



ESTRATEGIA DE COMPENSACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA LA EMPRESA MAXO SAS

David Leonardo Ceballos Pardo

NO COPIAR

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental
Bogotá, 15 de mayo de 2019

ESTRATEGIA DE COMPENSACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA LA EMPRESA MAXO SAS

David Leonardo Ceballos Pardo

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Ambiental

Director (a):

Milena Margarita Fuentes Cotes

Línea de Investigación:

Gestión Ambiental

Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2019

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético de este en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Agradecimientos

La realización de este trabajo no hubiese sido posible sin el apoyo de varias personas, que constantemente estuvieron preocupadas por su culminación exitosa. En primera medida, a la empresa Maxo S.A.S, quién se prestó para ser sujeto de estudio y permitió que su información fuese utilizada para el desarrollo de este trabajo. Así mismo, no puedo dejar de lado a mi madre y mi hermano, constantes apoyos a través de este recorrido y que estuvieron presentes en todos los momentos de duda e incertidumbre.

A Milena Fuentes, directora desde este trabajo, quien no solo prestó sus servicios de orientadora académica sino personal, por medio de sus experiencias e historias contribuyó a mi formación como profesional y alimentó mi visión sobre el mundo y lo que pasa cuando entramos a la vida real. Innumerables compañeros amigo y maestros, que por cuestión de tiempo no voy a nombrar, estuvieron presentes en los momentos más difíciles y me brindaron su apoyo para seguir adelante y cumplir este gran logro de la mejor manera.

Cesar, quien me brindó su apoyo en todo momento y de forma incondicional, gran parte de este logro es tuyo, ya somos dos colegas en la familia, espero lograr grandes cosas juntos.

A todos ellos, sólo me resta darles las gracias, un fuerte abrazo y prometerles que el camino no termina acá, porque lo que viene será aún más grandes.

Toda la información que contiene este trabajo es para uso académico exclusivamente, su reproducción parcial o total está totalmente prohibido y podría tener consecuencias legales.

Tabla de contenido

1	RESUMEN	10
2	PALABRAS CLAVE	10
3	ABSTRACT	11
4	KEY WORDS	11
5	INTRODUCCIÓN	12
6	PREGUNTA PROBLEMA	12
7	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
8	JUSTIFICACIÓN	14
9	OBJETIVOS	14
9.1	<i>OBJETIVO GENERAL</i>	14
9.2	<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	14
10	MARCO DE REFERENCIA	15
10.1	<i>MARCO TEÓRICO</i>	15
10.1.1	<i>Cambio climático</i>	15
10.1.2	<i>Efecto Invernadero</i>	17
10.1.3	<i>Huella de Carbono</i>	17
10.1.4	<i>Huella de Carbono Corporativa</i>	20
10.1.5	<i>Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)</i>	20
10.2	<i>ESTADO DEL ARTE</i>	20
10.3	<i>ANTECEDENTES</i>	22
10.3.1	<i>Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)</i> ..	22
10.3.2	<i>Protocolo de Kioto</i>	22
10.3.3	<i>Acuerdo de Montreal</i>	23
10.3.4	<i>Acuerdo de París</i>	23
10.3.5	<i>Generalidades de la compañía</i>	25
10.3.6	<i>Huella de Carbono mundial</i>	28
10.3.7	<i>Huella de Carbono en el sector transporte</i>	30
10.3.8	<i>Huella de Carbono en Colombia</i>	32
10.4	<i>MARCO CONCEPTUAL</i>	33
10.4.1	<i>Adaptación al cambio climático</i>	33
10.4.2	<i>Cambio Climático</i>	33
10.4.3	<i>Carga extra dimensionada</i>	33
10.4.4	<i>Carga extrapesada</i>	33
10.4.5	<i>Compensación ambiental</i>	34
10.4.6	<i>Diagnóstico ambiental</i>	34
10.4.7	<i>Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂ Eq)</i>	34
10.4.8	<i>Estrategia Empresarial</i>	35
10.4.9	<i>Gases de efecto Invernadero</i>	35
10.4.10	<i>Impacto ambiental</i>	36
10.4.11	<i>Inventario de Emisiones atmosféricas</i>	36

10.4.12	Mitigación	36
10.4.13	Vulnerabilidad al cambio climático.....	36
10.5	MARCO NORMATIVO	36
10.6	MARCO GEOGRÁFICO	39
11	METODOLOGÍA	45
11.1	MATRIZ METODOLÓGICA.....	45
11.1.1	Metodología primer Objetivo Específico.....	45
11.1.2	Metodología segundo Objetivo Específico.....	47
11.1.3	Metodología tercer Objetivo Específico	49
11.2	ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	50
11.3	ENFOQUE	50
11.4	ALCANCE.....	51
12	RESULTADOS.....	51
12.1	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	51
12.1.1	Caracterización de procesos.....	51
12.1.2	Impacto ambiental significativo	53
12.1.3	Gestión ambiental previa	54
12.2	MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	58
12.2.1	Metodologías existentes	58
12.2.2	Pertinencia de la metodología escogida.....	66
12.2.3	Ampliación de la metodología escogida	66
12.2.4	Cálculo.....	69
12.3	MEDIDAS DE COMPENSACIÓN.....	71
12.3.1	Medidas existentes	71
12.3.2	Propuesta para Maxo S.A.S.....	75
13	ANÁLISIS.....	79
13.1	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	79
13.2	MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO.....	80
13.2.1	Metodologías existentes	80
13.2.2	Metodología seleccionada.....	81
13.2.3	Resultado de Huella de Carbono.....	81
13.3	MEDIDAS DE COMPENSACIÓN.....	82
13.4	PROPUESTA PARA MAXO S.A.S.....	83
14	CONCLUSIONES.....	85
15	RECOMENDACIONES	87
16	BIBLIOGRAFÍA.....	88
17	ANEXOS.....	90
	ANEXO 1. DATOS DE HUELLA DE CARBONO REGISTRADOS PARA COLOMBIA EN EL PERIODO DE 1970-2015.....	91
	ANEXO 2. MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES.....	92
	ANEXO 3. GESTIÓN AMBIENTAL PREVIA.....	94
	ANEXO 4. CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS.....	103

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Relación entre la concentración de dióxido de carbono y la temperatura global.....</i>	15
<i>Figura 2. Cambio en la temperatura global para el periodo de 1901 a 2012.....</i>	16
<i>Figura 3. Cambio en la temperatura promedio de la superficie de la tierra para los periodos de 1986 a 2005 y de 2081 a 2100</i>	17
<i>Figura 4. Emisiones totales anuales de GEI, por gas, entre 1970 y 2010.....</i>	19
<i>Figura 5. Principales elementos del Acuerdo de París</i>	25
<i>Figura 6. Transporte de carga extrapesada y extradimensionada</i>	26
<i>Figura 7. Equipos en alquiler para proyectos de Izaje</i>	27
<i>Figura 8. Asesoría en la ejecución de proyectos.....</i>	27
<i>Figura 9. Personal capacitado en la manipulación de equipos.....</i>	28
<i>Figura 10. Emisiones de CO₂ originadas del consumo de combustibles fósiles por sector</i>	29
<i>Figura 11. Crecimiento de las emisiones de CO₂ a nivel mundial, para los periodos de 1990-2017 y 2005-2017.....</i>	30
<i>Figura 12. Consumo global de energía en el sector transporte, por medio (Porcentajes)</i>	30
<i>Figura 13. Emisiones globales de CO₂ para el sector transporte, en el año 2017</i>	31
<i>Figura 14. Crecimiento histórico de emisiones de CO₂ en algunos países de la región de América Latina y el Caribe</i>	32
<i>Figura 15. GEI emitidos por Colombia hasta el 2012</i>	33
<i>Figura 16. Potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de Efecto Invernadero</i>	35
<i>Figura 17. Distribución de las bases de Maxo S.A.S. en el territorio nacional.....</i>	39
<i>Figura 18. Ubicación de la sede principal en el municipio de Tocancipá.....</i>	40
<i>Figura 19. Ubicación de la sede Barranquilla en el municipio de Soledad.....</i>	41
<i>Figura 20. Descripción de la sede Barranquilla.....</i>	41
<i>Figura 21. Ubicación de la sede Arauca en el municipio de Arauca.....</i>	42
<i>Figura 22. Ubicación del municipio de Guamal en la vía Acacias.....</i>	43
<i>Figura 23. Mina El Cerrejón.....</i>	44
<i>Figura 24. Ubicación de la sede Barrancabermeja, cerca de la vereda La Cira.....</i>	45
<i>Figura 25. Metodología para cumplir con el Objetivo Específico 1.....</i>	47
<i>Figura 26. Metodología para lograr el Objetivo Específico 2.....</i>	48
<i>Figura 27. Metodología para lograr el Objetivo Específico 3.....</i>	50
<i>Figura 28. Estructura general de Maxo S.A.S</i>	52
<i>Figura 29. Caracterización de procesos – Área de Operaciones</i>	53
<i>Figura 30. Metodología de medición de Huella de Carbono desarrollada por Maxo S.A.S previamente</i>	55
<i>Figura 31. Guía para definir los límites de una organización.....</i>	60
<i>Figura 32. Alcances para medir la Huella de Carbono en una empresa</i>	61
<i>Figura 33. Estructura de la ISO 14064</i>	62

<i>Figura 34. Metodología para la implementación de la herramienta PAS 2050</i>	64
<i>Figura 35. Metodología obtenida de la CAEM para calcular la Huella de Carbono Corporativa</i>	67
<i>Figura 36. Formato de registro de información para el cálculo de la Huella de Carbono</i>	68
<i>Figura 37. Algunos proyectos de compensación forestal voluntaria en Colombia</i>	72
<i>Figura 38. Algunas empresas que han adquirido certificados de carbono en Colombia</i>	73
<i>Figura 39. Resultados de la Huella de Carbono por tipo de fuente y alcance para el año 2018</i>	82
<i>Figura 40. Distribución de los porcentajes por cada uno de los alcances</i>	82

Listado de Tablas

<i>Tabla 1. Marco Normativo relacionado con la Huella de Carbono y el Cambio Climático</i>	37
<i>Tabla 2. Metodología desarrollada para el Objetivo Específico 1</i>	46
<i>Tabla 3. Metodología desarrollada para el Objetivo Específico 2</i>	47
<i>Tabla 4. Metodología desarrollada para el Objetivo Específico 3</i>	49
<i>Tabla 5. Impacto más significativo extraído de la matriz hecha por Maxo S.A.S</i>	54
<i>Tabla 6. Resultados de Huella de Carbono con la anterior herramienta</i>	56
<i>Tabla 7. Algunas metodologías existentes para medir la Huella de Carbono</i>	58
<i>Tabla 8. Consolidado de los resultados de la medición de Huella de Carbono de Maxo S.A.S</i>	70
<i>Tabla 9. Resultado de la medición de la Huella de Carbono por cada uno de los alcances</i>	70
<i>Tabla 10. Comparativo del resultado obtenido con la herramienta de medición de la CAEM y la herramienta construida por la empresa</i>	70
<i>Tabla 11. Beneficios de la aplicación de la metodología BanCO₂</i>	73
<i>Tabla 12. Valores de referencia de la ejecución de proyectos de compensación ambiental</i>	74
<i>Tabla 13. Costos de referencia de la ejecución de un proyecto de compensación ambiental</i>	74
<i>Tabla 14. Propuesta de Compensación Ambiental que se propone para la compañía</i>	75

Listado de Ecuaciones

<i>Ecuación 1. Árboles que se deben plantar para compensar la Huella de Carbono</i>	58
---	----

1 Resumen

El presente documento tiene como objetivo central la Estrategia de compensación ambiental que se formula para la empresa Maxo S.A.S, con base en la Huella de Carbono que se calculó para el año 2018, por medio de una herramienta obtenida de la Cámara Ambiental Empresarial (CAEM). En esta empresa, dedicada al transporte e izaje de carga extradimensionada y extrapesada, presente en varios países de América Latina, se determinó que el impacto más significativo es el consumo de recursos naturales no renovables, que se puede relacionar directamente con la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

La metodología que se desarrolló fue integral al diagnosticar los componentes más importantes asociados a la contaminación del elemento aire y determinar las fuentes más representativas para la compañía. Así mismo, este estudio permitió comprender en qué área se encuentra el mayor impacto de emisiones y por ende el mayor aporte de Huella de Carbono. Ante esta última variable, se determinó que para el año 2018, el valor de Huella de Carbono fue de 2178 t CO₂ equivalente.

La estrategia de compensación ambiental que se formuló incluye la compra de Certificados de Carbono, pago por derechos de emisiones (mercado de emisiones) y la formulación de proyectos de producción limpia, como medidas apropiadas para compensar la Huella de Carbono generada durante el año 2018. Finalmente, este estudio busca explicar la importancia de la Huella de Carbono como un instrumento de gestión ambiental corporativa, que puede mejorar la imagen de la compañía y generarle valor agregado.

2 Palabras Clave

Huella de Carbono, Compensación Ambiental, Gases de Efecto Invernadero (GEI), Transporte de Carga, Gestión Ambiental Corporativa, Emisiones Atmosféricas, Cambio Climático

3 Abstract

The main objective of this document is the Environmental Compensation Strategy formulated for the company Maxo S.A.S, based on the Carbon Footprint Analysis, which was calculated for the year 2018, tool obtained from the Corporate Environmental Chamber (CAEM). In this company, dedicated to the transport and lifting of extra-dimensioned and extra-heavy cargo present in several Latin American countries, it was determined that the most significant impact is the consumption of non-renewable natural resources, which can be directly related to the emission of greenhouse gases (GHG).

The methodology that was developed was integral to diagnose the most representative components associated with air contamination and determine the most representative sources of pollution for the company. Likewise, this study allowed understanding which area has the greatest impact of emissions and, therefore, the greatest contribution of carbon footprint. Given this last variable, it was determined that by 2018, the carbon footprint value was 2178 t CO₂ equivalent.

The environmental compensation strategy formulated includes the purchase of Carbon Certificates, payment for emission rights (emissions market) and the formulation of clean production projects, as appropriate measures to compensate the Carbon Footprint generated during the year 2018. Finally, this study seeks to explain the importance of the Carbon Footprint as a corporate environmental management instrument that can improve the company's image and generate added value.

4 Key Words

Carbon Footprint, Environmental Compensation, Greenhouse Gases (GHG), Freight Transport, Corporate Environmental Management, Atmospheric Emissions, Climate Change

5 Introducción

Entrados en pleno siglo XXI, la humanidad afronta un reto sin precedentes, el planeta está pasando por una etapa de cambio climático acelerado, nuestras actividades han superado la capacidad de los ecosistemas para soportar nuestros estilos de vida, y el impacto que hemos generado es más evidente que nunca. Corremos el riesgo que la especie humana se extinga, por eso debemos hacer algo por prolongar nuestra existencia en este planeta, es necesario emprender acciones que nos permitan durar un poco más de tiempo, sin embargo, el mayor compromiso debe venir de las empresas e industrias quienes son las principales responsables de los impactos causados al ambiente y sus consecuencias.

Desde un punto de vista integral, es necesario abordar el cambio climático desde todas las esferas que intervienen en la dimensión ambiental; es necesario desarrollar nuevas tecnologías para modificar los modelos de producción, asegurar un crecimiento sostenible en el tiempo que haga un uso razonable de los recursos y que garantice el beneficio no sólo de ellos mismos, sino de las comunidades que afectan directa e indirectamente.

La industria del transporte de mercancías y personas tiene una alta participación en esta problemática de dimensiones globales debido a su alta dependencia de combustibles fósiles y la falta de alternativas que encuentren sustitutos energéticos más limpios y menos nocivos para el ambiente. En este contexto, en Colombia, se ha venido trabajando en políticas de adaptación al cambio climático, con el fin de adquirir compromisos que vayan acorde con los diferentes tratados que hay sobre esta situación. Pese a estos esfuerzos institucionales, aún no existe un sistema establecido que alinee a las empresas bajo un marco común de reducción de emisiones atmosféricas. En esta situación, las empresas de este tipo, cómo Maxo S.A.S, que presta servicios de transporte e izaje de carga extradimensionada y extrapesada, no cuentan con herramientas concretas que les permita identificar sus impactos y su incidencia en el cambio climático.

En la actualidad, las iniciativas que se consiguen para el escenario colombiano provienen de fundaciones y organizaciones que han trabajado en brindarle soluciones a las empresas mediante la adopción de metodologías internacionales que, requieren adaptación al contexto colombiano. Poder determinar la Huella de Carbono por medio de estas herramientas les brinda la oportunidad a las empresas colombianas de conocer su impacto en términos de emisiones atmosféricas y realizar un análisis para poder reducirla. Este es el objetivo de la Cámara Ambiental Empresarial (CAEM), que, mediante la difusión de una herramienta formulada por ellos, brindan a las empresas una opción ajustada a la realidad nacional.

En el escenario planteado previamente, el presente documento tiene como fin, la aplicación de la metodología obtenida por la CAEM a la organización de transporte de carga Maxo S.A.S, analizar el comportamiento de esta medición y formular las medidas de compensación ambiental necesarias para que la compañía pueda responder de forma positiva por los impactos causados al ambiente.

6 Pregunta Problema

¿Qué medidas debe emprender la empresa Maxo SAS para compensar y/o mitigar su Huella de Carbono?

7 Planteamiento del problema

Ante los diversos acuerdos, tratados y convenciones realizadas en torno al cambio climático, Colombia ha adoptado una postura reactiva, en la cual la acción del gobierno se produce por iniciativa de organismos internacionales y naciones que muestran deseo de cambiar el panorama actual del clima; y no por un auténtico compromiso, lo que se traduce en la adopción de metas que otros países se han planteado y en donde se requiere mostrar resultados de forma urgente. Estos resultados no se vuelven importantes por dar cumplimiento a los compromisos adquiridos, sino por la urgencia que llama a reducir el impacto generado al planeta y sus ecosistemas. Este sector industrial debe asumir estos compromisos y sus metas, como auténticas oportunidades de gestión ambiental, en la cual es trascendental trazar objetivos medibles y posibles, sin importar la medida de su impacto y el grado de incidencia de éste en el cambio del clima.

Colombia, como país en vía de desarrollo, con un sector industrial en constante crecimiento y grandes oportunidades de innovación en tecnología, debe contar con respaldo por parte del Estado que promueva mecanismos enfocados a la reducción real de los impactos ambientales que vayan más allá de restricciones a las empresas y trasciendan a ofrecerles alternativas de producción. Dentro de este escenario, el tema de la Huella de Carbono surge como una alternativa de vital importancia como una herramienta de medición, que permite cuantificar el impacto que la operación de cualquier sistema ejerce sobre el planeta y sus recursos.

El mayor reto que afronta esta temática en el país es la falta de normatividad que exija a las organizaciones a conocer su huella, generar una estrategia de reacción y tomar las medidas pertinentes para reducirla. La anterior situación lleva a las empresas a un estado de orfandad, en el cual las que deciden por iniciativa propia, emprender el camino de la medición de su huella, quedan solas en el proceso, con mediciones que no son ajustadas al contexto colombiano o que no les permite generar un plan de acción para reducirla.

Dentro del contexto planteado, para la empresa Maxo S.A.S., el sector transporte representa un gran reto en cuestiones ambientales debido a los impactos que esta industria genera. En tal sentido, la alta gerencia, comprende que, en términos de emisiones atmosféricas y consumo de recursos naturales, la huella que sus operaciones dejan como impacto ambiental es de gran magnitud y por ende requiere ser medida y controlada.

Frente a esta realidad, la organización citada, precisa actividades concretas que permitan actuar de forma inmediata ante estos impactos y garantizar que exista una verdadera mitigación y compensación, sin poner en riesgo la operación de la empresa ni comprometer su funcionamiento, asegurando un verdadero compromiso ambiental. Lo anterior, es posible solo si se logra implementar una metodología que sea acorde a la naturaleza de la organización y garantice que los resultados obtenidos sean fiables y sirvan de base para mediciones que registren la gestión ambiental de la empresa en este rubro.

8 Justificación

La aceleración del cambio climático, producto de actividades humanas, es el mayor desafío de nuestro tiempo y ahora nos encontramos en un momento decisivo para hacer algo al respecto. Todavía estamos a tiempo de hacer frente a este fenómeno, que requerirá un esfuerzo sin precedentes por parte de todos los sectores de la sociedad. Entrado en pleno siglo XXI, el tema ambiental ocupa los primeros lugares en las agendas políticas de todas las naciones del mundo. Hoy más que nunca es urgente tomar acciones que permitan dar cumplimiento a los múltiples compromisos como el Acuerdo de París, donde se busca reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de estrategias de prevención, mitigación y resiliencia.

El sector transporte es uno de los mayores consumidores de recursos naturales de origen fósil, por lo que afronta un gran reto en materia de reducción de emisiones. Dentro de esta intención de reducir su impacto, las empresas optan por la cuantificación de sus emisiones con el fin de formular objetivos medibles en el tiempo, que permita calificar la gestión que hacen frente a este rubro. Ahora bien, para la empresa Maxo S.A.S la posibilidad de medir su Huella de Carbono representa una posibilidad de conocer su impacto real y dimensionar la magnitud de la huella que sus operaciones generan en el ambiente. Por eso es necesario formular medidas de compensación, que estén enmarcadas en una estrategia corporativa encaminada al desarrollo de la compañía y al apoyo por parte de ésta a comunidades aledañas, como medio de compensación de su impacto.

El principal problema que afronta la organización es el desconocimiento acerca de la magnitud de sus emisiones y cómo reducirlas, resultado de la falta de una medición apropiada, por lo que lo único que la organización ha logrado es una herramienta construida por ellos mismos que no permite revelar la situación actual de la compañía respecto a las emisiones. En ese sentido, es necesario ajustar la medición a los estándares nacionales, donde a la empresa le sea entregada un dato que sirva como punto de partida para realizar un control anual de este valor y formular medidas de prevención, control, compensación y mitigación que perduren en el tiempo. De la mano de estas actividades, irán acciones asociadas al apoyo de comunidades vulnerables que asegurarán vincular a todos los actores interesados, promoviendo hábitos y estilos de vida sostenibles.

9 Objetivos

9.1 *Objetivo General*

Proponer una estrategia de compensación para reducir la Huella de Carbono de la empresa Maxo S.A.S.

9.2 *Objetivos Específicos*

1. Realizar un diagnóstico ambiental de la organización.
2. Implementar la metodología de medición de Huella de Carbono más pertinente de acuerdo con la naturaleza de la organización
3. Formular medidas de compensaciones de Huella de Carbono para la organización.

10 Marco de Referencia

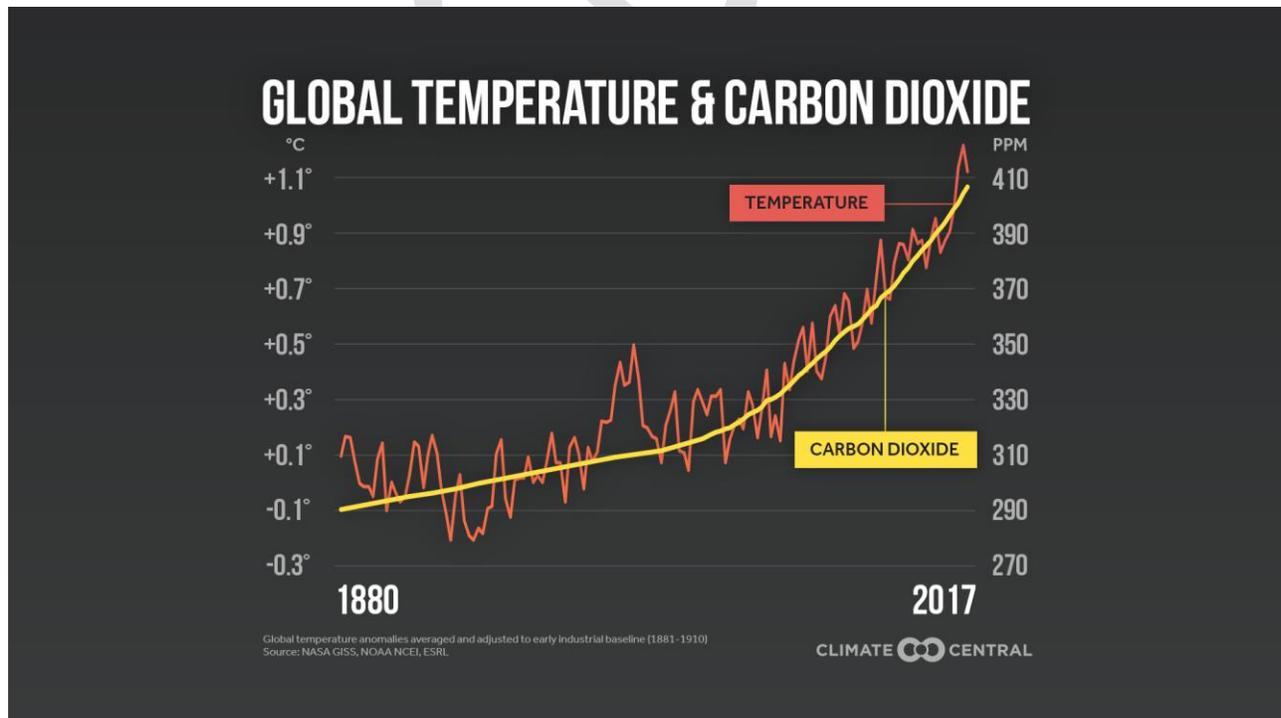
10.1 Marco Teórico

10.1.1 Cambio climático

De acuerdo con la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC), el cambio climático se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables (Benavides Ballesteros & León Aristizabal, 2007).

