3007	\$29,83	\$4,18	\$34,01
12/10/2016	Atimasa S.A. Estación de Servicio	Gasolina PBD 3007	\$11,84	\$1,66	\$13,50
28/10/2016	Duque Silva Julio Cesar Arturo	Gasolina PBH 3009	\$8,77	\$1,23	\$10,00
30/10/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBH 3009	\$8,23	\$1,15	\$9,38
22/10/2016	Primax	Gasolina PBD 3008	\$13,96	\$1,95	\$15,91
16/10/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina PBD 3007	\$11,84	\$1,66	\$13,50
18/10/2016	Quinga Cushicondor César Alfonso	Gasolina PBD 3007	\$10,57	\$1,48	\$12,05
10/11/2016	Servicios Colon	Gasolina PBH 3009	\$17,54	\$2,46	\$20,00
04/11/2016	Estación de Servicios Transinser Baños	Gasolina PBH 3009	\$7,02	\$0,98	\$8,00
14/11/2016	Automóvil Club del Ecuador Aneta	Gasolina PBH 3009	\$28,13	\$3,94	\$32,07

28/11/2016	Balcázar Campoverde Reinaldo Salomón	Gasolina uso en ECY	\$481,79	\$67,45	\$549,24
14/12/2016	Transinser Baños S.A.	Gasolina PBD 3007	\$9,65	\$1,35	\$11,00
29/11/2016	Gasolinera Oriente	Gasolina PBH 3009	\$33,77	\$4,73	\$38,50
07/12/2016	Quinga Cushicondor César Alfonso	Gasolina PBD 3007	\$9,96	\$1,39	\$11,35
09/12/2016	Quinga Cushicondor César Alfonso	Gasolina PBD 3007	\$7,89	\$1,10	\$8,99
12/12/2016	Atimasa S.A. Estación de Servicio	Gasolina PBH 3009	\$36,09	\$5,05	\$41,14

Fuente (Centro de Investigaciones Yasuní, 2016)

d) Dirección de Planta Física y Servicios

En este departamento se proporciona la cantidad de combustible que se utiliza para el funcionamiento de los generadores eléctricos, los que se encuentran dentro del campus universitario son seis los cuales se detallan en la tabla 10. La Dirección de Planta Física y Servicios también disponen de vehículos, pero esta información no fue proporcionada.

Tabla 10
Consumo de combustible de los Generadores Eléctricos

Nombre Del Generador	Potencia Total En Kw	% Potencial Usada	Horas De Trabajo	Potencia Total Entre % De Potencia
Generador: Edif. Administra.	130	95%	452	123,5
Generador: Bloque 1 Y 2	143	61%	615	87,23
Generador: Ciencias De La Educación	48	35%	553	16,8
Generador: Ingeniería	72	42%	202	30,24
Generador: Informática	129	76%	209	94,04
Generador: Ciencias Exactas	138	58%	191	80,04

Fuente (Dirección de Planta Física y Servicios, 2016)

B. Alcance 2: Emisiones indirectas por energía eléctrica

Este eje está direccionado únicamente al consumo de energía que se produce dentro del campus universitario, la Dirección de Adquisiciones y Control de Activos proporciono una tabla en donde se detallan el consumo de mensual de cada medidor de

la universidad como se puede observar en la tabla 11 son 7 medidores y se obtiene información en dos horarios distintos ya que no es el mismo consumo que se tiene en el periodo de horas de 07:00 a 22:00 a diferencia de 22:00 a 07:00.

Tabla 11
Consumo energético en el año 2016

LUGAR AL QUE SIRVE EL SUMINISTRO	MES	CONSUMO 07H-22H (Kwh)	CONSUMO 22H-07H (Kwh)	CONSUMO 07H-22H (\$)	CONSUMO 22H-07H (\$)
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Ene-16	16049	1773	\$930,84	\$81,56
Ingeniería-coliseo-Teología	Ene-16	19381	5401	\$1.124,10	\$248,45
Biblioteca	Ene-16	23559	6866	\$2.073,19	\$480,62
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Ene-16	99881	26354	\$5.793,10	\$1.212,28
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Ene-16	6165	1344	\$357,57	\$61,82
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Ene-16	11722	4294	\$679,88	\$197,52
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Ene-16	40014	13884	\$2.320,81	\$638,66
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Feb-16	16136	1627	\$1.097,25	\$87,86
Ingeniería-coliseo-Teología	Feb-16	23995	5675	\$1.631,66	\$306,45
Biblioteca	Feb-16	25418	6251	\$1.728,42	\$337,55
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Feb-16	112160	24522	\$6.505,28	\$1.128,01
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Feb-16	6178	1331	\$420,10	\$71,87
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Feb-16	12350	3920	\$839,80	\$211,68
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Feb-16	41675	13098	\$2.417,15	\$602,51
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Mar-16	15935	1776	\$1.083,58	\$95,90
Ingeniería-coliseo-Teología	Mar-16	24768	6098	\$1.684,22	\$329,29
Biblioteca	Mar-16	25811	6643	\$1.755,15	\$358,72
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Mar-16	118114	28061	\$6.850,61	\$1.290,81
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Mar-16	6220	1505	\$422,96	\$81,27
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Mar-16	13059	4283	\$888,01	\$231,28

Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Mar-16	43468	14819	\$2.521,14	\$681,67
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Abr-16	14744	1709	\$1.002,59	\$92,29
Ingeniería-coliseo-Teología	Abr-16	23386	6094	\$1.590,25	\$329,08
Biblioteca	Abr-16	25610	6811	\$1.741,48	\$367,79
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Abr-16	106440	25242	\$6.173,52	\$1.161,13
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Abr-16	6174	1548	\$419,83	\$83,59
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Abr-16	12570	4234	\$854,76	\$228,64
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Abr-16	43379	14680	\$2.515,98	\$675,28
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	May-16	16067	1978	\$1.413,90	\$138,46
Ingeniería-coliseo-Teología	May-16	22008	5291	\$1.936,70	\$370,37
Biblioteca	May-16	25851	6927	\$2.274,89	\$484,89
Bloque1-Bloque2-CC-DI	May-16	111179	26183	\$10.562,01	\$2.016,09
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	May-16	7798	1743	\$686,22	\$122,01
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	May-16	14004	4586	\$1.232,35	\$321,02
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	May-16	40867	12099	\$3.882,37	\$931,62
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Jun-16	17759	1835	\$1.562,79	\$128,45
Ingeniería-coliseo-Teología	Jun-16	23496	5127	\$2.067,65	\$358,89
Biblioteca	Jun-16	26576	6571	\$2.338,69	\$459,97
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Jun-16	115484	25976	\$10.970,98	\$2.000,15
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Jun-16	8055	1803	\$708,84	\$126,21
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Jun-16	14783	4488	\$1.300,90	\$314,16
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Jun-16	40965	11616	\$3.891,68	\$894,43
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Jul-16	15386	1828	\$1.353,97	\$127,96
Ingeniería-coliseo-Teología	Jul-16	15631	4536	\$1.375,53	\$317,52
Biblioteca	Jul-16	23971	6766	\$2.109,45	\$473,62
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Jul-16	83894	24851	\$7.969,93	\$1.913,53
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Jul-16	6474	1682	\$569,71	\$117,74
Ciencias Educación-Residencia	Jul-16	11659	4308	\$1.025,99	\$301,56

Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	16				
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Jul-16	34482	11563	\$3.275,79	\$890,35
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Ago-16	14735	1725	\$1.296,68	\$120,75
Ingeniería-coliseo-Teología	Ago-16	14838	4519	\$1.305,74	\$316,33
Biblioteca	Ago-16	23240	6892	\$2.045,12	\$482,44
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Ago-16	72636	24159	\$6.900,42	\$1.860,24
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Ago-16	5995	1690	\$527,56	\$118,30
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Ago-16	10907	4282	\$959,82	\$299,74
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Ago-16	31711	11342	\$3.012,55	\$873,33
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Sept-16	15232	1792	\$1.340,42	\$125,44
Ingeniería-coliseo-Teología	Sept-16	14516	4008	\$1.277,41	\$280,56
Biblioteca	Sept-16	21144	6096	\$1.860,67	\$426,72
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Sept-16	83915	25895	\$7.971,93	\$1.993,92
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Sept-16	6429	1718	\$565,75	\$120,26
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Sept-16	11489	4043	\$1.011,03	\$283,01
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Sept-16	32780	11217	\$3.114,10	\$863,71
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Oct-16	17019	1853	\$1.497,67	\$129,71
Ingeniería-coliseo-Teología	Oct-16	20330	4549	\$1.789,04	\$318,43
Biblioteca	Oct-16	27265	7276	\$2.399,32	\$509,32
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Oct-16	101786	23727	\$9.669,26	\$1.826,98
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Oct-16	6971	1782	\$613,45	\$124,74
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Oct-16	14189	4613	\$1.248,63	\$322,91
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Oct-16	39052	11495	\$3.709,94	\$885,12
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Nov-16			\$0,00	\$0,00
Ingeniería-coliseo-Teología	Nov-16			\$0,00	\$0,00
Biblioteca	Nov-16			\$0,00	\$0,00
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Nov-16			\$0,00	\$0,00
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Nov-16			\$0,00	\$0,00

Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Nov-16			\$0,00	\$0,00
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Nov-16			\$0,00	\$0,00
Edificio Administrativo-FCLL-Planta Física-	Dic-16	9814	4588	\$863,63	\$372,68
Ingeniería-coliseo-Teología	Dic-16	13836	8535	\$1.217,57	\$671,05
Biblioteca	Dic-16	18041	11236	\$1.587,61	\$863,40
Bloque1-Bloque2-CC-DI	Dic-16	71831	43193	\$6.823,93	\$3.661,13
CESAQ-Centro Psicología Aplicada-FADA (parte administrativa)-APPUCE	Dic-16	4824	2643	\$424,51	\$201,66
Ciencias Educación-Residencia Jesuita-DiserLab-Audio Visuales	Dic-16	9759	6721	\$858,79	\$515,35
Ciencias Exactas-Química-Trabajo Social-cancha de futbol	Dic-16	28472	19178	\$2.704,84	\$1.603,95

Fuente (Dirección de Adquisiciones y Control de Activos, 2016)

C. Alcance 3: Emisiones indirectas

En el último alcance se recolectó datos de todas las actividades que realiza la universidad que son proporcionadas por fuentes externas como el consumo de papel, velos, consumo de GLP, información sobre los parqueaderos del campus universitario.

a) Dirección de Adquisiciones y Control de Activos

- **Compras y Adquisiciones**

En esta sección se maneja las compras de suministros que se realiza para la universidad, entre estos accesorios de oficina y dentro de esto se encuentra el papel bond que es distribuido a todos los departamentos del campus universitario y también a las impresoras que ocupan los estudiantes de la universidad y se encuentran ubicadas en puntos estratégicos. La información proporcionada es por mes y por tipo de papel ocupado como se puede observar en la tabla 12 y 13.

