

Huella de carbono: importancia y necesidad de medición como factor competitivo de mercado.

Julian Camilo Cano Castro

Universidad Católica de Oriente
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Comercio Exterior
Rionegro, Antioquia
2022

Huella de carbono: importancia y necesidad de medición como factor competitivo de mercado.

Julian Camilo Cano Castro

Jaime Alberto Zuñiga Raigoza

Trabajo de grado para optar por el título de comerciante exterior

Universidad Católica de Oriente
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Comercio Exterior
Rionegro, Antioquia
2022

Agradecimientos

Quiero agradecerles a todas las personas que me estuvieron impulsando para que terminara esta tesis, a mi familia que siempre estuvo acompañándome, a mi novia María Jose que me ayudó con la manera de escribir y con correcciones junto a Yeny Yañez, fueron una gran ayuda en temas de argumentación y desarrollo de ideas, a mis amigos que todos los días me proponían que escribiera más y a mi profesor encargado de la tesis Jaime que hizo que este trabajo no se sintiera totalmente como una obligación y estuvo siempre pendiente de corregir hasta lo más básico en el proceso.

Resumen

Esta monografía analiza la importancia de la medición de la huella de carbono dado que es un factor fundamental para crear estrategias de mitigación de las emisiones de efecto invernadero. Para esto tendré en cuenta que la unidad para el cálculo de las emisiones se expresa en toneladas de CO₂, por lo cual, inicialmente repasamos la historia del concepto y los diversos debates que han intentado determinar qué es la huella de carbono y cómo se convirtió en un factor fundamental para medir el aumento del calentamiento global gracias a la intervención humana. Por lo tanto, es importante comprender cómo se mide y los distintos métodos que se utilizan para esta cuantificación de acuerdo con la persona u organización que esté a cargo. Finalmente, analizaremos cómo se regula a nivel internacional a través de los organismos principales, las leyes y mecanismos que se utilizan para este fin, para finalmente entender cómo se posiciona Colombia en temas regulatorios y normativos, y, en consecuencia, cómo están ejecutando las empresas e industrias del país su compromiso de reducir las emisiones para obtener la certificación de carbono neutro.

Abstract

This monograph objective is to analyze the importance of measuring the carbon footprint, which is a fundamental factor to create mitigation strategies for the Greenhouse emissions. For this I'll take into account that the unit to calculate these emissions is expressed in tons of CO₂, so we'll review the history of the concept and the multiple debates that have tried to determine what is the carbon footprint and how did it become a fundamental factor to measure the increase in global warming due to human intervention. Therefore, it's important to comprehend how's it measured and the different methods that are used for the quantification according to the person or organization in charge. Finally, we'll analyze how's it regulated at an international level through the main organizations, the laws and mechanism used for this purpose, to finally understand how's Colombia positioned in regulatory and normative issued, consequently, how's it being applied to companies and industries in the country and their commitment to reduce emissions so they can obtain the neutral carbon certification.

Tabla de contenidos

INTRODUCCIÓN	8
ANTECEDENTES	12
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
MARCO TEÓRICO	14
MARCO METODOLÓGICO	16
CAPÍTULO 1.	17
1. LA HUELLA DE CARBONO, CONCEPTUALIZACIÓN INICIAL	17
Gráfica 1: tipos de emisiones de CO2	26
Gráfica 2: Emisiones por países	28
Tabla 1: Emisiones por países 2010-2011	28
Tabla 2: Emisiones por países 2018	29
Gráfica 3: Emisiones por país 2018	29
2. LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO, SU REGULACIÓN Y SUS MÉTRICAS	29
b. Medición de la huella de carbono	29
Gráfica 4: Mapa de bienes	30
Gráfica 5: Ejemplo del ciclo de vida da un producto	31
b. El protocolo de Kyoto	32
b. Registro en el protocolo de Kyoto	33
Gráfica 6: Organización de los registros en el protocolo de Kyoto	34
b. Mercado de carbono	34
b. . Método Compuesto de las Cuentas Contables	36
Gráfica 7: Ejemplo de suma de este método	36
b. Medición a partir de factores de emisión	37
Gráfica 8: Fórmula de los factores de emisión	37
Gráfica 9: ejemplo de uso del método de factores de emisión	38

b. Protocolo GHG (GHG Protocol)	38
Gráfica 10: Aplicación del protocolo GHG útil	39
b. Bilan Carbone	40
b. PAS 2050:2007	40
b. PAS 2060:2010	41
b. Carrot	42
b. Normatividad a nivel mundial	42
b. Red ISO de la 14065 a la 14069	44
Gráfica 11: Cómo funciona la red de normas ISO (Mateus,2020)	46
Gráfica 12: ISO como estándar	47
3. HUELLA DE CARBONO: CASO COLOMBIA	48
a. Regulación colombiana	48
b. Beneficios de registrar la huella de carbono en Colombia	56
Tabla 3: tarifas ley 1819 de 2016	58
c. Carbono neutro	58
d. Como certificarse en neutralidad de carbono internacionalmente:	60
Gráfica 14: reconocimiento Carbon trust PAS 2060	61
e. Certificación de carbono neutro en Colombia	61
Gráfica 15: Certificación de carbono neutro del Icontec	62
CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS	67

Introducción

Esta monografía está orientada principalmente a demostrar la importancia de la medición sobre la medición de la huella de carbono, por esta razón, es importante empezar a definir qué es una huella de carbono y cómo es posible esta medición. La huella de carbono es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero, estos pueden ser producidos por diferentes actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) que se generan en el medio ambiente. Esto se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono que son equivalentes a los de gases de efecto invernadero, estos son producidos diariamente, y se generan a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos. Los cálculos sobre la huella de carbono se siguen de los principios del Protocolo de emisiones de gases de efecto invernadero o la norma ISO 14.064 incorporados en las metodologías disponibles.

La huella de carbono por su parte, entre sus siete métodos tiene el desarrollado por Doménech y su grupo de colaboradores,

- Encontramos el Método Compuesto de las Cuentas Contables que opera en el MC3 (MC3 es la abreviación del nombre de este método), la idea es que sea de alcance organizacional, la información se comparte entre las organizaciones que estén implicadas o que estén operando por medio de estos procedimientos, se empieza a acumular la información respecto a los productos de esa empresa, así cualquier estudio organizacional queda muy bien delimitado a la capacidad y productos de esa empresa y a la que se le brinda la información para el estudio, no se incluye destrucción o uso del producto ya que no va con la empresa per se, eso ya va es en la vida del producto.

En este método como lo veremos desarrollado en el cuerpo de este trabajo, tiene una serie de ventajas y desventajas, entre las ventajas podemos mencionar un enfoque empresarial y organizacional; este se enfoca en las

hectáreas de terrenos que sean netamente bioproductivos como huella ecológica.

- Otro de los factores de medición es a partir de factores de emisión. Primero se debe definir qué es un factor de emisión, está dado como una tasa media dependiente o basada en una fuente determinada, por unidad de actividad que puede ser los litros de gasolina en un recorrido, los kilómetros recorridos en un transporte, las hectáreas cosechadas o plantadas de x planta. Entre este método también se hablará de las ventajas y desventajas de este método, entre ellos los costos y complicaciones de la medición.
 - El Protocolo GHG es el resultado de la asociación de entidades gubernamentales, o de diferentes compañías y otros organismos del sector privado para crear una metodología sencilla para el reportar y contabilizar correctamente los GEI. Estos tienen dos enfoques: corporativo y cuantitativo.
 - El Bilan Carbone es una metodología francesa creada por la ADEME basada principalmente en la ISO 14065 y también tiene cosas del GHG. Se busca con esta metodología que las compañías tengan un mapeo de todas y cada una de las emisiones.
-
- PAS 2050:2007 Se usa como una manera de evaluación para el ciclo de vida de las emisiones generadas por los productos y servicios en británicos dados por el BSI (British Standards Institutions) para uso general del público.
 - PAS 2060:2010 este método lleva el nombre Public Available Specification o PAS, también creada por el BSI y se enfoca más en el control de las emisiones de GEI de las grandes, pequeñas y medianas empresas, busca un cálculo efectivo de la HdC y consigo una serie de estrategias de mejoramiento para la mitigación de las emisiones. Por último, encontraremos el método

- Carrot de cuantificación de GEI que busca soluciones para la mitigación, esta se creó en 2007 en California, USA. Está compuesta por una herramienta de cálculo del GHG lo cual la hace extremadamente similar ya que usa datos de inventarios controlados y transforma emisiones de CO₂ siempre. La diferencia es que esta funciona como software en línea.

En el presente texto también se hará un hilo conductor basado en los métodos de medición anteriormente descritos y las diferentes normas de regulación que surgen por la necesidad de hacer estrategias de mitigación de los gases de efecto invernadero, como los son el protocolo de Kyoto y la Red ISO (International Standard Association). Por último, en este trabajo se evidencian unas consideraciones finales acerca de los incentivos en Colombia que están ligados al compromiso de las empresas que buscan conseguir la certificación de carbono neutro, esto trae consigo una disminución o eliminación del impuesto de carbono.

Justificación

Los Gases de efecto invernadero (GEI) son los responsables de grandes cambios en el medio ambiente y en el estilo de vida y supervivencia de las diversas especies que cohabitan el planeta tierra, a través de la medición de la huella de carbono (HdC), se ha logrado cuantificar las responsabilidades de las diferentes industrias y de los diferentes países. Esto ha permitido que haya cambios sustanciales en el sistema de producción y en el manejo gubernamental que se le da al problema ambiental, por lo tanto, es necesario mostrar y analizar las diversas regulaciones a nivel nacional e internacional y su impacto tanto en las industrias como en la neutralización de la huella de carbono. Por este motivo, es importante comprender estas regulaciones y mediciones para que las empresas puedan crear planes reales, sustentados y plausibles para neutralizar la huella de carbono, así contribuir con el cuidado del medio ambiente y del planeta tierra como único lugar para la vida. Así también, las empresas pueden responder ante su responsabilidad social con la región donde se encuentran y su compromiso con el medio ambiente, de los cuales se pueden derivar incentivos monetarios por parte de los gobiernos para motivar el cuidado del medio ambiente.

A lo largo de esta recopilación podremos comprender que en muchos casos las industrias no están preparadas para crear e implementar un plan que tenga en cuenta todas las necesidades del medio ambiente y que responda adecuadamente a las emisiones que generan, así pues una monografía recopilatoria como la presente les puede dar luces a algunas empresas sobre cuáles son las implicaciones medioambientales de la industria y así poder planear y ejecutar un plan para poder obtener su certificado como carbono neutro.

Antecedentes

Este trabajo de grado busca recopilar información de distintos puntos de vista para conceptos de la HdC, las variadas metodologías para cuantificar lo que es la huella de carbono como factor de contabilidad de las emisiones de GEI, además de analizar las leyes que surgieron a su alrededor y los beneficios que tiene cumplirlas. Todo esto relacionado con el compromiso que tenemos con nuestro planeta que nos provee de materias primas para los productos que consumimos a diario, por eso se busca conservar y recuperar muchas partes dañadas por el factor humano, ya sea por extracción, por daño a propósito o por error, por lo cual se crean campañas para mitigar el daño futuro al planeta y esto se hace por medio de leyes con beneficios y metas fijadas de contaminación.