Para entender el cambio climático, es necesario comprender que este fenómeno afecta todos los ecosistemas y recursos naturales. Desde el recurso hídrico hasta el suelo y la atmósfera, todos se están viendo impactados al modificarse sus patrones de comportamiento habitual. Esta situación provoca una variación a nivel ecosistémico que pone en riesgo no solo la supervivencia de especies animales sino de los asentamientos humanos dispersados por todo el planeta. Aunque mandatarios de grandes naciones quieran negar que el cambio climático es una realidad y que su acelerado incremento es producto de las actividades humanas, sus efectos e impactos son cada vez más tangibles y visibles. Veranos cada vez más calientes e inviernos más helados nos están arrojando una señal del vertiginoso crecimiento industrial que cada año libera un número mayor de toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera (principal causante de efecto invernadero y cambio climático). En la Figura 1 se puede observar una estrecha relación entre la cantidad de dióxido de carbono (CO_2) y el aumento de la temperatura global.

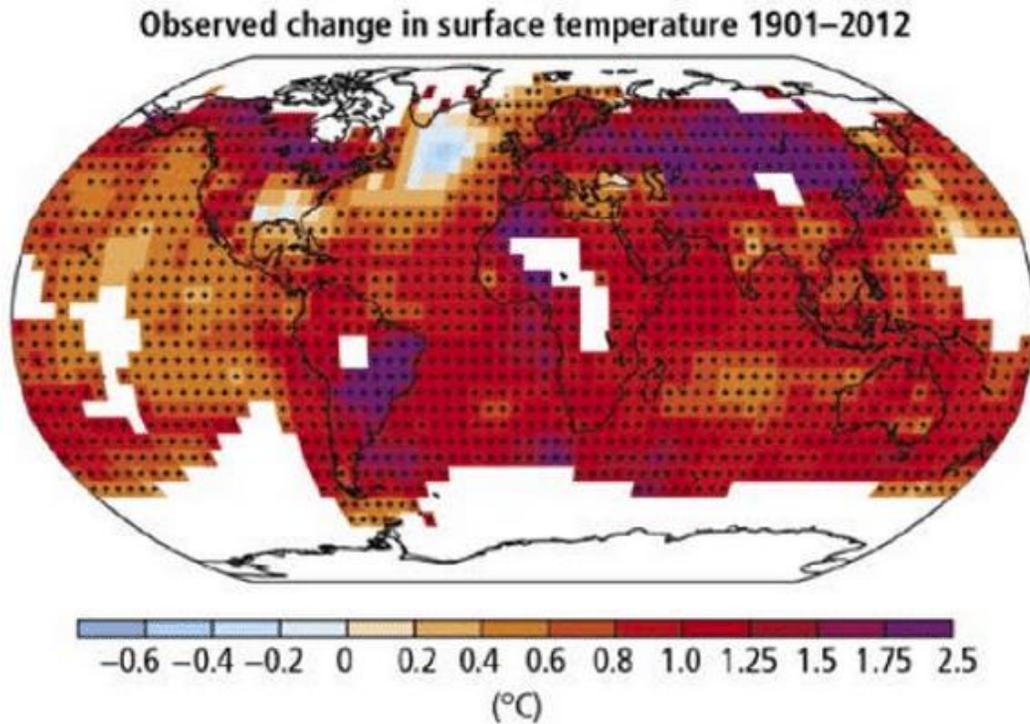
Figura 1. Relación entre la concentración de dióxido de carbono y la temperatura global



Fuente: (CLIMATE CENTRAL, 2018)

Como se puede observar en la Figura 2, en los últimos 100 años, la temperatura global superficial ha ido en aumento, y si bien este fenómeno también es natural, lo que preocupa es el crecimiento acelerado que está teniendo producto de fuentes de emisión de origen humano, principales causantes de este incremento en todo el planeta.

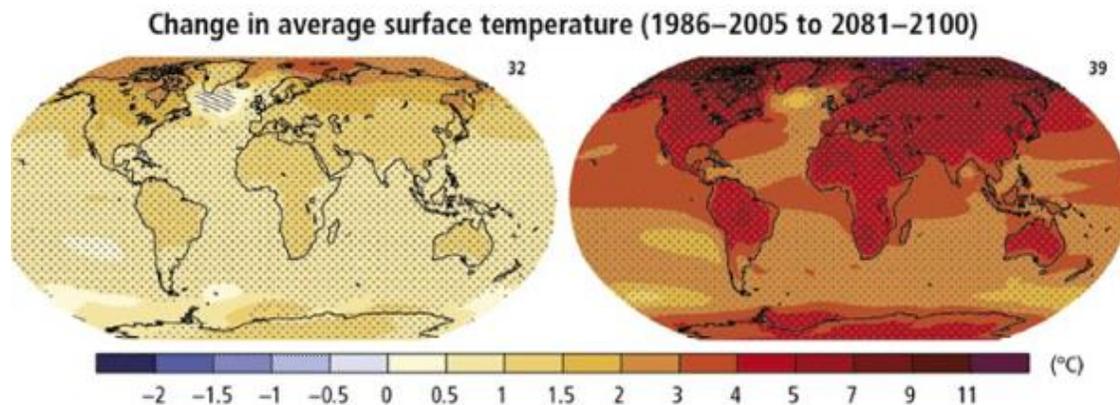
Figura 2. Cambio en la temperatura global para el periodo de 1901 a 2012



Fuente: (IPCC, 2015)

Si se proyecta esta problemática a futuro, bajo los actuales modos de desarrollo y sin cambiar nuestros estilos de vida, se prevé que, para finales de este siglo, el incremento de la temperatura global será más abrupto y sus consecuencias podrían ser peores. En la Figura 3, se puede observar la variación en la temperatura global que se calcula habrá en el periodo de 2081-2100, en comparación con la variación que tuvo lugar en el periodo de 1986-2005.

Figura 3. Cambio en la temperatura promedio de la superficie de la tierra para los periodos de 1986 a 2005 y de 2081 a 2100



Fuente: (IPCC, 2015)

10.1.2 Efecto Invernadero

El planeta tierra cuenta con una serie de mecanismos que permiten regular las condiciones internas y facilitar el crecimiento de todas las formas de vida existentes. Uno de esos mecanismos es una delgada capa gaseosa, invisible al ojo humano, que se encuentra ubicada al nivel de la tropósfera y que rodea la totalidad del planeta, cuya función principal es regular el intercambio de temperatura con la principal fuente de calor del sistema solar, nuestro sol. Ésta capa, conformada por varios gases que de forma natural están presentes en la atmósfera, permite que el calor que ingresa a la tierra por medio de radiación solar no rebote en su totalidad y garantiza que un porcentaje se quede en la tierra para mantener unas condiciones óptimas.

Ahora bien, la alteración de esa delgada capa resulta en serias consecuencias para la sostenibilidad de la vida en la tierra, ya que se modifican los patrones del clima y por ende se pone en riesgo la capacidad de adaptación de las especies debido al cambio súbito. El incremento de la concentración de ciertos gases en la atmósfera resulta en el fenómeno conocido como Efecto Invernadero, el cual está determinado por gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debida a la actividad económica humana (Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010).

10.1.3 Huella de Carbono

De forma muy sencilla, la Huella de Carbono es la cantidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI), emitidos a la atmósfera, derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Espíndola & Valderrama, Huella del Carbono. Parte 1, 2011). Sin embargo, el término Huella de Carbono es ampliamente utilizado, muchas veces sin saber bien su real significado, importancia y valor en el combate contra el cambio climático. Desde otro punto de vista, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

“La Huella de Carbono es un indicador que busca cuantificar la cantidad de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (directas e indirectas), medidas en emisiones de CO₂ equivalente, que son liberadas a la atmósfera debido a las actividades humanas.

Si específicamente, se aplica este indicador al sector de la producción de alimentos, por ejemplo, esta herramienta considera todas las emisiones que generan las actividades involucradas en el ciclo de vida del producto desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo, configurándose en un indicador de desempeño ambiental.” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

No es posible encontrar una definición única de Huella de Carbono, sin embargo, otras definiciones que destacan son:

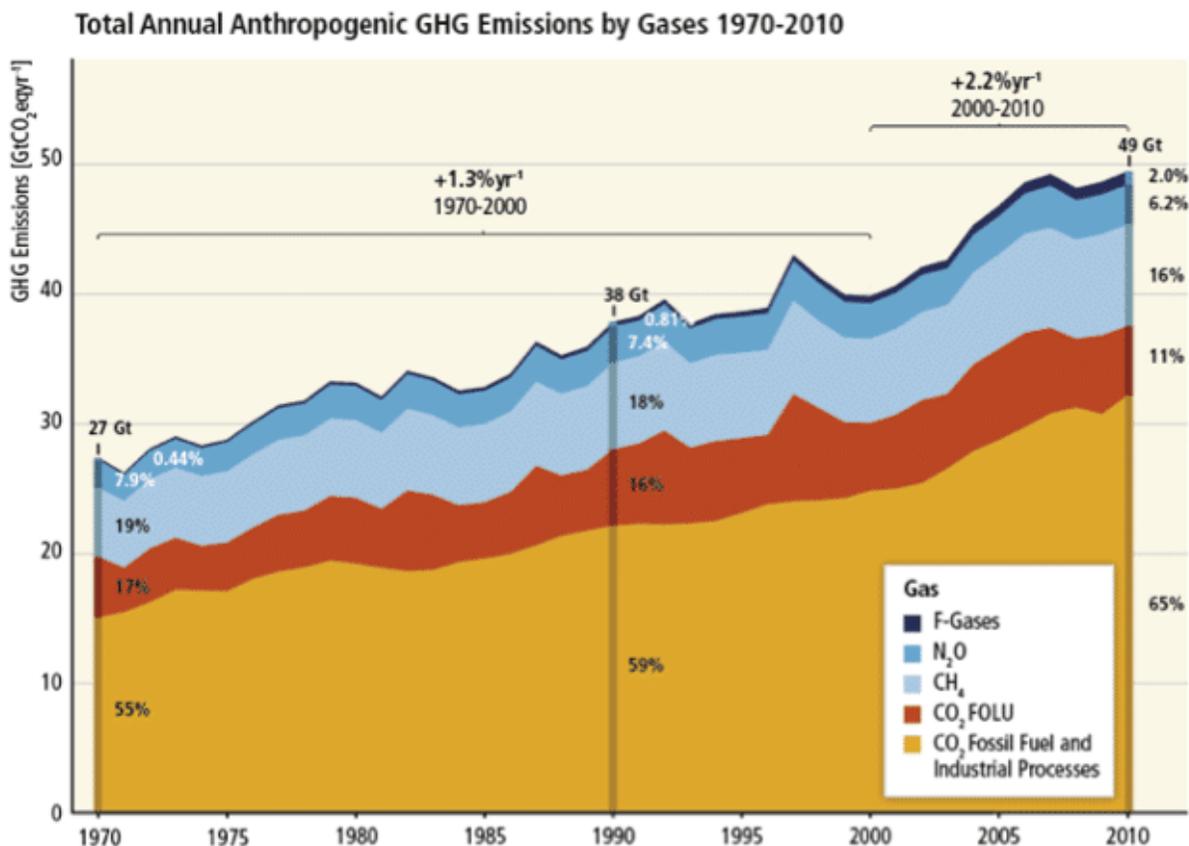
- La huella de carbón es una representación del efecto que una persona u organización causa sobre el cambio climático en términos de emisión de gases de efecto invernadero; esta emisión de gases equivalente, expresada en CO₂, es una medida relativamente sencilla de expresar el efecto de nuestras acciones energéticas respecto al cambio climático, en particular, nuestra contribución al calentamiento global (Guembes, 2009).
- La Huella de Carbono, representa una medida para la contribución de las organizaciones, cuantifica e identifica la cantidad de emisiones de GEI, medidas en emisiones de CO₂ equivalente, que son liberadas a la atmósfera debido a las actividades cotidianas o a la comercialización de un producto, el análisis abarca todas las actividades de su ciclo de vida, es decir desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo (Huella de Carbono, 2009).
- Se denomina Huella de Carbono (HC) al cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero que son liberadas a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad, obteniéndose como resultado un dato que puede ser utilizado como indicador ambiental global de la actividad y como punto de referencia, para el inicio de actuaciones de reducción de consumo de energía (OSE, 2010).
- La Huella de Carbono calculada como la cantidad de terreno forestal requerido para absorber las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles, cambios en los usos del suelo y procesos químicos, excepto la porción absorbida por los océanos. Estas emisiones son el único producto residual incluido en la Huella Ecológica (WWF, 2010).
- Indicador que cuantifica la cantidad de emisiones, de gases de efecto invernadero (GEI), medidas en emisiones de CO₂ equivalente (CO₂-eq), que son liberadas a la atmósfera debido a todas las actividades que realiza el ser humano, ya sea de forma directa o indirecta. También se configura como un indicador de desempeño en términos de ecoeficiencia, permitiendo establecer una línea de base de emisiones y metas próximas y futuras dentro de una producción sustentable y políticas de reducción de emisiones efectivas. De esta manera se contribuye al equilibrio ambiental global y a la responsabilidad social corporativa. (Espíndola & Valderrama, Huella del Carbono. Parte 1, 2011).

Cómo era de esperar, no se maneja una definición estándar para hablar de Huella de Carbono, sin embargo, en todas las definiciones expuestas, el denominador común que manejan es el impacto que se genera a la atmósfera por concepto de emisiones de origen humano, de una serie de gases que contribuyen al incremento de la temperatura global, que a su vez desencadenan una variación en los patrones climáticos. Además, para varios autores, es una herramienta de gestión corporativa que sirve de instrumento para el desarrollo de una política de sostenibilidad ambiental a nivel organizacional y sectorial.

Los países que más han avanzado en la medición de la Huella de Carbono y en acciones concretas para reducir su magnitud han sido Alemania, Estados Unidos, Reino Unido, Japón y Francia quienes han logrado importantes avances. De este grupo de países, Francia es probablemente el país que ofrece menores horizontes de tiempo para que sus iniciativas deriven en acciones mandatorias y legales que establezcan obligatoriedad respecto de la información de la Huella de Carbono a ser entregada a la ciudadanía. (Espíndola & Valderrama, Huella del Carbono. Parte 2, 2011)

Como se observa en la Figura 4, el principal gas que aporta al fenómeno del calentamiento es el Dióxido de Carbono proveniente del consumo de combustibles fósiles y procesos industriales.

Figura 4. Emisiones totales anuales de GEI, por gas, entre 1970 y 2010



Fuente: (IPCC, 2015)

10.1.4 Huella de Carbono Corporativa

Con el fin de entender el comportamiento de las organizaciones respecto a la gestión ambiental que desarrollan, la Huella de Carbono brinda la posibilidad de establecer una línea base como punto de partida, del cual se derivan los planes de acción hacia el control de los impactos asociados al ambiente. En este sentido, como se menciona en el apartado anterior, la Huella de Carbono es una herramienta que se puede aplicar a un individuo, a una familia o a una organización. La diferencia radica en los parámetros que se evalúan y en la metodología que se emplea para calcular y obtener un resultado final.

El origen de la Huella de Carbono aplicada a una organización se puede hallar a inicios de este siglo, cuando en el año 2000 comenzamos a adaptar esta metodología (denominada *método de Wackernagel o compuesto*) a las empresas y a cualquier tipo de organización que dispusiera de cuentas contables, a partir de las cuales se puede extraer todos los consumos de energía, materiales y servicios (Doménech Quesada, 2008).

10.1.5 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)

Ante las inminentes consecuencias del cambio climático, Colombia se encuentra en un sitio de especial vulnerabilidad debido a sus condiciones geográficas, ecosistémicas y sociales. Frente a esta realidad, el país ha decidido migrar a nuevas estrategias de adaptación que permitan mitigar los impactos que la variabilidad climática deja en el territorio nacional.

Derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos”, ha priorizado cuatro estrategias encaminadas a abordar de forma integral la problemática del cambio climático, dentro de las cuales se incluye la formulación e implementación del PNACC. Estas iniciativas se articulan a través de la estrategia institucional planteada en el CONPES 3700, por medio del cual se establece la necesidad de crear el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA). (Departamento Nacional de Planeación, 2012)

Con el fin de establecer el nivel de vulnerabilidad frente al cambio climático, se plantean dos conceptos que son la *sensibilidad* y la *capacidad de adaptación*, los cuales son definidos en el plan de la siguiente manera:

“La vulnerabilidad tiene dos componentes, el primero que mide la debilidad del sistema, que se denomina sensibilidad, y el segundo que mide la capacidad del sistema de afrontar y recuperarse ante un evento, para lo cual se utilizará el término de capacidad de adaptación. Es así como la sensibilidad hace referencia a la predisposición física del ser humano, la infraestructura o un ecosistema de ser afectados por una amenaza, debido a las condiciones de contexto e intrínsecas que potencian el efecto de ésta. Mientras que la capacidad de adaptación se define como la capacidad de un sistema y de sus partes de anticipar, absorber, acomodar o recuperarse de los efectos de un disturbio de una forma oportuna y eficiente.” (Departamento Nacional de Planeación, 2012)

10.2 Estado del Arte

Luego de una extensa revisión bibliográfica, se entiende que el tema de la Huella de Carbono no ha sido explorado lo suficiente como para desarrollar estudios concretos de medición a organizaciones. Esto

representa un problema de gestión por parte del sector industrial, el cual no muestra voluntad de querer auto diagnosticarse y modificar sus patrones de producción. En términos más globales, para poder encontrar estudios sobre este fenómeno, es necesario transportarse a Argentina, donde un estudio por sector transporte en la nación austral determinó que, a nivel global, las emisiones del sector corresponden en un 73% al transporte carretero, 9% al transporte marítimo internacional, 11% a la aviación (internacional y de cabotaje), y sólo un 2% al ferrocarril. (Barbero & Rodríguez Tornquist, 2012)

En términos generales, el estudio pone al sector transporte en una posición de constantes desafíos en vistas de un futuro donde se ve comprometido el abastecimiento de combustibles fósiles debido a su alto poder de contaminación. Reconoce que el sector transporte latinoamericano se encuentra rezagado en comparación con sus pares mundiales, como también una deficiencia en la gestión de políticas claras orientadas a la regulación del sector.

En aras de no frenar el crecimiento de un sector industrial que cada día encuentra una demanda y presión mayores por parte del comercio exterior, en la investigación se proponen una serie de alternativas que permitan acompañar el crecimiento del transporte en América Latina respetando siempre la idea de “Reducir la movilidad no es una opción”. Ante esta situación, se habla de integrar la sostenibilidad al sector sin que esto represente una barrera para su desarrollo. Esto último no es más que la formulación de políticas nacionales que incentiven la utilización de medios de transportes de menor intensidad de emisión, como el fluvial o el marítimo. En el principal emisor de GEI (el transporte terrestre), se debe procurar el menor número de emisiones posible por kilómetro recorrido y la maximización de los viajes realizados y las bodegas utilizadas para reducir el número de viajes vacíos y lograr una mayor eficiencia operacional.

En el año 2009, Cordero Ahimán, llevó a cabo un estudio que consistió en la medición de la Huella de Carbono a una Sociedad de Transportes Públicos, en el cual se implementó la metodología francesa de medición Bilan Carbone. La información que es de especial relevancia es la que concluye que:

El transporte de carga es responsable del 85.73% de las emisiones asociadas a la actividad de la S.T.C.L. 6.04 % para materiales y servicios, 1.84% para la energía interna, 5.66% a el movimiento de personas, 0.64% para los procesos no energéticos (pérdida de los líquidos de las unidades de aire acondicionado) y, finalmente, 0.09% para los residuos de particular actividad y 0.01% para el final de la vida útil de los documentos que se entrega al cliente. (Cordero Ahimán, 2011)

Otra apreciación que resulta llamativa es la diferencia en la generación de emisiones al evaluar el impacto que generan los vehículos según su fuente de energía. De acuerdo con el estudio, el trolebús impacta 8,2 veces menos que los autobuses gasóleo y 13,8 veces menos que el autobús gas natural GNV. Dentro de las emisiones que son posibles controlar, las asociadas al servicio de subcontratación representaron para la organización estudiada 1061 toneladas de Carbono equivalente o 890 toneladas CO₂ equivalente y representa el 36,42% de las emisiones globales. Esto último permite entender la importancia de contar con empresas aliadas que estén bajo el modelo de bajo carbono, ya que como no es posible controlar sus operaciones, y por ende sus emisiones, resulta complicado separar reducir el impacto que al final acaba generando en la organización.

Finalmente, se vuelve necesario controlar el suministro de energía que se consume en la organización, porque es necesario tener en cuenta alternativas para la energía eléctrica que sean menos impactantes como hidroeléctricas, eólica, solar o biomasa. (Cordero Ahimán, 2011)

10.3 Antecedentes

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

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en 1992 en Río de Janeiro (Brasil) – más conocida como «Cumbre de la Tierra de Río»– se dieron a conocer tres tratados internacionales. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CNUDB) y la Convención de Lucha contra la Desertificación (CNULD). Los tres se conocen con el nombre de Convenciones de Río. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)

Las tres Convenciones de Río están estrechamente relacionadas. El cambio climático afecta a la biodiversidad y a la desertificación. Cuanto más intenso sea el cambio climático y mayor sea su alcance, mayor será la pérdida de especies vegetales y animales, y las tierras secas y semiáridas en todo el mundo perderán vegetación y se deteriorarán.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) incorporó una línea muy importante de uno de los tratados multilaterales sobre medio ambiente que más éxito han tenido en toda la historia: el Protocolo de Montreal de 1987, en virtud de la cual los estados miembros están obligados a actuar en interés de la seguridad humana incluso a falta de certeza científica. Un logro importante de la Convención, caracterizada por su carácter general y flexible, es que reconoce que el problema del cambio climático es real.

La CMNUCC entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Hoy en día cuenta con un número de miembros que la hace casi universal. Las denominadas «Partes en la Convención» son los 195 países que la han ratificado.

La Convención reconoce que es un documento «marco», es decir, un texto que debe enmendarse o desarrollarse con el tiempo para que los esfuerzos frente al calentamiento atmosférico y el cambio climático puedan orientarse mejor y ser más eficaces. La primera adición al tratado, el Protocolo de Kioto, se aprobó en 1997.

10.3.2 Protocolo de Kioto

En 1997 se adopta el Protocolo de Kioto que, a diferencia de la Convención, asigna a los países desarrollados (listados en el Anexo I) metas de reducción de gases de efecto invernadero específicas. De esta forma se mantiene la diferenciación entre las Partes que estableció la Convención.

Además de una meta individual, el Protocolo incluye una meta global según la cual los países Anexo I debían llevar a cabo acciones para reducir al menos el 5% de sus emisiones de 1990. Esta reducción debía realizarse durante el primer periodo de compromiso correspondiente a 2008 - 2012. (García Arbeláez, Vallejo López, Higgins, & Escobar, 2016)

El PK, fue estructurado en función de los principios de la Convención. Establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de quemar combustibles fósiles durante más de 150 años. En este sentido el Protocolo tiene un principio central: el de la «responsabilidad común pero diferenciada».

El Protocolo ha movido a los gobiernos a establecer leyes y políticas para cumplir sus compromisos, a las empresas a tener el ambiente en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre sus inversiones, y además ha propiciado la creación del mercado del carbono.

En general, el Protocolo de Kioto fue considerado como primer paso importante hacia un régimen verdaderamente mundial de reducción y estabilización de las emisiones de GEI, y proporciona la arquitectura esencial para cualquier acuerdo internacional sobre el cambio climático que se firme en el futuro. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)

10.3.3 Acuerdo de Montreal

El 16 de septiembre de 1987, un total de 46 países firmaron el "Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono", como resultado concreto de los objetivos planteados por el Convenio de Viena para reducir y finalmente eliminar la producción y el consumo de numerosas sustancias que son responsables del agotamiento de la capa ozono.

El Protocolo fue negociado en 1987 y entró en vigor el 1º de enero de 1989, desde ese momento el documento ha sido revisado en varias ocasiones y se cree que, si todos los países cumplen con los objetivos propuestos dentro del tratado, la capa de ozono podría recuperarse para el año 2050. Debido al alto grado de aceptación e implementación que se ha logrado, el tratado ha sido considerado como un ejemplo excepcional de cooperación internacional y en el 2009 se alcanzó la suscripción universal siendo el primer acuerdo ambiental multilateral que logró la participación de todos los países del mundo.

Las obligaciones principales de los países miembros del Protocolo son cumplir con los calendarios de congelación y eliminación de la producción y consumo de SAO y prohibir el comercio con los países que no son Partes en el Protocolo.

Colombia firmó el Protocolo de Montreal en el año 1992 y con el apoyo de las Naciones Unidas, se creó en 1994 la Unidad Técnica Ozono (UTO) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, encargada de la implementación de este Protocolo en el país.

10.3.4 Acuerdo de París

El Acuerdo de París es un nuevo tratado internacional que se adoptó en 2015 durante la COP21, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Es un acuerdo universal y vinculante que busca mejorar la aplicación de la Convención. Su objetivo es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza. (García Arbeláez, Vallejo López, Higgins, & Escobar, 2016)

El principal objetivo del acuerdo fue establecer un plan de acción mundial para evitar un cambio climático peligroso, encaminado a poner el límite del calentamiento global por debajo de 2 °C. Dentro de los principales puntos que se tocaron en la conferencia están:

- Mitigación: Reducir las emisiones
 - El objetivo a largo plazo de mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C sobre los niveles preindustriales
 - Limitar el aumento a 1,5 °C, lo que reducirá considerablemente los riesgos y el impacto del cambio climático
 - Que las emisiones globales alcancen su nivel máximo cuanto antes, si bien reconocen que en los países en desarrollo el proceso será más largo
 - Aplicar después rápidas reducciones basadas en los mejores criterios científicos disponibles.

- Transparencia y balance global
 - Reunirse cada cinco años para fijar objetivos más ambiciosos basándose en criterios científicos
 - Informar a los demás Gobiernos y a la ciudadanía sobre sus avances
 - Evaluar los avances hacia el objetivo a largo plazo mediante un sólido mecanismo de transparencia y rendición de cuentas.

- Adaptación
 - Reforzar la capacidad de las sociedades a la hora de afrontar las consecuencias del cambio climático
 - Ofrecer a los países en desarrollo una ayuda internacional a la adaptación mejor y más permanente.