Tabla 12
Consumo de papel en unidades de impresión en el año 2016

COPIAS E IMPRESIONES EN LAS UNIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Copias e impresiones A4 blanco y negro Autoservicio	241.948	319.922	406.490	396.741	296.751	363.608	417.832	300.000	293.617	394.014	405.683	310.560
Copias e impresiones A4 blanco y negro Maq. Puce	28.021	20.570	38.993	25.525	20.325	24.872	35.423	-	-	-	-	-
Copias e impresiones A3 blanco y negro Autoservicio	-	54	7	11	7	28	36	49	7	22	4	6
Copias e impresiones A4 color bond 75 gr.	18.903	23.272	24.390	22.506	17.925	24.532	24.733	60.000	24.380	25.224	22.763	20.483
Copias e impresiones A4 color bond 75 gr. Maq. Puce	2.123	4.918	3.658	3.515	1.790	3.798	4.104	-	-	-	-	-
Copias e impresiones A3 color bond 75 gr. Autoservicio	65	24	43	18	45	5	11	16	16	42	10	-
Escaneados blanco y negro Autoservicio	17.300	6.667	21.624	15.942	9.313	14.688	25.558	50.000	8.471	15.987	19.368	15.230
Escaneados full color Autoservicio	18	116	275	-	37	-	33	-	-	-	-	-

Fuente (Dirección de Adquisiciones y Control de Activos, 2016)

Tabla 13
Consumo de papel en centros de copiado de Quality Print en el Año 2016

QUALITY PRINT	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Copias A4 blanco y negro bond 75 gr.	33.221	41.245	49.730	40.255	56.038	86.770	64.356	28.428	40.594	26.066	46.363	42.060
Copias A3 blanco y negro bond 75 gr.	33	117	59	1.449	1.260	368	262	13	-	13	1.530	-
Copias A4 blanco y negro en papel Iris	500	510	300	-	500			-	50	-	250	-
Copias A4 color bond 75 gr.	3.918	957	402	1.945	404	2.620	3.205	73	1.257	857	505	800
Copias A3 color bond. 75 gr.	5	25	-	172	-	47	4	22	9	16	302	336
Copias A4 color couche			-	-	-	286		-	-	-	-	-
Impresiones A4 color bond 75 gr.	562	1.806	8.365	1.645	1.536	1.564	2.546	659	2.307	1.622	2.371	2.312
Impresiones A4 color couche	26	5	37	107	167	552	6	193	43	183	75	38
Impresiones A3 color	18	122	66	97	66	111	165	122	109	532	204	176
Impresiones A4 color cartulina fox			-	-	-	400		-	-	-	-	-
Impresiones A3 blanco y negro bond 75 gr.	1	15	17	31	3	317	16	50	14	85	47	143
Impresiones A4 blanco y negro bond 75 gr.	4.321	4.021	4.923	2.507	1.447	3.359	4.871	5.013	9.370	5.980	5.482	3.728
Impresiones A3 cartulina	27	45	195	181	372	-		-	-	-	-	-
Impresiones A4 full color en adhesivo	35	1	3	1	5	15	25	10	8	21	7	6
Impresiones A3 full color en adhesivo	-	4	11	-	-	7	3	-	-	-	-	-
Certificados personalizados A4	5	101	139	15	59	55	91	45	22	119	56	135
Impresiones A3 cartulina especial	-	-	-	24	-	283	56	143	10	-	-	-
Impresiones A4 blanco y negro en cartulina	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-

Fuente (Dirección de Adquisiciones y Control de Activo, 2016)

- **Movilidad**

Los datos entregados en esta sección se refieren a los viajes aéreos que se realizaron en el año 2016 por docentes, administrativos y estudiantes, los cuales fueron cubiertos por la universidad. La información fue entregada en un Excel con la unidad, número de pasajeros y la ruta realizada. En este año se realizaron trescientos treinta y seis viajes. En la tabla 14 se muestra un ejemplo de la información obtenida.

Tabla 14
Vuelos del año 2016

UNIDAD	TRAMITE	RUTA		
BIOLOGIA	3	QUITO	CUZCO	QUITO
JURISPRUDENCIA	1	QUITO	CARACAS	QUITO
BIOLOGIA	1	QUITO	LOJA	QUITO
BIOLOGIA	1	QUITO	BOGOTA	QUITO
AUDITORIA INTERNA	1	QUITO	MANTA	QUITO
LENGUAS	2	QUITO	CUENCA	QUITO
LENGUAS	1	QUITO	CUENCA	QUITO
DERI	2	QUITO	CARACAS	QUITO
LABORATORIO DE SUELOS	1	QUITO	MANTA	
DGA	1	QUITO	GUAYAQUIL	QUITO
LABORATORIO DE SUELOS	1	QUITO	MANTA	QUITO
ENFERMERIA	1	QUITO	GUAYAQUIL	QUITO
PLANTA FISICA	1	QUITO	ESMERALDAS	QUITO
MSP MEDICINA FAMILIAR	3	QUITO	MANTA	QUITO
CESAQ	2	QUITO	GUAYAQUIL	QUITO
BIOLOGIA	1	QUITO	SANTA ROSA	QUITO
BIOLOGIA	1	QUITO	ALEMANIA	QUITO
DIRECCION DE INVESTIGACION	1	QUITO	MANTA	QUITO
PASTORAL	1	QUITO	BOSTON	QUITO
ECONOMIA	1	QUITO	LYON	QUITO
DGF	1	QUITO	MANTA	QUITO
LABORATORIO DE SUELOS	1	QUITO	MANTA	QUITO
BIOLOGIA	1	QUITO	MANTA	QUITO
MEDICINA	1	QUITO	MANTA	QUITO
DGA	1	QUITO	MANTA	QUITO
YASUNI	1	QUITO	COCA	QUITO

Fuente (Dirección de Adquisiciones y Control de Activos, 2016)

- **Alimentación**

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador cuenta con cinco bares de los cuales solo tres de ellos ocupan gas licuado de petróleo (GLP) para la cocción de sus alimentos, el bar que se encuentra en el parque central junto con el que se encuentra en el bulevar de la universidad es manejada por la misma dirección por lo que se proporcionó un solo dato. El otro bar es el que se encuentra ubicado en el parque de teología. Ninguno de los dos encargados de los bares proporcionaron información exacta del consumo que tienen solo informaron la cantidad semanal de GLP aproximada que se gasta como se puede observar en la tabla 15.

Tabla 15
Consumo de GLP en el año 2016

Dependencia	Tamaño/	Cantidad (kg)x semana
Cafetería Parque Central e Informática	3 bombonas industriales	2.124
Cafetería Parque de Teología	3 tanques de 15kg	180

Fuente (Cafeterías, 2016)

b) Dirección de Planta Física y Servicios

En la Dirección de Planta Física y Servicios se maneja la distribución de los parqueaderos que se encuentran dentro del campus universitario, cabe recalcar que también se utiliza un lote de parqueaderos el frente de la iglesia el Girón y del mismo modo ha sido tomado en cuenta. En la tabla 16 se puede observar el número de tickets emitidos durante un semestre del año 2016 y a quien se emite estos tickets.

Tabla 16
Tickets emitidos en el primer periodo del año 2016

Miembros	# de Tickets
Docente Tiempo Completo	230
Docente Medio Tiempo	40
Docente Tiempo Parcial	230
Proveedores	60
Discapacitados	20
Jubilados	60
Administrativos	350
Estudiantes	200
Estudiantes Nocturnos	100
Guiron	100

Fuente (Dirección de Planta Física y Servicios, 2016)

CAPÍTULO IV

4. GENERACIÓN DE LA CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO

4.1. Selección de los factores de emisión

Se consideró para la selección de los factores de emisión que los parámetros se apliquen libremente del tipo del alcance al que pertenecen por lo que estos factores se reducen de la siguiente forma: combustión fija (diésel y GLP), combustión móvil (diésel y gasolina, consumo eléctrico (KW/h), consumo de papel y viajes aéreos.

Para la cuantificación de las emisiones de los viajes aéreos, se utilizó una página web que calcula los kilómetros recorridos y estima las emisiones por persona en contraste del método de factores de emisión que determina las emisiones del avión por vuelo recorrido. A continuación se detalla los factores de emisión:

A. Combustión fija

La IPCC 2006, muestra los factores de combustión fija para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Y se indican los factores de emisión por defecto de CO₂, CH₄ y N₂O para combustión estacionaria en categoría institucional con sus rangos de incertidumbre expresado en kilogramos sobre Tera Joule (kg/TJ) como se señala en la figura 5. Y se transformará a Toneladas sobre Tera Joule (t/TJ) para poder realizar el cálculo de la huella de carbono.

Los factores de emisión de combustión móvil y fija trabajan en unidades de masa sobre energía (kkgas/TJ), sin embargo, los datos recopilados de la Institución manejan unidades en volumen de combustible consumido. Para transformar a unidades de masa se ocupó la densidad de cada compuesto siendo para la gasolina entre un rango de 0,6695 kg/l y 0,770 kg/l (Torres, 2008) y para el diésel de 0,850 kg/l (Ortiz, 2014) y para convertir a unidades de energía se utilizó el rango promedio del valor calórico neto

(VCN) establecido en las Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y mostrado en la figura 6.

CUADRO 2.4 FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO PARA LA COMBUSTIÓN ESTACIONARIA EN LA CATEGORÍA COMERCIAL/INSTITUCIONAL (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta)										
Combustible	CO ₂			CH ₄			N ₂ O			
	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	
Petróleo crudo	73 300	71 100	75 500	10	3	30	0,6	0,2	2	
Orimulsión	r77 000	69 300	85 400	10	3	30	0,6	0,2	2	
Gas natural licuado	r64 200	58 300	70 400	10	3	30	0,6	0,2	2	
Gasolina	Gasolina para motores	r69 300	67 500	73 000	10	3	30	0,6	0,2	2
	Gasolina para la aviación	r 70 000	67 500	73 000	10	3	30	0,6	0,2	2
	Gasolina para motor a reacción	r70 000	67 500	73 000	10	3	30	0,6	0,2	2
Queroseno para motor a reacción	r71 500	69 700	74 400	10	3	30	0,6	0,2	2	
Otro queroseno	71 900	70 800	73 700	10	3	30	0,6	0,2	2	
Esquisto bituminoso	73 300	67 800	79 200	10	3	30	0,6	0,2	2	
Gas/Diesel Oil	74 100	72 600	74 800	10	3	30	0,6	0,2	2	
Fuelóleo residual	77 400	75 500	78 800	10	3	30	0,6	0,2	2	
Gases licuados de petróleo	63 100	61 600	65 600	5	1,5	15	0,1	0,03	0,3	
Etano	61 600	56 500	68 600	5	1,5	15	0,1	0,03	0,3	
Nafta	73 300	69 300	76 300	10	3	30	0,6	0,2	2	
Bitumen	80 700	73 000	89 900	10	3	30	0,6	0,2	2	

Figura 5 Factores de emisión por defecto de CO₂, CH₄ y N₂O para la combustión estacionaria en la categoría institucional (IPCC, 2006)

CUADRO 1.2 VALORES CALÓRICOS NETOS (VCN) POR DEFECTO Y LÍMITES INFERIOR Y SUPERIOR DE LOS INTERVALOS DE CONFIANZA DEL 95% ¹				
Descripción en español del tipo de combustible		Valor calórico neto (TJ/Gg)	Inferior	Superior
Petróleo crudo		42,3	40,1	44,8
Orimulsión		27,5	27,5	28,3
Gas natural licuado		44,2	40,9	46,9
Gasolina	Gasolina para motores	44,3	42,5	44,8
	Gasolina para la aviación	44,3	42,5	44,8
	Gasolina para motor a reacción	44,3	42,5	44,8
Queroseno para motor a reacción		44,1	42,0	45,0
Otro queroseno		43,8	42,4	45,2
Esquisto bituminoso		38,1	32,1	45,2
Gas/Diesel Oil		43,0	41,4	43,3
Fuelóleo residual		40,4	39,8	41,7
Gases licuados de petróleo		47,3	44,8	52,2
Etano		46,4	44,9	48,8
Nafta		44,5	41,8	46,5
Alquitrán		40,2	33,5	41,2

Figura 6 Valor Calórico Neto (VCN) por defecto y límites superior e inferior a un intervalo de confianza del 95% (IPCC, 2006)

B. Combustión móvil

Para la combustión móvil los factores de emisión fueron tomados de las Directrices del IPCC 2016 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. En la figura 7 se observa los factores de emisión de CO₂ para gasolina y diésel del transporte terrestre en kilogramos sobre Tera Joule (kg/TJ) y sus rangos de incertidumbre. Por lo que para el cálculo de la huella de carbono se transformo en Toneladas sobre Tera Joule (t/TJ).

CUADRO 3.2.1 FACTORES DE EMISIÓN DE CO ₂ POR DEFECTO DEL TRANSPORTE TERRESTRE Y RANGOS DE INCERTIDUMBRE ^a			
Tipo de combustible	Por defecto (kg/TJ)	Inferior	Superior
Gasolina para motores	69 300	67 500	73 000
Gas/Diesel Oil	74 100	72 600	74 800
Gases licuados de petróleo	63 100	61 600	65 600
Queroseno	71 900	70 800	73 700
Lubricantes ^b	73 300	71 900	75 200
Gas natural comprimido	56 100	54 300	58 300
Gas natural licuado	56 100	54 300	58 300

Figura 7 Factores de emisión de CO₂ por defecto del transporte terrestre y rangos de incertidumbre (IPCC, 2006)

C. Consumo de energía eléctrica

Brander, Sood, Wylie, Haughton, & Lovell, 2011 dentro de un informe técnico sobre factores de emisión específicos para la electricidad de la red determina los factores de emisión para el consumo de la energía eléctrica. En la tabla 17 se observan los factores de emisión para el consumo de electricidad que proviene de la energía eléctrica en Kilogramos de CO₂ sobre Kilovatio hora (kgCO₂/Kwh).