Espíndola y Valderrama (2012) en su texto de la huella de carbono parte 1, nos muestran un análisis de cómo se relaciona la huella de carbono a las emisiones de GEI, porque se ha estudiado, su composición y variables, dan la idea de lo que quiere hacer este trabajo de grado, pero algo más actual y trayéndolo al final al contexto del país en el que estamos, ver qué políticas se tienen aquí para mitigación y control, así como beneficios por cumplirlas.

La huella de carbono se refiere a la cantidad de emisiones de gases que contribuyen al cambio climático y que están directamente relacionadas con producción y consumo humano. Por supuesto la definición de la HdC es muy diversa, desde quienes consideran exclusivamente las emisiones de CO₂ a aquellas que tienen en cuenta todo el ciclo de las emisiones del GEI, desde las materias primas, el proceso de traslado, el embalaje, el destino final del producto y la disposición post-uso. Cuando tenemos en cuenta la responsabilidad de una empresa debemos tener en cuenta todos estos diversos factores, toda la operación relacionada para la producción de la empresa.

Objetivo general

- El objetivo principal de este trabajo es demostrar la importancia de las leyes que regulan el impacto mundial sobre la huella de carbono que producen las empresas, y a su vez, dar a conocer los incentivos que se otorgan al acogerse a dichas leyes para incentivar la participación para disminuir el daño medioambiental de los principales emisores de GEI, las industrias.

Objetivos específicos

- Recopilar información de la huella de carbono, actualizado y con un recorrido histórico tanto en de dónde surge como concepto a algunas recolecciones de datos en el pasado y ahora.
- Establecer la importancia de la huella de carbono como factor contable de las emisiones de GEI, listando y analizando los métodos creados para poder contabilizar.
- Resaltar las leyes que se crearon para tener una regulación internacional competente, para que cada país busque crear normativas que estén acompañadas de incentivos para mitigar la HdC.

Marco teórico

La huella de carbono es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero, estos pueden ser producidos por diferentes actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) que se generan en el medio ambiente. Esto se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono que son equivalentes a los de gases de efecto invernadero, estos son producidos diariamente, y se generan a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos

Podemos entender como cambio climático todos los cambios de temperaturas y cualquier patrón climático en un tiempo determinado, estos cambios se pueden dar de manera natural, como sucede con algunas variaciones del ciclo solar. Por otro lado, lo que ha sido un factor para acelerar el aumento de temperaturas es la intervención humana, así pues, la mayor herramienta de emisión ha sido la quema de combustibles fósiles como el petróleo, gas y carbón que generan emisiones de efecto invernadero, con las cuales se crea una capa alrededor de la tierra que retiene el calor.

A continuación, vamos a repasar las principales emisiones y sus consecuencias medioambientales, para empezar, el dióxido de carbono y el metano son dos de las emisiones que más se ven en los reportes del aumento del GEI, surgen de la gasolina que se utiliza en los vehículos y en los generadores, también del carbón para los procesos de calentado a alta temperatura como hornos y para calefacción. La destrucción de bosques y daño de tierras también contribuyen a que haya más dióxido de carbono en la atmósfera pues el planeta no tiene las herramientas para procesarlo adecuadamente, todos los botaderos son altas fuentes de metano, otras causas de estas emisiones son las industrias agricultura y ganadería.

Entre los afectados aparte del planeta en general son las personas, estos cambios afectan a todos los seres en la tierra, afectan al ser humano y a su capacidad para tener aprovechamiento de tierra con cultivos, desde donde poner sus viviendas

que a su vez quitan oportunidades de trabajo porque nada se puede o nada se debe poner en suelos dañados. Las personas que viven en ciertas naciones insulares y en países en desarrollo también se ven altamente afectados, como en las zonas costeras donde el nivel del mar ha aumentado y muchas comunidades tienen que dejar sus hogares, o en zonas cerca a los ríos pues sus fuentes de sustento se ven afectadas por sequías o contaminación.

Marco metodológico

Para la recopilación y análisis se realiza una revisión de contenido relacionado a la huella de carbono, tomamos como guía la estructura y los métodos de análisis de Espíndola y Valderrama (2012). En su texto hay varias partes guía tales como el recorrido histórico del estudio y contabilización de la huella de carbono, los métodos que se usan para medir la huella en contexto empresarial, algunas leyes asociadas para la regulación en ese caso del contexto empresarial, tienen criterios de veracidad y en sus tiempos de que la información fuera la más reciente posible en cuanto a estadísticas.

Se incluyen también elementos publicados por la ONU y organizaciones gubernamentales como la UNFCC, ya que son fuentes directas de los organismos regulatorios, son altamente útiles ya que indican inclusive como se debe registrar todo bajo los parámetros que ellos establecen, así como detallan por qué se unieron muchas naciones para formar leyes o acuerdos como el protocolo de Kyoto.

Posterior a la recopilación bibliográfica retome las problemáticas expuestas para contrastarlo con la normatividad colombiana para comprender cuál es nuestro papel en relación con el panorama internacional y proponer posibles mejoras que puedan ayudar a una mejor implementación a través del conocimiento del panorama actual y el panorama al que podemos aspirar de acuerdo con las normatividades internacionales.

Capítulo 1.

1. LA HUELLA DE CARBONO, CONCEPTUALIZACIÓN INICIAL

Para empezar a hablar de que es la huella de carbono como un factor competitivo del mercado, lo adecuado es presentar una definición y un recorrido histórico por este concepto, que tiene asociado, que afecta, que mide, su impacto y las leyes y el marco normativo que se ha estructurado a su alrededor.

La Organización de las Naciones Unidas da la definición de la Huella de carbono en un documento de proyecto como:

La huella de carbono es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) en el medio ambiente. Se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, producida en el día a día, generados a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos. Su cálculo sigue los principios del Protocolo de emisiones de gases de efecto invernadero o la norma ISO 14.064 incorporados en las metodologías disponibles. (Cepal, 2010)

Pero es conveniente también tener diferentes interpretaciones al concepto de huella de carbono. Espíndola y Valderrama, (2012), en su investigación: Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas, definen la huella de carbono de la siguiente manera “La Huella de Carbono (HdC), definida en forma muy general, representa la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios”. (Espíndola y Valderrama, 2012)

El ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia define el concepto de huella de carbono de la siguiente manera: “La huella de carbono corresponde a la cuantificación de la cantidad total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero

(GEI) que son liberadas de forma directa o indirecta a la atmósfera, como consecuencia del desarrollo de las actividades”. (Minambiente, 2021)

La definición de Huella de Carbono que da ONU junto a la de Espíndola y Valderrama y la que tiene el ministerio de ambiente, dan un contexto general sobre el concepto de huella de carbono, donde se interpreta que es una de las herramientas más importantes para cuantificar las emisiones de Gas de Efecto Invernadero. Estos Gases, que fueron definidos en 1997 por el protocolo de Kyoto crean una capa de manera permanente en la parte media de la atmósfera lo cual puede impedir que la radiación solar que la tierra devuelve pueda salir, por lo tanto, genera el aumento de calor en cualquier lugar dentro de la capa de Ozono.

¿Qué son los gases de efecto invernadero?

Los define Benavides y León en su artículo INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO:

Los gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero. En la atmósfera de la Tierra, los principales GEI son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃). Hay además en la atmósfera una serie de GEI creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, regulados por el Protocolo de Montreal como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). Están clasificados en GEI directos e indirectos. (Academia, 2007)

GEI Directos: Son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera. En este grupo se encuentran: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los compuestos halogenados.

GEI Indirectos: Son precursores de ozono troposférico, además de contaminantes del aire ambiente de carácter local y en la atmósfera se transforman a gases de

efecto invernadero directo. En este grupo se encuentran: los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano y el monóxido de carbono (Benavides, León, 2007)

A partir de la información tomada de Benavides y León se conceptualiza sobre la parte técnica de Gases de efecto invernadero, como están compuestos y en qué manera afectan o impactan el medio ambiente. Ahora que se ha dado más definición y explicación de los conceptos, se debe ver de dónde sale la Huella de Carbono, el término y su historia; por ende, es necesario hablar del cambio climático y el estudio que ha hecho el ser humano para entender qué es este fenómeno y la intervención que tienen los diferentes actores a lo largo de la historia, así mismo como categorizar y medir esas actividades.

Dice Viggliozzo (2014) en la huella de carbono en la agroindustria que la huella de carbono o la noción de la misma como medida para empezó a surgir a inicios de los 60s por algunos estudios pioneros mostrados en 2002 (Wackernagel et al., 2002), esto de ver que una aceleración del crecimiento económico junto a un aumento paralelo del consumo per cápita, así como el uso de recursos naturales, en países de primer mundo o de economías desarrolladas. Lo que se veía de evidencia era que la consecuencia a pagar por el crecimiento de estas economías y uso de estos materiales era la degradación del suelo, el agua, el aire, bosques y cualquier hábitat que tenga cualquier tipo de diversidad biológica. Como resultado de estos trabajos se veía una sobrecarga ecológica como se dijo previamente como consecuencia de este desarrollo social y económico lo cual a largo plazo podría llevarnos a una escasez de estos recursos no renovables y a una posible destrucción por nuestra propia mano.

Aunque también pone Schindler (1999) en un ensayo que realizó en [history.aip](#) una línea del tiempo para impactos y estudios de gases invernadero y cómo se enlaza esto a la huella de carbono, empezando por "History in a nutshell" como una abreviación de esta historia, indica que siempre se ha tenido la sospecha de que la

actividad humana puede cambiar el clima local. Pone de ejemplo que los antiguos griegos y los norteamericanos en el siglo XIX debatían cual sería la consecuencia de cortar o diezmar bosques enteros podría traer más lluvias para una región, o tal vez menos, estaban observando qué sucede en caso de que haya intervención en el factor bosque, había cambios de clima muchísimo más grandes ocurriendo por sí mismos por lo cual no se veía completamente el impacto humano.

Cuando a mediados del siglo XIX se encontró que hubo eras de congelamiento extremo o eras de hielo en la antigüedad mostrando de esta manera que el clima en el mundo podría cambiar drásticamente y sin previo aviso, algo que puede ir más allá de lo que el ser humano puede imaginar o causar. Lo cual comenzó las preguntas de qué ocasiona el cambio climático, un concepto completamente ligado a la huella de carbono. Estos cambios podrían plantearse en incógnitas como lo fueron ¿variaciones en el sol? ¿el humo y todos los vapores asociados a un volcán haciendo erupción? ¿el ascenso y descenso de las cordilleras y montañas, lo que hacía que los patrones de viento y las corrientes marinas cambiaran? ¿podría ser que el aire de por sí estaba cambiando?

No se tenía hasta el momento un concepto claro de qué ocasionaba el cambio en el planeta, pero se empezó a crear la idea de que podría ser que el ser humano y su intervención y uso de los recursos tengan algún impacto en el cambio climático.