- Daños y perjuicios
 - Reconoce la importancia de evitar, reducir al mínimo y atender a los daños y perjuicios debidos a los efectos adversos del cambio climático
 - Admite la necesidad de cooperar y mejorar la comprensión, actuación y apoyo en diferentes campos: sistemas de alerta temprana, preparación para emergencias y seguro contra los riesgos.

(Comisión Europea, 2019)

Figura 5. Principales elementos del Acuerdo de París



Fuente: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/convenccion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/colombia-hacia-la-cop-21-cop-22#documentos-relacionados>

10.3.5 Generalidades de la compañía

Fundada en 1978, hacía parte de la compañía holandesa Mammoet Transport, organización que por ese entonces pertenecía al grupo Nedlloyd de Holanda. Posteriormente, la compañía fue adquirida por accionistas colombianos quienes le otorgaron su actual nombre. La empresa Maxo es, como ellos mismos se definen, “una empresa dedicada a prestar el servicio de transporte especializado, izajes, y de logística de proyectos en los sectores de Oil and Gas, Infraestructura, Energía, Minería e Industria Pesada para Colombia, y parte norte de Sur América, Centro América y el Caribe. Ofrecemos a nuestros clientes soluciones de ingeniería innovadoras que responden a las exigencias, tendencias y estándares, tanto a nivel nacional como internacional, de forma segura y responsable con el medio ambiente y las comunidades.” (Maxo, 2018)

Sus operaciones se extienden por América Latina, teniendo fuerte presencia en Colombia, Panamá y Nicaragua; contando con oficinas directas. Así mismo cuenta con presencia en proyectos de ingeniería en países como Costa Rica, México, Venezuela, Perú, Ecuador, El Salvador, Guatemala y Belice. Todo enfocado en proyectos de Petroquímica, Energía, Minería y proyectos Industriales.

Nacionalmente, Maxo tiene presencia en los puertos y proyectos de ingeniería más importantes, donde se destaca Arauca, Cerrejón, Barrancabermeja, Barranquilla y Villavicencio; además de la presencia en los puertos de Cartagena, Santa Marta, Buenaventura, Puerto Bolívar, San Andrés y Tolú Coveñas.

Dentro de la gama de servicios que Maxo ofrece se encuentra:

- Transporte especializado

Figura 6. Transporte de carga extrapesada y extradimensionada



Fuente: (Maxo, 2018)

Transporte integral de carga sobre-dimensionada y extra-pesada de gran volumen y de difícil manejo, con equipos propios especiales. Cuenta con más de 30 años de experiencia en transporte con proyectos en todos los sectores.

- Alquiler de equipos

Figura 7. Equipos en alquiler para proyectos de Izaje



Fuente: (Maxo, 2018)

Cuentan con una amplia flota de equipos de Izaje y de transporte a disposición de nuestros clientes para ayudarles a desarrollar sus operaciones.

- Soluciones integrales

Figura 8. Asesoría en la ejecución de proyectos



Fuente: (Maxo, 2018)

Cuentan con un equipo de ingenieros que nos brindan el soporte técnico, a través de cálculos, planos, modelaciones y simulaciones de los servicios, para desempeñar nuestras operaciones con gran precisión y calidad.

- Ingeniería de proyectos

Figura 9. Personal capacitado en la manipulación de equipos



Fuente: (Maxo, 2018)

El Departamento de Ingeniería, está enfocado en brindar el soporte Técnico en los proyectos a través de conocimiento técnico en:

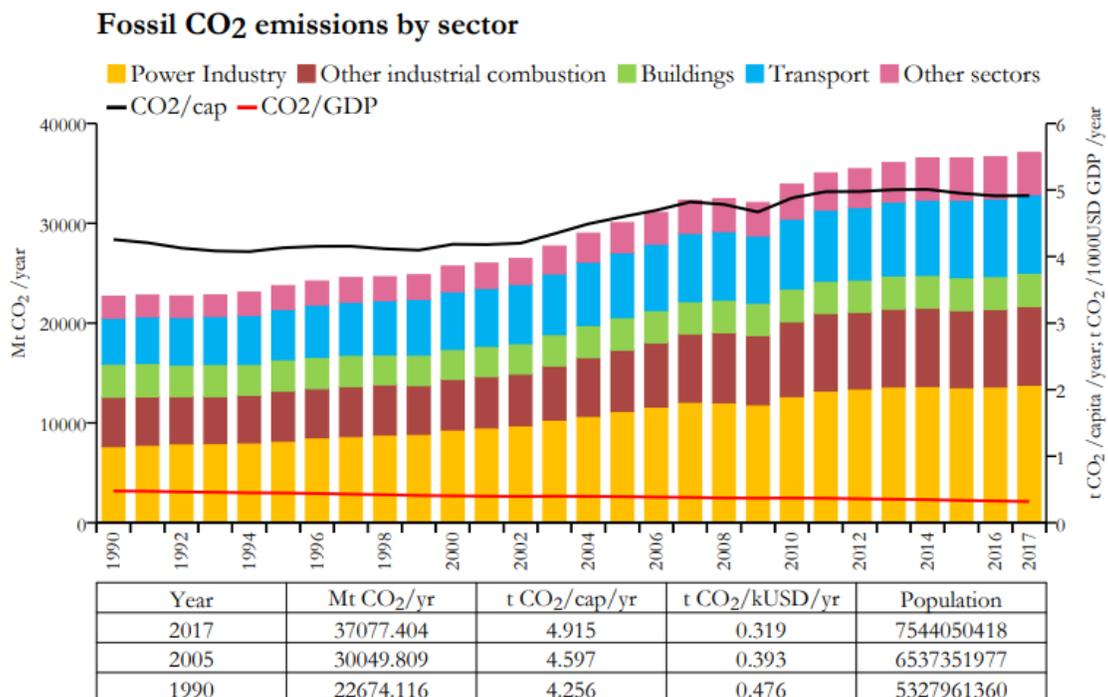
- Definición y selección de equipos.
- Diseño de transporte e izaje, incluyendo planos y especificaciones técnicas.
- Estudio de factibilidad
- Planes de Movilización
- Planes de Riggins
- Cálculos y diseños de reforzamiento de estructuras a través de las rutas de transporte

Adicionalmente, de forma secundaria también se ofrecen los servicios de apoyo y asesoría en Ingeniería Mecánica, Diseño de estructuras y en Ingeniería Civil, en donde su principal aporte es al desarrollo de cálculos de estabilidad y equipos, diseño, cálculo y construcción sobre puentes, ménsulas, vigas y reestructuras.

10.3.6 Huella de Carbono mundial

Para el año 2017, la Huella de Carbono a nivel mundial ascendió a 37.077,4 Mt de CO₂, comparado con el año 1990 (22.674,1 Mt CO₂), incrementó en un 63,5 %. De acuerdo con la Figura 10, el mayor aporte de las emisiones para el último año de medición proviene del sector energético (producción de energía) y el sector transporte (Crippa, y otros, 2018).

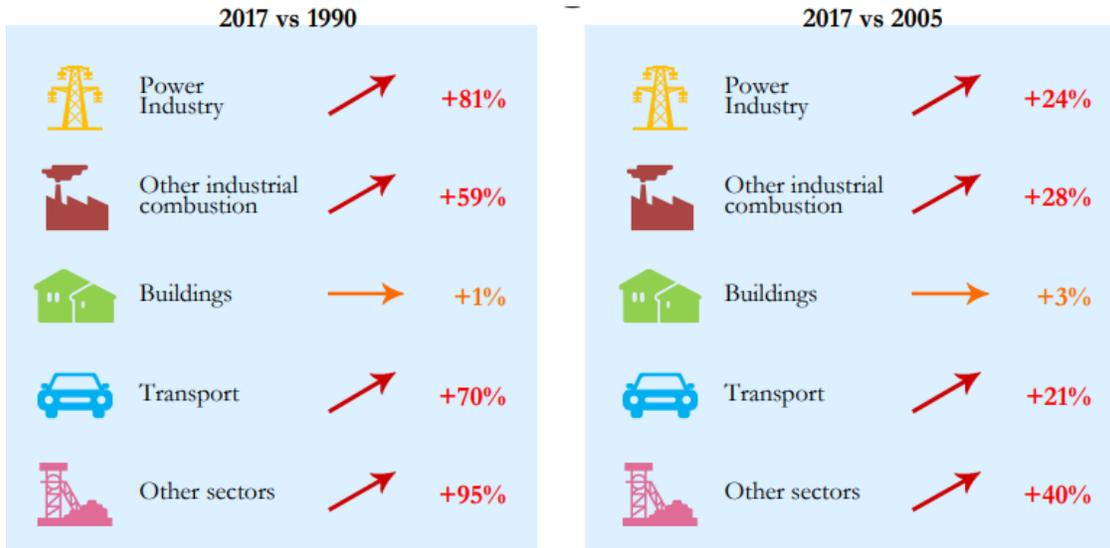
Figura 10. Emisiones de CO₂ originadas del consumo de combustibles fósiles por sector



Fuente: (Crippa, y otros, 2018)

Ahora bien, si se procede a realizar el análisis a nivel sectorial, la Figura 11 nos muestra que en el periodo 1990-2017, todos los sectores económicos evidenciaron un crecimiento superior al 60%, sin embargo, revisando el periodo 2005-2017, el crecimiento sectorial no supera el 40%, esto es producto de los distintos esfuerzos a nivel mundial, por reducir las emisiones de gases contaminantes y los diferentes compromisos y pactos ambientales adquiridos por los países para luchar contra el calentamiento global y reducir la cantidad de GEI liberados a la atmósfera.

Figura 11. Crecimiento de las emisiones de CO2 a nivel mundial, para los periodos de 1990-2017 y 2005-2017

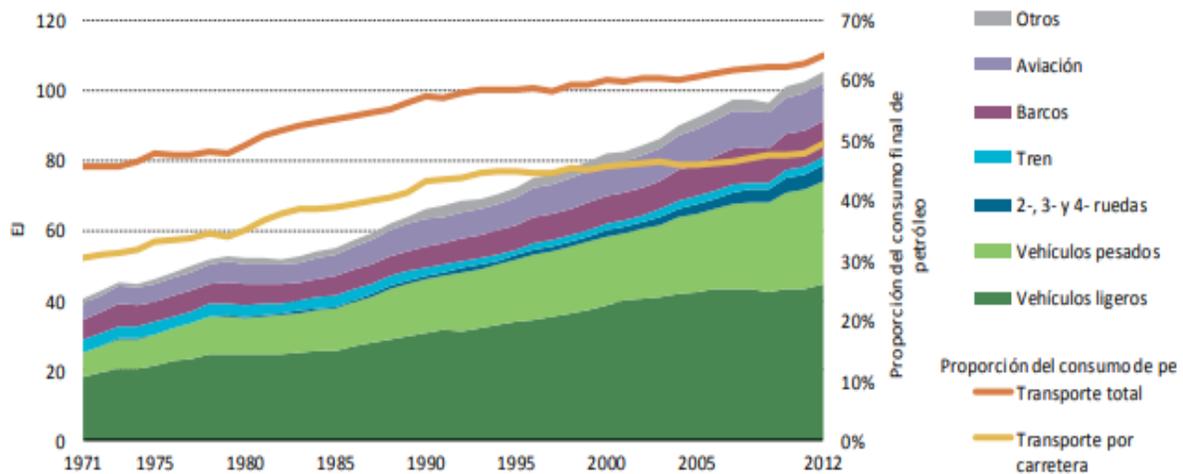


Fuente: (Crippa, y otros, 2018)

10.3.7 Huella de Carbono en el sector transporte

Con el fin de comprender el comportamiento del sector transporte en Colombia, primero es necesario entender el contexto regional en el cual se encuentra inmerso el país. Una región de países en vía de desarrollo, cuyos modos de producción han incrementado la demanda del servicio de transporte de mercancías y personas, cómo también la utilización del servicio para la asistencia a proyectos de infraestructura. En el contexto latinoamericano, el sector transporte fue responsable del 27% del consumo total de la energía a nivel mundial y responsable del 23% de las emisiones de CO₂ relacionadas con el consumo de combustible (OECD/IEA, 2015). La demanda de energía en el sector se ha dado por el crecimiento acelerado en los vehículos ligeros y pesados (Figura 12).

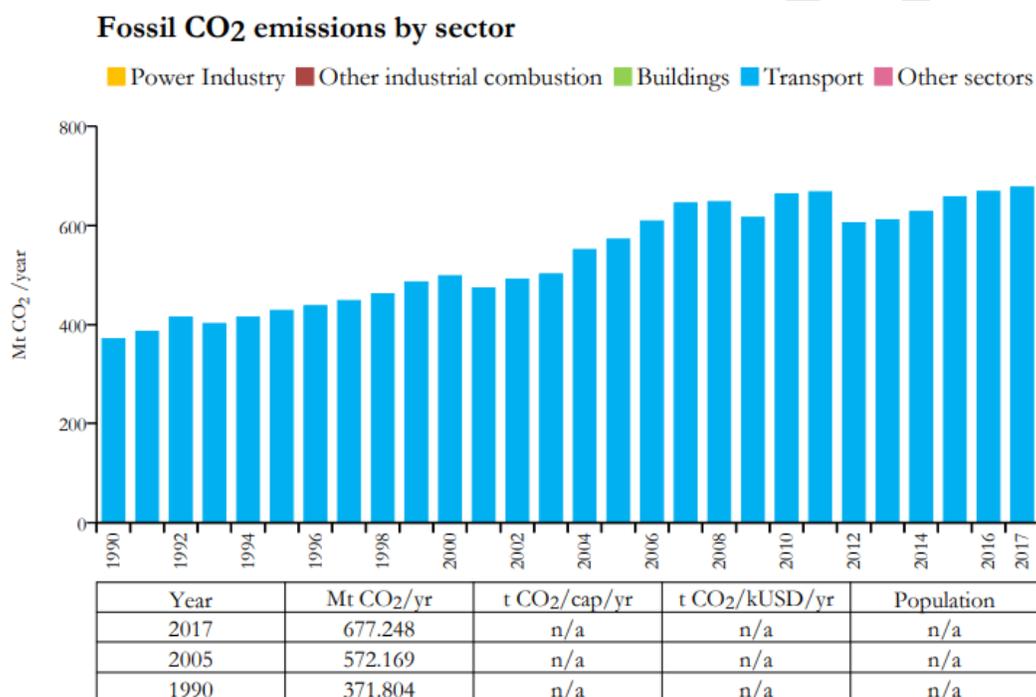
Figura 12. Consumo global de energía en el sector transporte, por medio (Porcentajes)



Fuente: OCED/IEA “Energy Technology Perspective 2015”; International Energy Agency. Paris, France. 2015

El transporte de personas y de mercancías representa una de las mayores fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, debido a su alta dependencia a los combustibles fósiles y a fuentes de energía. Para el año 2017, la producción total de CO₂ derivado del sector transporte ascendió a las 677,2 Mt CO₂/año, un 82% más comparado con 1990, dónde la producción anual fue de 371,8 Mt CO₂/año (Crippa, y otros, 2018).

Figura 13. Emisiones globales de CO₂ para el sector transporte, en el año 2017



Fuente: (Crippa, y otros, 2018)

Para América Latina, el transporte es el responsable del 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero (IEA, 2016). Si, además, tomamos en cuenta que en varios países latinoamericanos el crecimiento del sector transporte representa un incremento mayor al de los demás sectores de sus mismas economías, cómo se ve en la Figura 14, la cuestión de reducir el impacto asociado a este sector debe entrar en los principales objetivos de la gestión ambiental de los gobiernos y las empresas.

Figura 14. Crecimiento histórico de emisiones de CO₂ en algunos países de la región de América Latina y el Caribe

Pais	Año	Crecimiento emisiones CO ₂ , economía	Crecimiento emisiones CO ₂ , transporte
Brasil	1990-2013	59	61
Chile	1990-2013	64	63
Colombia	1990-2013	37	43
Costa Rica	1990-2013	63	67
Guatemala	1990-2013	8	71
México	1990-2013	43	45
Perú	1990-2013	45	63
Panamá	1990-2013	37	65
Trinidad y Tobago	1990-2013	24	58

Fuente: (Martínez Salgado, 2018)

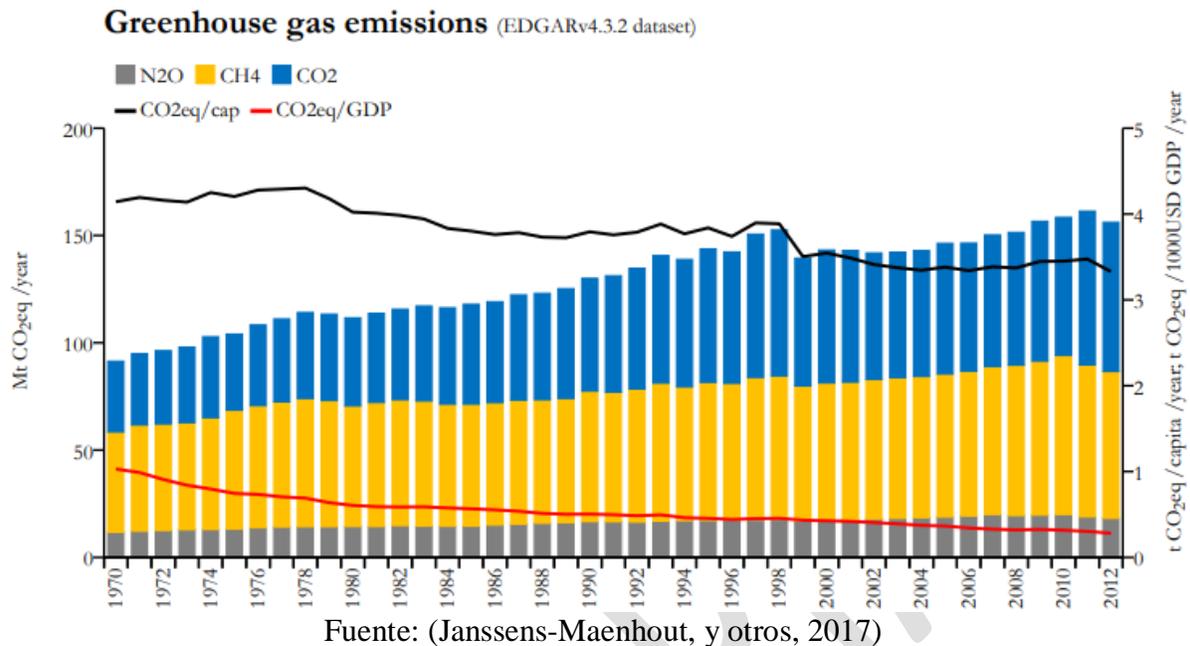
Para el caso de Colombia, en el año 2012, del 100% de sus emisiones de CO₂, el 41% corresponde a las provenientes del consumo de combustibles fósiles para transporte. A nivel regional, se puede observar que para la mayoría de las naciones suramericanas existe una alta relación entre las emisiones generadas por transporte y las emisiones generales de cada país. Esto último muestra la posibilidad que tiene la región de reducir su Huella de Carbono si ejercen un control sobre el sector transporte, pudiendo lograr grandes reducciones de emisiones.

10.3.8 Huella de Carbono en Colombia

Colombia cuenta con datos de Huella de Carbono desde el año 1970, los cuales evidencian un constante crecimiento de las emisiones en los últimos 49 años. Desde su medición inicial (1970), cuyo valor era de 31.101 kTon, las emisiones del país han aumentado en un 141% para el año 2017 (74.945 kTon) (Crippa, y otros, 2018). En el Anexo 1, se puede consultar la totalidad de los datos registrados anualmente en el periodo de 1970-2017.

En la Figura 15, se puede observar el total de emisiones de gases de efecto invernadero producidos por Colombia hasta el año 2012. Al igual que para Latinoamérica, Colombia no es la excepción en cuanto a la estrecha relación existente entre el sector transporte y la emisión de GEI. El CO₂ es el gas que más se genera, debido a la alta dependencia a los combustibles fósiles y a su presencia en la mayoría de los procesos de combustión incompleta.

Figura 15. GEI emitidos por Colombia hasta el 2012



10.4 Marco Conceptual

10.4.1 Adaptación al cambio climático

Significa ajustarse, tanto a los efectos ya observados de un clima cambiante, como a los efectos esperados derivados de futuras trayectorias del cambio climático. Este ajuste, conocido entonces como adaptación, significa tanto reducir los riesgos climáticos como aumentar la resiliencia climática en sistemas sociales, naturales y económicos. (García Arbeláez, Vallejo López, Higgins, & Escobar, 2016)

10.4.2 Cambio Climático

Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. (Naciones Unidas, 1992)

10.4.3 Carga extra dimensionada

Carga indivisible que excede las dimensiones de la carrocería de los vehículos convencionales homologados por el Ministerio de Transporte para la movilización de carga en tránsito normal por las vías públicas (Ministerio de Transporte, 2005).

10.4.4 Carga extrapesada

Carga indivisible que una vez montada en vehículos convencionales homologados por el Ministerio de Transporte, excede el peso bruto vehicular o los límites de peso por eje autorizados en las normas vigentes para el tránsito normal por las vías públicas (Ministerio de Transporte, 2005).

10.4.5 Compensación ambiental

Medidas y acciones generadoras de beneficios ambientales proporcionales a los daños o perjuicios ambientales causados por el desarrollo de los proyectos, siempre que no se puedan adoptar medidas de prevención, corrección, mitigación, recuperación y restauración eficaces. (Ministerio del Ambiente Perú, 2015)

10.4.6 Diagnóstico ambiental

Está constituido por un conjunto de estudios, análisis y propuestas de actuación y seguimiento que abarcan el estado ambiental en toda la organización.

Para que el Diagnóstico Ambiental no se reduzca a un mero inventario de datos sin valor operativo, se entiende que el proceso debe incluir una propuesta realista de acciones de mejora que resuelva los problemas diagnosticados y un sistema de parámetros que permitan su medición, control y seguimiento. La determinación clara y el liderazgo del proceso por parte de los representantes políticos, constituye un elemento esencial en su desarrollo.

La realización de un Diagnóstico Ambiental ofrece:

- El conocimiento del estado ambiental de la organización a partir del cual podemos definir una correcta política ambiental que haga posible el desarrollo sostenible de los recursos.
- La identificación de aquellas incidencias ambientales que afectan a la organización, con el objetivo de subsanarlas.
- Conocer el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.
- Proporcionar a la organización un punto de arranque para la ejecución y establecimiento de actuaciones ambientales en el territorio (proyectos, estudios, organización interna).

(CEPPIA)

10.4.7 Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂ Eq)

Es una medida universal de medición utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero. Es usado para evaluar los impactos de la emisión (o evitar la emisión) de diferentes gases que producen el efecto invernadero.

10.4.8 Estrategia Empresarial

Podemos definir la estrategia como la “Forma en la que la empresa o institución, en interacción con su entorno, despliega sus principales recursos y esfuerzos para alcanzar sus objetivos”

O también “Un curso de acción conscientemente deseado y determinado de forma anticipada, con la finalidad de asegurar el logro de los objetivos de la empresa”. (Fernández Lorenzo, 2012)

10.4.9 Gases de efecto Invernadero

Son compuestos químicos en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) 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 en la atmósfera. Los gases efecto invernadero (GEI) contribuye al efecto invernadero intensificando sus efectos sobre el clima en la medida que aumentan.

Figura 16. Potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de Efecto Invernadero

GAS DE EFECTO INVERNADERO - GEI		POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (para obtener CO ₂ e multiplicar por)		
		IPCC 1995	IPCC 2007	IPCC 2013
Dióxido de Carbono	CO ₂	1	1	1
Metano	CH ₄	21	25	28
Óxidos Nitroso	N ₂ O	310	298	265
Hexafluoruro de Azufre	SF ₆	23.900	22.800	23.500
Hidrofluorocarbonados	HFC's	140 - 11.700	124 – 14.800	< 13.900
Perfluorocarbonados	PFC's	6.500 – 9.200	7.390 – 12.200	< 12.400
Trifluoruro de Nitrógeno	NF ₃	---	---	17.200

Fuente: (IPCC, 2014)

- El vapor de agua es simplemente H₂O en estado gaseoso.
- El dióxido de carbono (CO₂)

Es un gas que se produce de forma natural y también como subproducto de la combustión de la biomasa, cambios en el uso de las tierras y procesos industriales mediante el uso de combustibles fósiles.

Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta, y es el gas de referencia a partir del cual se miden otros gases de efecto invernadero según el IPCC.

- El metano (CH₄)

Se genera por las eyecciones de los rumiantes; y también en la producción de arroz.

- El óxido nitroso (N₂O)

Es emitido por los fertilizantes agrícolas, el estiércol del ganado, el tratamiento de las aguas servidas, la combustión y otros procesos industriales.

- Los gases fluorados (gases fluorados)

Se generan en los procesos industriales, refrigeración, y el uso de una variedad de productos de consumo contribuyen a las emisiones de gases fluorados, que incluyen los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)

10.4.10 Impacto ambiental

Cualquier alteración del ambiente, que sea adversa o beneficiosa, total o parcial, que pueda ser atribuida al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

10.4.11 Inventario de Emisiones atmosféricas

Es un conjunto de datos que caracterizan y consolidan, mediante sumatoria, las emisiones de contaminantes atmosféricos, de acuerdo con el tipo de fuente y el tipo y cantidad de contaminantes emitidos, en un área geográfica y en un intervalo de tiempo determinados. (Environmental Protection Agency, 1999)

10.4.12 Mitigación

Cualquier tipo de actividad que reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero o a través de la captura de carbono que llevan a cabo los sumideros como los bosques. (García Arbeláez, Vallejo López, Higgins, & Escobar, 2016)

10.4.13 Vulnerabilidad al cambio climático

Grado en que una unidad de exposición es alterada o afectada adversamente por el impacto climático. (ANAM, 2000)

10.5 Marco Normativo

En la Tabla 1, se expone todo el conjunto normativo relacionado a la investigación, que guarda estrecha relación con el tema abordado y que sirve para ampliar y entender la idoneidad y pertinencia del estudio, fundamentado en bases legales y necesidades políticas del país. Cada norma que aquí descrita va

acompañada con la información de la entidad la expide, junto con su año de lanzamiento y una breve descripción que la relaciona con el tema de la Huella de Carbono y el cambio climático en Colombia.