Tabla 17
Factores de emisión por electricidad

Emisiones por Kwh para la electricidad consumida			
	kgCO ₂ /Kwh	kgCH ₄ /Kwh	kgN ₂ O/Kwh
Ecuador	0,298220926	0,00001060673	0,00000202231

Fuente 1 ((Brander, Sood, Wylie, Haughton, & Lovell, 2011)

D. Consumo de papel

Los factores de emisión para el consumo de papel fueron obtenidos de Grant & Acaroglu, 2013, de un informe técnico sobre factores de emisión de GEIs para papel de oficina. Los factores de emisión en kilogramos de CO₂ equivalente por kilogramos de papel como se muestra en la tabla 18. Los factores para los gases Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O) están considerados dentro del calentamiento global y el potencial para obtener las emisiones de CO₂ emitidas por el consumo de papel se eliminó tal cálculo.

Tabla 18
Factores de emisión por kilogramos de CO₂ de papel

Emisiones por kg de papel consumido				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Papel	0,991	0,060	0,0299	1,0809

Fuente 2 (Grant & Acaroglu, 2013)

E. Viajes aéreos

Los factores de emisión para el consumo por viaje aéreo no se encuentran disponibles por lo que se utilizó la página web atmosfair (www.atmosfair.de), presentada en la figura 8, la cual sirve para estimar las distancias que existe entre las rutas considerando viajes de ida y vuelta o dependiendo el número de escalas que presenta cada vuelo y el número de personas que realizaron dicho vuelo, y así se determina el kilometraje recorrido de los aviones y las emisiones de CO₂ en kilogramos producido en cada vuelo por persona.

think+go climate conscious
atmosfair

Search... CUSTOMER LOGIN

ABOUT US ACT NOW! STANDARDS OUR PROJECTS CLIMATE-FRIENDLY TRAVEL AIR TRAVEL & CLIMATE CORPORATE SERVICES

Contact FAQs Newsletter

Offset flight
 Offset cruise
 Offset desired CO₂ value
 Subscribe to donate to climate protection regularly
 Donate
 Cart
 My account
 Login

Calculate Flight Emissions
 Calculate your flight's CO₂ footprint and offsetting costs in renewable energy projects. We accept all common means of payment. You will receive a personal certificate and a donation receipt (valid for German tax authorities only) from atmosfair. Your climate contribution is tax deductible (Germany only).

round-trip one-way

Departure airport *
 City, Country or Airport

Flight class Optional
 Flight type Optional
 Aircraft type Optional

Add/remove via airport

Arrival airport *
 City, Country or Airport

Num. flights * 1
 Num. of persons * 1

1 round-trip flight for 1 person

Reset Calculate

Flexible Payment Methods
 Direct debit | Credit card | Invoice | Bank transfer | PayPal

DE | EN

Figura 8 Cálculo de las emisiones de CO₂ por viajes aéreos (Federal Agency for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 2016)

4.2. Cálculo de huella de carbono

Se presentan los resultados obtenidos de las actividades que realiza en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito, las cuales fueron multiplicadas por sus respectivos factores de emisión y transformados a toneladas por el factor de emisión de CO₂ para tener una mejor manipulación de los datos. A continuación, se detallan los resultados de acuerdo a su tipo de alcance.

4.2.1. Alcance 1

El Alcance 1 se centra en las emisiones directas provenientes de los combustibles, en donde se tomó en cuenta combustible ya sea de gasolina o diésel teniendo como resultado 24km/Gl. Otra constante que se tomó en cuenta es el valor de \$1.48 por galón de gasolina y \$1,03 por galón de diésel. Y 1 galón = 3,785 litros.

A. Emisiones de CO₂ del transporte

Se realizaron dos tablas en las que se diferencia del consumo de combustible de gasolina como se muestra en la tabla 19 y diésel como se muestra en la tabla 20, donde ya se encuentra sumando las emisiones de CO₂ de los departamentos: Dirección de Adquisiciones y Control de Activos, Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo, Centro de Investigaciones Yasuní.

Tabla 19
Emisiones de CO₂ por gasolina en el año 2016

Mes	Valor \$	Galones	#de KM x GL	# de KM	Litro/gasolina	Constante Kg CO ₂ /l	Kg CO ₂ /l	tCO ₂ /l
Enero	811,39	541,02	48	25968,96	2.164,08	2,196	4752,32	4,75232
Febrero	790,69	493,17	48	23672,16	1.972,68	2,196	4332,01	4,332005
Marzo	1043,91	643,66	48	30895,68	2.574,64	2,196	5653,91	5,653909
Abril	929,38	578,5	48	27768	2.314,00	2,196	5081,54	5,081544
Mayo	934,92	576,01	48	27648,48	2.304,04	2,196	5059,67	5,059672
Junio	2174,06	1373,84	48	65944,32	5.495,36	2,196	12067,81	12,06781
Julio	1054,95	653,74	48	31379,52	2.614,96	2,196	5742,45	5,742452
Agosto	1401,36	897,22	48	43066,56	3.588,88	2,196	7881,18	7,88118
Septiembre	2084,98	1342,33	48	64431,84	5.369,32	2,196	11791,03	11,79103
Octubre	993,12	614,50	48	29496	2.458,00	2,196	5397,77	5,397768
Noviembre	1572,78	1014,32	48	48687,36	4.057,28	2,196	8909,79	8,909787
Diciembre	880,68	558,50	48	26808	2.234,00	2,196	4905,86	4,905864

Tabla 20
Emisiones de CO₂ por diésel en el año 2016

Mes	Valor \$	Galones	#de KM x GL	# de KM	Litros / diésel	Constante Kg CO ₂ /l	Kg CO ₂ /l	tCO ₂ /l
Enero	107,01	102,33	48	4911,84	409,32	2,471	1011,43	1,01143
Febrero	15,09	16,4	48	787,2	65,60	2,471	162,10	0,162098
Marzo	51,54	53,64	48	2574,72	214,56	2,471	530,18	0,530178
Abril	67,95	73,38	48	3522,24	293,52	2,471	725,29	0,725288
Mayo	82,13	86,9	48	4171,2	347,60	2,471	858,92	0,85892
Junio	105,63	110,15	48	5287,2	440,60	2,471	1088,72	1,088723
Julio	93,78	96,42	48	4628,16	385,68	2,471	953,02	0,953015
Agosto	26,2	25,43	48	1220,64	101,72	2,471	251,35	0,25135
Septiembre	83,25	83,51	48	4008,48	334,04	2,471	825,41	0,825413
Octubre	121,93	136,5	48	6552	546,00	2,471	1349,17	1,349166
Noviembre	60,97	67,03	48	3217,44	268,12	2,471	662,52	0,662525
Diciembre	51,09	52,14	48	2502,72	208,56	2,471	515,35	0,515352

B. Emisiones de CO₂ por vehículos que ocupan el parqueadero de la Universidad

Las emisiones que generan estos vehículos fueron calculadas de forma subjetiva ya que los datos que se proporcionaron solo fueron sobre la cantidad de tickets emitidos en el año 2016 por la Dirección de Planta Física y Servicios como se pudo observar en la tabla 16. Para poder realizar el cálculo se tomaron cuatro puntos específicos de la ciudad de Quito los cuales fueron: al sur el Centro Comercial Quicentro Sur, en el norte el Centro Comercial El Condado, en el Valle de Cumbayá el Parque Central de Cumbayá y el Valle de los Chillos el Centro Comercial San Luis Shopping. A partir de estos cuatro puntos se utiliza el programa de ArcGIS para determinar las rutas óptimas y las distancias de las mismas hasta la Pontificia Universidad Católica del Ecuador como se puede observar en la figura 9.

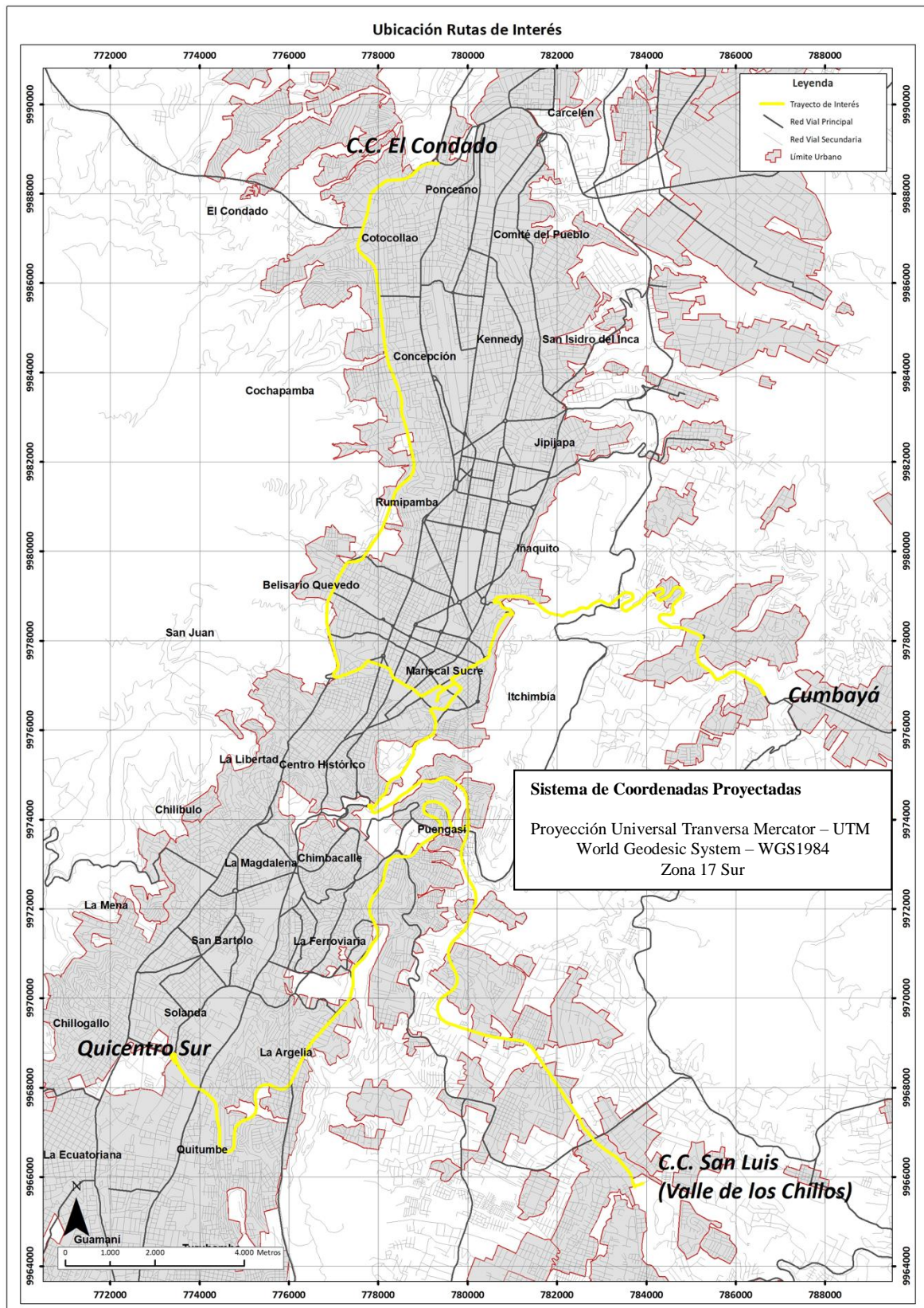


Figura 9 Ubicación Rutas de Interés Parámetros geodésica:
 Sistema de referencia
 Sistema de proyección
 Sistema de coordenadas

Como podemos ver en la figura 10 los resultados que obtuvimos del mapa elaborado fueron los siguientes:




Name	FolderPath	Shape_Leng	LENGTH (km)
Route	Avenida Antonio Jos  de Sucre	0,15342571987	17,01094660130
Route	Av. Sim  n Bolivar	0,20697165155	22,96176083260
Route	Autopista Gral. Rumi  ahui	0,17318280805	19,21637485120
Route	Av. Oswaldo Guayasamin	0,12925619331	14,35930635910

Figura 10 Resultado del Mapa de Rutas

Una vez obtenidos los datos de las distancias estos se duplican por que los carros hacen el recorrido dos veces al día uno al llegar a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y la otra de regreso a sus hogares, con estos datos ya se puede realizar el cálculo de la huella de carbono como se presenta en la tabla 21.