En 1824 Jean-Baptiste Joseph Fourier, un científico francés dio como explicación que la temperatura de la tierra sería más baja si el planeta no tuviera una atmósfera, luego en 1859 un científico inglés descubrió que los gases que atrapaban calor eran agua, vapor y dióxido de carbono (CO₂). Luego en 1896 un científico sueco llamado Svante Arrhenius publicó algo nuevo, dice que, al quemar combustibles fósiles como el carbono, generando CO₂ a la atmósfera de la tierra, la humanidad aumentaría la temperatura promedio del planeta, esto fue conocido luego como “el efecto invernadero”. Esta fue una de las muchas especulaciones que hasta la época se

hacían sobre el cambio climático, una de las teorías más apreciadas hasta ese momento.

Como en muchos momentos de la historia hubo solo un puñado de científicos que prestaron atención a los estudios de Arrhenius, estos pocos científicos que le prestaron atención hicieron experimentos descritos como algo torpe y con aproximaciones muy al bruto, todo para argumentar o contradecir que nuestras emisiones no cambiarían el planeta. Mucha gente en esa época creía que era algo obvio que la débil y pequeña humanidad jamás podría afectar los grandes ciclos del cambio climático, que en ese momento se mantenían por el “balance natural”.

Luego de esto, en 1930 donde algunas medidas mostraban que los estados unidos de América y la región del atlántico norte han subido su temperatura de manera significativa en medio siglo. Las primeras suposiciones indicaban que era algún tipo de fase de algún ciclo natural, probablemente de sólo esas zonas, con causas desconocidas a las que no se les prestaba mucha atención. De las pocas personas que alzaron su voz, uno de ellos fue el ingeniero de vapor y científico amateur inglés Guy Stewart Callendar, público que el efecto invernadero estaba sucediendo, junto a él, muchos otros empezaron a ver esto como algo beneficioso.

En 1950, las publicaciones de Callendar hicieron que la curiosidad de algunos científicos empezará a mirar este tema y esta incógnita, con técnicas mucho mejores y cálculos que las generaciones anteriores no hubieran podido realizar. Toda esta investigación fue posible ya que el gobierno empezó a dar más y más fondos, sorpresivamente de parte de las agencias militares que querían saber más de las condiciones de clima y geofísica en general, este conocimiento podría ser crucial en batallas en el futuro, adicionalmente el progreso científico podría traer prestigio a el país durante la competencia de la guerra fría. Estos nuevos estudios mostraban que, contrario a las burdas suposiciones tempranas, el CO₂ si podría estar aumentando en la atmósfera y así mismo calentando el planeta.

Algo muy común que ocurre en cualquier avance científico es que es significativo hasta que tiene algún tipo de interés o que propulsa algo principalmente político o de guerra, como se dijo en el párrafo pasado.

Ya en los 60s con unas medidas más minuciosas del nivel de gas en la atmósfera, realizado por Charles Keeling, el nivel de gas si estaba de hecho aumentando año tras año.

Para esta época, con fondos del Estado, con científicos con mayor curiosidad se empezó a ver que el fenómeno del calentamiento global era algo que sí estaba sucediendo, no eran solo teorías, eran hechos respaldados con medidas y estudios hechos cada vez con mejor tecnología a la generación de científicos anterior así mismo dando resultados más precisos y entendibles.

La teoría respalda lo que los científicos esperaban ver y confirmaron como un hecho, en la década siguiente, algunos científicos trabajaron con modelos matemáticos sencillos del sistema climático del planeta y empezaron a dar comentarios y a brindar retroalimentación para que este sistema fuera más sensible. Otros encontraron métodos más ingeniosos para tener temperaturas, esto se dio al estudiar polen antiguo y caparazones fósiles. Todo indicaba que un cambio climático fuerte podría pasar, ya había sucedido en el pasado, en I o II siglos aproximadamente. Este descubrimiento fue reforzado por modelos mucho más elaborados de circulación general de la atmósfera, una sub-sección fundada por el gobierno hizo uso de las nuevas computadoras digitales para hacer modelos de predicción y quizás hasta de cambio deliberado para el clima. Los cálculos fueron hechos al final de los 60s y sugerían que, en el siguiente siglo, entre más CO₂ se acumulara en la atmósfera, la temperatura estándar del planeta empezaría a aumentar en unos cuantos grados. Aunque veían los modelos preliminares del siglo XXI como algo lejano.

A inicios de los 70s, el aumento del ambientalismo creó dudas en el público acerca de los beneficios de la actividad humana en el planeta. La curiosidad general acerca del cambio climático se volvió en una preocupación seria. El aumento de unos pocos grados en la temperatura ya no se veía como algo muy normal, esto hizo que los científicos empezaran a poner atención y a ver que posible impacto generarse, hubo atención en signos de alarma como el aumento del nivel de los mares y posibles daños en la los cultivos y la agricultura en general.

En este tiempo algunos científicos mostraron que la actividad humana no solo ponía CO₂, sino que también más polvo y partículas de SMOG en la atmósfera, las cuales podrían bloquear la luz del sol y enfriar el mundo. Análisis hechos a partir de las estadísticas del hemisferio norte que un enfriamiento había iniciado en los 40, ponían que tal vez fue causado por la polución, en paréntesis se dice que en algunas décadas luego, la misma polución pudo haber ayudado a enfriar temporalmente el hemisferio norte.

La prensa y los medios de difusión mostraban confusión, en algunos casos se predecía que el mundo tendría zonas en la costa inundadas completamente por los polos derritiéndose, en otros casos una desastrosa nueva era del hielo, también, basándose en algunos expertos, decían que no mucho iba a cambiar. Varios paneles de estudio de científicos, iniciando en USA, y luego de manera internacional, empezaron a advertir que de una u otra manera el cambio climático poseía una amenaza considerable. Algo en lo que todos los científicos coincidían es que se tenía poco conocimiento del sistema climático. Lo único que recomendaban es que se necesitaban más fondos para investigación para saber qué estaba pasando realmente. La investigación mejoró luego de que la tecnología computacional, los programas de datos del clima, y varias expediciones alrededor de los cascos polares aportan mejor información.

Muchos científicos no tenían la idea de que un enfriamiento no era posible, viendo que había constantes alzas de temperatura, ya que el polvo y el SMOG caían de la

atmósfera a las semanas, mientras que el CO₂ permanece por siglos. Los modelos computacionales mejoraron todo el avance computacional en general, que constantemente mostraba alertas. Con preocupaciones del alza en el cambio climático, en 1979 la academia nacional de ciencias de USA creó un comité de expertos para que ellos dieran la información correcta. Llegaron por consenso que cuando el nivel de CO₂ alcanza el doble del nivel preindustrial, esto se daría en algún momento del siglo siguiente, el planeta se podría calentar de 3°C, más o menos 1 o 2 grados.

El avance que se ha dado hasta el momento ha sido sustancial en materia de investigación de cambio climático y la creación del concepto de HdC, se ve el rápido avance que se tiene gracias a la preocupación ambientalista, a los fondos designados para esta problemática, así como también el avance a pasos agigantados que dio la tecnología, computacional especialmente, que ahora permite hacer predicciones más exactas y analizar de mejor manera la información. Todos estos factores son los que se atribuyen a los GEI y a lo que debe ser su medición, lo que sería la HdC.

En este punto los científicos creen haber descubierto o empezado a comprender el sistema intrínseco que es el cambio climático, todas las posibles causas que lo afectan o que lo conforman, como lo son las erupciones volcánicas, variaciones solares y cualquier tipo de actividad humana o el resultado de las mismas. Con lo cual, estudiando los patrones o ciclos astronómicos, se pudieron dar cuenta que el clima tiene un balance tan delicado que cualquier perturbación menor lo puede afectar llevándolo al punto en el que estamos, y creando la obligación de definir algo que permita cuantificar los cambios o lo que genera el cambio en el clima por parte del ser humano, lo que genera la huella de carbono.

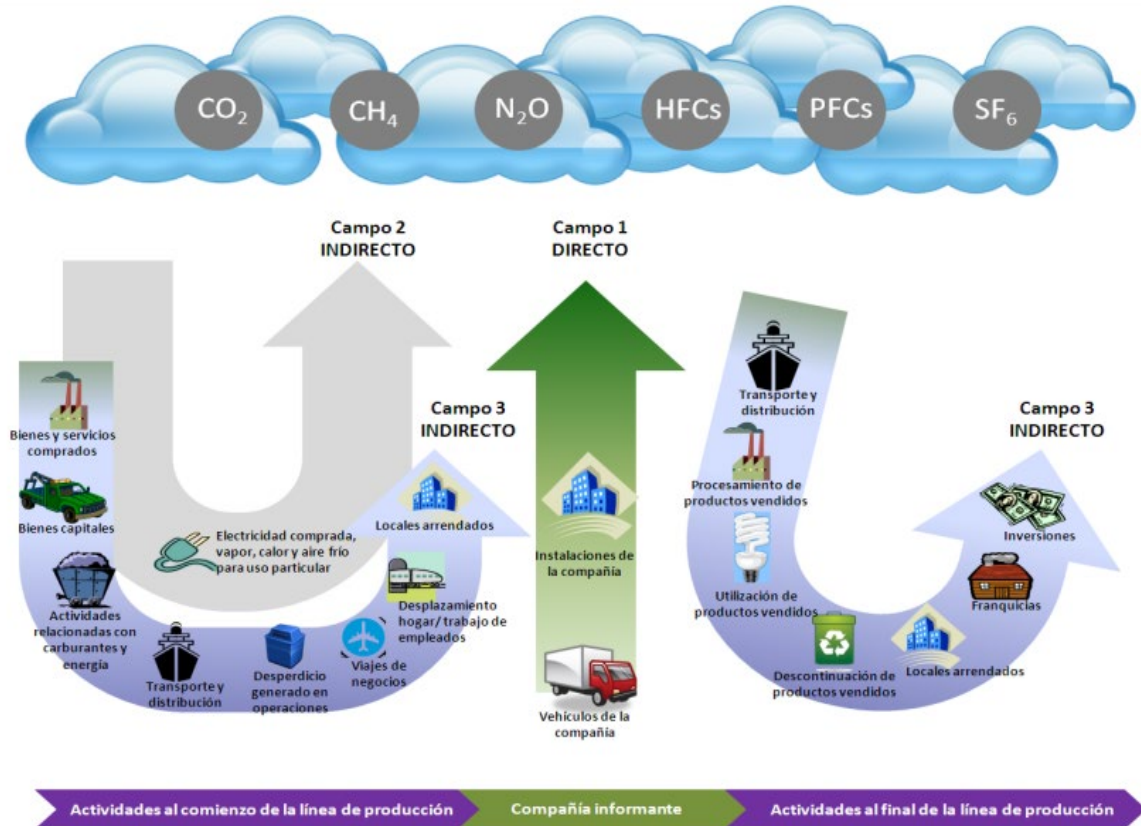
Ahora, viendo que fue la huella de carbono a través de la historia, cómo y porqué se llegó al punto de preocupación como para que se diera esta medida, se debe ver

para qué sirve en general, no solo como medida del GEI sino también la representación que tiene en estudios, en informes.