Tabla 1. Marco Normativo relacionado con la Huella de Carbono y el Cambio Climático

NORMA	ENTIDAD QUE LA EXPIDE	DESCRIPCIÓN
Decreto 2811 de 1974	Presidencia	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 9 de 1979	Congreso de Colombia	Código Sanitario Nacional
Ley 29 de 1992	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el “Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono”, suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987, con sus enmiendas adoptadas en Londres el 29 de junio de 1990 y en Nairobi el 21 de junio de 1991.
Ley 99 de 1993	Ministerio del Medio Ambiente	Ley General Ambiental de Colombia
Ley 164 de 1994	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.
Ley 629 de 2000	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el “Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.
Conpes 3700 de 2011	Departamento Nacional de Planeación DNP	Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia
Ley 1523 de 2012	Congreso de Colombia	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones
Ley 1753 de 2015	Congreso de Colombia	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”.

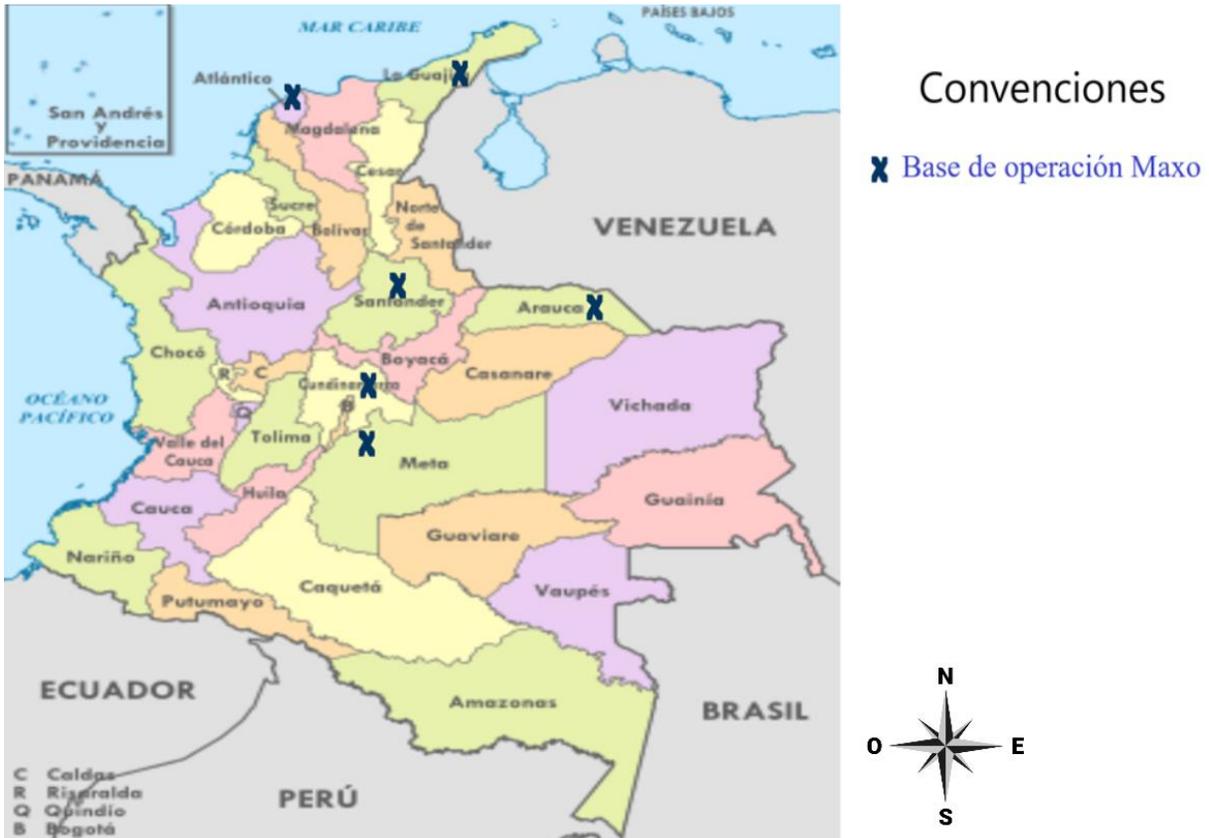
NORMA	ENTIDAD QUE LA EXPIDE	DESCRIPCIÓN
Decreto 1076 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ley 1819 de 2016	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones → Parte IX (Impuesto Nacional al Carbono)
Ley 1844 de 2017	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el «acuerdo de París», adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París Francia.
Decreto 926 2017	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se establece el Procedimiento para la No Causación del Impuesto Nacional al Carbono.
Ley 1931 de 2018	Congreso de Colombia	Se establecen las directrices para la gestión al cambio climático en acciones de adaptación, así como en mitigación de gases efecto invernadero,

Fuente: (Autor, 2019)

10.6 Marco Geográfico

A continuación, se muestra la distribución de las sedes de la organización distribuidas en el territorio nacional, además, se describe la principal función o servicio de cada una de las sedes, así como una breve descripción de la ubicación de cada.

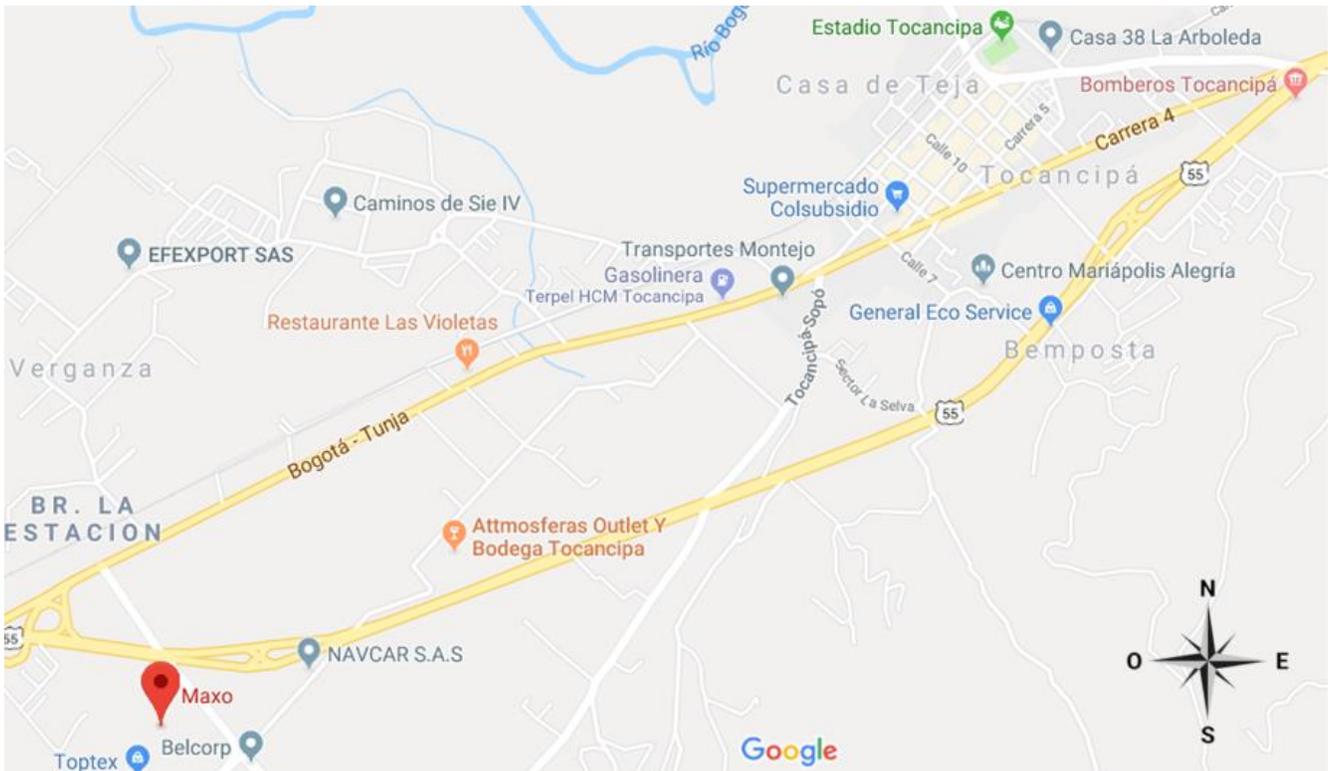
Figura 17. Distribución de las bases de Maxo S.A.S. en el territorio nacional



- Sede Tocancipá (principal-administrativa)

Ubicada en el municipio de Tocancipá (Km. 22, Parque Industrial Canavita), la sede principal concentra todas las actividades administrativas de la compañía, desde acá trabajan las áreas de soporte para brindar el apoyo a la parte operativa de la compañía y garantizar que el servicio sea prestado en todo el territorio nacional sin ningún inconveniente.

Figura 18. Ubicación de la sede principal en el municipio de Tocancipá



Fuente: (Google Maps, 2019)

- Sede Barranquilla

Ubicada al sur del municipio de Soledad y Barranquilla, esta sede presta uno de los servicios más importantes a nivel logístico ya que sirve de punto de entrada y salida de equipos para las operaciones nacionales e internacionales.

Figura 19. Ubicación de la sede Barranquilla en el municipio de Soledad



Fuente: (Google Maps, 2019)

Figura 20. Descripción de la sede Barranquilla



Fuente: (Google Maps, 2019)

- Sede Arauca

Ubicada en el municipio de Arauca (Calle 1 sur # 7-131- Flor de mi Llano), esta instalación presta los servicios de parqueo y mantenimiento de los equipos que están en los proyectos de explotación de

hidrocarburos en la zona de Arauca a clientes como Oxy, en dónde es necesario el transporte de taladros de perforación, izaje de tanques de almacenamiento y movimiento de equipos para la extracción.

Figura 21. Ubicación de la sede Arauca en el municipio de Arauca

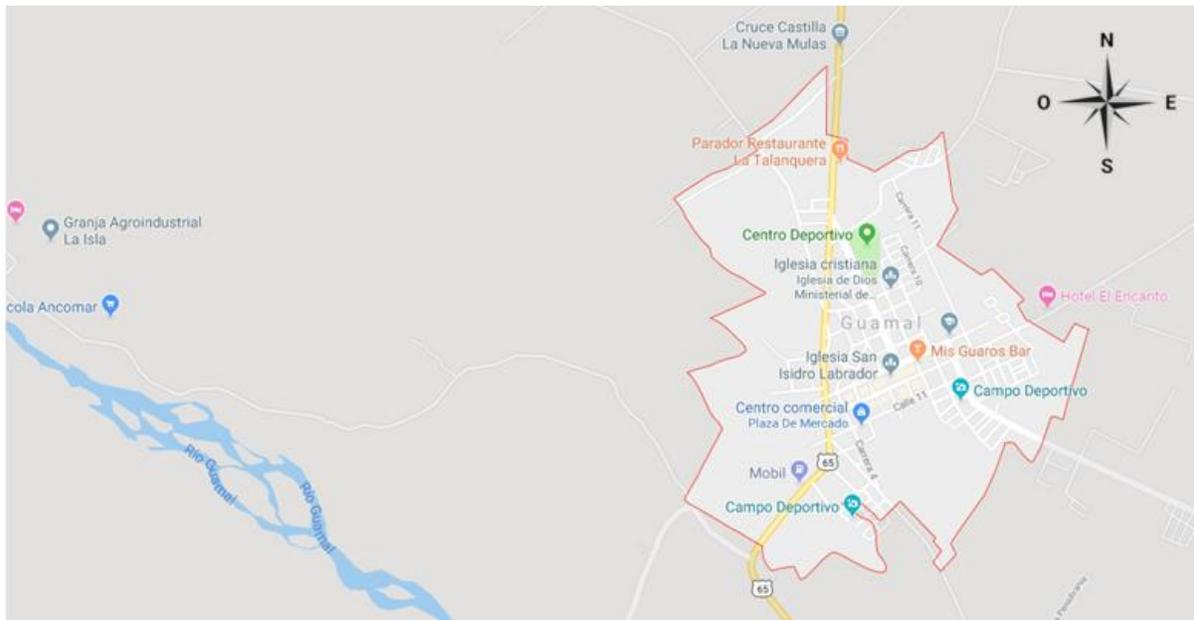


Fuente: (Google Maps, 2019)

- Sede Guamal

Ubicada cerca de la cabecera municipal del municipio de Guamal (Km 3 Vía Acacias), presta servicio a los proyectos de extracción de hidrocarburos presentes en Puerto Gaitán y demás municipios que cuentan con actividades recientes de explotación. Transportan maquinaria necesaria para la extracción y otras actividades de movimiento de equipos y montaje de infraestructura en los pozos y campos de trabajo.

Figura 22. Ubicación del municipio de Guamal en la vía Acacías



Fuente: (Google Maps, 2019)

- Sede Cerrejón

Ubicada en el proyecto de extracción de carbón Mina El Cerrejón, en departamento de La Guajira, no cuenta con una base establecida, sin embargo, sus equipos prestan el servicio de movilización de volquetas que superan las 300 toneladas dentro del proyecto. Actualmente presta sus servicios para el Proyecto Star.

Figura 23. Mina El Cerrejón

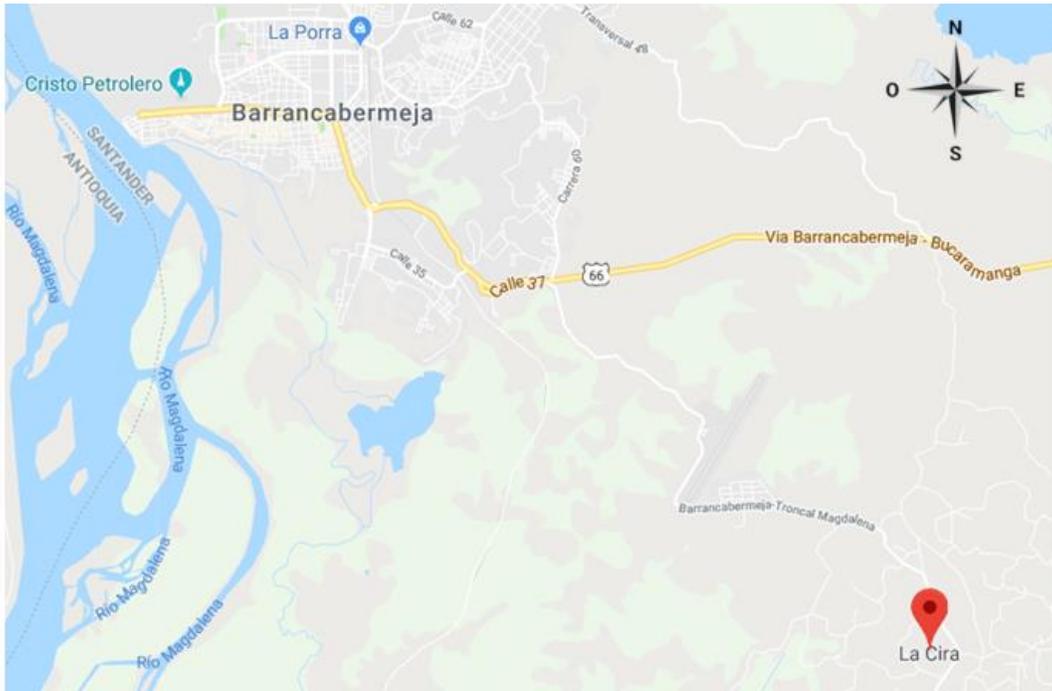


Fuente: (Google Maps. 2019)

- Sede Barrancabermeja

Ubicada en el municipio de Barrancabermeja, cerca de la Vereda La Cira, esta base presta servicios a proyectos de extracción de hidrocarburos de la región, como Ecopetrol. Se encarga del transporte de equipos para la perforación y almacenamiento de material como volquetas y taladrinas.

Figura 24. Ubicación de la sede Barrancabermeja, cerca de la vereda La Cira



Fuente: (Google Maps, 2019)

11 Metodología

11.1 Matriz Metodológica

En las Tablas 2, 3 y 4, se puede observar la metodología que se implementará con el fin de alcanzar cada uno de los Objetivos Específicos planteados y así poder dar cumplimiento al objetivo general de la investigación. A partir del objetivo central, se derivan estas tres actividades que fueron planteadas inicialmente en la concepción del proyecto como metas a lograr para asegurar un desarrollo integral de la investigación. Con base en estos objetivos se definen las actividades concretas que llevarán al cumplimiento del objetivo, seguido por la técnica que se usará en la puesta en marcha de las actividades que, finalmente, irán acompañados por los instrumentos que permitieron recoger la información necesaria para alimentar la propuesta y lograr, de este modo, lo planteado previamente.

11.1.1 Metodología primer Objetivo Específico

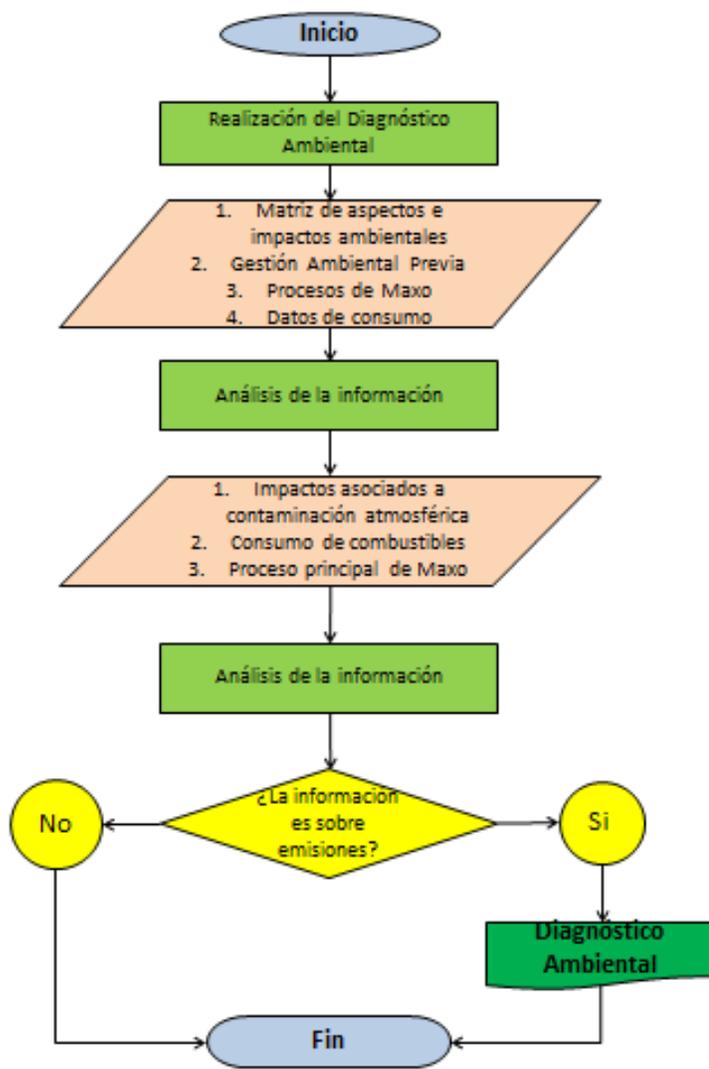
Tabla 2. Metodología desarrollada para el Objetivo Específico 1

Objetivo General	Objetivo Específico	Actividades	Técnica	Instrumento
Proponer una estrategia de compensación para reducir la Huella de Carbono de la empresa Maxo S.A.S.	Realizar un diagnóstico ambiental de la organización	Identificar impacto ambiental más significativo	Valoración de los impactos identificados por la empresa	Matriz de aspectos e impactos ambientales hecha por la empresa
		Determinar consumo de recursos y materias en el área de operación	Solicitud de consumos de recursos de las bases de la empresa	Bases de datos de consumo por base y registro de vuelos, para el año 2018
		Caracterizar el proceso principal de operación	Análisis de los procesos entregados por la compañía	Identificar entradas y salidas del proceso de operación
		Establecer la Gestión Ambiental previa	Análisis de los documentos de gestión ambiental dados por la empresa	Documentos de Gestión Ambiental desde el 2014 hasta el 2018

Fuente: (Autor, 2019)

Para realizar el Diagnóstico Ambiental de la organización se procedió a identificar los elementos que son de valor para el presente trabajo, los cuales son, los impactos asociados al componente atmosférico y todo lo relacionado a la emisión de gases de efecto invernadero. En este sentido, se pretende lograr la identificación de las principales causas que generan el problema de contaminación atmosférica y que son responsabilidad total de Maxo S.A.S, además se busca identificar el proceso principal de la compañía asociado al impacto significativo, entender cómo funciona, ver que ha hecho la compañía en temas ambientales para controlarlo y determinar cuáles son los consumos de recursos que aportan para la implementación de metodología de Huella de Carbono elegida para la empresa.

Figura 25. Metodología para cumplir con el Objetivo Específico 1



Fuente: (Autor, 2019)

11.1.2 Metodología segundo Objetivo Específico

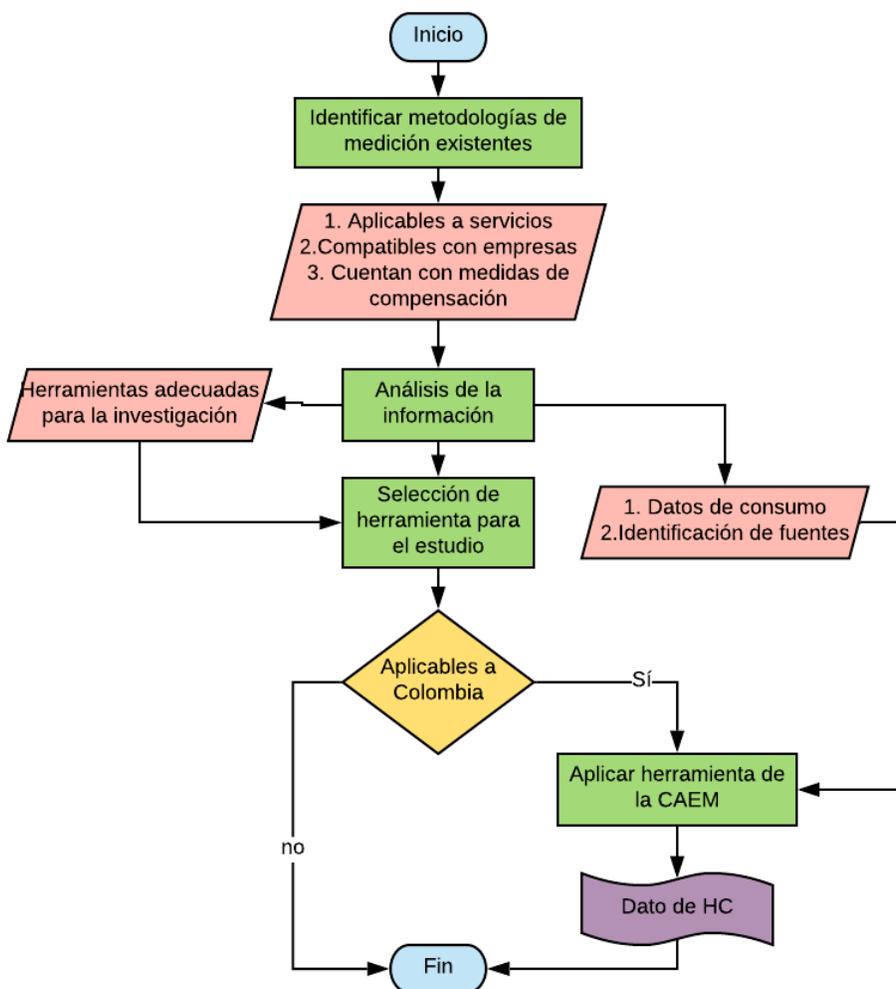
Tabla 3. Metodología desarrollada para el Objetivo Específico 2

Objetivo General	Objetivo Específico	Actividades	Técnica	Instrumento
Proponer una estrategia de compensación para reducir la Huella de Carbono de la	Implementar la metodología de medición de Huella de Carbono más pertinente de acuerdo con la	Revisar metodologías de cálculo existentes	Revisión bibliográfica	Tabla de comparación de metodologías
		Definir la metodología a implementar	Revisión bibliográfica, análisis de información y	Material de consulta obtenido del personal de la CAEM

Objetivo General	Objetivo Específico	Actividades	Técnica	Instrumento
empresa Maxo S.A.S.	naturaleza de organización		ampliación de la metodología	
		Definir los alcances de los consumos y recolectar la información necesaria	Análisis de los datos de consumo obtenidos de la compañía	Formato de ingreso de datos de la calculadora de Huella de Carbono
		Cálculo de la Huella de Carbono	Aplicación de la calculadora	Calculadora obtenida de la CAEM

Fuente: (Autor, 2019)

Figura 26. Metodología para lograr el Objetivo Específico 2



Fuente: (Autor, 2019)

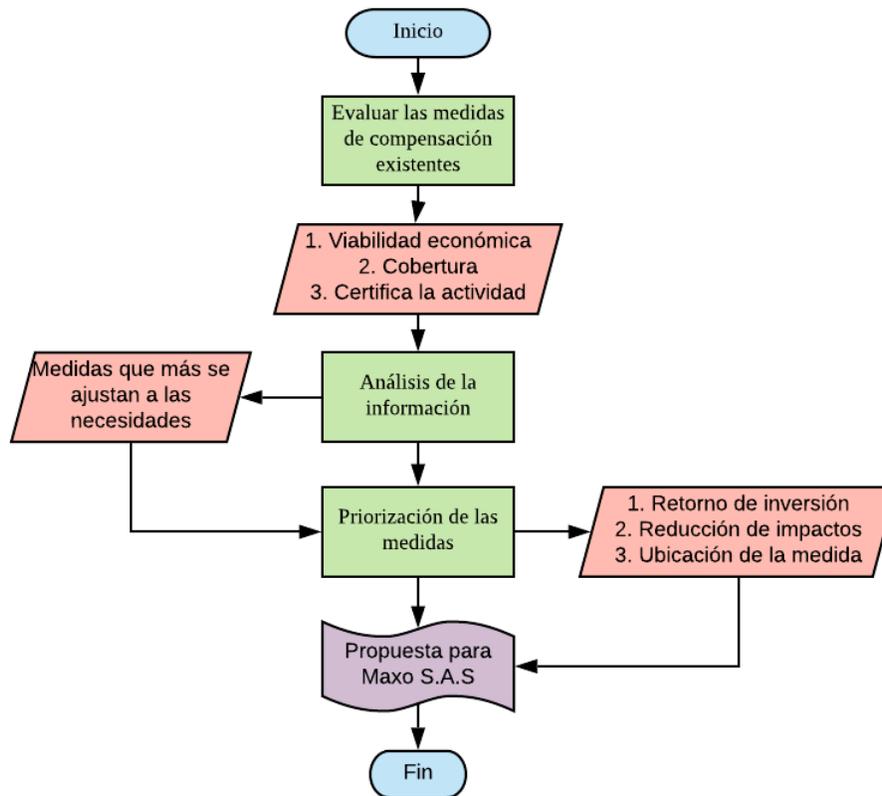
11.1.3 Metodología tercer Objetivo Específico

Tabla 4. Metodología desarrollada para el Objetivo Específico 3

Objetivo General	Objetivo Específico	Actividades	Técnica	Instrumento
Proponer una estrategia de compensación para reducir la Huella de Carbono de la empresa Maxo S.A.S.	Formular medidas de compensaciones de Huella de Carbono para la organización	Evaluar las medidas de compensación ambiental existentes	Revisión bibliográfica	Tabla de comparación de medidas
		Definir las medidas que son viables para la organización	Análisis de las medidas encontradas y su relación con la compañía	Estrategia con las actividades a implementar
		Determinar los resultados esperados de las medidas propuestas	Análisis de los resultados que se obtienen de la aplicación de estas medidas	Documento de resultados esperados con sus respectivos valores y tiempos estimados

Fuente: (Autor, 2019)

Figura 27. Metodología para lograr el Objetivo Específico 3



Fuente: (Autor, 2019)

11.2 Área de Investigación y Líneas de Investigación

El área de investigación que enmarca el presente trabajo es la Gestión y productividad sustentable, ya que se centra en identificar el mayor impacto de una organización, reconocer las posibilidades de mejora y brindarle una serie de actividades a realizar con el fin de mejorar sus operaciones, reduciendo el impacto negativo que éstas tienen al medio ambiente y sus recursos.