Tabla 21

Emisiones de CO₂ por el número de vehículos que se estacionan dentro del campus universitario

SECTORES	KM	KM*2	#de vehículos	KM/#de vehículos	# de semanas	KM de vehículos/# de semanas	constante # de GL x KM	# de GL x Km	litros de gasolina	Constante Kg CO ₂ /l	Kg CO ₂ /l	tCO ₂ /l
SUR	22,96	45,92	695	31914	32	1021261	48	21276	85105	2,196	186.890,726	186,891
CUMBAYA	14,36	28,72	695	19960	32	638733	48	13307	53228	2,196	116.888,102	116,888
NORTE	17,01	34,02	695	23644	32	756605	48	15763	63050	2,196	138.458,678	138,459
VALLE DE LOS CHILLOS	19,22	38,44	695	26716	32	854906	48	17811	71242	2,196	156.447,725	156,448

C. Emisiones de CO₂ por generadores eléctricos

Las emisiones generadas por los seis generadores eléctricos que se encuentran dentro del campus universitarios en donde presentan las horas de trabajo el potencial usado, utilizando una regla de tres con el porcentaje de potencial usado el potencial total entre % de potencial y el potencial total en Kw para poder obtener los Kwh de cada generador eléctrico. Como se puede observar en la tabla 22.

Tabla 22
Emisiones de CO₂ por generadores eléctricos del año 2016

Nombre del generador	Potencia total en kw	% potencial usada	Horas de trabajo	Potencia total entre % de potencial	Kwh	Tj	Contestante Fe (t co ₂ /Tj)	Factor de emisión de tco ₂ /Tj
Generador: edif. Administra.	130	95%	452	123,5	55822	0,2009592	72,60	14,590
Generador: bloque 1 y 2	143	61%	615	87,23	53646	0,1931256	72,60	14,021
Generador: ciencias de la educación	48	35%	553	16,8	9290	0,3344544	72,60	24,281
Generador: ingeniería	72	42%	202	30,24	6108	0,0219888	72,60	1,596
Generador: informática	129	76%	209	94,04	19654	0,0707544	72,60	5,137
Generador: ciencias exactas	138	58%	191	80,04	15288	0,0550368	72,60	3,996

4.2.2. Alcance 2

Las emisiones indirectas del alcance dos hacen referencia a la energía consumida dentro del campus universitario, solo se multiplico por el factor de emisión y fue trasformado a toneladas. Como podemos observar en las tablas 22 y 23 el consumo eléctrico está separado por diurno y nocturno. Como se observó en la tabla 11 no existen datos del mes de noviembre en ninguno de los dos horarios por lo que se realizó un promedio entre los meses de octubre y diciembre para obtener un aproximado.

Tabla 23

Emisiones de CO₂ del consumo energético de 7:00 a 22:00 en el año 2016

Mes	Consumo Kwh	Costo (\$)	Constante kgCO ₂ /Kwh	KgCO ₂ /Kwh	TCO ₂ /Kwh
Enero	216771	13,279	0,29822093	64645,6483	64,6456483
Febrero	237912	14,639	0,29822093	70950,3369	70,9503369
Marzo	247375	15,205	0,29822093	73772,4016	73,7724016
Abril	232303	14,298	0,29822093	69277,6158	69,2776158
Mayo	277774	21,988	0,29822093	82838,0195	82,8380195
Junio	247118	22,841	0,29822093	73695,7588	73,6957588
Julio	191497	17,680	0,29822093	57108,4127	57,1084127
Agosto	174062	16,047	0,29822093	51908,9308	51,9089308
Septiembre	185505	17,141	0,29822093	55321,4729	55,3214729
Octubre	226612	20,927	0,29822093	67580,4405	67,5804405
Noviembre	191595	17,704	0,29822093	57137,4892	57,1374892
Diciembre	156577	14,48	0,29822093	46694,5379	46,6945379

Tabla 24

Emisiones de CO₂ del consumo energético de 22:00 a 7:00 en el año 2016

Mes	Consumo Kwh	Costo (\$)	Constante kgCO ₂ /Kwh	KgCO ₂ /Kwh	TCO ₂ /Kwh
Enero	59916	2,920	0,29822093	17868,205	17,868205
Febrero	56424	2,745	0,29822093	16826,8175	16,8268175
Marzo	63185	3,068	0,29822093	18843,0892	18,8430892
Abril	60318	2,937	0,29822093	17988,0898	17,9880898
Mayo	58807	4,384	0,29822093	17537,478	17,537478
Junio	57416	4,282	0,29822093	17122,6527	17,1226527
Julio	55534	4,142	0,29822093	16561,4009	16,5614009
Agosto	54609	4,071	0,29822093	16285,5465	16,2855465
Septiembre	54769	4,093	0,29822093	16333,2619	16,3332619
Octubre	55295	4,117	0,29822093	16490,1261	16,4901261
Noviembre	75695	6,003	0,29822093	22573,6839	22,5736839
Diciembre	96094	7,889	0,29822093	28657,2417	28,6572417

4.2.3. Alcance 3

En este último alcance también se encuentran las emisiones indirectas que corresponden al consumo de papel, consumo de GLP, y los pasajes aéreos que fueron pagados por la universidad, se consideraron unidades de conversión de acuerdo con las necesidades del cálculo como el promedio de kilómetros que recorre un vehículo por galón de combustible ya sea de gasolina o diésel teniendo como resultado 24km/Gl. Otra constante que se tomó en cuenta es el valor de \$1.48 por galón de gasolina y \$1,03 por galón de diésel, 1 galón = 3,785 litros, valor calórico Neto GLP: 47,3 TJ/Gg y 1Gg = 1000.000 kg

A. Emisiones de CO₂ por consumo de papel en el año 2016

El consumo de papel en el año 2016 esta dividió en las unidades de impresión que están en 12 diferentes puntos del campus universitario estratégico para que los estudiantes y el personal mostrándose en la tabla 25. También existe una empresa en el año 2016 llamada QUALITY PRINT que hacen diferentes tipos de impresiones dentro de la universidad en especial para el personal docente y los datos están reflejados en la tabla 26.

Tabla 25
Emisiones de CO₂ por consumo de papel de las impresoras en el año 2016

COPIAS E IMPRESIONES EN LAS UNIDADES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Copias e impresiones A4 blanco y negro Autoservicio	241.948	319.922	406.490	396.741	296.751	363.608	417.832	300.000	293.617	394.014	405.683	310.560
Copias e impresiones A4 blanco y negro Maq. Puce	28.021	20.570	38.993	25.525	20.325	24.872	35.423	-	-	-	-	-
Copias e impresiones A3 blanco y negro Autoservicio	-	54	7	11	7	28	36	49	7	22	4	6
Copias e impresiones A4 color bond 75 gr. Autoservicio	18.903	23.272	24.390	22.506	17.925	24.532	24.733	60.000	24.380	25.224	22.763	20.483
Copias e impresiones A4 color bond 75 gr. Maq. Puce	2.123	4.918	3.658	3.515	1.790	3.798	4.104	-	-	-	-	-
Copias e impresiones A3 color bond 75 gr. Autoservicio	65	24	43	18	45	5	11	16	16	42	10	-
Escaneados blanco y negro Autoservicio	17.300	6.667	21.624	15.942	9.313	14.688	25.558	50.000	8.471	15.987	19.368	15.230
Escaneados full color Autoservicio	18	116	275	-	37	-	33	-	-	-	-	-
Total	308.378	375.543	495.480	464.258	346.193	431.531	507.730	410.065	326.491	435.289	447.828	346.279
Constante de CO₂/kg	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
Kg CO₂/#hojas	305.603	372.163	491.021	460.080	343.077	427.647	503.160	406.374	323.553	431.371	443.798	343.162
tCO₂/#hojas	306	372	491	460	343	428	503	406	324	431	444	343

Tabla 26
Emisiones de CO₂ por consumo de papel de Quality Print del año 2016

COPIAS E IMPRESIONES EN LOS CENTROS DE COPIADO DE QUALITY PRINT	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Copias A4 blanco y negro bond 75 gr.	33.221	41.245	49.730	40.255	56.038	86.770	64.356	28.428	40.594	26.066	46.363	42.060
Copias A3 blanco y negro bond 75 gr.	33	117	59	1.449	1.260	368	262	13	-	13	1.530	-
Copias A4 blanco y negro en papel Iris	500	510	300	-	500			-	50	-	250	-
Copias A4 color bond 75 gr.	3.918	957	402	1.945	404	2.620	3.205	73	1.257	857	505	800
Copias A3 color bond. 75 gr.	5	25	-	172	-	47	4	22	9	16	302	336
Copias A4 color couche			-	-	-	286		-	-	-	-	-
Impresiones A4 color bond 75 gr.	562	1.806	8.365	1.645	1.536	1.564	2.546	659	2.307	1.622	2.371	2.312
Impresiones A4 color couche	26	5	37	107	167	552	6	193	43	183	75	38
Impresiones A3 color	18	122	66	97	66	111	165	122	109	532	204	176
Impresiones A4 color cartulina fox			-	-	-	400		-	-	-	-	-
Impresiones A3 blanco y negro bond 75 gr.	1	15	17	31	3	317	16	50	14	85	47	143
Impresiones A4 blanco y negro bond 75 gr.	4.321	4.021	4.923	2.507	1.447	3.359	4.871	5.013	9.370	5.980	5.482	3.728
Impresiones A3 cartulina	27	45	195	181	372	-		-	-	-	-	-
Impresiones A4 full color en adhesivo	35	1	3	1	5	15	25	10	8	21	7	6

Impresiones A3 full color en adhesivo	-	4	11	-	-	7	3	-	-	-	-	-
Certificados personalizados A4	5	101	139	15	59	55	91	45	22	119	56	135
Impresiones A3 cartulina especial	-	-	-	24	-	283	56	143	10	-	-	-
Impresiones A4 blanco y negro en cartulina	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
Total	42.672	48.974	64.247	48.429	61.857	96.754	75.616	34.771	53.793	35.494	57.192	49.734
Constante de CO₂/kg	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
Kg CO₂/#hojas	42.288	48.533	63.669	47.993	61.300	95.883	74.935	34.458	53.309	35.175	56.677	49.286
tCO₂/#hojas	42	49	64	48	61	96	75	34	53	35	57	49

B. Emisiones de CO₂ por consumo de GLP en el año 2016

Las emisiones generadas por las dos fuentes de GLP proporcionado por los dos bares del Campus Universitario fueron de la cantidad de bombonas en Kg que consumen por semana y el tamaño de las mismas. Se multiplicó para las semanas que tenía el año 2016 obteniendo el total de GLP consumido en ese año a este valor se lo transforma a t de GLP de la misma manera se transforma la constante de valor calórico 47,3Tj/ Gg a t, se realiza las operaciones correspondientes y con este resultado se puede la constante de CO₂ para el GLP y obtenemos las tCO₂ / TJ de las dos cafeterías del campus Universitario como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27
Emisiones de CO₂ por consumo de GLP en el año 2016

Dependencia	Tamaño/	Cantida d (kg)x semana	# sem /2016	KgGL P/año	Constate del Valor Calórico en Tj/ kg	Valor Calórico en Tj/kg	Valor Calórico en Tj/kg	Constante CO ₂ (tCO ₂ /Tj)	tCO ₂ /Tj
Cafetería Parque Central e Informática	3 bombona s industrial es	2.124	52	110448	0,0000473	5	0,0052	65,7	0,3432
Cafetería Parque de Teología	3 tanques de 15kg	180	52	9360	0,0000473	0,443	0,0004	65,7	0,0291

C. Emisiones de CO₂ por pasajes aéreos en el año 2016

Los pasajes aéreos emitidos por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en el año 2016 fueron de trescientos noventa y cinco entre internacionales y nacionales para poder realizar este cálculo se utilizó la página web atmosfair emissions calculator (www.atmosfair.de), presentada en la figura 8, el cual nos indica la cantidad de emisiones de CO₂ en Kg después se realizó una transformación a tCO₂ como se indica la tabla 28.