Como se mencionó en el concepto de huella de carbono, sirve para cuantificar la cantidad de emisiones de GEI que produce una empresa, persona o de gran manera mide el GEI emitido en el ciclo de vida de un producto, se definirán algunos de estos aspectos de acuerdo a algunos estudios o definiciones del Ministerio de medio ambiente de Chile.

En el enfoque corporativo se evalúa la HdC en un periodo de tiempo establecido que normalmente es de un año calendario, hay 3 enfoques que son:

- En las emisiones directas que son todas las que son generadas directamente por la empresa o por fuentes pertenecientes a la empresa, como lo serían quema o uso de combustibles fósiles como automóviles propios o equipos que utilicen este combustible.
- Emisiones indirectas o todas aquellas que pueden ser por consumo y distribución de la energía eléctrica o el uso de energía a base de vapor.
- Existe otra categoría que son las indirectas las cuales son todas las generadas por actividades no controladas por la empresa como podría ser el transporte de funcionarios, transporte de insumos por un tercero.



Gráfica 1: tipos de emisiones de CO₂

En el aspecto corporativo esta medición se utiliza para los reportes corporativos generados, que miden el desempeño de la empresa frente a este impacto climático y lo muestran a los grupos de interés como lo son proveedores, clientes, inversionistas, al gobierno, etc....

En productos o servicios se evalúa a lo largo de toda la cadena de valor, desde en muchos casos, donde provienen los insumos para hacer el producto hasta el fin de la vida útil del objeto o servicio. En Europa y Japón se ha visto un gran impacto ya que la manera de etiquetar productos ayuda a tener mejor y constante monitoreo de los productos para determinar su GEI en su vida útil.

En un enfoque más personal se busca evaluar las emisiones de GEI directas o indirectas de las personas en un periodo de tiempo determinado. Esto se puede

usar para ver la incidencia de ciertas acciones que tiene la persona frente a su impacto en el cambio climático. Para determinarlo se tiene que tener información de los hábitos de consumo de una persona y con este resultado se pueden o se estima que se pueden hacer modificaciones a las conductas de la persona para reducir su impacto en el cambio climático sin que esto afecte su diario vivir.

Lo que se busca al tener el cálculo de la HdC como representación de las emisiones de GEI es que se tenga responsabilidad por la HdC generada y que las empresas, personas y principalmente países tomen una serie de recomendaciones para bajar esta HdC que afecta el medio ambiente, adicionalmente se debe hacer una retribución de manera monetaria por una alta HdC para que ese dinero sea puesto a disposición de organismos competentes en cada país y sea usado para invertir en la mejora y tratamiento del medio ambiente.

Se mide entonces la cantidad de emisiones que se emiten por país, midiéndose a nivel internacional, cada lugar luego separar por tipos de emisión y de industria para saber de dónde viene esa alta HdC como lo harían en informes de sostenibilidad por empresas o nacionales de acuerdo a cada ministerio de Ambiente.

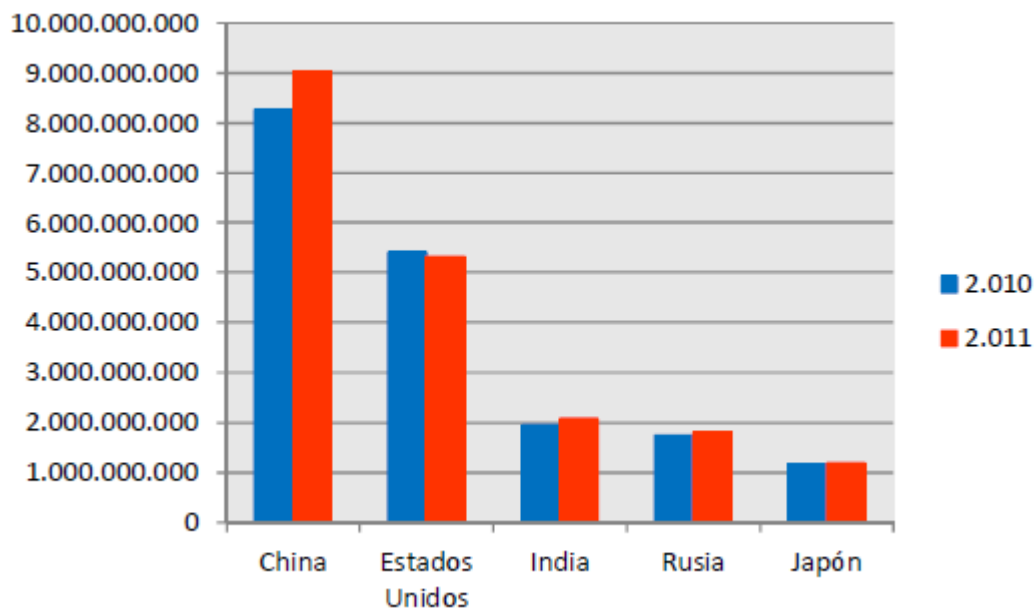


Gráfico países del mundo con mayor cantidad de emisiones de co2 (2010-2011)
del ensayo guía cómo calcular la huella de carbono (Bautista, Sanchez, Vega
2015)

Gráfica 2: Emisiones por países

	2.010	2.011
China	8.256.969.000	9.019.518.000
Estados Unidos	5.408.869.000	5.305.570.000
India	1.950.950.000	2.074.345.000
Rusia	1.742.540.000	1.808.073.000
Japón	1.168.919.000	1.187.657.000

UNIDAD DE MEDIDA: TONELADAS METRICAS

Tabla 1: Emisiones por países 2010-2011

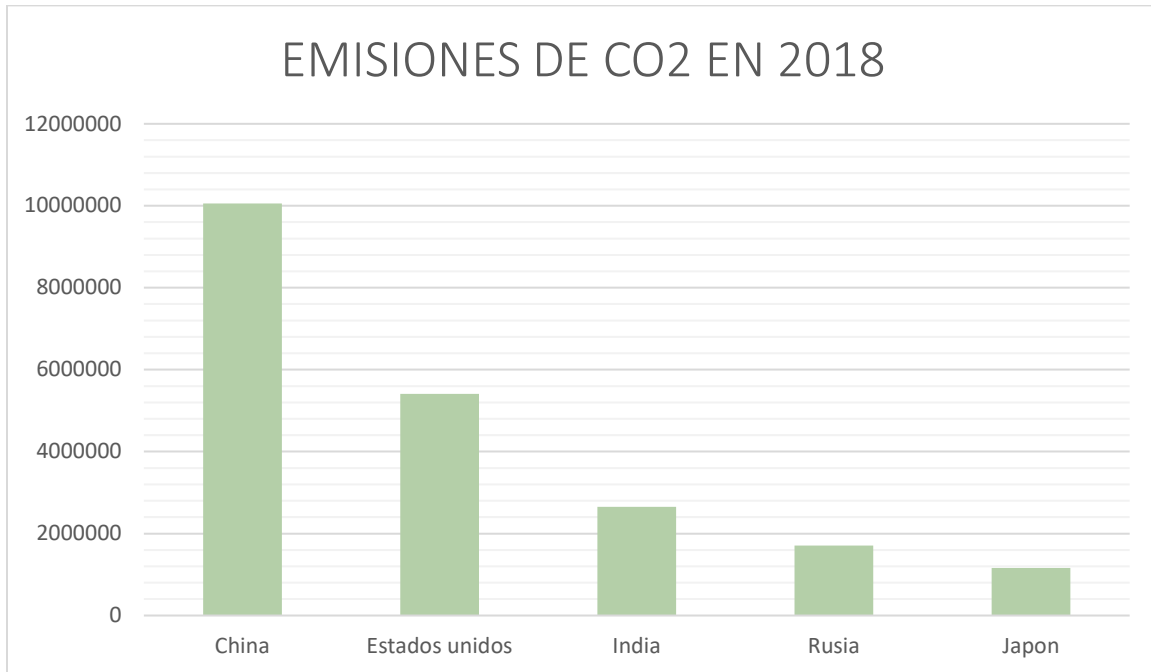
Según las gráficas anteriores que son una representación de países con altas emisiones de Co2 en los años 2010 y 2011, se ve primero que los países tanto con HdC alta como con la iniciativa para empezar proyectos para reducir las está encabezado por países industrializados o de alta producción. Estos compromisos internacionales para la mitigación de la HdC motivan a que se creen nuevas medidas como lo serían barreras arancelarias para los productos que entran a cada territorio y llevar control de sus emisiones en el ciclo de vida de estos productos.

Lo cual conlleva a mirar el cambio que se ha tenido a los informes más recientes, en este caso se toman las emisiones de Co2 de 2018

2018

Ranking	País	Emisiones de Co2
1	China	10060000
2	Estados Unidos	5410000
3	India	2650000
4	Rusia	1710000
5	Japón	1160000

UNIDAD DE MEDIDA: TONELADAS MÉTRICAS

Tabla 2: Emisiones por países 2018**Gráfica 3: Emisiones por país 2018**

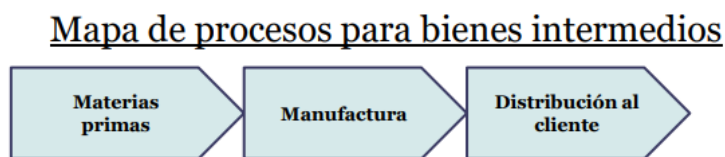
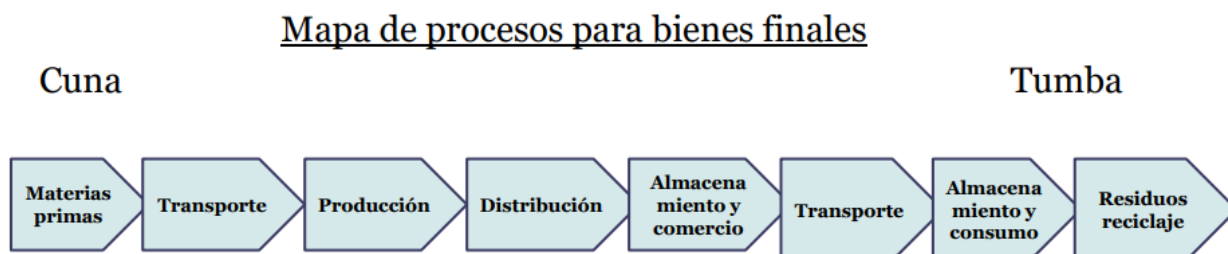
Con la información presente en las gráficas anteriores de 2011 y 2018 se puede ver que china mantiene el primer puesto en emisiones de Co2 y aumenta con respecto a 2011 la cantidad de emisiones, así como los otros 4 países que están luego aumentan un poco también las emisiones en ese periodo de tiempo determinado, para entender de dónde sale esta información hay que ver la manera en la que se mide la huella de carbono y las emisiones, hay diferentes métodos los cuales mostrarán en la siguiente parte.

2. LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO, SU REGULACIÓN Y SUS MÉTRICAS

b. Medición de la huella de carbono

Luego de establecer para que se usan estas mediciones es apropiado mostrar de manera general cual es el cálculo de las emisiones, hay que hacer una mención al proceso de emisiones dependiendo del tipo, directas o indirectas, se da la distinción

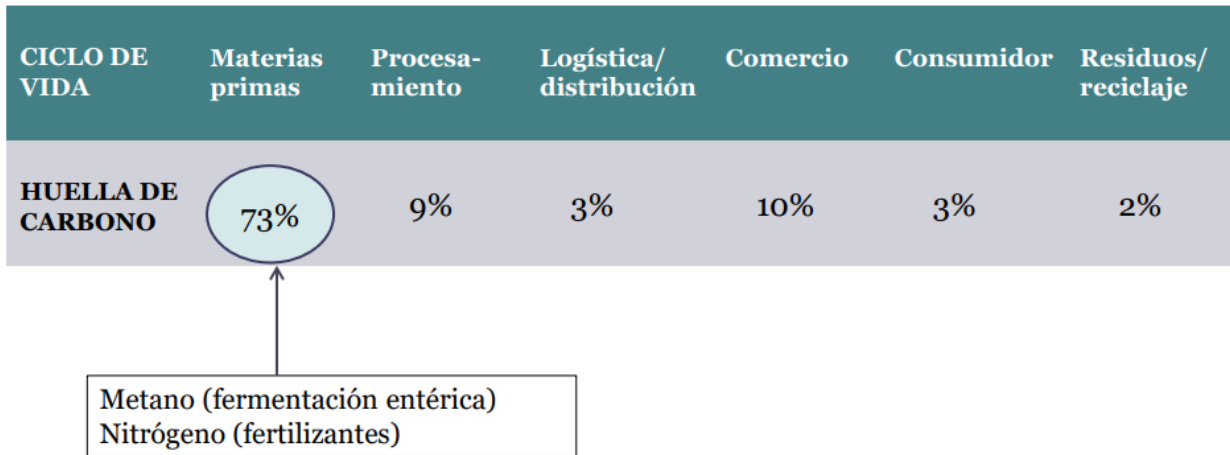
dependiendo del ciclo de vida del producto y como se maneje luego de que termine dicho ciclo de vida, como ejemplo del ciclo de vida de un producto está la gráfica que ofrece el documento de Alicia Frohman de la CEPAL.



Gráfica 4: Mapa de bienes

La manera en la que ahora se tiene pensado la cadena logística y el ciclo de vida de los productos incluye luego de su uso y/o consumo un factor de reciclaje, si se observa el primer ciclo, este va desde la extracción o lo básico qué son las materias primas, pasa por un ciclo logístico que es el de transporte, transformación de los bienes, distribución a en este caso bodegas para almacenamiento o lugares para comercio, luego de que se consume está el elemento mencionado previamente que es el del reciclaje, ver como se usa ese producto luego de que cumplió el objetivo o fue usado como se pensaba inicialmente. El mapa siguiente muestra lo mismo, pero para bienes intermedios, como lo sería la materia prima, ejemplo la harina, leche y demás para la fabricación de chocolate.

Un ejemplo de la medición de la huella de carbono también está en el documento de Alicia donde detalla que fase o punto de vida del proceso es el que tiene



Gráfica 5: Ejemplo del ciclo de vida da un producto

Hay una gran cantidad de elementos que impactan en el estudio de la zona de carbono, gases emanados de, productos resultados de, en el caso de la imagen de la leche, el mayor impacto está en la extracción de la materia prima donde al hacer el proceso de fermentación se ve un aumento del metano, que también puede ser atribuido a el animal del que extraen la leche, las vacas, las cuales generan altas cantidades de metano en su vida.

Previamente se mencionó que hay muchos factores que contribuyen a la huella, acciones que el ser humano realiza y generan químicos que actúan contra la capa de ozono como lo son:

- Dióxido de carbono (CO₂) producto de los combustibles fósiles, la deforestación y del cemento.
- Metano (CH₄) proveniente de la descomposición de basuras en rellenos sanitarios, del ganado, la fermentación entérica, etc.
- El Óxido nitroso (N₂O) puede venir de los combustibles fósiles, fertilizantes, estiércol.
- Hidrofluorocarbonos (HFC) sale de elementos como gases refrigerantes, fundiciones de aluminio.

- Perfluorocarbonos (PFC) De la fundición de aluminio también y de la producción de los semiconductores.
- Hexafluoruro de azufre (SF₆) Siendo un producto del magnesio, de la transmisión y distribución de electricidad.

Los elementos previamente mencionados son de los más comunes para el impacto de la huella de carbono y el detrimento de la capa de ozono, no solo el CO₂, que es el más común y el que se crea a partir de muchas acciones humanas. Todo esto debió ser estandarizado o debe estar bajo una serie de metodologías de medición, aunque antes de eso es pertinente que se haga mención de las normas que se han hecho para la medida de la huella de carbono y dar una mención importante al protocolo más importante del cambio climático, el protocolo de Kyoto.

b. El protocolo de Kyoto

El protocolo de Kyoto tuvo luz verde el 11 de diciembre de 1997, tuvo un proceso largo para que fuera aprobado, entró en funcionamiento el 16 de febrero de 2005 y hasta la fecha cuenta con alrededor de 200 participantes. Entra en rigor como la convención-marco de las naciones unidas sobre el cambio climático, lo que se desea hacer con este marco es que los países más industrializados se comprometan a limitar y reducir la cantidad de Emisiones de Gas Invernadero de acuerdo a unas metas establecidas por país. Lo único que deben hacer es adoptar políticas de mitigación e informar periódicamente.

El protocolo de Kyoto sigue las disposiciones iniciales de sólo vincular países desarrollados, a esos países se le dan medidas más fuertes para hacer todo en virtud del principio de “responsabilidad común pero diferenciada y capacidades respectivas”, lo anterior muestra un nivel de culpa aparente por parte de estos países ya que se podría decir que son los principales responsables de las altas emisiones de GEI en el mundo.

En su segundo Anexo, Anexo B, este el protocolo la reducción específica de 36 de sus países miembros industrializados y de toda la unión europea, como objetivo de reducción está que se bajen las emisiones al 5% en comparación con los niveles en los años 90, más específicamente 1990.

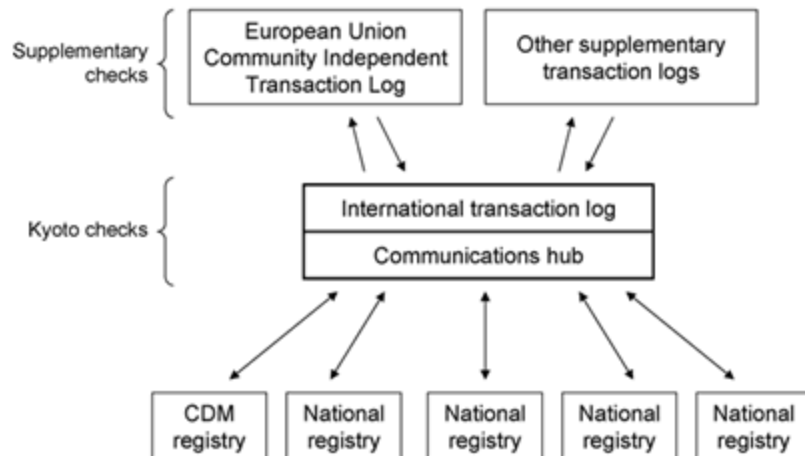
b. Registro en el protocolo de Kyoto

El registro que se debe hacer en el protocolo de Kyoto es dependiente de las metas que se le pusieron a cada país participante y se expresan como “montos asignados”. Estos montos asignados se les da la medida en “tonnes” como equivalente a emisiones de CO₂ y se les da el nombre de Unidades de Kyoto, que se usa de nuevo solo para países participantes y en sus reportes, fuera de eso se pueden usar por toneladas de CO₂.

Según la página de la UNFCCC hay 2 tipos de registro, que serían:

- Registros nacionales de los países industriales que contienen registros con las unidades que define el gobierno o la entidad autorizada por el gobierno.
- El secretariado de la UNMFCCC también tiene el registro CDM (Clean Development Mechanism) para dar créditos CDM y distribuirlos a los registros nacionales.

También están como algo aparte las emisiones en la unión europea, son unas unidades especiales que van directo al registro internacional, se les dio un carácter especial que como lo dice el nombre solo son transables o relevantes en la unión europea.



Gráfica 6: Organización de los registros en el protocolo de Kyoto

Esta gráfica es el organigrama de cómo se ven los registros, el registro de la unión europea como un registro complementario va directo al registro internacional, es complementario ya que cada país tiene sus mediciones, pero como bloque económico también tienen una medición, el resto de registros nacionales van al reporte de comunicación, “rinden cuentas” de los parámetros establecidos y estos de ese punto van al registro internacional, este registro y el área de comunicación comparten la misma importancia o están en el mismo bloque.

Estas unidades no solo están para registrar las emisiones de estos países, sino que también las usan para ser parte del mercado de carbono o mercado de emisiones.

b. Mercado de carbono

Este concepto se creó bajo el registro del DCM en los 90s, la idea tuvo una fundación en hacer un mercado o hacer que las empresas que más emisiones tengan paguen por ellas, lo que busca es controlar el cambio climático, la contaminación o emisiones de una empresa de manera monetaria, tiene algunos principios en respuesta al CC como lo son la eficiencia, flexibilidad, capacidad de negociar y los tratos del norte-sur, con estos principios se busca establecer el concepto de mercado de carbono desde los 90s.

Algunos economistas del reino unido y USA investigan y publican artículos sobre cómo negociar los efectos de gas invernadero, gracias a Frank Joshua de la UNCTAD (Conferencia de las naciones unidas para el desarrollo y el comercio) consolidará y creará un solo reporte publicado en 1992, gracias a este reporte se creó una red de desarrollo para las políticas del comercio de emisiones.

Luego de crear una red para establecer una serie de impuestos y de poner a las emisiones de carbono como algo “transable”, se empezaron a tocar los temas de la parte diplomática, esto sucedió en 1997 donde se esperaba que los países participantes tanto del protocolo como algunos otros países tomarán la opción de un impuesto de carbono para las emisiones de las empresas como una opción viable como recolección de impuesto y ayuda a combatir el cambio climático.

Lo que terminó en crear el mercado de carbono que sería el impuesto que tendría que pagar una empresa por las emisiones de gas invernadero que genera, anualmente se generan una cantidad de licencias y límites para las empresas en cuanto a la cantidad de polución que pueden generar en su producción, la idea es que cada año se reduzcan el número de licencias y que el límite de las emisiones establecido se también se vea disminuido, para que así poco a poco las empresas tengan emisiones más limpias, ayudando al medio ambiente y evitando pagar tanto en este impuesto.