El presente trabajo se encuentra dentro de la línea de investigación de Gestión Ambiental ya que el desarrollo de este proyecto va encaminado a generar una estrategia de gestión corporativa que logre reestructurar la operación de la organización hacia una sostenibilidad ambiental que sea medible en el tiempo mediante la medición de la Huella de Carbono.

11.3 Enfoque

La metodología más acertada para llevar a cabo el proyecto de investigación es de tipo mixta, donde es necesario realizar una medición inicial que permita definir la Huella de Carbono de la empresa objeto de estudio. Además, es necesario definir un conjunto de actividades que permitan proponer una estrategia de compensación, en la cual se busca controlar una serie de variables, pero de las cuales no se pueden

conocer los resultados concretos ya que depende de un número de variables de las cuales no se tienen un control directo y pueden influir directamente en los resultados finales.

11.4 Alcance

El alcance de la investigación se perfila desde el momento en el cual la búsqueda de información sobre el tema demuestra que no solo a nivel nacional, sino a nivel internacional, no existe suficiente información que respalde el eje central del estudio. En este contexto se comprende que los objetivos que se buscan alcanzar y la metodología a implementar no tienen precedentes con los cuales establecer comparación alguna.

Por esta razón, el alcance es exploratorio y busca extender la información, que es muy poca, respecto a las estrategias de compensación que deben emprender las empresas de transporte similares a Maxo S.A.S, realizar un diagnóstico ambiental y cuantificar las emisiones atmosféricas por medio de la medición de la Huella de Carbono, un tema que aún no coge fuerza suficiente en el contexto colombiano.

12 Resultados

Debido a la naturaleza de la organización y al servicio que ofrece, la investigación realizada se enfocó en diagnosticar el componente atmosférico y todos los procesos asociados a la afectación sobre el recurso aire. De ahora en adelante, la investigación y los resultados presentados estarán centrados en la identificación de los impactos asociados a la contaminación atmosférica, la caracterización de los procesos más relevantes en términos de impacto por emisiones y, demás temas asociados al mencionado componente ambiental. Siguiendo esta línea, a continuación, se presentan los resultados obtenidos por la investigación realizada a la empresa Maxo S.A.S.

12.1 Diagnóstico Ambiental

12.1.1 Caracterización de procesos

Para que la compañía pueda operar, la Figura 28 muestra cómo es la distribución de las áreas dentro de la organización, además permite entender la distribución de las responsabilidades y vuelve de fácil comprensión las áreas que son vitales para la operación y cuáles prestan servicio de soporte. La mencionada imagen, muestra en color rojo las áreas sin las cuales Maxo S.A.S no podría operar, además se describen las principales actividades que aquí se llevan a cabo y que representan la razón de ser de la compañía y las herramientas con la cual desarrollan sus actividades. Las áreas en color azul prestan el servicio de soporte, aunque no representan el centro de la actividad de la organización, sin el correcto trabajo de estas áreas, la operación de la compañía podría verse afectada al generar todo tipo de impactos asociados a fallas operativas. Por último, las áreas de color amarillo prestan el servicio de comercialización de la compañía y los servicios que ofrece, sin estas áreas sería imposible llevar a cabo la muestra de la imagen de la compañía, ni el acompañamiento a los clientes que adquirieron los servicios.

Figura 28. Estructura general de Maxo S.A.S

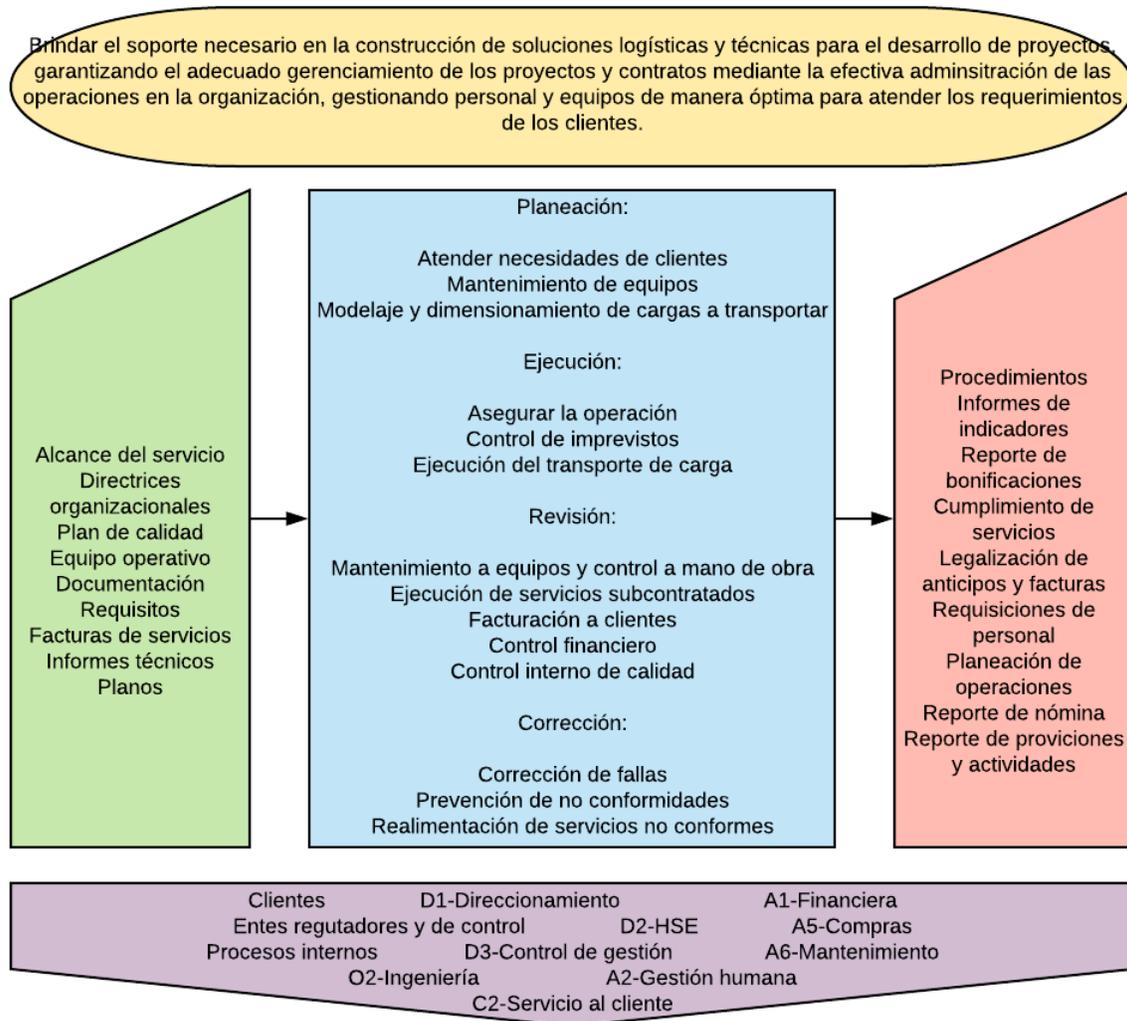


Fuente: (Maxo, 2018)

El objetivo principal de la organización, como ellos mismos lo definen, es “brindar el soporte necesario en la construcción de soluciones logísticas y técnicas para el desarrollo de proyectos, garantizando el adecuado gerenciamiento de los proyectos y contratos mediante la efectiva administración de las operaciones en la organización, gestionando personal y equipos de manera óptima para atender los requerimientos de los clientes.” (Anexo 4. Apartado Objetivo). Toda la operación de la compañía va enmarcada dentro de este objetivo y en torno a éste es que, construyeron su caracterización de procesos, con base en los principales grupos de interés involucrados y los principios del modelo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).

A continuación, se describen los procesos que están estrechamente relacionados con la operación de la compañía, los cuales están adaptados a la matriz generada por la organización y que se puede consultar en el documento “**RD1-13 Caracterización Operaciones**” (Anexo 4).

Figura 29. Caracterización de procesos – Área de Operaciones



Fuente: (Autor, 2019)

12.1.2 Impacto ambiental significativo

Con el objetivo de comprender la manera en la cual la organización se relaciona con el entorno natural y entender cómo es la interacción entre los factores ambientales y operativos de la compañía, se hace necesario realizar un diagnóstico ambiental general, orientado hacia la identificación de las principales fuentes de contaminación, asociadas a impactos ambientales al recurso aire. La herramienta principal con la cual debe contar toda organización y que permite mapear la situación antes mencionada, es la matriz de aspectos e impactos ambientales. Esta herramienta permite identificar, por proceso o área de la compañía, cuáles son los mayores impactos asociados a consumo de recursos naturales, mayor impacto social, económico y ecológico; y la normatividad que aplica para cada recurso.

De acuerdo con el documento “**RD2-21 – Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales 2018**” (Anexo 2), el impacto más significativo para la organización es el “Agotamiento de recursos renovables y no renovables”. La anterior conclusión sale del siguiente apartado de la matriz:

Tabla 5. Impacto más significativo extraído de la matriz hecha por Maxo S.A.S

Proceso (área)	Subproceso (actividad)	Aspecto	Impacto	Valoración	Catalogación	Medidas de control
Operaciones	Operación de equipos como manlift, sistema hidráulico, sistema gantry, grúa, montacarga, cargador, planta estadio, generador, tracto camión, camión grúa, carromacho, contrapesado, camioneta etc.	Consumo de recursos (combustible, fluidos, etc.)	Agotamiento de recursos renovables y no renovables.	100.000	Severo	Control en consumo de recursos. Ahorro y uso eficiente de recursos. Medición Huella de Carbono Seguimiento periódico al indicador trazado no cumplido

Fuente: (Autor, 2019)

Esta información permite entender la relación directa que tiene el principal impacto generado por Maxo con el objetivo central de la investigación. Del alto consumo de combustibles para el sostenimiento de la operación de la compañía, se desprende el gran impacto que se quiere abordar en el trabajo, la emisión de gases contaminantes que contribuyen al cambio climático, traducidos finalmente en Huella de Carbono.

12.1.3 Gestión ambiental previa

Desde el área HSEQ, en el año 2015 (aún con el antiguo nombre de Mamut de Colombia), la organización decidió emitir el documento “**GD2-5 Programa de Gestión Ambiental**” (Anexo 3), que incluiría todos los planes asociados a la gestión ambiental de la compañía, entre los cuales estaban los subprogramas de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y No Peligrosos, Ahorro y Uso Eficiente de Recursos, Responsabilidad Social Empresarial y Huella de Carbono. Este último programa, tenía como objetivo final:

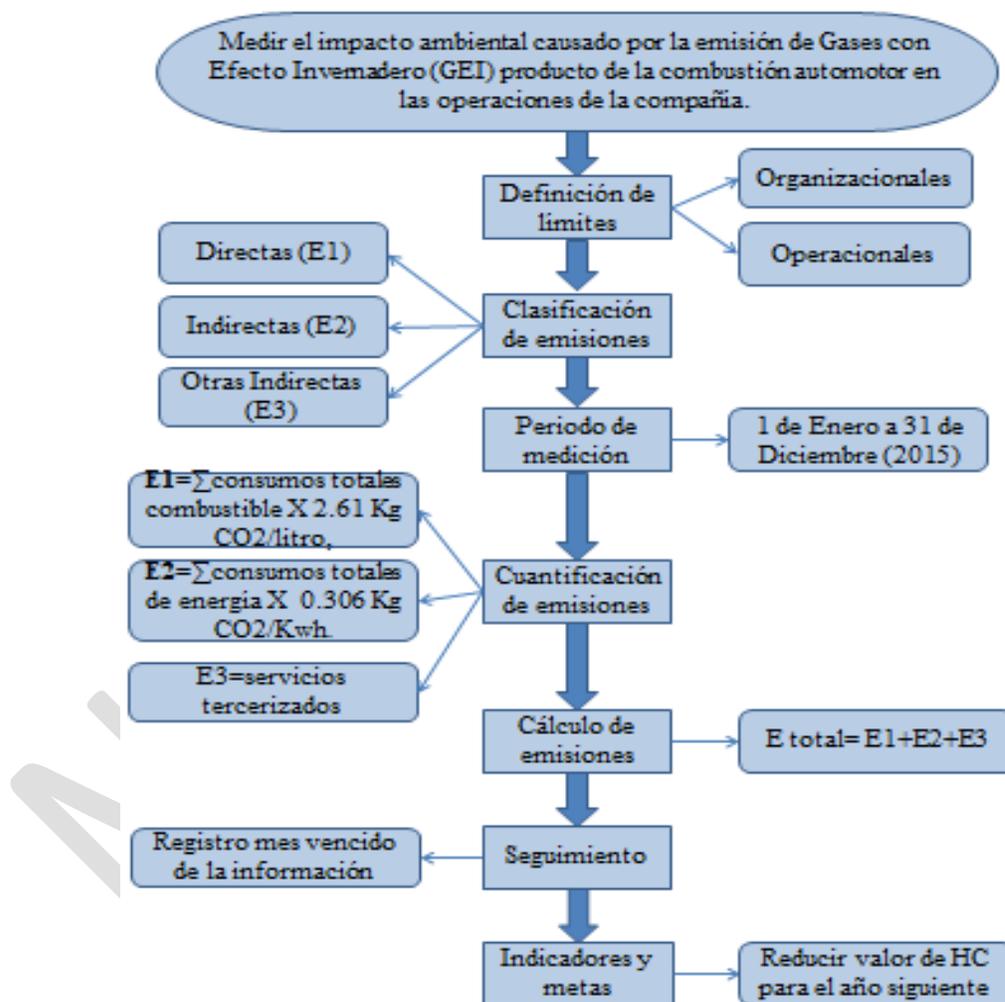
Medir el impacto ambiental causado por la emisión de Gases con Efecto Invernadero (GEI) producto de la combustión automotor en las operaciones de la compañía, y;

Establecer el equivalente de CO₂ emitido por MAMUT DE COLOMBIA SAS en sus operaciones nacionales en el año 2015.

Ahora bien, debido al mínimo avance en el tema a nivel nacional, la organización desarrolló una herramienta de medición en la cual las variables que tomarían en cuenta serían únicamente el consumo de combustibles, para la operación de su maquinaria y su flota de vehículos.

La metodología aplicada por la organización fue la siguiente:

Figura 30. Metodología de medición de Huella de Carbono desarrollada por Maxo S.A.S previamente



Fuente: Autor (2019)

Aunque fue una iniciativa que vale la pena destacar por su compromiso con la reducción de su mayor impacto ambiental, ésta presentaba serias fallas desde su misma concepción por dos grados motivos: dejaba de lado datos de consumo de otras variables que también representan emisiones atmosféricas y usaba equivalentes que no eran apropiados para el contexto colombiano. Si bien el primer elemento no representa un gran error, ya que en última instancia arrojaría un resultado parcial del sector y los

consumos monitoreados, el segundo elemento representa una falla estructural, ya que se emplearon datos para combustibles que no se comercializan en el país, lo que se traduce en una cuantificación que no es real, ni sirve de base para futuras mediciones.

Con base en esta herramienta construida sin asesoría previa, a continuación se presentan los resultados obtenidos de la medición hecha por la organización desde el primer año en el que empezó a hacerse el registro:

Tabla 6. Resultados de Huella de Carbono con la anterior herramienta

Año	Mes	Kg CO₂	Número de árboles requeridos para compensar
2014	Enero	405.189,00	1.216
	Febrero	281.360,00	844
	Marzo	219.403,00	658
	Abril	186.246,00	559
	Mayo	155.573,00	467
	Junio	159.512,00	479
	Julio	171.802,00	515
	Agosto	203.615,30	611
	Septiembre	201.609,68	605
	Octubre	255.010,66	765
	Noviembre	271.322,41	814
	Diciembre	232.593,11	698
2015	Enero	272.458,60	817
	Febrero	270.907,45	813
	Marzo	267.160,49	801
	Abril	247.369,52	742
	Mayo	217.570,69	653
	Junio	176.607,35	530
	Julio	273.025,51	819
	Agosto	238.444,50	715
	Septiembre	234.633,32	704
	Octubre	140.144,22	420
	Noviembre	112.979,37	339
	Diciembre	112.979,37	339
2016	Enero	115.309,75	346
	Febrero	114.425,50	343
	Marzo	110.824,27	332
	Abril	123.801,84	371
	Mayo	118.914,14	357
	Junio	128.905,71	387
	Julio	135.154,76	405
	Agosto	85.570,20	257

Año	Mes	Kg CO ₂	Número de árboles requeridos para compensar
	Septiembre	508.374,33	1.525
	Octubre	175.151,25	525
	Noviembre	167.830,23	503
	Diciembre	167.899,39	504
2017	Enero	191.759,40	575
	Febrero	186.513,16	560
	Marzo	168.706,58	506
	Abril	150.067,31	450
	Mayo	208.450,54	625
	Junio	251.371,88	754
	Julio	338.387,31	1.015
	Agosto	318.679,83	956
	Septiembre	243.609,23	731
	Octubre	243.609,23	731
	Noviembre	243.609,23	731
	Diciembre	243.609,23	731
2018	Enero	286.193,66	859
	Febrero	267.339,32	802
	Marzo	176.771,56	530
	Abril	201.441,72	604
	Mayo	142.004,11	426
	Junio	118.559,06	356
	Julio	118.559,06	356
	Agosto	154.818,37	464
	Septiembre	173.106,11	519
	Octubre	156.567,12	470
	Noviembre	123.726,26	371
	Diciembre	123.726,26	371

Fuente: (Maxo S.A.S, 2019)

El dato de Huella de Carbono para el año 2018, fue de 2042,8 t CO₂ equivalentes. Para este dato, la organización aplicó la Ecuación 1, con la cual es posible calcular el número de árboles que se deberían plantar en un año para compensar las emisiones generadas en ese periodo de medición. Con base en la anterior información, el número de árboles que Maxo S.A.S debería plantar en el año 2019 para compensar sus emisiones del 2018 es de **6128 árboles**.

Ecuación 1. Árboles que se deben plantar para compensar la Huella de Carbono

$$\# \text{ árboles} = \frac{(\text{Kg } CO_2 \text{ e} * 3)}{1000}$$

Fuente: (Energy, 1998)

12.2 Medición de la Huella de Carbono

12.2.1 Metodologías existentes

A continuación, en la Tabla 7, se mencionan las metodologías más representativas encontradas en la revisión bibliográfica. Con el fin de estandarizar cada herramienta, se propone la siguiente tabla que organiza la información de tal manera que se pueden identificar los elementos representativos que constituyen cada metodología. Más adelante, se procede a realizar una breve descripción de las 5 metodologías más utilizadas y que cuentan con mayor respaldo y reputación a nivel internacional.

Tabla 7. Algunas metodologías existentes para medir la Huella de Carbono

Generalidades					Funciones				Otras Consideraciones		
Herramienta	Promotor	Domínio	Objetivo	Conformidad	Contabiliza emisiones	Reducción	Compensación	Otros impactos	Gases considerados	Escala	Alcance
GHG Protocol	WBCSD-WRI	Privado-Sociedad Civil	Establecer lineamientos y herramientas para la contabilización de emisiones de GEI	ISO 14064/14065	Si	Poco	No	No	6 GEI Kioto	Sitio-Territorio-Producto	Directas + indirectas
Bilan Carbone	ADEME	Público	Proveer herramientas de medición de la huella de carbono	ISO 14064/14065, GHG Protocol	Si	Si	No	No	Todos GEI	Sitio-Territorio-Producto	Directas + indirectas
PAS 2050	Carbon Trust-British Standart Institute	Público	Proveer herramientas de medición de la huella de carbono	ISO 14064/14065, GHG Protocol	Si	No	No	No	Todos GEI	Producto	Directas + indirectas
PAS 2060	Carbon Trust-British Standart Institute	Público	Proveer herramientas de medición de la huella de carbono y de compensación de emisiones no reducíbles	ISO 14064/14065, GHG Protocol	Si	Si	Si	No	Todos GEI	Sitio-Territorio	Directas + indirectas
CARROT	Estado de California	Público	Ayudar empresas y organizaciones en fijar un año de referencia, realizar el inventario de GEI y proponer soluciones de reducción	Inspirado en GHG Protocol	Si	Si	No	No	6 GEI Kioto	Sitio / Territorio	Directas + indirectas
GHG Indicator	PNUE	Público	Inventario emisiones GEI	GHG Protocol	Si	No	No	No	6 GEI Kioto	Sitio	Directas + indirectas
Carbon Impact	Inotti	Privado	Huella de carbono de importación/exportación	Inspirado en Bilan Carbone	Si	Si	No	No	CO2	Transporte	Directas + indirectas
Carbon Management	Carbon Trust	Público	Inventario y reducción	Protocolos Internos	Si	Si	Si	No	6 GEI Kioto	Sitio-Territorio-Producto	Directas + indirectas

Fuente: (CEPAL, 2010)

- GHG Protocol

Más que una herramienta o una metodología, el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, es una guía que da pautas para la elaboración de herramientas (calculadoras o softwares) de cálculo de GEI. Las principales metodologías reconocidas a nivel internacional se basan en estas recomendaciones y siguen los consejos que el protocolo propone. Desde el 2001, brinda la posibilidad de establecer un inventario de emisiones atmosféricas con base en la identificación de los límites de la organización y abarcar todos los procesos asociados al producto o servicio que la compañía ofrece. Esta herramienta ha servido de base para que industrias, organizaciones y gobiernos desarrollen sus propias metodologías de medición y reporte. Su éxito radica en el completo estudio que propone sobre la organización ya que contempla todas las variables representativas de las emisiones atmosféricas.

Posteriormente, la International Organization for Standardization (ISO) formuló la norma ISO 14064, que recogió los principales resultados del Protocolo, otorgándole un carácter certificable y por ende de mayor peso en el mercado global.

- *Principios*

Con el fin de cumplir con el rigor metodológico propuesto por esta herramienta, el Protocolo planteó una serie de principios que, al igual que un reporte de contabilidad financiera, garantizan un resultado confiable, verdadero y medible en el tiempo. Los principios en mención son:

1. Relevancia
 - a. Reflejar emisiones de manera apropiada
 - b. Identificar fuentes de emisión de los procesos
2. Integralidad
 - a. Abarcar todas las fuentes de emisión de GEI
 - b. Inclusión de todas las actividades dentro del límite del inventario
 - c. Justificación de las excepciones a este principio
3. Consistencia
 - a. Metodología que permita la comparación a largo plazo
 - b. Documentación transparente sobre cambios en los datos
4. Transparencia
 - a. Auditorías internas objetivas, coherentes y transparentes
 - b. Establecer claramente cuáles son las limitaciones en la obtención de la información
5. Precisión
 - a. Cálculo sin errores sistemáticos o desviaciones de las emisiones reales
 - b. Incertidumbre más baja posible

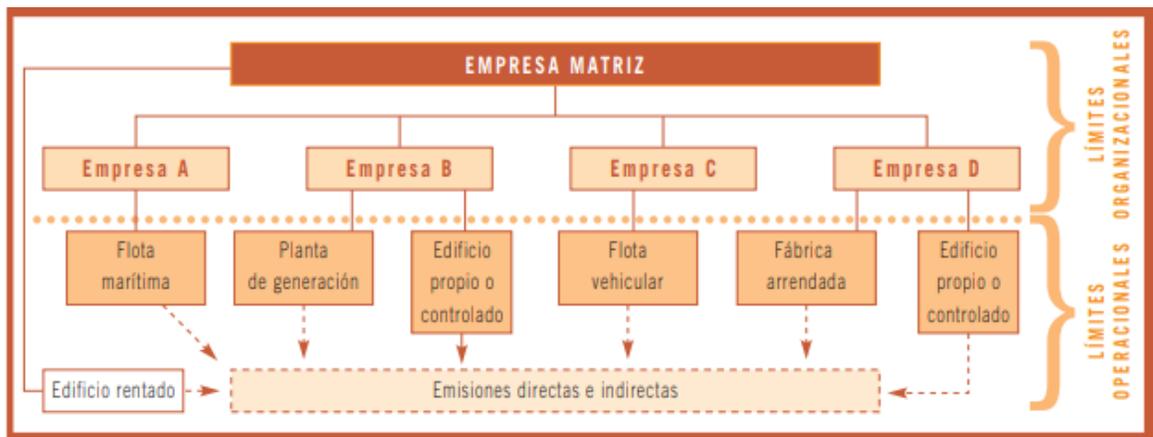
c. Confianza a los usuarios sobre la integridad de la información

o *Límites organizacionales*

Antes de proceder con cualquier cálculo o identificación de fuente de emisión, es necesario establecer los límites que alcanzará la compañía, con el fin de establecer las instalaciones físicas, procesos y empresas asociadas que contribuirán en la medición final. Estos límites se comprenden como límites organizacionales y límites operacionales.