Tabla 28
Emisiones de CO₂ por pasajes aéreos en el año 2016

Unidad	Trámite	Ruta			Vuelo nacional o internacional	Km	Emisiones por kg de CO ₂	Emisiones tCO ₂
Biología	3	Quito	Cuzco	Quito	Internacional	3,410	1,055	0,001055
Jurisprudencia	1	Quito	Caracas	Quito	Internacional	3,594	366	0,366
Biología	1	Quito	Loja	Quito	Nacional	950	198	0,198
Biología	1	Quito	Bogotá	Quito	Internacional	1,542	188	0,188
Auditoría interna	1	Quito	Manta	Quito	Nacional	622	114	0,114
Lenguas	2	Quito	Cuenca	Quito	Nacional	722	216	0,216
Lenguas	1	Quito	Cuenca	Quito	Nacional	722	108	0,108
Deri	2	Quito	Caracas	Quito	Internacional	3,594	732	0,732
Laboratorio de suelos	1	Quito	Manta	Quito	Nacional	311	57	0,057
Dga	1	Quito	Guayaquil	Quito	Nacional	644	116	0,116
Laboratorio de suelos	1	Quito	Manta	Quito	Nacional	622	114	0,114
Enfermería	1	Quito	Guayaquil	Quito	Nacional	644	116	0,116
Planta física	1	Quito	Esmeraldas	Quito	Nacional	450	76	0,076
Msp medicina familiar	3	Quito	Manta	Quito	Nacional	622	343	0,343
Cesaq	2	Quito	Guayaquil	Quito	Nacional	644	232	0,232
Biología	1	Quito	Santa rosa	Quito	Nacional	906	143	0,143
Biología	1	Quito	Alemania	Quito	Internacional	20,198	2,257	0,002257
Dirección de investigación	1	Quito	Manta	Quito	Nacional	622	114	0,114
Pastoral	1	Quito	Boston	Quito	Internacional	9,68	912	0,912
Economía	1	Quito	Lyon	Quito	Internacional	19,136	2,11	0,00211
Dgf	1	Quito	Manta	Quito	Nacional	622	114	0,114
Laboratorio de suelos	1	Quito	Manta	Quito	Nacional	622	114	0,114
Biología	1	Quito	Manta	Quito	Nacional	622	114	0,114
Medicina	1	Quito	Manta	Quito	Nacional	622	114	0,114
Dga	1	Quito	Manta	Quito	Nacional	622	114	0,114

4.3. Diagrama de Pareto

Enfoque a las actividades de emisiones de GEIs

En la elaboración del Diagrama de Pareto se utilizó los valores de la emisión de CO₂ que aporta cada una de las actividades analizadas en donde se evalúa el porcentaje que aporta cada actividad frente a la sumatoria total. El diagrama de Pareto mostró las actividades que aportan con el 80% de emisiones de CO₂ equivalente a la atmósfera y así poder concentrarse en tomar medidas de reducción y mitigación para estas actividades. A continuación los pasos realizados:

- Paso 1: Los datos se ordenaron de mayor a menor y se generaron su porcentaje y porcentaje acumulado.
- Paso 2: Se realizó el gráfico en donde en el eje de las abscisas se escribieron las actividades agrupando las de menor. En el eje de las ordenadas se indicó los porcentajes.
- Paso 3: Se diseñó un diagrama de barras con la información generada.
- Paso 4: Para la construcción de la línea acumulada se consideró la columna de porcentaje acumulado para cada una de las actividades
- Paso 5: Finalmente, se añadió la información básica para comprender el diagrama elaborado

Tabla 29
Porcentajes para la elaboración del Diagrama de Pareto

Actividad	Emisiones de CO ₂	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Papel	5514,517	75,09%	75,09%
Consumo Energético	994,019	13,54%	88,62%
Parqueadero Combustible de gasolina (móvil)	598,685	8,15%	96,78%
Pasajes Aéreos	82,253	1,12%	97,90%
Combustible Gasolina (móvil)	81,575	1,11%	99,01%

Generadores Combustible Diésel (fijo)	63,621	0,87%	99,87%
Combustible Diésel (móvil)	8,933	0,122%	100%
GLP	0,372	0,0051%	100%
Total	7343,975	100%	

4.4. Cálculo de la Incertidumbre

Existe una herramienta diseñada por el GHG Protocolo en el año 2013 llamada GHG Uncertainty Tool (1.0) la cual es una hoja de cálculo que por medio de parámetros estadísticos determina el grado de incertidumbre del estudio dependiendo del grado de confianza de los factores de emisión.

Para este cálculo se utilizó la información que fue proporcionada por los diferentes departamentos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, se analizó el nivel de confianza. La empresa Ihobe en el 2012 dice que los datos de toda actividad comercial deberían tener un respaldo físico como pueden ser facturas las cuales aumentan el grado de confianza (Ihobe, 2012). Por tanto, en el alcance 1 los datos de combustible que ya fueron agrupados de los distintos departamentos (Dirección de Adquisiciones y Control de Activos, Centro de Investigaciones Yasuní, Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo, Dirección de Planta Física y Servicios) que tiene un intervalo de +/-5% de confianza ya establecido (IPCC, 2006). El alcance 2 es específicamente sobre el consumo energético y a pesar de que se informó que tienen facturas, pero aun así la información proporcionada fue una tabla de Excel por lo que el intervalo de confianza es de +/-10%. El alcance 3, alcance indirecto involucra actividades como consumo de papel los datos fueron entregados completos por eso el intervalo de confianza de +/-5% (Grant y Acarolug, 2013) y consumo de GLP el nivel de confianza es poco considerable por lo que el nivel de confianza es de +/-5% (IPCC, 2006). En el caso de los pasajes aéreos, su nivel de confianza se asumió como 16% (GHG Protocolo, 2013).

El programa maneja dos hojas de cálculo uno de mediciones directas y la otra de emisiones indirectas. Para la primera hoja se ingresó los datos de los factores de emisión

como se muestra en la tabla 30. En el step 1+2 de la celda A - F se ingresa la información recolectada, en el step tres nos presentó los resultados y la celda I y J el grado de incertidumbre de cada actividad.

Tabla 30
Cálculo de Incertidumbre de mediciones indirectas

	Step 1+2						Step 3		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Activity Data (e.g. Quantity of fuel used)	Unit used to measure Activity Data	Uncertainty of activity data (a) (Confidence interval expressed in \pm percent)	GHG emission factor	Unit of GHG emission factor (for kg CO ₂ !)	Uncertainty of emission factor (Confidence interval expressed in \pm percent)	CO ₂ emissions in kg	CO ₂ emissions in metric tonnes	Uncertainty of calculated emissions
Source description									
Papel	5514517,00	GJ	+/- 5,0%	0,991	Kg CO ₂ / papel	+/- 5,0%	5.464.886,35	5.464,89	+/- 7,1%
Consumo Energético	994019,00	GJ	+/- 5,0%	0,298220926	Kg CO ₂ / Kwh	+/- 5,0%	296.437,27	296,44	+/- 7,1%
Parqueadero Combustible de gasolina (móvil)	598685,00	GJ	+/- 5,0%	2,196	Kg CO ₂ / l	+/- 5,0%	1.314.712,26	1.314,71	+/- 7,1%
Combustible Gasolina (móvil)	81575,00	GJ	+/- 5,0%	2,196	Kg CO ₂ / l	+/- 5,0%	179.138,70	179,14	+/- 7,1%
Generadores Combustible Diésel (fijo)	63621,00	GJ	+/- 5,0%	72.600,00	Kg CO ₂ / TJ	+/- 5,0%	4.618.884.600,00	4.618.884,60	+/- 7,1%
Combustible Diésel (móvil)	8933,00	GJ	+/- 5,0%	2,471	Kg CO ₂ / l	+/- 5,0%	22.073,44	22,07	+/- 7,1%
GLP	372,00	GJ	+/- 5,0%	65.700,00	Kg CO ₂ / TJ	+/- 5,0%	24.440.400,00	24.440,40	+/- 7,1%

En la segunda hoja de cálculo se ingresó directamente las emisiones GEIs estimadas independientemente y para este caso de estudio se utilizó para determinar la incertidumbre de los pasajes aéreos. Como se muestra en la tabla 31:

Tabla 31
Cálculo de Incertidumbre de mediciones directas

	Steps 1-3		Step 4
	A	B	C
	Estimated GHG emissions in kg	Estimated Uncertainty of calculated emissions	Certainty Ranking
		Estimation from directly measured data	
Pasajes Aéreos	82.253,00	+/- 16,0%	Fair

En el programa presenta una tercera hoja de cálculo la cual indica el nivel de incertidumbre estimada ya teniendo en cuenta las dos mediciones directas e indirectas calculadas anteriormente. Como se muestra en la tabla 32:

Tabla 32
Cálculo de la Incertidumbre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

	Aggregated Uncertainty	Uncertainty Ranking
Step 4: Aggregated Uncertainty for the total of all directly and indirectly measured emissions	+/- 7,0%	Good

CAPÍTULO V

5. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REDUCCIÓN

5.1. Criterios de medidas de mitigación y reducción

Para la determinación de las medidas de mitigación y reducción de la huella de carbono emitida por las diferentes actividades que se realiza dentro del campus de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador se realizó una búsqueda bibliográfica de diferentes medidas de mitigación (tabla 2) y medidas de reducción (tabla 3) dentro de proyectos similares que se han implementado en distintas universidades las cuales pueden ser utilizadas en la PUCE. Se consideraron diferentes criterios los cuales se muestran en la tabla 33 para poder evaluar las medidas mediante un análisis multicriterio y el método de Scoring.

Tabla 33
Descripción de los criterios para la mitigación y reducción

Criterio	Descripción	Indicador
Reducción de emisiones	Porcentaje de reducción de las emisiones	Porcentaje de reducción de emisiones del total generadas
Costo de implementación	Costo monetario	Dólares
Tiempo de implementación	Tiempo que se demora la medida en ser implementada	Meses o Años
Transferencia de ciencia y tecnología	Facilidad de transferencia del conocimiento para la medida implementada	Facilidad de transferencia
Relevancia del factor de emisión atendido	Ponderación del impacto ambiental directo del factor de emisión ligado a la actividad atendida al implementar la medida.	Factores de emisión que generen mayor impacto según el diagrama de Pareto para factores de emisión

5.2 Medidas de mitigación

Estas medidas fueron planteadas para mitigar las emisiones de CO₂ equivalentes de las actividades de la institución que fueron analizadas ya que no existe una alternativa de solución para cada actividad en específico y se lo realiza mediante un proceso de compensación, de este modo una escala de puntuación no es factible por lo que se ha asignado una puntuación de 5 para las medidas propuestas que representa ser muy importante. En la tabla 34 se presenta las medidas de mitigación seleccionadas.

Tabla 34
Medidas de mitigación

Medida	Descripción	Puntuación
Terrazas verdes	Implementación de terrazas verdes o jardines verticales en los edificios de la Universidad	5
Reforestación	Reforestación de áreas que la Universidad proponga destinadas a esta actividad dentro o fuera de las instalaciones.	5

Fuente: (Instituto Nacional de Ecología, 2010), (Santillán, 2014).

Para utilizar los criterios se toma los siguientes términos de referencia que se indica en la tabla 35

Tabla 35
Escala de puntuación de los criterios para las medidas de mitigación

Criterio	Indicador	Escala de Puntuación				
		5	4	3	2	1
Reducción de emisiones	Porcentaje de reducción de emisiones del total generadas	>50	40% - 50%	30% -40%	20% - 30%	<10%
Costo de implementación	Dólares	< \$5000	\$5000 - \$10000	\$10000 - \$25000	\$25000 - \$50000	>\$50000
Tiempo de implementación	Años	1	2	3	4	5
Transferencia de ciencia y tecnología	Facilidad de transferencia	muy fácil	fácil	medianamente fácil	difícil	muy difícil
Relevancia del factor de emisión atendido	Factores de emisión que generen mayor impacto	muy relevante	relevante	medianamente relevante	poco relevante	muy poco relevante

Finalmente, se realizó la puntuación con cada medida en función a los criterios planteados para las medidas de mitigación. En la tabla 36 se indica el resultado del método de Scoring.

Tabla 36
Método de Scoring para medidas de mitigación

Medida	Puntuación	Criterios					Total
		Reducción	Costo	Tiempo	Transferencia	Relevancia	
Terrazas verdes	5	2	2	4	4	5	85
Reforestación	5	4	2	5	5	5	105

5.3 Medidas de reducción

Dentro de las medidas de reducción para cada actividad que produce emisiones de CO₂ existen medidas en específico, por tanto en el método de Scoring se realiza una escala de puntuación en donde 5 es muy importante y 1 es irrelevante, esta puntuación se asigna dependiendo del resultado obtenido por el diagrama de Pareto. La escala utilizada es la siguiente:

Donde:

- 1 = irrelevante
- 2 = poco importante
- 3 = medianamente importante
- 4 = importante
- 5 = muy importante

Tabla 37
Puntuación para cada actividad

Actividad	Puntuación	
Papel	5	muy importante
Consumo Energético	4	importante
Parqueadero Combustible de gasolina (móvil)	3	medianamente importante
Pasajes Aéreos	2	poco importante
Combustible Gasolina (móvil)	2	poco importante
Generadores Combustible Diésel (fijo)	1	Irrelevante
Combustible Diésel (móvil)	1	Irrelevante
GLP	1	Irrelevante

Las medidas de reducción seleccionadas para cada actividad con su respectiva puntuación se presentan en la tabla 38.