Establecidos los conceptos de medición y uno de las organizaciones más importantes para los GEI, es necesario mostrar las diferentes fórmulas que se tienen para calcular estas emisiones, se mostraran a continuación algunos ejemplos de estas, todos van al factor matemático de emisión por producción pero es pertinente tomar como se mide de diferentes maneras para así establecer cuál es el más similar a los métodos que se toman en los reportes de empresas de alimentos de Colombia o del oriente antioqueño.

b. . Método Compuesto de las Cuentas Contables

Es un método desarrollado por Doménech y su grupo de colaboradores, como opera en el MC3 (MC3 es la abreviación del nombre de este método), la idea es que sea de alcance organizacional, la información se comparte entre las organizaciones que estén implicadas o que estén operando por medio de estos procedimientos, .Se empieza a acumular la información respecto a los productos de esa empresa, así cualquier estudio organizacional queda muy bien delimitado a la capacidad y productos de esa empresa y a la que se le brinda la información para el estudio, no se incluye destrucción o uso del producto ya que no va con la empresa per se, eso ya va es en la vida del producto.

Ventajas y desventajas de este método:

Tiene una serie de ventajas donde la principal es que es un enfoque netamente empresarial y organizacional, permite que se exprese tanto en hectáreas de terreno bioproductivo como huella ecológica, como permite que se de en toneladas de CO2 como huella de carbono, los datos van directamente desde la cuenta contable, partiendo de este punto permite que se calculen todas las emisiones de carbono y es mejor para hacer las comparativas solicitadas, es un proceso que se hace a través de la cadena de suministro con movimiento constante y muy automatizado, también está en los productos pero no se tiene en cuenta el consumidor ya que a pesar de ser el objetivo de la empresa, no está dentro de los factores a contar.

$$HdC = \sum x_i y_i F_i$$

Gráfica 7: Ejemplo de suma de este método

Este ejemplo de una sumatoria se toma que X_i e Y_i son factores de conversión variables que dependen de para que se esté usando esta fórmula, puede ser para calcular la HdC que genera una empresa, el de un producto o personal y/o familiar, también va relacionado a la variable F_i que sería el tipo de emisión, para los 2 primeros entonces se define qué es lo que se calculara y la última variable mencionada sería la emisión como lo puede ser el transporte en avión, emisión de carbono o gas natural.

b. Medición a partir de factores de emisión

Primero se debe definir qué es un factor de emisión, está dado como una tasa media dependiente o basada en una fuente determinada, por unidad de actividad que puede ser los litros de gasolina en un recorrido, los kilómetros recorridos en un transporte, las hectáreas cosechadas o plantadas de x planta.

$$E = Na * fe$$

E : Emisión

fe : Factor de emisión

Na : Nivel de actividad de la fuente estimada

Gráfica 8: Fórmula de los factores de emisión

Lo que se ve en la gráfica 8 es la fórmula a usar para los factores de emisión, se consigue de la multiplicación del factor de emisión determinado por la cantidad de ese factor usado, es algo como se verá en la siguiente gráfica.

	Uso		Factor de emisión	HC (kg CO₂e)
Procesamiento	3 KW	X	0,49390 por KW	1,48kg CO ₂ e
Distribución	0,1 litros	X	3,1672 por litro	0,32 kg CO ₂ e
			Huella de carbono	1,80 kg CO₂e

Gráfica 9: ejemplo de uso del método de factores de emisión

En los ejemplos de la gráfica 9 se puede ver que en la parte del procesamiento de una materia prima se toma la cantidad de litros o kW en ese proceso por la cantidad del factor de emisión que determina, pone que se genera un factor de emisión de 0.49390 unidades de HdC por cada kW, teniendo en cuenta que el uso es 3 k” en esa operación, si se multiplica da el resultado de la huella de carbono en ese proceso, pasa igual en el ejemplo de la leche.

Que ventajas y desventajas tiene este método:

Este método de factores de emisión como se dijo previamente es más general, de hecho, cada país tiene su factor de emisión específico. Como desventaja está que, a pesar de ser específico para cada país, los factores de emisión propios y aún más específicos son costosos y complicados de hacer, por lo cual los países que no tienen, principalmente los no desarrollados utilizan los factores de emisión generales los cuales no reflejan completamente sus cifras.

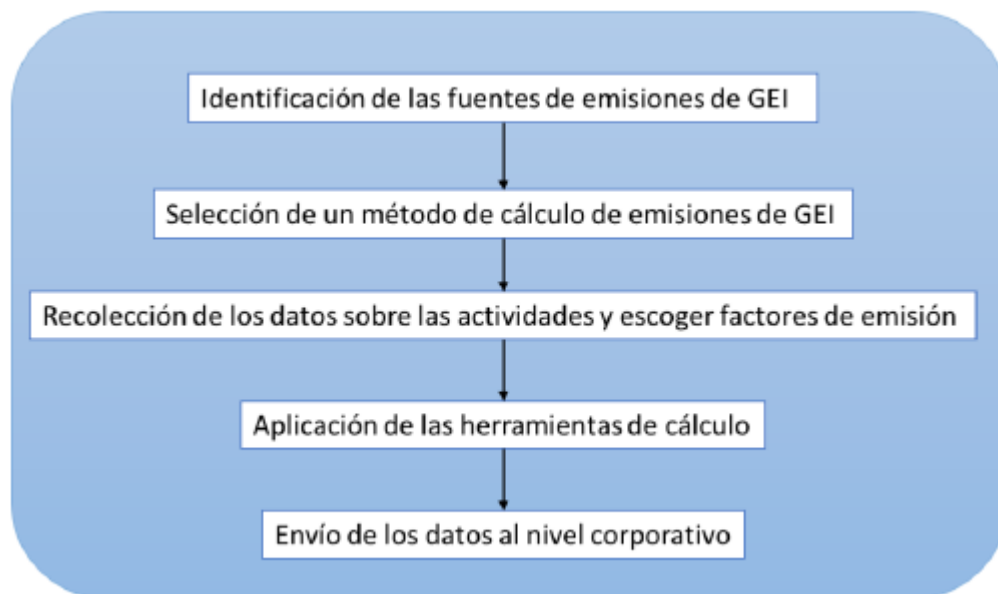
b. Protocolo GHG (GHG Protocol)

GHG o Green House Gas Protocol es el resultado de la unión de entidades gubernamentales, diferentes compañías y otros organismos del sector privado para crear una metodología sencilla para el reportar y contabilizar correctamente los GEI. La manera en la que esta coordinación se lleva a cabo es en el Consejo Mundial Empresarial y el instituto de los recursos mundiales o WRI (World Resources Institute). Busca tener 2 enfoques principalmente que son:

- Un enfoque netamente corporativo que va hacia el lado de todas las compañías unidas a la creación de este protocolo y es para contabilizar sus emisiones e impacto en la atmósfera.
- También tienen un enfoque cuantitativo que son procesos dados para realizar una “cuantificación” óptima sobre los GEI en proyectos empresariales o compañías.

Es una metodología con principios y procesos clave, como procesos clave está:

- Todo debe estar dentro de los límites organizacionales
- Estos límites deben estar en la operación establecida
- Constante monitoreo de cualquier emisión
- Cálculo de las emisiones monitoreadas
- Llevar inventarios y bases de datos controladas



Gráfica 10: Aplicación del protocolo GHG útil

b. Bilan Carbone

Metodología francesa creada por la ADEME basada principalmente en la ISO 14065 y también tiene cosas del GHG. Se busca con esta metodología que las compañías tengan un mapeo de todas y cada una de las emisiones de GEI que se generan con cualquier proceso en la compañía. Como el GHG tiene 2 enfoques:

- Un enfoque de negocios para las emisiones relacionadas a los procesos en la actividad industrial
- Para las autoridades locales en lo cuales serían 2 módulos, uno activo y de servicios para toda actividad con relación a la parte administrativa, luego está el de “territorio” para actividades como el sector industrial, residencial, de agricultura en el territorio local como su nombre lo indica.

b. PAS 2050:2007

Se una como una manera de evaluación para el ciclo de vida de las emisiones generadas por los productos y servicios en británicos dados por el BSI (British Standards Institutions) para uso general del público, tiene 2 herramientas de cálculo que son:

- Es llamado Business to Business cuando el producto finaliza su ciclo de vida siendo entregado a otra empresa para que lo transformen o elaboren otro producto con el mismo.
- Cuando se toma el ciclo de vida del producto con todas las actividades de transformación luego de la entrega al usuario se le llama Business to Customer.

La idea con las emisiones es medirlas en cantidades altas y que luego se vuelvan emisiones de CO2 convirtiéndolas con las últimas cifras de conversión del IPCC, todo esto se debe analizar en un ciclo de vida no mayor a 100 años, se busca que se haga de la siguiente manera:

- Convertir todo dato primario y secundario recolectado en emisiones de GEI.
- Transformar las emisiones del punto previo en unidades de CO₂ con las cifras del IPCC.
- Deducir el carbono almacenado por la producción del producto.
- Expresar datos en unidades funcionales y contabilizar cada contribución por menor que sea, que no se hayan tomado en cuenta previamente.

b. PAS 2060:2010

Lleva el nombre Public Available Specification o PAS, también creada por el BSI y se enfoca más en el control de las emisiones de GEI de las grandes, pequeñas y medianas empresas, busca un cálculo efectivo de la HdC y consigo una serie de estrategias de mejoramiento para la mitigación de las emisiones.

Tiene una serie de desarrollos para sus principios los cuales son:

- Definir los límites a seguir y que estén correctamente documentados
- Debe ser todo con datos de la empresa a la que se le está usando esta metodología, cada una de sus actividades, sino se hace de esta manera se debe justificar por qué no se están usando estos datos y hay que buscar una alternativa para la comparación de los datos.
- Se busca luego reducir la incertidumbre alrededor del cálculo.
- Si se hace el cálculo de datos en base a bases de datos de emisiones, es necesario hacer los cálculos lo más reales y verídicos posibles y deben sacarse de publicaciones aprobadas y nacionales.
- Para la conversión de GEI a CO₂ se deben tomar las cifras IPCC o de otras entidades locales de medio ambiente.
- Solo se toman resultados como toneladas de CO₂.

Se deben llevar a cabo los siguientes pasos a seguir:

- Tener en cuenta la emisión ligada al proceso el cual se desea controlar
- Tomar los pasos anteriores de conversión para el conteo de emisiones.
- Se deben empezar a crear estrategias y planes para la gestión y el compromiso con respecto a la HdC ligada a este proceso. Se debe hacer como cualquier proyecto, con calendarios y objetivos predefinidos para mitigar las emisiones de GEI.
- En este paso ya se crea el proyecto y se empieza a usar para que ayude a mitigar la emisión de HdC establecida.
- Hay que hacer los pasos anteriores para cada emisión generada o detectada.
- Se debe hacer un reporte de cada emisión que se haya tomado en cuenta con cada metodología usada, se pueden mezclar metodologías, esto junto a los proyectos de mitigación usados.

b. Carrot

Otro método de cuantificación de GEI que busca soluciones para la mitigación, esta se creó en 2007 en California, USA. Está compuesta por una herramienta de cálculo del GHG lo cual la hace extremadamente similar ya que usa datos de inventarios controlados y transforma emisiones de CO₂ siempre. La diferencia es que esta funciona como software en línea.

b. Normatividad a nivel mundial

Luego de que se mostrará las diferentes y más comunes formas de medir la huella de carbono en aplicaciones de compañías privadas y sectores públicos, se debe ver la normatividad vigente para estos métodos, se tomará a nivel mundial las más importantes a mencionar, empezando por la normatividad que se tiene en el protocolo de Kyoto.