Los límites organizacionales, comprenden todos los actores que están directamente relacionados con la organización y están alineados bajo las mismas políticas y que asumirán los mismos compromisos, a la hora de establecer acuerdos con base en la medición final. Por otro lado, los límites operacionales comprenden todos los procesos, sedes físicas y servicios que aportarán los datos de consumo para la medición.

Figura 31. Guía para definir los límites de una organización



Fuente: (GHG Protocol)

o *Límites operacionales*

Uno de los elementos más importantes sobre el cual se basan las demás herramientas que usa el protocolo como guía, es la identificación operacional de los alcances de sus emisiones y su posterior clasificación para entender el control que puede llegar a tener la organización sobre cada tipo de emisión. Esto brinda un control genuino sobre las emisiones que la compañía produce y, permite comprender cuáles deben ser revisadas con organizaciones aliadas que tercerizan sus servicios.

De acuerdo con el protocolo, las emisiones de cualquier organización se pueden ubicar dentro de la siguiente clasificación:

▪ Alcance 1: Emisiones directas

Las emisiones directas son las que ocurren de fuentes que son de total propiedad y control de la compañía. Proviene de los procesos que están estrictamente ligados a la producción del bien o servicio ofrecido de

la empresa. Por ejemplo, la combustión de calderas, hornos, vehículos de propiedad de la compañía o cualquier proceso que esté controlado por la organización.

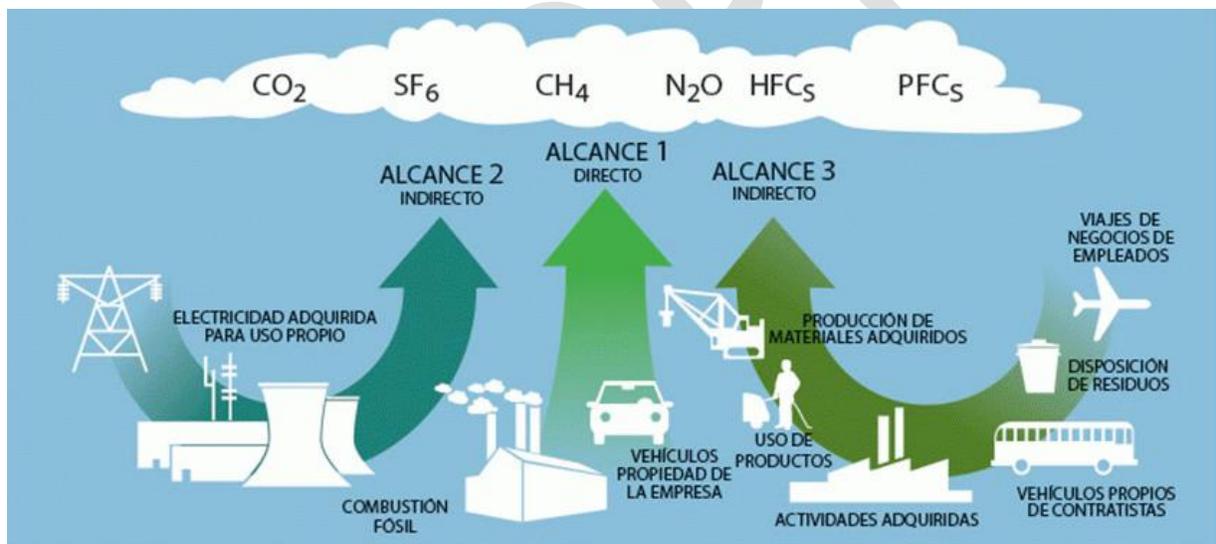
- Alcance 2: Emisiones indirectas

Las emisiones comprendidas en este alcance son únicamente las relacionadas a la compra y consumo de energía eléctrica. Aquí se incluye toda la energía consumida dentro de los límites organizacionales de la compañía, en donde las emisiones se producen en la planta donde la energía es generada.

- Alcance 3: Otras emisiones indirectas

Para todas las herramientas existentes, las emisiones de alcance 3 no son obligatorias de reportar, debido a la alta complejidad de la obtención de la información en la mayoría de los casos. Estas emisiones están comprendidas por todos los servicios que la organización subcontrata y que le presta algún servicio que no es fundamental para la operación de la compañía. Aunque son actividades que se derivan de la organización, no ocurren dentro de los límites establecidos al no poder ejercer un control sobre estas actividades. Algunas actividades que entran en este alcance, son las relacionadas a la disposición de residuos, transporte de personal, vuelos de trabajo o el uso de productos o servicios adquiridos.

Figura 32. Alcances para medir la Huella de Carbono en una empresa

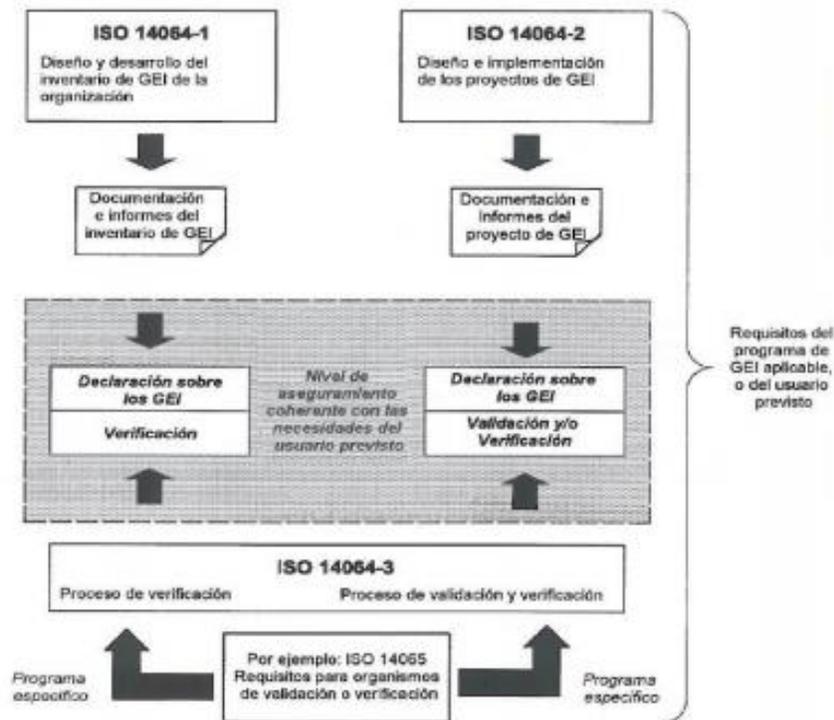


Fuente: (GHG Protocol, 2019)

- ISO 14064

Como se mencionó anteriormente, en aras de formalizar la metodología GHG Protocol, ISO decidió sacar una norma en la cual, aparte de incluir los ya mencionados elementos base del GHG Protocol, añadió la posibilidad de certificar los inventarios que resulten de la aplicación de la norma y la oportunidad de desarrollar proyectos en reducción en Huella de Carbono. Fue tal el impacto y el alcance de esta norma, que su desarrollo se dio en tres partes, cada una orientada a un aspecto especial del inventario y certificación de la medición.

Figura 33. Estructura de la ISO 14064



Fuente: (Ambrós Atance, Calabria Marín, Ripoll Uranga, & Román Luengo, 2012)

A diferencia de las metodologías expuestas, la tercera parte de esta norma se enfoca en los sistemas de auditoría para sistemas de gestión, como elemento principal con el cual validar los inventarios realizados y demostrar ante los entes certificadores la validez de los proyectos formulados y las metas de reducción planteadas. A grandes rasgos, la ISO 14064 se puede definir en tres grandes pasos:

- Parte 1: Requisitos para el correcto desarrollo de un inventario de GEI
 - Límites empresariales (organizacionales y operacionales)
 - Cuantificación de emisiones (directas e indirectas)
 - Presentación de la información
- Parte 2: Requisitos para el diseño e implementación de proyectos
 - Límites del proyecto (fuentes controladas o intervenidas por el proyecto)
 - Determinar línea base
 - Cuantificación de emisiones (directas e indirectas)
 - Resultados esperados del proyecto (con relación a la línea base)
- Parte 3: Requisitos para la validación de los inventarios de GEI

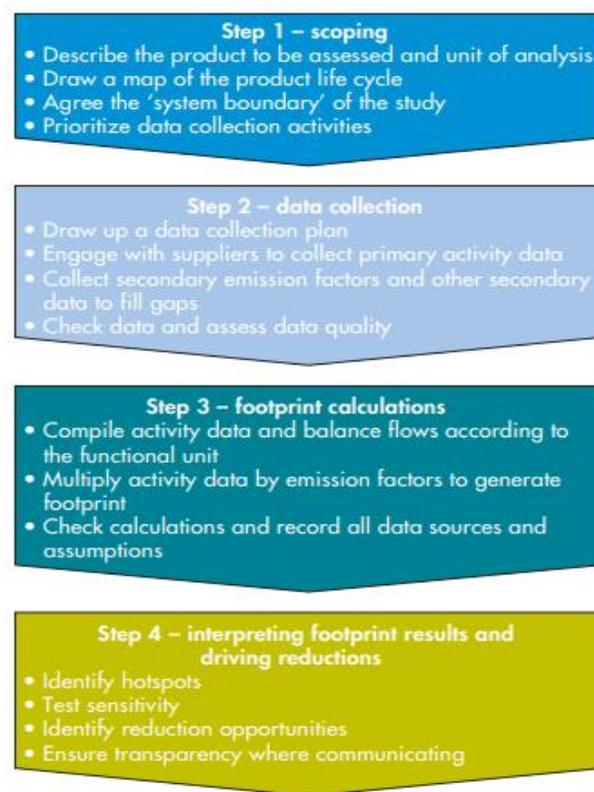
- Definir alcance de la validación (Objetivos, criterios y alcance organizacional)
 - Evaluación de la información (datos obtenidos, declaración de GEI)
- *PAS 2050*

Impulsada por la British Standards Institution (BSI), la metodología PAS 2050 fue desarrollada en el año 2007 como una herramienta que permitiría medir la cantidad total de emisiones de GEI, abarcando todo el ciclo de vida de un producto. Para el año 2011, la herramienta contaba con un gran respaldo de expertos a nivel mundial en temas de emisiones atmosféricas y contribuciones tecnológicas para lograr mediciones más precisas. De acuerdo con la guía de implementación, esta herramienta se define como:

“Una especificación disponible al público, que proporciona un método para evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del ciclo de vida de bienes y servicios (referidas conjuntamente como “productos”). Puede ser utilizado por organizaciones de todos los tamaños y tipos, en cualquier ubicación, para evaluar el impacto sobre el cambio climático de los productos que ofrecen” (British Standards Institution, 2011)

El hecho de abarcar todo el ciclo de un producto significaría cuantificar las emisiones asociadas a todos los niveles relacionados a producir el bien o servicio, desde la obtención de las materias primas, el transporte de estas, cómo los procesos asociados a la fabricación, comercialización y disposición final del producto.

Figura 34. Metodología para la implementación de la herramienta PAS 2050



Fuente: (British Standards Institution, 2011)

Cómo se mencionó anteriormente, el enfoque principal de esta metodología está en la evaluación de toda la cadena de suministro de un producto, lo que le concede un valor agregado al permitir identificar puntos críticos y posibilidades de reducción inmediata.

En conclusión, es una herramienta de gran espectro, aplicable a todo tipo de organizaciones, sin embargo su implementación se recomienda para empresas que ofrezcan un producto de consumo humano en dónde es más sencillo realizar la trazabilidad de todos los procesos relacionados a la fabricación de ese producto como de los procesos inmersos.

- *PAS 2060*

Con el objetivo de mejorar los resultados obtenidos por la anterior herramienta, la BSI generó la metodología PAS 2060, que más que proponer nuevos mecanismos de medición, definió uno de los elementos fundamentales de toda herramienta de inventario de emisiones atmosféricas: credibilidad de la información reportada y la demostración de la neutralidad en carbono por parte de la organización que se somete a la medición (BSI, 2019).

La adopción de esta metodología trae consigo una serie de ventajas para las empresas que optan por este tipo de medición, entre las cuales están:

- Satisfacer las expectativas legales, del sector, de las partes interesadas y de los clientes

- Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y cuantificar su Huella de Carbono
- Identificar las áreas de ineficiencia y mejorar el desempeño en general
- Ahorrar en costes al reducir el consumo de energía y las facturas
- Obtener credibilidad con una declaración precisa de Neutralidad en Carbono

(BSI, 2019)

Al igual que su hermana 2050, la PAS 2060 está orientada en determinar todo el inventario de GEI, asociado a la cadena de abastecimiento y producción del producto a medir, sin embargo, el elemento diferenciador entre estas hermanas está en la implementación de un sistema de acreditación que garantiza que los resultados reportados por la compañía son creíbles y cumplen con los rigores de medición y reporte de la información.

Otro elemento que destaca frente a su antecesora es la posibilidad de demostrar la neutralidad en carbono, que no es más que el reporte no solo de las emisiones generadas sino de los avances que la organización ha hecho por reducir la Huella de Carbono medida inicialmente, que asegura una gestión encaminada a la reducción o compensación de todo el impacto generado y medido.

- *Bilan Carbone*

Otra metodología que sale de Europa, impulsada por la Agencia Francesa del Medio Ambiente y Gestión de la Energía (ADEME). Al igual que las anteriores herramientas, Bilan Carbone comparte los principios de consistencia e integridad por la gran importancia que cobra en esta metodología la exactitud de los datos.

A grandes rasgos, los pasos que componen la norma propuesta por Bilan Carbone son:

- Definición del alcance para el cálculo de las emisiones
- Diseño de mapa de proceso
- Reunión de los datos
- Cálculo de las emisiones de GEI
- Elaboración y publicación del informe de resultados

Para establecer los límites operacionales, en este caso se establecen tres enfoques esenciales para la obtención de los consumos de recursos en el proceso de un producto. El primer enfoque mira hacia la organización y establece unos límites restrictivos en dónde la información que se debe reportar acá es la asociada a los consumos realizados únicamente dentro de la organización. Esto excluye el consumo asociado a la energía eléctrica adquirida, por lo que deja estas emisiones por fuera de la medición. Sin embargo, esta herramienta puede llegar a ser de utilidad para organizaciones que deseen conocer los impactos de fuentes fijas que requieran cumplir alguna normatividad específica.

Por otro lado, el segundo enfoque se centra en las emisiones generadas en toda la cadena de fabricación del producto o servicio, aunque al igual que el primer enfoque, excluye los datos asociados a los suministros de materias primas al inicio y la disposición final en el cierre del ciclo del bien. Finalmente, el tercer enfoque tiene un carácter más general y genera una mayor cobertura a las emisiones contempladas, ya que involucra todas las emisiones relacionadas a la producción del producto o servicio, lo que lo convierte en el enfoque más empleado por quienes aplican esta metodología.

12.2.2 Pertinencia de la metodología escogida

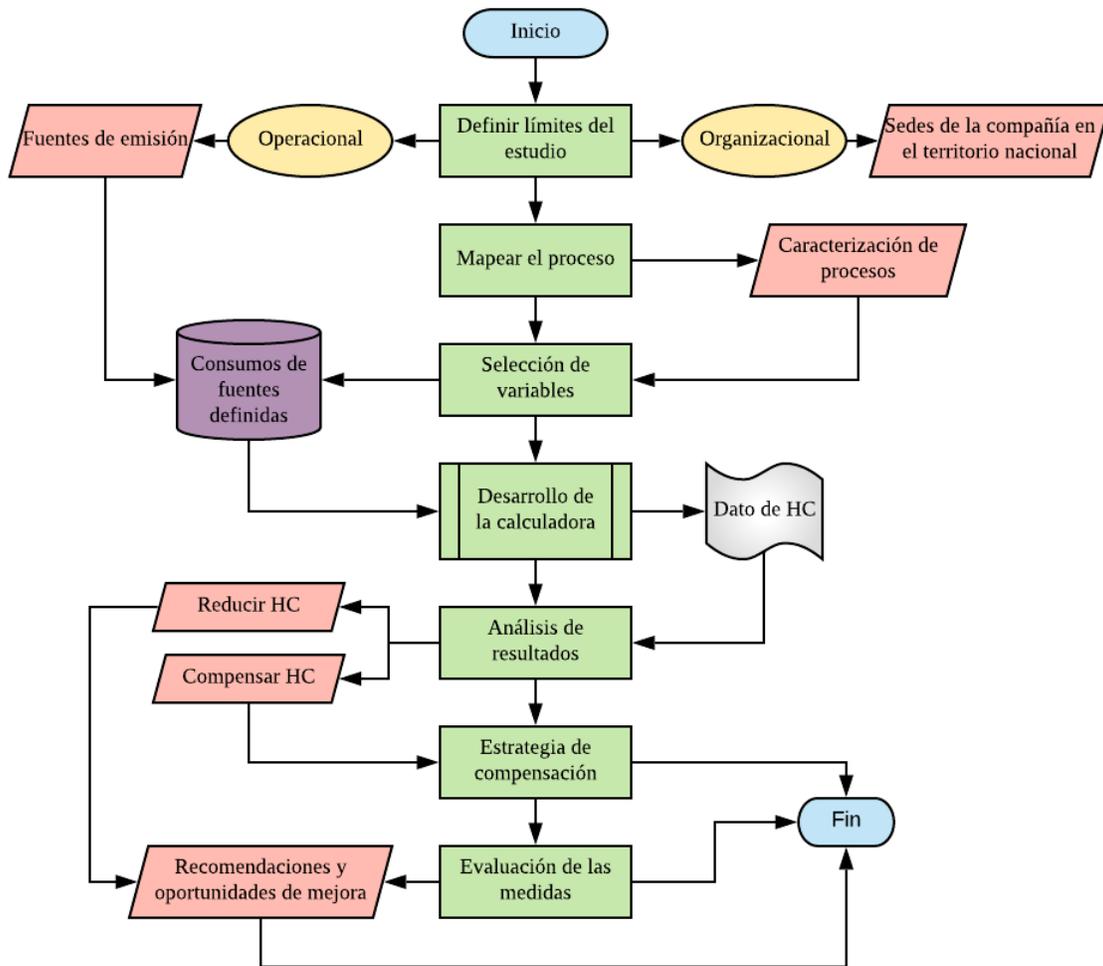
Como se pudo evidenciar en el apartado anterior, en el mercado circulan varias herramientas para cuantificar e inventariar las GEI, algunas más reconocidas que otras, bien sea por su robustez en el rigor metodológico o por el reconocimiento de organizaciones internacionales especializadas en el tema. El común denominador en todas estas metodologías es la necesidad de adaptación que se debe tener a la hora de aplicarla al contexto colombiano. A nivel mundial, el combustible líquido que se comercializa no es el mismo y sus características pueden variar en función de la proporción de biocombustible que se encuentre en la muestra comercial. Si a esto último le sumamos que los valores asociados a la generación de energía tampoco son los mismos debido a los distintos métodos de producción (hidroeléctricas, termoeléctricas o químicas), se entiende entonces que los equivalentes para convertir los consumos en toneladas de CO₂ equivalentes variarán de país a país, lo que implica desarrollar una serie de factores de conversión que sean aplicables para Colombia y reflejen la verdadera realidad de la industria en el país.

En este contexto, la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM), filial de la Cámara de Comercio de Bogotá, en alianza con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), decidieron generar un proyecto de inclusión para vincular a las empresas de la jurisdicción de la CAR con el fin de promover en las empresas la gestión de cálculo de su Huella de Carbono. La herramienta que se utilizó para la elaboración del siguiente proyecto, fue dada por esta organización, quien se encargó de generar un documento digital (formato Excel) para el registro e ingreso de la información, configurada de tal manera que al final del proceso se obtendría un único valor, con el cual se podrían definir los porcentajes de emisiones de acuerdo a los alcances de las fuentes definidas por la organización. Si bien la metodología cumple con la tarea de entregar un cálculo al final del ejercicio, la iniciativa de la organización por ir más allá derivó en una necesidad de encontrar medidas de compensación, las cuáles se formularon con base en la naturaleza de la empresa, sus necesidades, la cobertura y magnitud de sus operaciones.

12.2.3 Ampliación de la metodología escogida

La herramienta facilitada por la CAEM consta de un formato en Excel, el cual trae una guía para orientar al usuario sobre el correcto uso de la plantilla y la forma adecuada de diligenciar la información. A continuación, en términos generales se hace una breve descripción de los pasos realizados durante la medición de Huella de Carbono con la herramienta mencionada (Figura 35)

Figura 35. Metodología obtenida de la CAEM para calcular la Huella de Carbono Corporativa



Fuente: (Autor, 2019)

Figura 36. Formato de registro de información para el cálculo de la Huella de Carbono

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA		TELEFONO:	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	MAXO SAS	5422000	
DIRECCIÓN:	KM 22, PARQUE INDUSTRIAL CANAVITA	MUNICIPIO: TOCANCIPA	
PERSONA QUE ELABORÓ:	David Leonardo Ceballos Pardo	CELULAR: 3124550565	
CARGO:		AÑO BASE: 2018	
CORREO ELECTRÓNICO:		FECHA:	

ALCANCE 1											
FUENTES MÓVILES											
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Selección de la lista)	DATOS DE ACTIVIDAD (Selección de la lista)	UNIDAD	CONSUMO								
			DATO 1	DATO 2	DATO 3	DATO 4	DATO 5	DATO 6	DATO 7	DATO 8	DATO 9
Consumo de combustibles líquidos (Fuentes Móviles)	Diésel B10 (Mezcla comercial)	Gal	28.967,20	27.058,80	17.892,00	20.389,00	14.373,00	12.000,00	12.000,00	15.670,00	17.521,00
	Gasolina Motor (sin mezcla bioetanol)	Gal									
Consumo de combustibles gaseosos (Fuentes Móviles)		o									
		o									

Fuente: (Autor, 2019)

- *Límites del estudio*

Para empezar con el estudio, el primer paso consistió en la definición de los límites, cómo se describe en la anterior imagen. Actualmente, Maxo S.A.S tiene presencia en varios países de Latinoamérica en los cuales destacan las sedes en Panamá, Perú y Chile. Sin embargo, por el alcance que ofrece la metodología seleccionada, el estudio se acota a las sedes en el territorio colombiano y que, siguen los lineamientos y políticas que se generan desde la gerencia corporativa (6 sedes descritas en el marco geográfico del presente trabajo).

Operacionalmente, las fuentes representativas para el estudio son las móviles directas asociadas a la flota propia de la organización, con la cual prestan el servicio de transporte de carga. Así mismo, en esta categoría entra la maquinaria que presta el servicio de izaje en los diferentes proyectos de ingeniería en los que está presente la compañía. Las fuentes mencionadas anteriormente, representan el mayor porcentaje de emisiones para la empresa, ya que abarcan los insumos con los cuáles la organización presta sus servicios y desarrollan sus procesos operativos. Por otro lado, en términos de fuentes fijas, se consideraron las sedes de la compañía distribuidas a nivel nacional.

- *Mapa de proceso*

Esta parte del proceso requiere un nivel de detalle muy específico, ya que es necesario definir el proceso principal de la organización, identificar las entradas y las salidas representativas que harán parte del estudio. De acuerdo con la caracterización realizada, el área de operaciones cuenta con los procesos centrales de la compañía, izaje y transporte, en los que la principal entrada es el consumo de combustible de origen fósil, electricidad y otras sustancias necesarias para el proceso (grasas y aceites). Si tomamos en cuenta esta entrada de proceso como un impacto de Maxo, es necesario entonces relacionar que, junto con el consumo de estos insumos, está de la mano la generación de emisiones atmosféricas producto de la combustión, que a fin de cuentas es el mayor impacto que genera la organización y por el cual se planteó la presente investigación.

- *Selección de variables*

Una vez se definen las fuentes responsables de las emisiones, ahora es necesario establecer que datos se solicitan a la empresa para alimentar la herramienta de cálculo. Para este paso se solicitaron los siguientes datos de consumo:

- Galones y tipo de combustible
- Galones de aceites lubricantes
- Kilogramos de grasa lubricante
- Cantidad de extintores y fecha de recarga
- Energía eléctrica consumida
- Número de vuelos y trayecto

Es importante resaltar que los valores solicitados corresponden a lo consumido durante el año 2018, año de línea base.

- *Desarrollo de la calculadora*

Con los datos obtenidos en el proceso anterior, el paso que sigue es el diligenciamiento del formato Excel obtenido de la CAEM, dónde se especifica qué información debe ir con respecto a las unidades que deben registrar los datos y las opciones en cuanto a combustibles disponibles en el mercado (diésel, gasolina, combustible de avión, etc.). Conforme se van llenando los campos requeridos, la herramienta va generando el cálculo total, junto con la gráfica correspondiente a la Huella de Carbono y la distinción de las emisiones de acuerdo con el alcance. El resultado final que se obtiene no representa por sí solo la realidad de la organización, ya que esto debe ir acompañado de un análisis detallado que permita entender el dato obtenido y con base en éste, la formulación de las medidas de compensación.