Tabla 38
Medidas de reducción

Medida	Descripción	Puntuación
Papel		
Uso completo del papel	Programar las impresoras para que se imprima únicamente a doble lado	5
Reutilizar el papel	Utilizar ambas caras del papel	5
Disminución del consumo de papel	Disminuir el consumo de papel enviando documentos por medios electrónicos	5
Reciclar el papel	Establecer convenios con empresas recicladoras de papel para entregar lo utilizado. Reciclar el papel permite la generación de nuevo papel.	5
Consumo Energético		
Apagar y desconectar los equipos que no se utilizan	Capacitar al personal para apagar y desconectar los equipos electrónicos una vez terminados los trabajos. Delegar un semanero que se encargue de verificar que los equipos estén apagados o la persona que se quede al final se encargue de verificar que estén apagados	4
Optimizar el uso de equipos electrónicos	Dar un manejo adecuado a los equipos electrónicos procurando disminuir su frecuencia de uso.	4
Aprovechar luz natural apagando las luces	Capacitar a los docentes y estudiantes sobre el aprovechamiento de la luz natural sobre todo en aulas de pisos superiores	4
Sustitución de luces incandescentes por luces de	A pesar de que en la mayoría de la Universidad ya cuenten con luces de bajo consumo eléctrico (lámparas halógenas,	4

bajo consumo	tubos fluorescentes), sustituir las luces tradicionales por focos ahorradores	
Utilizar interruptores separados	Realizar una revisión y corrección de los circuitos de encendido de luces procurando que funcionen sólo para las luces que sean necesarias y evitando encender luces en grupo	4
Incorporar aparatos de bajo consumo eléctrico	Existen equipos eficientes en el consumo de electricidad que pueden reemplazar a los mismos equipos con un alto consumo eléctrico	4
Parqueadero Combustible de gasolina (móvil)		
Fomentar el uso de transporte alternativos o transportes masivos	Fomentar el uso de bicicletas implementando la generación de parqueaderos exclusivos. Fomentar el uso de transportes masivos como buses.	3
Convenios con las empresas que realizan los recorridos para los estudiantes	Analizar los sectores donde vivan la mayor cantidad de estudiantes para implementar nuevas rutas de transporte en convenio con las empresas que brindan el servicio de recorridos	3
Vehículo Compartido	Fomentar en los estudiantes, maestros y personal administrativo el uso del transporte compartido procurando que cada vehículo venga con al menos 3 personas.	3
Pasajes Aéreos		
Usar aerolíneas que sean amigables con el medio ambiente o fomenten proyectos verdes	En lo posible, utilizar aerolíneas que incluyan dentro de sus políticas medidas de control ambiental, certificados ambientales, o estén vinculadas con proyectos para mitigación a cambio climático	2
Combustible Gasolina (móvil)		
Mantenimiento de vehículos y renovación	Comprobar la eficiencia de los vehículos respecto al consumo de combustible, utilizar los vehículos que mejor eficiencia tengan.	2
Carga de combustible en gasolineras cercanas	Realizar la recarga de combustible en gasolineras cercanas a la institución generando convenios con la empresa	2
Generadores Combustible Diésel (fijo)		
Mantenimiento de generadores y renovación	Comprobar la eficiencia de los generadores respecto al consumo de combustible, utilizar los generadores que mejor eficiencia tengan.	1
Combustible Diésel (móvil)		
Mantenimiento de vehículos y renovación	Comprobar la eficiencia de los vehículos respecto al consumo de combustible, utilizar los vehículos que mejor eficiencia tengan.	1
Carga de combustible en gasolineras cercanas	Realizar la recarga de combustible en gasolineras cercanas a la institución generando convenios con la empresa	1
Gas Licuado de Petróleo (GLP)		
Menú con comidas frías	Incentivar el consumo de comidas que no requieran el uso de GLP para su elaboración	1

Fuente: (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2011), (Martínez, 2012)

La puntuación de los criterios se basó en una escala de 5 puntos presentada en la tabla 39, basada en una escala de 5 puntos.

Tabla 39
Escala de puntuación de los criterios para las medidas de reducción

Criterio	Indicador	Escala de Puntuación				
		5	4	3	2	1
Reducción de emisiones	Porcentaje de reducción de emisiones del total generadas	>5%	4% - 5%	3% - 4%	2% - 3%	<1%
Costo de implementación	Dólares	< \$500	\$500 - \$1000	\$1000 - \$2500	\$2500 - \$5000	>\$5000
Tiempo de implementación	Meses	0 – 1	1 – 3	3 – 6	6 – 9	9 – 12
Transferencia de ciencia y tecnología	Facilidad de transferencia	muy fácil	fácil	medianamente fácil	difícil	muy difícil
Relevancia del factor de emisión atendido	Factores de emisión que generen mayor impacto	muy relevante	relevante	medianamente relevante	poco relevante	muy poco relevante

Finalmente, se realizó la puntuación con cada medida en función a los criterios planteados para las medidas de reducción. En la tabla 40 se indica el resultado del método de Scoring.

Tabla 40
Método de Scoring para medidas de reducción

Medida	Puntuación	Criterios					Total
		Reducción	Costo	Tiempo	Transferencia	Relevancia	
Papel							
Uso completo del papel	5	5	4	3	4	5	105
Reutilizar el papel	5	3	5	5	5	4	110
Disminución del consumo de papel	5	4	5	5	5	4	115
Reciclar el papel	5	3	4	2	3	4	80
Consumo Energético							
Apagar y desconectar los equipos que no se utilizan	4	3	5	4	3	4	76
Optimizar el uso de equipos electrónicos	4	2	5	4	2	3	84
Luz natural apagando las luces	4	4	5	5	5	4	92
Sustitución de luces	4	4	4	3	4	5	80

incandescentes por luces de bajo consumo							
Utilizar interruptores separados	4	3	3	1	2	3	48
Incorporar aparatos de bajo consumo eléctrico	4	4	1	1	2	3	44
Parqueadero Combustible de gasolina (móvil)							
Fomentar el uso de transporte alternativos o transportes masivos	3	3	5	4	4	3	57
Convenios con las empresas que realizan los recorridos para los estudiantes	3	2	3	3	3	2	39
Vehículo Compartido	3	3	5	3	2	2	46
Pasajes Aéreos							
Usar aerolíneas que sean amigables con el medio ambiente o fomenten proyectos verdes	2	1	5	4	5	3	36
Combustible Gasolina (móvil)							
Mantenimiento de vehículos y renovación	2	2	1	1	3	4	22
Carga de combustible en gasolineras cercanas	2	1	4	4	4	3	32
Generadores Combustible Diésel (fijo)							
Mantenimiento de generadores y renovación	1	1	1	1	3	4	10
Combustible Diésel (móvil)							
Mantenimiento de vehículos y renovación	1	2	1	1	3	4	11
Carga de combustible en gasolineras cercanas	1	1	4	4	4	3	16
Gas Licuado de Petróleo (GLP)							
Menú con comidas frías	1	1	3	2	3	5	14

CAPÍTULO VI

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Análisis de los resultados

6.1.1. Cálculo de la huella de carbono

Con los datos que fueron proporcionados por parte de los diferentes departamentos que maneja la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) del año 2016 se determinó la cantidad de toneladas de CO₂ que emitió la institución. En la tabla 41 se indica un cuadro resumen por actividad, fuente de emisión dentro de su alcance respectivo.

Tabla 41
Emisiones de GEIs por tipo de alcance, actividad y fuente de emisión

Alcance	Actividad	Fuente de Emisión	Total	
Alcance 1	Vehículos	Combustible Gasolina (móvil)	81,575	tCO ₂ equivalente
	Vehículos	Combustible Diésel (móvil)	8,933	tCO ₂ equivalente
	Generadores Eléctricos	Generadores Combustible Diésel (fijo)	63,621	tCO ₂ equivalente
	Parqueadero del campus de la PUCE	Parqueadero Combustible de gasolina (móvil)	598,685	tCO ₂ equivalente
Alcance 2	Consumo Energético	Diurno	770,931	tCO ₂ equivalente
		Nocturno	223,088	tCO ₂ equivalente

Alcance 3	Consumo de Papel	Papel	5514,517	tCO ₂ equivalente
	Pasajes Aéreos	Pasajes Aéreos	82,253	tCO ₂ equivalente
	Cafeterías	GLP	0,372	tCO ₂ equivalente
Total			7343,97466	tCO ₂ equivalente

En el año 2016, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) sede Quito emitió a la atmosfera un total de 7343,97466 tCO₂ equivalente. Representado en porcentajes el Alcance 1: 10%; Alcance 2: 14% y Alcance3: 76%, como se indica en la figura 11:

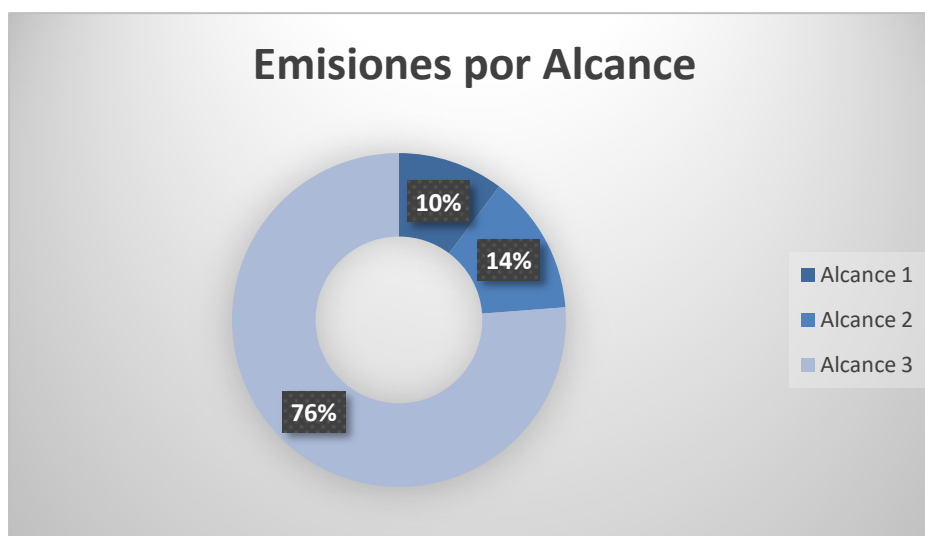


Figura 11 Emisiones por Alcance por Porcentaje

Como se puede observar en el gráfico el Alcance 3 tiene un mayor porcentaje de emisiones y esto se debe a que dentro de las tres actividades analizadas en este alcance las mayores emisiones de gases de efecto invernadero para la atmosfera es el consumo de papel siendo este nuestro mayor factor de emisión dentro del cálculo de la huella de carbono con 5514,517 tCO₂ equivalente.

En el Alcance 2 el consumo de energía en el horario diurno es mayor debido a que todas las actividades que se realizan en la Universidad ocurren en este horario (7h00

– 22h00) por lo que el consumo en el horario nocturno se le atribuye mayormente al consumo de energía por iluminación.

Finalmente en el Alcance 1 que representa al consumo de combustibles no representa un mayor porcentaje ya que los datos que se recolectaron para este alcance fueron escasos, en este alcance la actividad con más emisiones de CO₂ es el de Parqueadero del campus de la PUCE con 598,685 tCO₂ equivalente como se pudo observar en la tabla 41.

6.1.2. Diagrama de Pareto

Una vez obtenido el porcentaje de emisiones por toneladas de CO₂ para cada actividad se procedió a realizar el Diagrama de Pareto en donde se organizó las actividades de mayor a menor, con esto se obtuvo el porcentaje y porcentaje acumulado como se indico en la tabla 29.

Después se realizó la construcción del Diagrama de Pareto como se muestra en la figura 12 con sus respectivos ejes de actividades y porcentajes de emisión en donde se puede observar que actividades se encuentran ubicadas dentro del 80% o mayor a ese porcentaje las cuales tendrán prioridad al momento de implementar medidas de reducción.