Protocolo de Kyoto regulación:

Se basa en las metas que tiene la CMNUCC, aunque, teniendo algo que fortalece estos objetivos que son los anexos, que previamente se mencionaron, los cuales toman en cuenta los logros jurídicos e individuales para reducir los GEI. Solo las especificaciones de la CMNUCC que se compartan en el protocolo, ósea, todas aquellas que estén a fin son las que definen qué temas se aprueban o rechazan.

En cuanto a paralelos de especificaciones compartidas se tiene que los párrafos del anexo I de la CMNUCC también aparecen en el anexo B del protocolo de Kyoto, con el cual se reportan las emisiones de GEI y se nota una reducción del 5% con respecto a 1990, gracias a todos los esfuerzos que se han hecho desde 2012.

El PK toma 6 emisiones principales para regular que son:

1. CH₄ o metano
2. CO₂ o Dióxido de carbono
3. NO₂ u Óxido nitroso
4. SF₆ o Hexafluoruro de Azufre
5. HFC o Hidrofluorocarbonos
6. PFC o Perfluorocarbonos

Ya establecidas cuales son las emisiones que toma el PK se pasa a un organismo similar que sería el programa ONU para el medio ambiente:

PNUMA o Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente es el que transmite la información y los temas relacionados al medio ambiente en las Naciones Unidas, ¿Qué es lo que transmiten? Ya que son los encargados de crear estrategias para entornos sostenibles y que con esto se ayude al medio ambiente a nivel mundial, toda esta información y estrategia luego las comunican a cada uno de los países miembros.

La misión que tienen en general es disminuir los índices de GEI hasta un 45% para el 2030 y neutralizar los índices de carbono para el año 2050, todo esto con el fin de frenar el calentamiento global.

Union europea: Por el mismo protocolo de Kyoto surge la European Union Emission Trading Scheme (EU.ETS), que mediante la directiva 2003/87/EC que se modifica por la 2004/101/EC y se crearon para disminuir las emisiones en las industrias que producen altas cantidades de energía, se hace regulación al día de hoy de más de 11000 instalaciones.

La misma comisión europea puso en la mesa una serie de proyectos para el consumo y la producción sostenible (SCP) y para el desarrollo sostenible (SIP), que cuentan con el aval de la CUE con lo que se estipula el 4 de diciembre de 2008. La UE tiene como objetivo “el consumo y la producción sostenible en un entorno de armonización y refuerzo” (Mateus, 2020). Los estudios de la UE buscan o proponen un impuesto al carbono, que, para motivos de datos verídicos, no tienen en cuenta productos importados de fuera de la UE.

b. Red ISO de la 14065 a la 14069

ISO o International Standard Association, es como su nombre lo indica una organización que se encarga de poner normativas y estándares en algunos procesos comerciales en muchas industrias del mundo con excepción del sector eléctrico, con lo cual la ISO 14064 se encarga de apoyar la creación de reportes sobre las emisiones de GEI en compañías y procesos que tienen la posibilidad de mitigar estas emisiones.

En esta red de ISO están:

ISO 14064-1:2012: Brinda un marco para la gestión de los inventarios de los GEI en las organizaciones, incluyendo los requisitos para que los inventarios siempre sean de calidad, la idea es determinar los límites y requisitos para la absorción y cuantificación de las emisiones de los GEI. Detalla también requisitos de los informes a presentar en auditorías y las responsabilidades que debe tener cada organización en la verificación de la veracidad de estos informes.

ISO 14064-2:2012: En este se toma la metodología de mitigación de las emisiones de GEI, creando las estrategias de planeación, ejecución, seguimiento y control, se busca que no entre en conflicto con otras metodologías de mitigación de emisiones.

ISO 14064-3: Es la modificación para que se tengan en cuenta las recomendaciones para un buen procedimiento de las previas modificaciones.

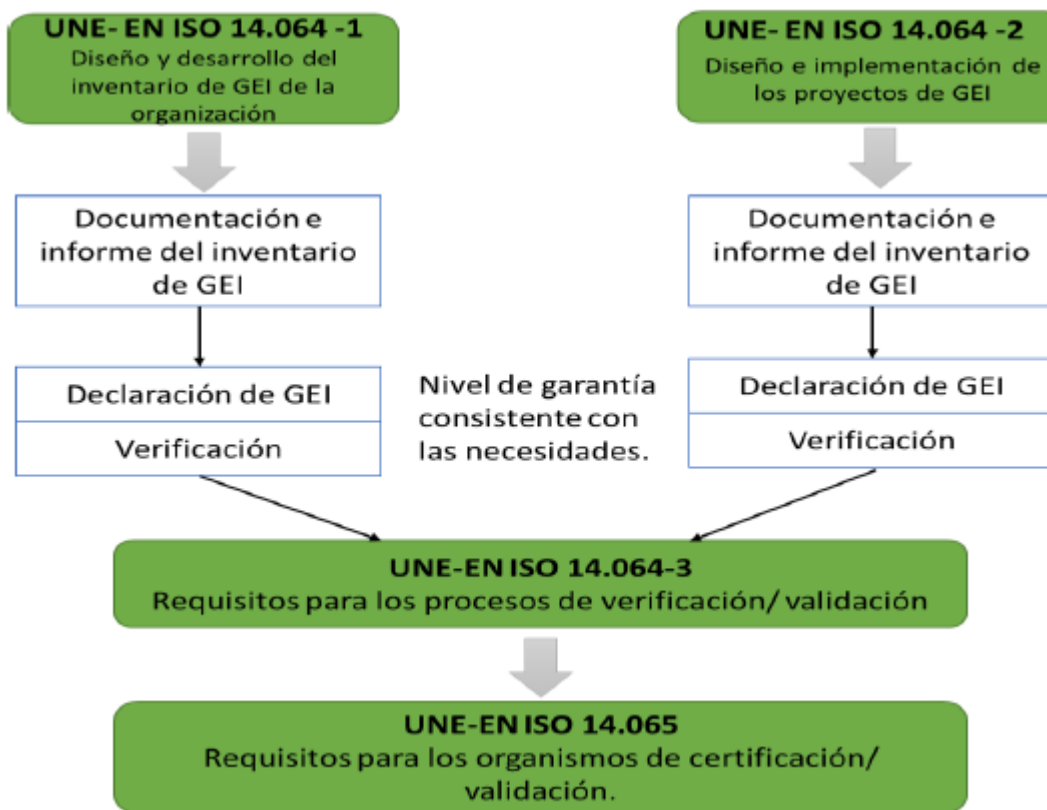
ISO 14069: Es una normativa de la ISO en la que se habla de algunos de los estándares que las compañías deben realizar para hacer efectivo el cálculo de la HdC.

ISO 14064: en general apoya que se creen los reportes sobre las emisiones de GEI que generan las compañías y cómo deben hacer para mitigarlas. Está a su vez cumple con unos principios que son:

- Pertenencia
- Cobertura total
- Coherencia
- Exactitud
- Transparencia

Todas relacionadas a que la información debe ser real, verificable, bien tomada y debe seguir lo establecido siempre.

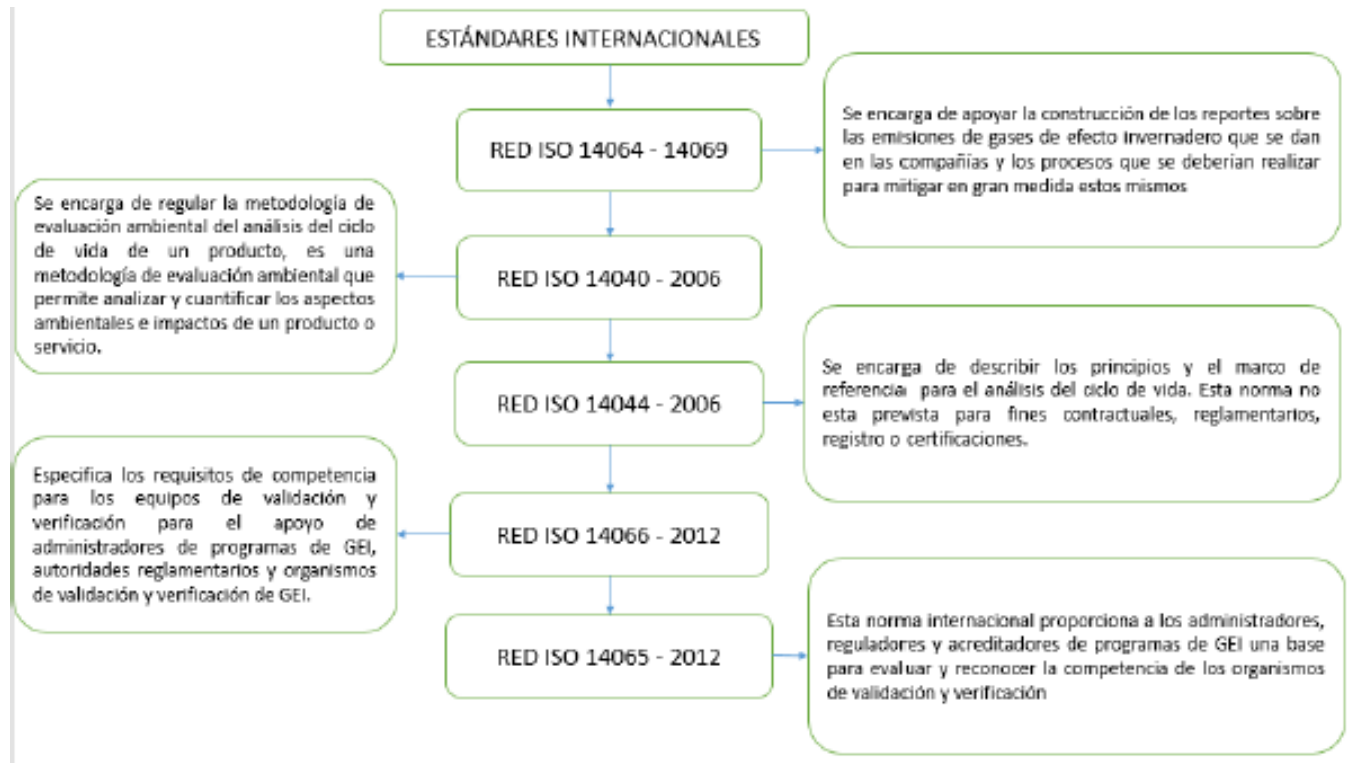
ISO 14065: Busca establecer los organismos que validan y verifican las declaraciones y reportes de GEI, en esta versión se incluyen nuevos términos y algunas definiciones más específicas para la verificación de la información del ámbito ambiental, se amplían requisitos de la iso/IEC 17029 y tiene anexos únicos para la validación y verificación.