- *Estrategia de compensación y evaluación de las medidas*

Con el dato de HC calculado, se realiza la formulación de la estrategia de compensación en la cual se debe plasmar las acciones que debe quedar plasmado concretamente debe emprender Maxo para compensar sus emisiones calculadas. De igual forma, se deben establecer los mecanismos económicos, ecológicos y logísticos necesarios, asociados a cada una de las acciones propuestas con el fin de entender la viabilidad, pertinencia y resultados esperados. Por último, esta estrategia debe ir acompañada de información relacionada a los tiempos esperados para la compensación completa del impacto y los beneficios que estas medidas tendrán social, ecológica y económicamente.

12.2.4 Cálculo

La calculadora empleada permite visualizar los datos desde diferentes puntos de vista, lo que permite interpretar el resultado de acuerdo a la necesidad de la organización. En este sentido, el primer resultado que se observa fue el total de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂ e) que genera la organización producto de todas sus fuentes de emisión. En la Tabla 8, se observan los resultados

obtenidos de la medición en cada uno de los GEI, luego el consolidado final en donde se da el valor total de Huella de Carbono junto con el porcentaje de aporte de cada una de las fuentes en el resultado final.

Tabla 8. Consolidado de los resultados de la medición de Huella de Carbono de Maxo S.A.S

ALCANCE	FUENTES	EMISIONES CO ₂ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES CH ₄ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES N ₂ O (t CO ₂ e/año)	EMISIONES Compuestos Fluorados (t CO ₂ e/año)	EMISIONES SF ₆ (t CO ₂ e/año)	HUELLA CARBONO TOTAL (t CO ₂ e/año)	% DEL TOTAL
1	Fuentes Móviles	2.124,82	0,22	2,05	0,00	0,00	2.127,09	97,67%
	Fuentes Fijas	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,01%
	Emisiones de Proceso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
	SUBTOTAL	2.124,98	0,22	2,05	0,00	0,00	2.127,25	97,68%
2	Energía Adquirida	20,49	0,00	0,00	0,00	0,00	20,49	0,94%
	SUBTOTAL	20,49	0,00	0,00	0,00	0,00	20,49	0,94%
3	Fuentes Móviles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
	Fuentes Fijas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
	Otras Fuentes	30,07	0,00	0,00	0,00	0,00	30,07	1,38%
	SUBTOTAL	30,07	0,00	0,00	0,00	0,00	30,07	1,38%
TOTAL HCC		2.175,54	0,22	2,05	0,00	0,00	2.177,8021	100,00%

Fuente: (Autor, 2019)

En la Tabla 9, se puede observar la cantidad de emisiones de CO₂ equivalente por cada alcance, dónde se puede ver que el primer alcance representa la mayor cantidad en comparación a los otros dos.

Tabla 9. Resultado de la medición de la Huella de Carbono por cada uno de los alcances

ALCANCE	CANTIDAD (t CO ₂ e)
Alcance 1	2.127,25
Alcance 2	20,49
Alcance 3	30,07
TOTAL HCC	2.177,80

Fuente: (Autor, 2019)

En estas tablas, se discriminan los resultados por cada tipo de fuente, en cada tipo de alcance, en dónde se observa que las fuentes móviles del primer alcance son las más representativas y ocupan el 97,68% del total de las emisiones de Maxo S.A.S.

Tabla 10. Comparativo del resultado obtenido con la herramienta de medición de la CAEM y la herramienta construida por la empresa

Huella de Carbono 2018 Maxo S.A.S	
Calculadora CAEM	Herramienta construida por la empresa
2177.8 t CO ₂ equivalente	2042,8 t CO ₂ equivalente

Fuente: (Autor, 2019)

Como se evidencia en la Tabla 10, al comparar los resultados obtenidos por la metodología empleada en la investigación y la desarrollada por la empresa, se puede observar que hubo una variación en el resultado final, que si bien no es determinante y se aproxima a la situación real de la compañía, vale la pena destacar que el hecho de haber excluido una serie de variables, influyó en la diferencia del cálculo final.

12.3 Medidas de compensación

La Huella de Carbono, cómo un simple número, no representan nada para la compañía ni constituye ningún elemento de gestión ambiental más allá de conocer el valor total de las emisiones de dióxido de carbono equivalente. El valor agregado se lo debe dar cada organización al acompañar este resultado de un análisis profundo, en donde se deben identificar los mecanismos para reducir, mitigar y/o compensar el valor calculado. Es necesario trabajar por encontrar formas de reducir el impacto de emisiones, priorizando las fuentes de contaminación más representativas, sin embargo, cuándo no es posible lograr esa reducción o la prevención del impacto, es necesario enfocar en compensar el daño causado y buscar resarcirlo en la misma magnitud con la que se impactó al ambiente.

El impacto que la organización ha causado en el ambiente, no es producto de un proyecto concreto que haya estado formulado con medidas de compensación previas, lo que implica que no exista una fórmula indicada que se pueda aplicar en todos los casos. Para el tema de la Huella de Carbono, la ventaja que esta temática tiene en cuanto a la restauración ambiental es que el espectro de posibilidades es amplio y permite formular propuestas desde distintos enfoques, siempre y cuando se guarde el objetivo final de las medidas, que es la prevención equivalente de toneladas de dióxido de carbono que haya emitido la organización en el año base (2018).

12.3.1 Medidas existentes

Cómo se mencionó anteriormente, la compensación ambiental no está obligada a realizarse con un solo tipo de proyecto o iniciativa. La problemática asociada a las emisiones es un tema cuyo alcance va más allá de los lugares puntuales de generación, por este motivo es que las reducciones pueden hacerse indistintamente en cualquier lugar del planeta, obteniendo el mismo resultado. Actualmente se manejan varias opciones en el mercado, en dónde las más reconocidas son las asociadas a los mercados de emisiones, propuesta que existe desde el Protocolo de Kioto, no obstante, otras iniciativas que destacan son:

- *Mercado de emisiones*

Este sistema está basado en la disminución de costos asociados a cumplir los objetivos de reducción de emisiones por parte de Gobiernos y empresas. Actualmente este sistema cuenta con dos formatos, el sistema “*cap and trade*” (tope y trueque) y el sistema de compensaciones (Gilbertson & Reyes, 2010).

El formato de “trueque”, se centra en el trabajo conjunto de organizaciones gubernamentales e industrias, con el fin de incentivar una relación entre empresas que no pueden reducir sus emisiones, por lo costoso de la operación y aquellas que pueden reducir lo que las primeras no pueden lograr. El primer paso para lograr esto, es la fijación de límites máximos de contaminación, los cuáles fijan qué empresas pueden mantenerse por debajo de estos valores y vender esos excedentes positivos de emisión a organizaciones que por uno u otro motivo no logran acercarse a los valores fijados. Este sistema se considera flexible ya

que no representa una reducción directa de las emisiones de la compañía contaminante, además permite un espectro amplio de acción a la empresa que contamina al no restringirla desde un inicio. El papel que cumplen los gobiernos en estas medidas, es en la fijación del valor máximo permisible ya que a fin de cuentas es éste el que determina en el mercado la oferta y demanda que haya por estos “trueques” o intercambios.

Al largo plazo, esta opción irá desapareciendo ya que las posibilidades de reducción se irán haciendo cada vez más estrechas, la oferta se reducirá y la demanda de esta medida aumentará, lo que incrementará su valor y obligará a las empresas a reducir sus emisiones desde su origen o buscando otras alternativas. Al corto plazo, esta medida resultará económica y práctica para la empresa que “paga por contaminar”, sin embargo, proyectado en el tiempo, se sacrifica la posibilidad de trabajar en opciones eficaces que sean justas desde un punto de vista ecológico y social.

- *Certificados de Carbono*

Los Certificados de Carbono (CC), son un documento que certifica que quien lo posea está en capacidad de prevenir la generación de una tonelada de CO₂ equivalente. En otras palabras **“un certificado de carbono equivale a una tonelada de CO₂ equivalente”**. Para obtener este certificado es necesario demostrar que se cuenta con la infraestructura biológica y ecosistémica para retener las emisiones declaradas. En Colombia, para que este tipo de transacciones se realicen, es necesario que la empresa que requiere de los CC se contacte directamente con quien los posee, sin embargo, actualmente se ha lanzado la plataforma *MVC Colombia*, dedicada especialmente al registro de organizaciones que ofrecen CC, indican su capacidad de venta y demás información sobre reforestación y actividades sobre el Mercado Voluntario de Carbono.

A continuación (Figura 37), se describen algunos proyectos de compensación forestal que ofrecen CC, junto con el precio aproximado al cuál se venden en el mercado y la capacidad de venta y número de CC vendidos.

Figura 37. Algunos proyectos de compensación forestal voluntaria en Colombia

Nombre	Standar	Región	Fecha	Área (Has)	Total CC	CC vendidos	Precio (aprox)
Procuena	Icontec	Manizales Caldas	2010	257	90.000	2.500	\$12.000
Federación Nacional de Cafeteros	Icontec	Varios	2012	623	9.475	7.000	\$8.600
Cooperación Verde	Icontec	Puerto Gaitan Meta	2013	1.900	60.000	2.000	\$10.000
Anthrotect Colombia	REDD	Acandí, Chocó	2010	13.000	100.000	4.000	\$12.500
Asorpar	VCS, CCBS	Bajo Cauca	2002	11.000	130.000	13.000	\$20.000
Proyecto de Reforestación Comercial (PRC)	MDL	Bajo Magdalena	2013	3.125	1.100.000	1.100.000	\$10.000
Pizano	MDL	Caribe	2003	--	1.170.000	1.170.000	\$3.500
Total	--	--	--	29.905	2.659.475	2.415.500	\$76.600

(Ordóñez Jiménez, 2014)

Varias empresas ya han participado en estas iniciativas y han comprado CC para compensar sus emisiones. A continuación, en la Figura 38, se mencionan algunas de las organizaciones que han hechos compras, entre las cuales destaca Avianca y Ecopetrol, quienes por su actividad generan un gran número

de emisiones atmosféricas y cuentan con una Huella de Carbono alta, por este motivo han optado por estas medidas de compensación.

Figura 38. Algunas empresas que han adquirido certificados de carbono en Colombia

Nombre	Status	Fecha	CC anuales	Precio venta	Total anual
EEB	Convocatoria	2013	2.350	\$10.000	\$23.500.000
Terpel	Convocatoria	2013	22.000	\$10.000	\$220.000.000
Findeter	Convocatoria	2010	350	\$10.000	\$3.500.000
Independiente	Convocatoria	2011	--	\$10.000	--
Corona	Cotización	2013	6.500	\$10.000	\$65.000.000
Ecopetrol	En proceso	--	--	\$10.000	--
GM	En proceso	--	--	\$10.000	--
Avianca	En proceso	2013	1.500.000	\$10.000	\$15.000.000.000
PRE	En proceso	2011	650.000	\$10.000	\$6.500.000.000
Total			2.181.200	\$90.000	\$21.812.000.000

Con información de ECOLOGIC S.A.S. - CO2CERO

Fuente: (Ordóñez Jiménez, 2014)

Otra alternativa que actualmente se encuentra disponible en Colombia es la que ofrece el programa BanCO₂, que, mediante el ingreso a un sistema de pago por conservación de bosques y recursos naturales, se generan ingresos para familias campesinas que se encargan del cuidado y protección de estos ecosistemas, al habitar y velar por su preservación. En alianza con CORNARE, han administrado los recursos naturales de la región antioqueña, garantizando un desarrollo sostenible por medio del cuidado y restauración de ecosistemas estratégicos.

Esta metodología trae una serie de beneficios sociales y ecológicos que le otorga un valor agregado como herramienta frente a las otras alternativas del mercado. Dentro de los beneficios que otorga la iniciativa BanCO₂ están:

Tabla 11. Beneficios de la aplicación de la metodología BanCO₂

Beneficios ecológicos	Beneficios sociales
Mejora de la calidad del agua	Seguro de accidentes
Protección del suelo	Seguro de vida
Protección de la fauna y la flora	Seguro de hospitalización
Protección contra erosión	Proyectos productivos sostenibles y seguridad alimentaria
Generación de agua	

Fuente: (Autor, 2019)

- *Proyectos de compensación de emisiones*

El formato de compensación de emisiones se enfoca en la reducción por fuera del territorio o del origen de éstas, obteniendo el mismo impacto. La principal herramienta de este objetivo es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), liderado por las Naciones Unidas. El objetivo final de esta iniciativa es la formulación y ejecución de proyectos que representen una reducción equivalente de las emisiones que se generaría en las fuentes directas e indirectas. La valoración de esta medida se da mediante el cálculo de cuántas emisiones se producirían en supuesto que el proyecto no existiera o no se realizase.

Este apartado no tiene la intención de dar valores exactos ni de ingresos o costos del proyecto, ya que esta información depende de la magnitud de la propuesta y la cantidad de trabajo y capital que el inversionista interesado está en disposición de aportar. No obstante, la información presentada corresponde a experiencias recopiladas de casos de éxito en el mercado del carbono, todo con el fin de dar una idea sobre la economía de los proyectos MDL.

Cómo se observa en el apartado anterior, los precios de los CC varían, ya que no existe un ente regulador de precios y éstos son fijados por el ofertante y en algunos casos se transa el precio en el momento de la transacción. Para entender el funcionamiento de esta economía, se plantea el siguiente ejercicio a manera de ejemplo (Rey Marulanda, 2009):

Asumiendo que el valor de cada CC está entre US \$15 y US \$20 (valor teórico)

Tabla 12. Valores de referencia de la ejecución de proyectos de compensación ambiental

Proyecto	Costo Estimado	Tiempo de obtención CC
Proyecto Normal	Entre US \$ 120,000 Y 250,000	24 meses
Proyecto escala reducida	Entre US \$ 110,000 Y 150,000	12 meses

Fuente: (Rey Marulanda, 2009)

Al proponer un proyecto de MDL, éste debe ser atractivo para los inversores, debe tener un valor de rendimiento aceptable en cuanto al valor de tCO₂ evitada por unidad económica invertida. Además, si quien propone el proyecto es quien lo financia, éste podría negociar directamente con los CC que se emitan de la ejecución del proyecto en el Mercado de Emisiones o con los CC directamente.

Tabla 13. Costos de referencia de la ejecución de un proyecto de compensación ambiental

Costo Total Estimado del Proyecto (para un área de 5000 ha)	
Costos de desarrollo del PDD	US \$ 250.000,00
Adaptación	US \$ 81.500,00
Actualización de la línea base	US \$ 62.500,00
Validación línea base	US \$ 75.000,00
Costo de instalación	US \$ 5.000.000,00
Costos totales del proyecto	US \$ 5.469.000,00

Fuente: (Rey Marulanda, 2009)

Cantidad de t CO₂ e estimadas para un área de 5.000 ha:

Hasta un periodo de 5 años
40.568 t CO₂ e

Hasta un periodo de 10 años
224.528 t CO₂ e

Hasta un periodo de 15 años
448.920 t CO₂ e

Hasta un periodo de 20 años
644.258 t CO₂ e

Hasta un periodo de 40 años (2*20)
1.288.518 t CO₂ e

(Rey Marulanda, 2009)

Ingresos proyectados:

Durante 5 años
40,568 * U\$ 15 = US \$ 608.520,00

Durante 10 años
224,528 * U\$ 15 = US \$ 3.367.920.00

Durante 15 años
448,920 * U\$ 15 = US \$ 6.733.800,00

(Rey Marulanda, 2009)

12.3.2 Propuesta para Maxo S.A.S.

Con base en el resultado obtenido de la medición de la Huella de Carbono de Maxo S.A.S. (2177,8 t CO₂ e), a continuación, se detallan las posibilidades que tiene la organización para compensar sus emisiones generadas en el año 2018.

Tabla 14. Propuesta de Compensación Ambiental para la compañía

Medida	Descripción	Beneficios	Inversión
Compra de Certificados de Carbono (CC)	Por medio de la plataforma MVC se propone la compra de 2178 CC, equivalentes al total de emisiones calculadas para el año 2018. Se	Protección de zonas para el cultivo de café, en propiedad de comunidades	\$ 21.780.000,00/año

Medida	Descripción	Beneficios	Inversión
	propone la compra de estos certificados a organizaciones que para el 2019 cuentan con certificados disponibles y cuentan con al menos la demanda mínima de Maxo S.A.S. Los precios de cada CC pueden oscilar entre los \$8.000 y los \$15.000, pero para efectos de la propuesta se asumirá un valor aproximado de \$10.000/CC.	campesinas. Protección de ecosistemas estratégicos en estado de vulnerabilidad frente al cambio climático. Apoyo a comunidades campesinas para mejorar sus modelos productivos.	
Mercado de emisiones	Por medio de la Fundación Natura y su iniciativa MVC Colombia, acercar las necesidades de la compañía por compensar su Huella de Carbono, a la oferta que el programa tiene en cuánto a organizaciones que cuentan con proyectos y mecanismos de mitigación voluntaria y, que ofrecen un intercambio de derechos de emisión por una suma económica a definir entre las dos partes	Apertura de nuevas alianzas comerciales a largo plazo. Posibilidad de comerciar con excedentes de emisiones al reducir éstas al largo plazo.	Dependerá del precio establecido con la(s) organización(es) con disponibilidad de excedentes de emisión.
Compra de árboles para siembra	Por medio del Programa Hojas Verdes de la CAEM, se tiene la opción de comprar árboles en zonas con vocación de conservación, plantando especies nativas que incentivan la recuperación de ecosistemas. El valor de cada árbol es de \$20.000	Siembra de especies nativas de la región como el Gaque, Sangregao, Encenillo, Guayacán, Laurel, Cedro, Arrayán y Nogal. Además de la protección de reservas forestales como el Parque Ecológico Canoas, Parque Ecológico la Poma y demás sitios de intervención dónde la CAEM ha adelantado proyectos de siembra.	\$ 130.680.000,0/año
Proyecto MDL	Esta herramienta está enfocada a la formulación de proyectos de desarrollo sostenible enmarcados en la producción limpia. Estos	Desarrollo de proyectos para encontrar entrar combustibles que	Dependerá de la naturaleza y magnitud de la propuesta, que

Medida	Descripción	Beneficios	Inversión
	proyectos deben ser presentados ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (cómo Autoridad Nacional Designada o DNA por sus siglas en inglés). El objetivo del proyecto no es único, sin embargo, se recomienda que esté enfocado en el desarrollo energías renovables que reemplacen el uso de combustibles fósiles, uso eficiente de la energía eléctrica, medios más eficientes de transporte y alternativas para el tratamiento de residuos	reemplacen las actuales. Proyectos de reducción de Huella de Carbono. Proyectos que apoyen a comunidades vulnerables. Medios de transporte más eficientes que puedan aumentar la productividad de la compañía y reducir sus impactos ambientales Retorno de la inversión inicial.	determinará el tiempo de retorno de la inversión y los impactos positivos asociados a la reducción de emisiones atmosféricas
Iniciativa BanCO ₂	Esta iniciativa da la posibilidad de comprar árboles para siembra en zonas de reserva, donde ellos aseguran la conservación y restauración de estos espacios, asegurando el crecimiento de estos árboles y la fijación de toneladas de dióxido de carbono durante su crecimiento. El valor de cada árbol plantado es de \$15.000.	Reforestación con árboles nativos que incentivan la recuperación de ecosistemas naturales. Creación de sumideros de CO ₂ que servirán de reservorios de emisiones a largo plazo.	\$ 98.010.000,0/año

Fuente: (Autor, 2019)

Con base en la propuesta que se determinó para la empresa, se entiende que cada una de las medidas planteadas tiene sus fortalezas y debilidades. No obstante, si se quiere generar un cambio real y Maxo quiere atender su principal problema ambiental, es necesario centrarse en las causas del problema, atacarlas y generar mecanismos de prevención. En este sentido, la medida que cumple con los requisitos mencionados, es la formulación de uno o varios proyectos enmarcados en Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).

Es necesario que se trabaje en los dos principales agentes generadores del impacto, los combustibles fósiles que consume la maquinaria de Maxo y la flota de vehículos que utilizan para prestar su servicio. Es prioritario atender la dependencia por el diésel en sus equipos, deben trabajar en alternativas más limpias y que permitan generar un rendimiento similar en cuanto a la relación de potencia generada por

galón de combustible consumido. Esta medida de sustitución de fuente de energía, no solo traerá beneficios asociados a la prevención de emisiones, sino que también aportará a la baja de costos asociados a la compra de combustibles que están gravados en el territorio nacional por su contenido de carbono.

Otra alternativa a tratar dentro de los proyectos de MDL, es la búsqueda de fuentes de energía limpia para sustituir el consumo de energía eléctrica en las sedes de la compañía. Contemplar la adopción de la energía solar o eólica en zonas donde tienen sedes y las condiciones meteorológicas facilitan la implementación de estas medidas, permitiría reducir los impactos asociados a la producción de energía adquirida.

Otra alternativa que debe contemplar la organización, es trabajar en otras áreas que no sean a las relacionadas con la operación de la compañía. Por ejemplo, trabajar en la investigación de formas alternativas de disponer residuos o en la generación de espacios para la conservación de ecosistemas. Esta última medida, permitiría a Maxo ingresar en el mercado de Certificados de Carbono, y generaría beneficios ecológicos y económicos.

Lo que se puede concluir, es que la herramienta MDL abre el campo de acción con respecto al número y el tipo de proyectos que se pueden formular y ejecutar. Todo depende del objetivo que se quiera alcanzar y el capital que se esté dispuesto a invertir. El límite está en los beneficios que se quieran generar y a las personas que se quiera beneficiar.

13 Análisis

13.1 *Diagnóstico Ambiental*

Debido a la naturaleza de la investigación y al enfoque sobre emisiones y Huella de Carbono, el diagnóstico ambiental realizado a la empresa estuvo enfocado únicamente en la medición y análisis de las variables que contribuirían al tema del recurso aire y sus posibles afectaciones. Por tal motivo, se excluyeron todos los impactos que no fueran relacionados al problema central de la investigación como impactos al recurso suelo o agua.

Con base en la información de la organización, se realizó la caracterización de los procesos más representativos para la compañía. Sin embargo, al entrar en detalle en este paso, basándose en la distribución de las áreas de la empresa, se observó que los servicios de Izaje y Transporte de carga no están definidos como procesos por separado. Estos procesos están inmersos dentro de la operación de la compañía; además, también se encuentran las áreas de mantenimiento, compras y equipos, los cuáles dan gestión a los activos de la compañía y se encargan que la materia prima del servicio se encuentre en óptimas condiciones.

Esta unión de los dos procesos principales dentro de uno solo causó que la caracterización no fuera precisa y permitiera identificar entradas y salidas puntuales de insumos, que al final servirían de información para alimentar la calculadora de Huella de Carbono. Ahora bien, esta situación tampoco representó una dificultad durante el estudio, ya que previa confirmación con personal de la empresa, ambos procesos compartían los mismos consumos de materiales (combustibles, aceites y grasas).

De acuerdo con las primeras conjeturas realizadas a partir de las visitas hechas a la organización, se presumía que el mayor impacto que se llegaría a identificar sería el de emisiones atmosféricas. No obstante, al revisar la Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales (Anexo 3) levantada por Maxo S.A.S, se encontró que el impacto más representativo identificado fue el “Agotamiento de recursos renovables y no renovables”. Una vez identificado este impacto, se entiende entonces que el insumo que más consume la compañía es el combustible adquirido para la movilización de la maquinaria, lo que por el tipo de combustible que ellos afirman usar, representa una alta tasa de generación de emisiones atmosféricas por su proceso de combustión, en la mayoría de los casos incompleta.

En el caso de la Gestión Ambiental previa, se observa que la organización ha adelantado labores en distintos temas, dónde es importante resaltar lo realizado respecto al tema de la Huella de Carbono. Para este último, se generó un subprograma que se enfocó en la medición para el año base de 2014, con el fin de trazar objetivos de disminución y entender el verdadero impacto que su compañía produce. Conforme pasa el tiempo, la organización ha seguido la política de recalcular, midiendo anualmente este valor y observando los resultados con respecto al año anterior. Si bien la organización desarrolló una metodología coherente que les da una medición, existió un desconocimiento total respecto a la diferenciación que se debe hacer a la hora de realizar una medición debido a la variación que hay con respecto a los equivalentes usados, en los distintos consumos en cada país.

Otro elemento que fue excluido en la mencionada gestión previa, fueron algunos datos de consumo que aportan al cálculo, esto implicó que las mediciones hechas desde hace cinco años no arrojasen un valor aproximado a lo que en realidad emiten. El consumo de extintores y número de viajes de los trabajadores durante el año a destinos nacionales, fueron dos variables que se debieron tener en cuenta a parte de las

contempladas en las metodologías de medición, sin embargo, el valor obtenido aún con la exclusión de estas variables les permitió analizar su estado y determinar qué medidas emplearían para corregir esta situación.

Con respecto a los resultados presentados por la compañía, se puede observar cómo desde el primer año de medición (2014), la organización ha trabajado por reducir sus emisiones por medio del aumento en la eficiencia del uso de combustibles en flota, disminuyendo el número de viajes sin carga y realizando jornadas de mantenimiento programadas a todos sus equipos para evitar la pérdida de rendimiento. Sin embargo, la inconsistencia de la operación de la compañía por la variación de proyectos en los que la empresa tiene presencia, genera un inconveniente a la hora de asegurar una disminución constante en el tiempo. A esta situación, hay que sumarle el hecho que la empresa no ha emprendido medidas concretas orientadas a la reducción de su Huella de Carbono, solo se han centrado en algunas medidas parciales de mitigación del impacto ocasionado.