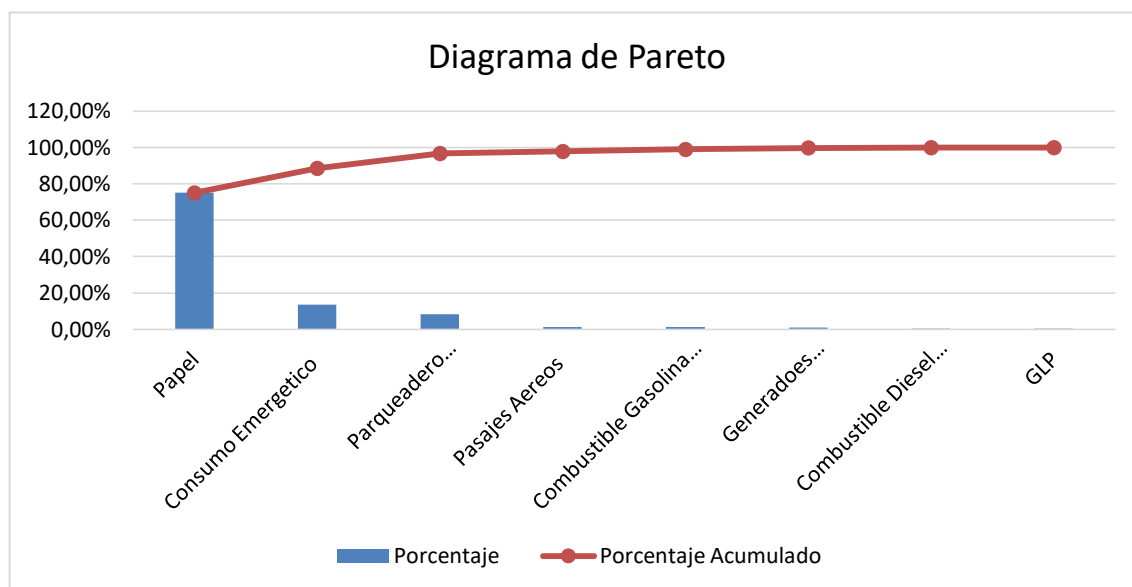


Figura 12 Diagrama de Pareto

El análisis del Diagrama de Pareto sugiere que las actividades que generan un mayor impacto ambiental y aportan con el 80% de emisiones de CO₂ equivalente son: el papel con 75,09%, seguido del consumo energético con 13,54%. El resto de las actividades no están dentro del 80%

6.1.3. Incertidumbre

La incertidumbre estimada para el estudio consideró únicamente el factor de emisión del dióxido de carbono (CO₂) debido a que es el gas que más aporta al total de la Huella de Carbono y la incertidumbre asociada a los otros gases se ve absorbida por éste.

Por tanto la incertidumbre obtenida para el reporte de Huella de Carbono de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) sede Quito para el año 2016 fue de $\pm 7,0\%$. Según el rango establecido por el GHG Protocol, la precisión del estudio está en un nivel Bueno de acuerdo a la tabla 1 antes presentada.

6.1.4. Medidas de mitigación y reducción

El resultado del análisis multicriterio método Scoring puntuó como mejor alternativa de reducción: Disminución del consumo de papel y como mejor medida de mitigación: Reforestación. Sin embargo se puede implementar otras medidas de reducción que pueden ayudar a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero sin tener un costo excesivo para la institución. Como se puede observar en la tabla 42 se incluyen 5 medidas de reducción que tuvieron una mayor puntuación.

Tabla 42
Medidas de reducción y mitigación seleccionadas

Medida de mitigación	Puntuación Total
Reforestación	105
Medidas de reducción	
Disminución del consumo de papel	115
Reutilizar el papel	110
Uso completo del papel	105
Aprovechar luz natural apagando las luces	92
Optimizar el uso de equipos electrónicos	84
Sustitución de luces incandescentes por luces de bajo consumo	80

Para el caso de la medida de mitigación sobre la reforestación es una medida de fácil aplicación y su porcentaje de compensación de las emisiones de GEIs oscila entre el 40% y 50% obteniendo la mejor puntuación a diferencia de la otra medida propuesta de terrazas verdes que reduce un 20% de emisiones.

Por otra parte la medida de reducción más alta con una puntuación de 115 es la Disminución del consumo de papel se debió a que el tiempo de implementación el costo de la medida tuvieron y la facilidad de transferencia tuvo la mayor puntuación seguido por el porcentaje de reducción de GEIs con un 4%.

Finalmente, las medidas de reducción que se tomaron en cuenta dos de estas ayudan a disminuir a la principal fuente de emisiones de GEIs ya que siguen la misma línea de acción, las otras tres medidas ayuda a disminuir la fuente de emisiones de GEIs por consumo la actividad de consumo energético la cual tiene el segundo nivel de importancia dentro del Diagrama de Pareto.

6.2. Discusión de los Resultados

En el objetivo general del presente estudio se planteó identificar la huella de carbono en donde se identificó la cantidad de dióxido de carbono que emite al medio ambiente la Pontificia Universidad Católica del Ecuador teniendo en cuenta como año base el 2016, para lo cual se utilizó la normativa internacional ISO 14064-1 dice: Especificación con orientación a nivel de organización para la cuantificación y notificación de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, referido a organizaciones que clasifica las emisiones según el tipo de fuente ya sean directas o indirectas e incluye los tres alcances y también la información recolectada de cada uno de los departamentos de la institución que se detectó que son emisoras de GEIs.

Dentro de la información recolectada se detectó un alto grado de incertidumbre sobre todo en el Alcance 1 con la recolección de datos del consumo de combustibles debido a que la información por parte de los departamentos de Planta Física, CESAQ y Facultad de Biología; en el Alcance 3 la recolección de datos para el consumo de GLP también se ve afectada por los departamentos del Laboratorio de Suelos, CESAQ, DISERLAB ya que la información no fue entregada de manera completa por lo que se tuvo que inferir datos basados en medidas estadísticas para generar la información de consumo. Se excluyó departamentos de la institución para la cuantificación de los GEIs ya que no disponían de la información por el fuente de emisión de combustibles fósiles, tampoco existe datos sobre la recolección de basura y gestión de los laboratorios. Estas exclusiones deberían ser incluidas en análisis futuros.

Los resultados obtenidos sobre las emisiones en el año 2016, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) sede Quito emitió a la atmosfera un total de 7343,974 tCO₂ equivalente. En donde el Alcance 1:752,814 tCO₂; Alcance 2: 994,019 tCO₂ y Alcance3: 5597,142 tCO₂. Estos datos indicaron que el alcance 3 es el que más apporto a las emisiones de gases efecto invernadero por la actividad de consumo de papel con 5514,517 tCO₂.

Se presenta en la tabla otros estudios realizados por universidades a nivel nacional para enmarcar el estado que presenta la institución a comparación de los resultados obtenidos en el análisis de la huella de carbono.

Tabla 43
Medición de la huella de carbono en universidades a nivel nacional

Universidades en Ecuador	Año	Alcance 1		Alcance 2		Alcance 3		Total
		(TCO ₂ e)	%	(TCO ₂ e)	%	(TCO ₂ e)	%	(TCO ₂ e)
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	2016	752,814	10	994,019	14	5597,142	76	7343,974
U. Politécnica Salesiana (sede Quito campus Sur)	2012	16,82	1,92%	209,07	23,92%	647,99	74,15%	873,88
U. Fuerzas Armadas-ESPE (matriz Sangolquí)	2015	406,38	18,77%	879,30	40,62%	878,84	40,60%	2164,52
Universidad San Francisco de Quito	2015	328,24	5,27%	1063,29	17,08%	4833,88	77,65%	6225,41
U. Tecnológica Equinoccial (facultad ciencias de la ingeniería)	2012	3,068	2,15%	134,45	94,42%	4,883	3,43%	142,40

Fuente 3 (Viteri, 2013), (Dávila Collaguazo & Varela Rosario, 2014), (Salazar Dueñas, 2015), (Yépez, 2016).

Si se compara los resultados del presente informe con los obtenidos en estudios similares a nivel nacional se observa que el total de emisiones de CO₂ difiere ampliamente entre universidades. En el Alcance 1 se puede observar que la institución tiene una mayor cantidad de toneladas de CO₂ a comparación del resto de universidades en especial si se compara con la Universidad Tecnológica Equinoccial, esto se debe a que: el área de estudio considerada difiere para cada caso, como es el de la Universidad Tecnológica Equinoccial realizó su cálculo sólo para la facultad de Ciencias de la Ingeniería restringiendo su análisis a determinada facultad; y el número de personas que acuden al campus (personal de la universidad y estudiantes) varían en función de la superficie de la Universidad. Por lo que, para comparar las emisiones que emiten las diferentes instituciones educativas, se debe analizar los porcentajes de aportación para cada alcance. En el alcance 2 es el mayor a portante del total de su Huella de Carbono es la U. San Francisco de Quito (USFQ). El alcance 3 es el mayor a portante a las emisiones GEIs es la Pontificia Universidad Católica del Ecuador seguida de la U. San Francisco de Quito (USFQ), U. Politécnica Salesiana (UPS). En el caso de la U. Fuerzas Armadas (UFA-ESPE) las emisiones Huella de Carbono para el alcance 1 y 2 son casi iguales en valores.

Analizando la variación de cada uno de los alcances presentados en la tabla 43 en el Alcance uno la Pontificia Universidad Católica del Ecuador es la que mayor emisión de CO₂ presente, esto se debe a que la Universidad tiene una cantidad elevada de parqueaderos dentro del campus universitario por lo contrario en otras universidades este dato se ve reflejado en el Alcance 3 de las otras instituciones. A pesar de que en la PUCE los datos recolectados para este alcance fueron escasos y con un grado de incertidumbre elevado por la falta de información.

Las emisiones atribuidas al Alcance 2 provienen del consumo de energía eléctrica por parte de las Universidades. Para el caso de la U. San Francisco de Quito (USFQ) es la que mayor emisión de CO₂ presente seguido de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Incluso su aportación al total de la Huella de Carbono es muy parecida representando el 17% para la USFQ y el 14% para la PUCE.

En el Alcance 3 se reporta actividades, el tratamiento de aguas residuales, en la UPS y la USFQ las cuales representa un porcentaje menor al 2% de las emisiones

totales de GEIs. En contraste, la eliminación de residuos sólidos fue una actividad que aportó significativamente a las emisiones totales de la Huella de Carbono de USFQ; y la construcción de nuevas edificaciones, reportadas por la UPS, aportó con más del 50% de su Huella de Carbono lo que indica que sería necesario considerar tales actividades en futuras mediciones. A pesar de que la PUCE no incluyen estos aspectos como desechos sólidos, tratamientos de aguas residuales y construcción de edificaciones, presenta las emisiones de carbono más altas para este alcance ya que la actividad del consumo del papel es significativa dentro de la institución.

La incertidumbre estimada para el estudio, ésta fue del $\pm 7,0\%$ sugiriendo que el trabajo tiene un nivel de precisión bueno. Hay que recalcar que existen actividades cuya incertidumbre es alta por la falta de información entregada para realizar el estudio lo cual incentivo a usar supuestos en base a diferentes estudios. El grado de incertidumbre que se obtuvo, no quiere decir que el cálculo esté mal, por el contrario indica cuáles son los aspectos que deben ser considerados para mejorar.

Uno de los objetivos que se plantean todas las universidades es proponen medidas de mitigación generales enfocando sus esfuerzos a las actividades que más emisiones GEIs reportaron o generando medidas para compensar las emisiones emitidas mediante la reforestación siendo esta una de las medidas más comunes y sencillas de aplicar por lo que todos los estudios mencionados coinciden en esta medida.

Ahora bien, uno de los puntos más importantes dentro de este estudio es saber cuáles son las actividades que tienen un mayor porcentaje de afectación hacia el ambiente mediante un Diagrama de Pareto, para de esta forma poder enfocar los esfuerzos en reducir las emisiones de dichas actividades. Se obtuvo que las actividades que aportaron con el 80% de las emisiones para el año 2015 fueron: Consumo de Papel, Consumo Energético.

El proyecto fue establecido para proponer medidas de reducción y mitigación por separado en el caso de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador fueron estudiadas utilizando un análisis multicriterio con los métodos Scoring en el cuál las alternativas fueron puntuados considerando las actividades que mayor emisión de CO₂ reportaron obteniendo 5 puntos para las medidas que disminuyan las el consumo de

papel y 1 para el consumo de GLP que indica ser la menos puntuada. Para los criterios, la puntuación fue asignada bajo una escala adaptada para cada parámetro de evaluación: tiempo, costo, porcentaje de reducción, etc.

Cabe recalcar que los factores de emisión, fueron obtenidos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para el año 2006 y de fuentes internacionales. Estos factores pertenecen a un análisis técnico internacional es por esto que no se acoplan de la mejor manera a los estándares Ecuatorianos. A pesar de esto, ya que se considera como un estudio por parte de las organizaciones que es opcional para aportar a la reducción del cambio climático, y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador está dentro del mismo plano se parte desde un factor de emisión internacional presenta una pauta para conocer cuáles son los aspectos que más aportan con la emisión de dióxido de carbono.

Por último, este proyecto tuvo un alcance de reportar dentro de una etapa inicial las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por las actividades que realizan los diferentes departamentos que se encuentran dentro del campus. Por lo que, para futuros proyectos se podría utilizar esta medición.