13.2 Medición de la Huella de Carbono

13.2.1 Metodologías existentes

La revisión bibliográfica llevada a cabo, permitió encontrar un gran número de metodologías existentes para calcular la Huella de Carbono. Sin embargo, al analizar cada una de ellas, se observa que existen unos factores determinantes a la hora de elegir la metodología adecuada, según las necesidades del interesado. Primero que todo, es importante establecer el bien al cual se le quiere realizar la medición, ya que es posible hacerla a un producto o a un servicio. En caso de querer hacer la medición a un producto, las variables que se deben tomar en cuenta son mucho más amplias y se deben conocer otros datos asociados al origen y transporte de las materias primas, cómo también los procesos de producción. De igual forma, existen metodologías que brindan la posibilidad de hacer la medición a personas naturales o a hogares, dónde la información que se requiere está relacionada al consumo de recursos, uso de vehículos de transporte y estilos de vida dentro de la vivienda. También existen metodologías que dan alcance a organizaciones, en dónde se busca establecer el impacto general de la empresa en cuanto al valor total de las emisiones de GEI equivalentes en toneladas de CO₂.

Para el caso puntual de la Huella de Carbono Corporativa, en todos los casos, estas metodologías se prestan cómo herramientas de medición, sin embargo, todas las herramientas consultadas sugieren que el cálculo vaya acompañado de una serie de actividades o medidas que debe asumir la compañía, con el fin de establecer metas de disminución de la huella y no permitir que la medición se vuelva un simple número sin valor alguno. Así mismo, es importante resaltar, que dentro del espectro de opciones halladas, la mayoría ofrece su herramienta de forma gratuita, lo que facilita el acceso a estas iniciativas y la implementación de estos proyectos en las empresas. Sin embargo, es necesario recalcar en la importancia de elegir la metodología más adecuada, de acuerdo con el tipo de medición que se quiere lograr y a la naturaleza de la organización.

La mayoría de las herramientas, solo ofrecen una guía de cómo se deberían hacer las mediciones, junto con unas sugerencias para su correcta implementación. La base de todas estas metodologías es el GHG Protocol, primera herramienta en el mercado, que buscaba orientar a los interesados sobre cómo se debería realizar un inventario de emisiones atmosféricas y cuáles deberían ser las variables para considerar junto con su clasificación, con base en el alcance de la fuente de emisión (directas, indirectas u otras indirectas).

Siguiendo esta línea, no es necesario implementar alguna herramienta por ser mejor o más completa que otra, lo importante es adaptarla al contexto al cual se esté realizando, entender las necesidades de la organización y contemplar los inconvenientes en la obtención del 100% de la información de consumos. A futuro, todas estas herramientas deben quedar dentro de un marco común, que esté asociado a la certificación y validación de los datos obtenidos, esto se puede lograr apoyados en la ISO específica respecto al tema (14064 y todas sus partes), la cual goza de un alto grado de aceptación y reconocimiento internacional, además de otorga mayor validez y veracidad a la información.

13.2.2 Metodología seleccionada

Con respecto a la metodología elegida para el estudio, se observa que el resultado obtenido varía en comparación a la medición hecha con la metodología construida por ellos. En primera instancia, esta variación se puede atribuir a los equivalentes empleados para convertir los consumos de recursos en equivalentes de CO₂, en segunda instancia, la inclusión de nuevas variables sobre consumo de recursos genera un incremento en la medición realizada, además de la inclusión de los vuelos de trabajadores que contribuyen a aumentar el total de emisiones.

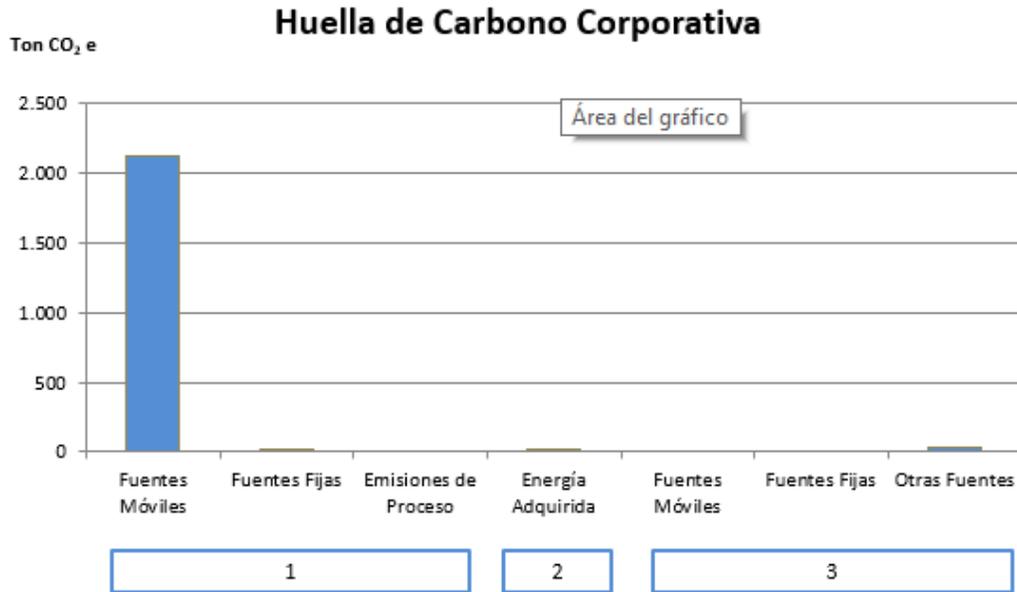
13.2.3 Resultado de Huella de Carbono

Con base en el dato calculado, en la Figura 39, se puede observar la distribución de las emisiones de la compañía por cada una de sus fuentes y cada uno de los alcances de la medición. El valor más alto se encuentra en las fuentes fijas de primer alcance o emisiones directas, que son producto de toda la flota de vehículos, bien sean para el transporte de carga o el izaje de equipos y otros elementos. En la Figura 40, se determinó que estas emisiones constituyen el 97,68% del total del inventario realizado, situación que pone a la compañía como principal responsable de este impacto, lo que la ubica en una posición especial, de poder ejercer un control sobre estas fuentes que son de su propiedad y lograr una reducción en futuras mediciones.

Sin bien las emisiones de fuentes de segundo y tercer alcance (indirectas y otras indirectas), no representan un aporte significativo (2,32 % entre ambos alcances) dentro de la compañía, es importante que Maxo S.A.S haga un análisis de los viajes que realizan sus empleados, valore la necesidad de éstos y determine si es necesario y pertinente que se realicen, con el objetivo de reducir los vuelos innecesarios y aprovechar al máximo las tareas que los trabajadores puedan hacer en el lugar de destino para evitar pérdida de tiempo y exceso de viajes.

Creo que aquí también podrían discutir que una de las propuestas es cambiar la fuente energética (eléctrica). Esto se vería representado en un aumento del valor de las emisiones del alcance 2. Sería importante ligar el resultado del objetivo 3 con este análisis.

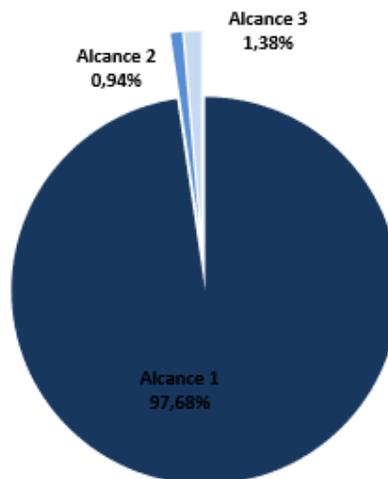
Figura 39. Resultados de la Huella de Carbono por tipo de fuente y alcance para el año 2018



ALCANCE

Fuente: (Autor, 2019)

Figura 40. Distribución de los porcentajes por cada uno de los alcances



Fuente: (Autor, 2019)

13.3 Medidas de compensación

Al revisar las medidas de compensación que se encuentran disponibles en el mercado, junto con las entidades, fundaciones y demás organizaciones que las ofrecen, es claro que las empresas tienen varias alternativas y que todo depende de la voluntad que éstas tengan y, los objetivos que quieran alcanzar. Desde la vinculación al mercado de emisiones, que permite establecer alianzas comerciales con empresas

con excedentes de emisiones, o la posibilidad de adquirir certificados físicos que “avalan” las emisiones generadas de la compañía.

Cada alternativa ofrece una serie de beneficios distintos, sin embargo, lo que defina la opción elegida debe estar ligado al cálculo de la Huella de Carbono, producto del valor de la inversión económica que se esté dispuesto a realizar. La medida de formular y desarrollar proyectos de MDL, son la mejor alternativa al largo plazo, ya que están encaminadas a no solo compensar sino también a reducir y mitigar el impacto, además de poder ayudar a comunidades vulnerables y promover modelos de desarrollo sostenibles, no obstante, la inversión económica que se debe hacer es alta y la recuperación de ese capital no se logra de forma inmediata, aun así se podría estar generando un retorno aproximadamente a los 5 años de la implementación. La posibilidad de implementar este tipo de proyectos, generará un verdadero compromiso de reducción, que brindará beneficios económicos para la empresa, sociales en caso de apoyar a comunidades vulnerables y ecológicos en el cuidado de ecosistemas y preservación del ambiente. Si a esto le sumamos, el corto tiempo de retorno de la inversión inicial, se entiende entonces que debe ser la opción que deberá priorizar la empresa y que le traerá los mejores resultados.

Al largo plazo, el mercado de emisiones y los Certificados de Carbono (CC) están encaminadas a desaparecer, ya que las políticas restringirán cada vez más a las empresas y la oferta de excedentes de emisiones, será más escasa y su valor se incrementará. El aumento en la demanda de estos bonos y la disminución de su oferta, elevará los precios hasta el punto en el que serán las medidas menos viables.

Por lo anterior, las empresas deben apuntar desde ya a la ejecución de proyectos que desarrollen tecnologías más limpias, promuevan nuevas formas de desarrollo sostenible y se enfoquen en la sustitución de fuentes de energía de origen fósil. La industria colombiana aún no cuenta con la infraestructura necesaria para desarrollar grandes proyectos de esta índole, sin embargo, se puede empezar desde proyectos de poca magnitud, como el apoyo a comunidades que no cuentan con el capital para actualizar sus equipos como calderas o fábricas. A fin de cuentas, la verdadera compensación debe estar enfocada en el apoyo a quienes son vulnerables al cambio climático y sus consecuencias y que no cuentan con los medios para adaptarse.

13.4 Propuesta para Maxo S.A.S

A la organización se le ofrecen las medidas de compensación presentes en la actualidad, se describe de forma breve el contenido y objetivo final de cada una de estas medidas, así como los beneficios directos de la implementación. Es importante que las empresas comprendan la importancia del sistema ambiental, como la base para el sostenimiento de la vida, y hagan lo que sea necesario por conservar nuestro planeta, minimizando los problemas ambientales. Por esta razón, se buscó especificar el monto de la inversión que se debería realizar en cada uno de los escenarios propuestos, con el fin de que cada medida sea evaluada objetivamente por la gerencia de la empresa. Si bien no están obligados a la adopción de ninguna de las medidas propuestas, se entiende que existe un interés real por compensar su impacto debido a la iniciativa emprendida por ellos en un primer momento, al querer conocer su Huella de Carbono.

Otra opción que presenta una alta viabilidad para la empresa, es el pago por cuidado y protección de zonas y ecosistemas declarados con vocación de reserva, esto trae consigo una serie de beneficios sociales y ecológicos relacionados al cuidado de ecosistemas estratégicos, aseguramiento del abastecimiento de

agua para comunidades y la posibilidad de incentivar la creación de nuevas áreas para el cuidado del ambiente.

Conociendo la voluntad existente de querer hacer algo por reducir sus emisiones, se propone como medida principal la formulación y ejecución de algún proyecto de MDL que esté centrado en la búsqueda o sustitución de las fuentes de energía que actualmente manejan en sus operaciones. Lograr invertir en un proyecto que cambie la flota que manejan actualmente, por una que sea impulsada por una fuente de combustible menos contaminante sería un gran logro, que no solo reduciría el impacto de la compañía, sino que mejoraría la productividad y generaría un valor agregado de mejoramiento de la imagen corporativa.

No obstante, se entiende que la inversión deberá ser alta y que actualmente es complicado encontrar una alternativa que brinde los mismos resultados de eficiencia en el movimiento de carga extrapesada, como los que brinda el uso del diésel. La tarea es grande y los desafíos están sobre la mesa; Maxo S.A.S debe entender que el camino que se debe tomar debe conducirlos a mantener un alto nivel de productividad que sostenga el negocio, pero que al mismo tiempo permita brindar un servicio que sea sostenible y muestre un compromiso social y ecológico con Colombia y el planeta Tierra.

14 Conclusiones

- Actualmente, con base en la literatura consultada, la información que hay asociada a investigación y casos de éxito en Colombia y América Latina es escasa. En este escenario, Colombia está en una situación de ventaja pero que es necesario explotar. Al contar con extensas zonas para la promoción de proyectos ecológicos, Colombia se podría posicionar en la región como gran ofertante de medidas de compensación para Latinoamérica y el resto del mundo. Se debe aprovechar la presencia de ecosistemas estratégicos y la gran variedad de biomas y biodiversidad para ofrecer los servicios de cuidado y protección de estos espacios, a empresas que necesitan compensar sus impactos.
- Uno de los mayores obstáculos que se presentan a la hora de medir las emisiones de una organización, es la obtención de los datos de consumo que permitan abarcar el 100% de las operaciones de la compañía. Es necesario que se defina el o los responsables del registro de la información y consolidado de la misma, con el fin de facilitar los procesos de recálculo y diligenciamiento de los formatos.
- Ante el amplio espectro de alternativas de compensación ambiental, la organización debe hacer un análisis en el cual defina los objetivos de su gestión ambiental, las metas que quiere alcanzar y los mecanismos indicados para lograr esto. Al comprender a dónde quieren llegar, tendrán las herramientas necesarias para elegir la medida de compensación que más se ajuste al contexto de la empresa.
- La propuesta que resulta de la investigación no es de carácter obligatorio y no exige el cumplimiento de alguna de las medidas propuestas. Maxo S.A.S es libre de elegir la proporción en la cual desarrollará estas medidas, sus tiempos de ejecución y evaluar qué medidas desea aplicar.
- Ninguna de las medidas contempladas habla claramente de mitigación o prevención, sin embargo, es importante que la empresa considere estas opciones como soluciones reales a la problemática identificada. Aunque las medidas para lograr esto sean más costosas, al largo plazo, le darán la posibilidad de entrar al mercado de emisiones y Certificados de Carbono como ofertante y no como organización que demande de estas medidas. Es importante que la empresa trabaje en proyectos que incentiven energías alternativas al consumo de combustibles fósiles, en vista de que este es el mayor impacto identificado por la compañía.
- La formulación de proyectos de compensación y mitigación ambiental, no solo traen beneficios ecológicos, es importante destacar que de acuerdo al tipo de iniciativa que se plantee se pueden obtener beneficios sociales al apoyar comunidades vulnerables, económicos si se planea a largo plazo al recuperar la inversión inicial, más el cumplimiento del compromiso de responsabilidad ambiental, al generar el cuidado de recursos naturales y conservación de ecosistemas que proveen de servicios ambientales a comunidades aledañas.

- Todas las metodologías consultadas que se prestan para medir la Huella de Carbono, se basan en el GHG Protocol, guía que sentó las bases sobre la forma correcta para realizar una medición de Huella de Carbono. Además, la clasificación de las fuentes en los tres alcances que se definen en el protocolo, permite entender el tipo de emisiones que tiene cada empresa y las fuentes de las cuales provienen.
- Antes de adaptar cualquier metodología, hay que definir dos elementos importantes: la naturaleza de la organización a la cual se le requiere hacer la medición, ya que es posible cuantificarla a personas, territorios y organizaciones; y determinar el bien principal que se ofrece, que puede ser un producto o un servicio.
- Para las empresas de transporte, su mayor impacto está en el consumo de recursos naturales no renovables (combustibles fósiles), que son el principal factor de contaminación atmosférica por emisiones. Esto implica que las empresas de este tipo deben actuar frente al tipo de combustible que genera la energía que mueve sus vehículos, ya que ahí es donde se encuentran las opciones más significativas para generar una reducción de Huella de Carbono representativa.
- Si bien las emisiones del primer alcance son las que más aportan a la Huella de Carbono de las organizaciones, existen otros factores que pueden ser controlados para contribuir a la mitigación del impacto. Los viajes que los empleados realizan para cumplir con labores de trabajo son un factor que se menosprecia, sin considerar que al año se pueden estar generando un número considerable de vuelos innecesarios que repercuten en la medición final.
- Medidas como el uso eficiente de los recursos (agua y energía), optimización de la flota vehicular y aprovechamiento de residuos para su valoración energética, pueden ayudar a la reducción de la Huella de Carbono, sin la necesidad de hacer grandes inversiones; sólo es necesario capacitar al personal y hacerle entender la importancia de su labor y el impacto que las actividades diarias pueden tener sobre esta medición y los efectos que pueden producir.
- Al someterse a una medición de Huella de Carbono, es necesario asumir el compromiso como una política institucional, en la que todos los actores y grupos de interés de la compañía, adopten los mismos objetivos, lineamientos y metas; para que trabajen todos en una misma dirección y el proceso de cálculo, recálculo y reducción sea más sencillo y eficaz.
- La medición de la Huella de Carbono por sí sola, no se constituye como una herramienta de gestión ambiental empresarial. Es necesario realizar un análisis, entender el porqué de los resultados y establecer un plan de acción para actuar frente a los objetivos que se trace la compañía y que permitan cumplir las metas que se deriven de su cálculo.
- El problema de la contaminación atmosférica no es de donde se genere las emisiones ni de donde estén fábricas o fuentes fijas. La problemática que se deriva es de carácter regional y global, al

observar que las consecuencias trascienden fronteras y afectan a quienes se creen pueden estar lejos del origen del problema. Esto permite que cualquier medida que se quiera emprender, puede llevarse a cabo en cualquier lugar en el que sus efectos positivos, serán los mismos al beneficiar un problema que acaba afectando a todos.

- La compra de árboles para siembra o de Certificados de Carbono, no representan una solución a largo plazo, ya que resuelven parcialmente el problema de las emisiones del año inmediatamente anterior, más no minimizan el problema de fondo al tener que volver a invertir al año siguiente en las medidas, sin lograr solucionar el problema de raíz.

15 Recomendaciones

- El uso de la Huella de Carbono, siempre debe ir acompañado de un análisis más extenso que permita a cualquier organización plantear metas de reducción, por lo que la compensación debe ser la última opción por utilizar; primero se debe procurar por la reducción en la fuente, la mitigación y la prevención.
- Es necesario promover la medición de Huella de Carbono de las empresas, generar un sistema de registro de la información y hacer un seguimiento que, exija un verdadero compromiso en la reducción de emisiones atmosféricas, que involucre a la industria colombiana y a todos los interesados.
- Es importante que se unifiquen y estandaricen las metodologías de medición de Huella de Carbono, ya que esto genera confusión para quienes desean conocer sus emisiones de GEI, pero no definen que metodología es más apropiada al tipo de negocio.
- Hay que fortalecer los mercados locales que comercian con Certificados de Carbono, vincular a todas las organizaciones que tienen CC a la venta y desarrollar una plataforma de consulta, en la cual se encuentren todas las ofertas de compra de derechos de emisión y bonos.
- Es importante que exista una estrategia nacional que promueva la medición de la Huella de Carbono de las empresas, además de promover las medidas de prevención, enmarcadas en los proyectos de MDL, que generen beneficios ecológicos, económicos y sociales.

16 Bibliografía

- Ambrós Atance, L., Calabria Marín, I., Ripoll Uranga, O., & Román Luengo, E. (2012). CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UN ESTÁNDAR PARA LA MEDIDA DE LA HUELLA DE CARBONO.
- ANAM. (2000). Capítulo 7. Vulnerabilidad al Cambio Climático y Medidas de Adaptación. *Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*. Panamá.
- Barbero, J. A., & Rodríguez Tornquist, R. (7 de Mayo de 2012). TRANSPORTE Y CAMBIO CLIMÁTICO: HACIA UN DESARROLLO SOSTENIBLE Y DE BAJO CARBONO. Buenos Aires, Argentina: Revista Transporte y Territorio N° 6.
- Benavides Ballesteros, H. O., & León Aristizabal, G. E. (Diciembre de 2007). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM*. Recuperado el 3 de Marzo de 2019, de SUBDIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA:
<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd>
- British Standards Institution. (2011). The Guide to PAS 2050:2011. *How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain*. Londres, Reino Unido.
- BSI. (2019). *BSI Group*. Obtenido de <https://www.bsigroup.com/es-ES/Neutralidad-en-Emissiones-de-carbono-PAS-2060/>
- CEPAL. (2010). Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina.
- CEPPIA. (s.f.). *Manual "Introducción a la gestión ambiental municipal"*. Recuperado el 12 de Marzo de 2019, de <http://www.ceppia.com.co/Herramientas/PLANIFICACION-Y-GESTION%20AMBIENTAL/Manual-de-Introduccion-a-la-Gestion-Ambiental-Municipal.pdf>
- CLIMATE CENTRAL. (20 de Noviembre de 2018). *Rising Global Temperatures and CO2. Past, present and future perspectives*.
- Comisión Europea. (2019). *Acción por el Clima*. Recuperado el 5 de Marzo de 2019, de Acuerdo de París: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es
- Cordero Ahimán, O. V. (2011). “CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO SEGÚN LA METODOLOGÍA FRANCESA BILAN CARBONE®: APLICACIÓN A LA SOCIEDAD DE LOS TRANSPORTES PÚBLICOS DE LA CIUDAD LIMOGES S.T.C.L. EN EL AÑO 2009”. Zaragoza, España.
- Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Olivier, J., & Schure, K. (2018). Fossil CO2 emissions of all world countries. *JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT*. Italia.
- Departamento Nacional de Planeación. (2012). Plan Nacional de Adaptación al Cambios Climático. *ABC: Adaptación Bases Conceptuales*, 11. Bogotá D.C., Colombia.
- Doménech Quesada, J. L. (2008). Huella del carbono corporativa: una herramienta de gestión empresarial contra el cambio climático.
- Energy, U. D. (Abril de 1998). Method for Calculating Carbon Sequestration by Trees in Urban and Suburban Settings.
- Environmental Protection Agency. (1999). Handbook for criteria pollutant inventory development: A beginner's guide for point and area sources. *Office of Air Quality Planning and Standards*, 2-1. Estados Unidos.
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2 de Diciembre de 2011). Huella del Carbono. Parte 1. *Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas*.
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2 de Diciembre de 2011). Huella del Carbono. Parte 2. *La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro*.

- Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía. (7 de Marzo de 2010). El Efecto Invernadero. Recuperado el 15 de Marzo de 2019, de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6985.pdf>
- Fernández Lorenzo, A. (Enero de 2012). Conceptos de Estrategia Empresarial.
- García Arbeláez, C., Vallejo López, G., Higgins, M. L., & Escobar, E. M. (Marzo de 2016). EL ACUERDO DE PARÍS. Así actuará Colombia frente al Cambio Climático. 1, 5-6. (C. A. Dereix, Ed.) Cali, Colombia: El Bando Creativo. Recuperado el 19 de Marzo de 2019, de http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/el_acuerdo_de_paris_frente_a_cambio_climatico.pdf
- GHG Protocol. (Septiembre de 2001). Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. *Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte*.
- Gilbertson, T., & Reyes, O. (19 de Abril de 2010). El mercado de emisiones. *Cómo funciona y por qué fracasa*.
- Guembes, L. (Junio de 2009). *Logicalis*. Recuperado el 12 de Marzo de 2019, de Logicales Now - Número 7: <https://www.la.logicalis.com/globalassets/latin-america/logicalisnow/revista-7/7impacto-de-las-tic-en-el-medio-ambiente.pdf>
- Huella de Carbono. (2009). Recuperado el 14 de Marzo de 2019, de <http://www.huellacarbono.es/apartado/general/huella-de-carbono.html>
- IEA. (2016). CO2 emissions from fuel combustion. *Highlights*.
- IPCC. (2015). Climate Change 2014. *Synthesis Report*. Geneva, Suiza.
- Janssens-Maenhout, G., Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Olivier, J., & Peters, J. S. (2017). Fossil CO2 & GHG emissions of all world countries. *JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT*. Italia.
- Martínez Salgado, H. (2018). El desafío del sector transporte en el contexto del cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional de América Latina. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Maxo. (17 de Octubre de 2018). *Quiénes somos: Maxo*. Obtenido de <http://www.maxo.co/nosotros-somos-maxo.html>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). METODOLOGÍA GENERAL PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES. Bogotá D.C., Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Cambio Climático*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/historia-cmnucc>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Gases Efecto Invernadero*. Recuperado el 12 de Marzo de 2019, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=462:plantilla-cambio-climatico-18#enlaces>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Marzo de 2019). *Protocolo de Kioto (pK)*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/458-plantilla-cambio-climatico-14>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 11 de Marzo de 2019, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/465->
- Ministerio de Transporte. (2005). Resolución 3800 . *Por la cual se fijan los requisitos y procedimientos para conceder los permisos para el transporte de cargas indivisibles, extrapesadas, extradimensionadas y las especificaciones de los vehículos destinados a esta clase de transporte*. Colombia.

- Ministerio del Ambiente Perú. (2015). Lineamientos para la Compensación Ambiental en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Lima, Perú.
- Naciones Unidas. (1992). CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO. 3-4.
- OECD/IEA. (2015). Energy Technology Perspectives. *Mobilising Innovation to Accelerate Climate Action*.
- Ordóñez Jiménez, J. L. (2014). Certificados de carbono: Ingresos tempranos para los reforestadores.
- OSE. (2010). *Manual de cálculo y reducción de Huella de Carbono para hoteles*. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2013/06/manual_hoteles_hoteles.pdf
- Rey Marulanda, C. F. (19 de Marzo de 2009). METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE CERTIFICADOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR MEDIO DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO APLICADO A BOSQUES.
- Vázquez González, A. B., & Valdez, E. C. (1994). Impacto Ambiental. 1. Ciudad de México, México.
- WWF. (2010). Planeta Vivo. Informe 2010. *Biodiversidad, biocapacidad y desarrollo*.