6.3. Comprobación de las preguntas de investigación

En base a las preguntas de investigación, la inquietud principal se planteaba en conocer cuál es la huella de carbono de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito en donde se requirió conocer en primera estancia cuales son las actividades que realiza esta institución en diferentes los departamentos tomando en cuenta otra de las preguntas de investigación que indica los limites operacionales. En la actualidad donde se le da prioridad al medioambiente y a los problemas de cambio climático que está sufriendo el planeta por el mal manejo inadecuado o excesivo de los recursos que provocan una excesiva producción de gases de efecto invernadero llevándonos a un calentamiento global irreversible por esto es de suma importancia que el desarrollo sustentable sea incorporada dentro de la institución en cada una de las actividades que se realiza, por lo que crear un inventario de los gases de efecto invernadero permite a la institución conocer cuál es su aportación a de dióxido de carbono y que actividades son las principales causantes.

Con respecto a la pregunta sobre los factores de emisión, el resultado de la investigación presento que la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito para el año 2016 emitió un total de 7343,974 tCO₂ conformado principalmente por el consumo de papel, consumo energético que contribuyen con más del 80% de las emisiones reportadas. Estas actividades son los componentes principales de la huella de carbono de la Universidad y las principales actividades a reducir.

Para finalizar en tanto a las pregunta sobre las medidas de mitigación y reducción al existir distintas estrategias para estas medidas pueden ser variadas dependiendo la funcionalidad que cada persona o empresa les otorgue. Siendo así estas medidas resultan efectivas para las universidades por lo que su uso dependerá de cada universidad. En la investigación se han determinando 6 medidas de reducción de los criterios considerados son las que ayudarían de mejor forma a la disminución de la huella de carbono.

CONCLUSIONES

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito emitió en el año 2016 un total de de 7343,974 tCO₂ equivalente a la atmósfera En donde el Alcance 1:752,814 tCO₂; Alcance 2: 994,019 tCO₂ y Alcance3: 5597,142 tCO₂, en donde se muestra que el Alcance 3 tiene un mayor aporte al total de emisiones. Con esto se puede concluir que las actividades procedentes del consumo de papel son las principales emisoras de gases de efecto invernadero en la institución. Y el resto de actividades no se ve reflejado dentro del 80% en el análisis del Diagrama de Pareto que indica que las principales actividades que emitieron CO₂e fueron ya que la información recolectada para el Alcance 1 no fue entregada de completa.

En tanto se puede concluir que la cantidad de emisiones que aporta el Alcance 1 tiene un grado de incertidumbre mayor al resto de alcances por que se realizó supuestos en base a la poca información proporcionada por los diferentes departamentos que entran a formar parte de este alcance como es la Planta Física, Facultad de Biología y CESAQ, que en el caso de los dos últimos departamentos no se entregó ningún tipo de información lo que conlleva a un desfase de los datos que representa en este alcance ya que la cantidad de vehículos que manejan estos departamentos es elevado. Al igual que se presenta falta de información para el Alcance 3 con el consumo de GLP.

Del análisis comparativo con las universidades se concluye que el total de emisiones de CO₂e difieren para todas las Universidades y consecuentemente la aportación de sus alcances varía por lo que, para establecer medidas de reducción y mitigación, dependerá del análisis de cada institución determinando cuáles son los actividades que más aportan.

Finalmente, la utilización de la normativa ISO 14064 Parte 1 referido a organizaciones para calcular la huella de carbono esta normativa permitió un análisis simple y estructurado abarcando todas las unidades y departamentos de la institución y evitando la duplicación de la información. Por tanto, la utilización de la normativa ISO permitió un reporte estable de las emisiones directas e indirectas que generó la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito.

RECOMENDACIONES

La presente investigación presentó una sección exclusiones en los cuales se encuentran: gestión de desechos sólidos y construcciones de nuevos proyectos. Como se vio en el análisis de comparación con otras universidades como la ESPE, USFQ, entre otras, estas actividades generan un alto porcentaje de CO_2e_q por lo que se recomienda generar información referente a desechos y construcciones para que, en futuras actualizaciones de la huella de carbono de la Universidad se incluyan dentro del inventario.

En el proceso de recolectar la información se pudo evidenciar que la datos que maneja cada uno de los departamentos no se encuentran unificados ni completos y en algunos de los casos no se dispone de la información básica para un control por lo que se recomienda establecer una plantilla mensual en la que facilite un mejor manejo de la información para que en futuras actualizaciones de la huella de carbono de la Universidad el rango de incertidumbre sea menor y el cálculo tenga un porcentaje de exactitud mayor, así también poder tener un control de las actividades y recursos que maneja la institución.

Se recomienda usar más alternativas de reducción que puedan ser implementadas en la Universidad a un costo relativamente bajo, de otros métodos multicriterio aparte seis seleccionados mediante el método de Scoring que son fáciles de implementar generando conciencia en estudiantes, docentes y administrativos como la medida de reducción del “auto compartido”.

Finalmente se recomienda implementar una propuesta de reducción y mitigación en base a esta investigación para disminuir la huella de carbono en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito para generar conciencia en los docentes y estudiantes, y aplicar para el reconocimiento “Punto Verde” y así incentivar a las otras sedes que se encuentran en el país para lograr un mayor aporte al cambio climático estableciendo cuantas emisiones de gases de efecto invernadero emite toda la institución procurando actualizarla continuamente.

Referencias Bibliográficas

- Barry, R. G y Chorley, R. J. 2003. Atmosphere, weather, and climate, Routledge Taylor & Francis Group, New York.
- Bavera, G. A. y H. A. Bèguet. 2003. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar Recuperado el 6 de Feb. de 18
- Bureau of Indian Standards. (2009). *Greenhouse Gases Part 1 Sepecification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*. Nueva Delhi: Bureau of Indian Standards.
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. Tema del mes.
- Cero CO2. (2011). Reducción de huella de carbono. Recuperado el 08 de febrero de 2018, de CeroCO2: <http://www.ceroCO2.org/>
- CIIFEN. (Marzo de 2016). Efecto Invernadero. Recuperado el 06 de Febrero de 2018, de Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño: <http://www.ciifen.org/>
- CMNUCC. (2014). *Historia de la CMNUCC*. Obtenido de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/la_convencion/historia/items/6197.php
- Constitución del Ecuador (2008). - Constitucional, T. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito-Ecuador: Registro Oficial, 449, 20-10.
- Da Fonseca, L. M. C. M. (2015). ISO 14001: 2015: An improved tool for sustainability. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1), 37-50.
- Doménech, J. L. (2011). La huella de carbono concepto, utilidad y aplicación. *Fundación Gas Natural-Fenosa-, Barcelona, España. En: http://bit.ly/1e5Boip*.
- Establecimiento Público Ambiental de Cartagena, EPA (2015). DISEÑO DEL SISTEMA INTELIGENTE DE MONITOREO DE LA CALIDAD

AMBIENTAL DEL DISTRITO DE CARTAGENA.:
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/gestion-ambiental/seguimiento-y-monitoreo/protocolo-monitoreo-calidad-del-aire-en-la-ciudad-de-cartagena/factores-de-emision/> Recuperado el 15 de Marzo de 2018

- Fariña, C., Guarás, M. D., Huykman, N., Panizza, A., & Pascale, C. (2016). Huella de carbono: un tema insoslayable. *Revista Alimentos Argentinos*, 52, 13-15.
- Fernández, A. (2008). *Diseño de una Herramienta de Evaluación Multicriterio*. Tesis Pregrado, Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software, Madrid.
- Galgano, A. (1995). *Los siete instrumentos de la calidad total*. (J. Eceizabarrena Cardenas, Trad.) Madrid, España: Díaz de Santos S.A.
- Garduño, R. (2004). ¿Qué es el efecto invernadero? Cambio climático: una visión desde México, 29.
- GHG Protocol. (2003). *GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty*. GHG Protocol. GHG Protocol.
- GHG Protocol. (2012). *Greenhouse Gas Protocol*. Recuperado el 17 de Marzo de 2016, de <http://www.ghgprotocol.org/>
- Giddens, A., & del Bustillo, F. M. (2010). La política del cambio climático (No. 363.73874 G5). Alianza.
- GreenWise. (2016). *Huella de Carbono*. Recuperado el 04 de abril de 2018, de <http://www.greenwise.com.ec/>
- Hardy, R., P. Wright, J. Gribbin y J. Kington. 1986. El libro del clima, Vol. III. Barcelona: Ediciones Orbis, S.A.
- Hernández, F. H. (2008). VI. COMUNICAR EL CAMBIO CLIMATICO. ¿En qué estamos fallando?: Cambio social para ecologizar el mundo, 281, 201.
- Hubenthal, A. (2010). Evaluación del sector transporte en Ecuador con miras a plantear medidas de mitigación al Cambio Climático. *UNDP*. <http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Transport,20>.
- Ihobe. (2012). *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*. (Departamento de Medio Ambiente, Ed.) Vasco, España: Ihobe S.A.

- Instituto Nacional de Ecología. (2010). *Guía de metodologías y medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático*. Instituto de Ingeniería UNAM. México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- IPCC. (2007). *Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis*. Ginebra: IPCC.
- IPCC. (2014). *Cambio Climático: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Ley de gestión ambiental (2004).- <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/369324/LEY+DE+GESTION+AMBIENTAL.pdf/be20e96d-f07b-4d31-b8d7-9df8291f5115> Recuperado: abril 2017.
- Ley de Gestión Ambiental, Codificación 19. (10 de Septiembre de 2004). 1-14. Quito, Pichincha , Ecuador: H. Congreso Nacional.
- Manso, Paulo (1998), *Energía, Cambio Climático y Actividades de implementación conjunta*. Oficina costarricense de implementación conjunta, mayo.
- Martínez, R. (2012). *Cálculo y Evaluación de la Certificación de la Huella de CO2 del Grupo Sacyr Vallehermoso en el año 2010*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Estrategia Nacional del Cambio Climático 2012 - 2025*. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Naciones Unidas. (1997). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Kyoto: Naciones Unidas.
- Naranjo, J. F., Cuartas, C. A., Murgueitio, E., Chará, J., & Barahona, R. (2012). Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 24(8).
- Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global SEMPLADES, (2013).- <http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-7.-garantizar-los-derechos-de-la->

naturaleza-y-promover-la-sostenibilidad-ambiental-territorial-y-global

Recuperado: abril 2017.

Observatorio de la Sostenibilidad en España. (2011). *Manual de cálculo y reducción de Huella de Carbono en el sector del comercio*. Madrid: Estudios Gráficos Europeos S.A.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, PUCE. (2016) Catalogo de Servicios.- https://www.puce.edu.ec/documentos/CatalogoPUCE_2011.pdf Recuperado: abril 2018

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, PUCE. (2016).- <https://www.puce.edu.ec/documentos/2016/PUCE-ORGANIGRAMA-2016.pdf> Recuperado: abril 2018

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, PUCE. (2017) PUCE-Políticas-Generales-de-la-PUCE-aprobadas-por-el-Consejo-Superior-02-2018.pdf

Roche, H., & Vejo, C. (2005). *Análisis Multicriterio en la Toma de Decisiones*. Recuperado el 28 de Enero de 2017, de Métodos Cuantitativos Aplicados a la Administración: Material de Apoyo Multicriterio en la toma de Decisiones: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>

Rodas, S. (2014). Estimación y gestión de la Huella de carbono del Campus Central de la Universidad Rafael Landívar. Universidad Rafael Landívar.

Rodríguez, R. A., Martínez, A. B., & Udaquiola, S. M. (2013). Gestión ambiental empresarial: Gestión y Ambiente, Volumen 17 (1): 159-172 noviembre de 2014 issn 0124.177X.

Romero, C. (1993). *Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones* (No. 338 ROM).

Sales, M. (2009). Diagrama de Pareto. Recuperado el, 15.

Santamaría, J. (2010). Forzamiento Radiativo y Cambios Químicos en la Atmósfera. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (104), 149-173

Schneider, H., & Samaniego, J. (2009). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. *Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*.

SGS & MAE. (2015). Manual de Aplicación Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Huella de Carbono. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente.

- Toro, M. V., Ramírez, J. J., Quiceno, R. A., & Zuluaga, C. A. (2001). Cálculo de la emisión vehicular de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Medellín mediante factores de emisión Corinair. *Revista Acodal*, 191, 42-49.
- Viteri, F. R. (2013). *Cálculo de la Huella de Carbono de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito - Ecuador*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ciencias de la Tierra y la Construcción. Sangolquí: ESPE.
- WBCSD & WRI. (2001). *The Greenhouse Gas Protocol a corporate accounting and reporting standard*. Washintong DC: WBCSD & WRI.