Gráfica 11: Cómo funciona la red de normas ISO (Mateus,2020)

La gráfica anterior detalla cómo se relaciona toda la red de ISO, partiendo desde las 064-1 y 064-2 que son las básicas de implementación de proyectos y organización de inventarios, se hace su respectiva recolección de información de emisiones de GEI para luego en ambos procesos verificar la veracidad de las mismas y luego llegar a la 064-3, la cual sería el proceso de validación de esta información que se

buscó verificar en el paso anterior, por último complementar con la 065 las mejores que hagan falta con los nuevos anexos.



Gráfica 12: ISO como estándar

La gráfica anterior es otro ejemplo por tiempos de como se ha relacionado la red ISO y sus modificaciones, habiendo modificaciones más recientes en el 2020 que refuerzan y mejoran los esfuerzos de mitigación acorde a los nuevos estándares internacionales como mitigación de la ONU para el año 2030 y neutralidad al 2050.

3. HUELLA DE CARBONO: CASO COLOMBIA

a. Regulación colombiana

Por parte de la regulación colombiana, está compuesta normalmente por 3 elementos que serían:

- Leyes
- Decretos
- Resoluciones

Para todo tipo de elemento y tema se plantean y luego modifican con los elementos anteriores, la ley de cambio climático se ha venido modificando desde hace tiempo, leyes por la búsqueda de mejorar el medio ambiente, inclusiones en el plan de ordenamiento territorial para la preservación de determinadas zonas, se verán a continuación las leyes más importantes para lo que llevaría a la medición de HdC y su regulación.

Ley 143 de 1994: “por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden autorizaciones y se dictan disposiciones en materia energética, interconexión, transmisión y comercialización de electricidad”

Es de las primeras leyes para el aprovechamiento eficiente y controlado de las fuentes de energía convencionales y no convencionales, establece conceptos fundamentales como la red nacional de interconexión, auto generador y demás elementos afines del ministerio de minas.

Ya que el ministerio de minas es el que está pendiente y a cargo de los recursos para la protección del medio ambiente, la regulación de los productos y las empresas en cuanto a las emisiones de GEI, se diría que es de las primeras leyes relacionadas a la HdC.

Ley 164 del 27 de Octubre de 1994: "Diario Oficial No. 41.575, del 28 de octubre de 1994 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". En esta ley se busca empezar a adoptar temas relacionados a las Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para que así el país empiece seguir muchas estrategias y principios para mitigar el impacto de las emisiones y evitar más daños causados por el cambio climático.

En este punto ya se toma la Huella de Carbono como un concepto a tener en cuenta para Colombia, donde si se desea acoplar a esta convención, se deben empezar los registros para tener un conteo o que se pueda contabilizar las emisiones de GEI, que los movimientos de combustibles o materiales que sean definidos bajo esta convención como peligrosos o dañinos para el ambiente lleven las medidas apropiadas.

Decreto 948 de 1995:

Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

El decreto empieza la regulación, protección y control de la calidad del aire, el control atmosférico y que los contaminantes tanto químicos como físicos también sean regulados, para que así los ciudadanos tengan un desarrollo sostenible. Este decreto define los tipos de contaminantes que están presentes en el aire como el Monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, plomo.

Viendo que estos son contaminantes de segundo grado, se debe tener alta atención ya que le causan daño directo a la capa atmosférica lo cual trae que las emisiones del GEI aumentan.

Ley 388 de 1997:

En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes:

Las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales

El artículo 10 siendo el más importante para esta investigación habla de lo que debe ser la inclusión de los temas que afecten al medio ambiente en los planes de ordenamiento territorial, los elementos que conforman estos temas son:

1. Las regulaciones que impone el sistema nacional ambiental en cuanto a ordenamiento espacial del territorio deben ser tomados en cuenta, como lo sería el uso adecuado del territorio cuando se hace la zonificación y cualquier tipo de regulación sobre el uso que se les da a los suelos cuando se usa para temas ambientales,
2. El manejo que se le debe dar al uso y manejo del medio ambiente y a los recursos naturales renovables, a zonas marinas y costeras, se debe tener en cuenta cualquier otra regulación de las autoridades ambientales, de los distritos de conservación de suelos, tener cuidado con las reservas forestales, parques naturales, cuencas hidrográficas y cualquier tipo de norma, ley, decreto expedidas por autoridades ambientales para las áreas de importancia ecosistémica
3. Las reglamentaciones del funcionamiento de cualquiera área que haga parte de los parques nacionales naturales y las reservas forestales
4. Cualquier tipo de regulación, política, sobre la detección y prevención de amenazas y riesgos naturales, junto a la detección está el señalamiento y

localización de cualquier área que pueda tener algún riesgo para las poblaciones humanas y las precauciones, y cómo manejar las áreas con amenazas

Ley 1523 de 1992:

El desarrollo es sostenible cuando satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de los sistemas ambientales de satisfacer las necesidades futuras e implica tener en cuenta la dimensión económica, social y ambiental del desarrollo. El riesgo de desastre se deriva de procesos de uso y ocupación insostenible del territorio, por tanto, la explotación racional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente constituyen características irreductibles de sostenibilidad ambiental y contribuyen a la gestión del riesgo de desastres

En esta ley se hace refuerzo a algunos de los temas de la ley 388 de 1997 donde se plantea que solo se puede desarrollar como una nación si los temas ambientales se tienen en cuenta, la parte ambiental se verá afectada por el uso que se le da sea en parte económica, social, por lo cual se debe hacer de una manera inteligente para que se dé la renovación de los recursos si es posible o se explote de manera consciente y esto evite desastres naturales o zonas de riesgo para los humanos.

Ley 1715 del 13 de mayo de 2014:

Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. El objetivo de esta ley es el uso de fuentes renovables teniendo en cuenta las áreas que no están interconectadas, con el fin de disminuir

los índices de emisiones de GEI teniendo en cuenta la seguridad energética

De nuevo se ve que el gobierno, más puntualmente el ministerio de minas y energía, que son los que deben hacer que cualquier gasto de recursos se haga de manera consciente y racional, también va de la mano con conceptos no locales o de temas internacionales como son las emisiones de GEI, lo que causa que entidades públicas y privadas se comprometan a buscar implementar estrategias para la mitigación de las emisiones de GEI que estas mismas empresas tenga.

Se busca cuidar la salud humana ya que las emisiones de GEI tienen alta nocividad para el ser humano, por ende, se busca que los productos y los servicios que estas empresas y entidades ofrezcan se ajusten a los caracteres de salud y bienestar que debe tener el ser humano.

Ley 1753 de 2015 - Artículo 175:

Créese el Registro Nacional de Reducción de las Emisiones y Remoción de Gases de Efecto Invernadero (Renare) del cual hará parte el Registro Nacional de Programas y Proyectos de Acciones para la Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal de Colombia (REDD+). Estos serán reglamentados y administrados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para lo cual podrá implementar las soluciones tecnológicas que se requieran para la puesta en funcionamiento de estos Registros.

Hasta este punto en la regulación Colombiana se hace oficial un registro para el cálculo y la mitigación de las emisiones de GEI bajo el nombre de Renare haciendo parte del programa REDD+ y como una gran parte de programas ambientales lo maneja el ministerio de ambiente, el Renare generará los planes y hará la gestión para que se opere con diferentes herramientas tecnológicas del Sistema Nacional de Información Ambiental o SIAC, así como también pueden usar herramientas

públicas o privadas, todo esto con tal de que siempre usen los mejores elementos para el registro.

Para cualquier donación que alguien desee hacer para la mitigación y reducción de las emisiones de GEI deberán pedir el registro que da el ministerio de ambiente, tienen también regulada la parte de los pagos nacionales, deben cumplir las condiciones previstas en el acuerdo de París y la CMNUCC.

Ley 1819 de diciembre de 2016:

Es la encargada de establecer el Impuesto Nacional para el carbono, donde el gobierno ha planteado unas medidas que permitan combatir los efectos del cambio climático tanto para el sector público como para el privado. Colombia se unió a los acuerdos de la Cumbre Internacional de París

Ya que esto tiene núcleo, la idea es que se reduzca la huella de carbono en un 20% para el 2030. El gobierno decide que para que se cumpla esta meta es necesario hacer algunos cambios en el marco legal para buscar esta reducción de las emisiones de GEI, lo cual crea esta ley. La ley busca regular la productividad de las compañías en Colombia con impuestos de carbono, esto busca ser muy bueno para la población ya que busca que se mejore la calidad del aire, la salud ambiental y por ende el bienestar del ser humano.

Decreto 926 del 2017:

Por el cual se modifica el epígrafe de la Parte 5 y se adiciona el Título 5 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria y el Título 11 de la Parte 2 de Libro 2 al Decreto 1076 de 2015 Reglamentado del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, para reglamentar el parágrafo 3 del artículo 221 y el parágrafo 2 del artículo 222 de la Ley 1819 de 2016

El decreto sigue con la idea del impuesto de carbono visto en la ley pasada, por lo que se busca beneficiar a las empresas con el pago de este impuesto como un

incentivo si reducen su huella de carbono, buscando que la empresa sea carbono neutro bajo los parámetros del Ministerio de ambiente, es un compromiso de las empresas reducir sus emisiones y tener control de los combustibles que usa.

Resolución #1962 del 2017: “Por lo cual se expide el límite del indicador de cociente del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de Etanol Anhidro Combustible Desneutralizado y se adoptan otras disposiciones” (Min ambiente, 2017), se busca con esta resolución determinar el cociente que debería corresponder al inventario de las emisiones de GEI de Etanol Anhidro Combustible Desneutralizado, para así evitar el calentamiento global. Es una regulación directa a los productores, empresas y personas que comercialicen este elemento.

Todos los participantes de la producción de este material generan emisiones de GEI por ejemplo combustión en calderas, las mezclas de los químicos, los vehículos que usan, la energía que se usa a la de hacer estos procesos químicos, al tener tanto que ver en su producción con la generación de emisiones y al ser un combustible tiene una mención especial.

Resolución #1447 del 2018: “por la cual se reglamenta el sistema de monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional de que trata el artículo 175 de la ley 1753 de 2015 y se dictan otras disposiciones”. Como es una resolución, se busca modificar algo de una ley pasada, en este caso la ley 1753 de 2015, donde se busca que todos los sistemas de monitoreo, verificación y reporte de los sistemas de mitigación de las emisiones de GEI y cualquier proyecto estén reglamentados y registrados de manera adecuada.

Está dirigida a toda aquella persona que desee crear un proyecto para la mitigación de las emisiones de GEI, se deben tener conceptos claros de las NAMA o Acción de Mitigación Nacionalmente apropiadas o Nationally Appropriate Mitigation Actions, el CO₂, etc....

Sería un control más riguroso a lo que era el programa REDD que son unos de los que están a cargo de estos proyectos de mitigación, junto a buscar cómo deshacerse de manera amable con el planeta de los desechos de carbono y deben saber cómo afectan estos desechos al cambio climático.

Resolución #642 del 2019: “Por la cual se actualiza el factor marginal de emisión de gases de efecto invernadero del Sistema Interconectado Nacional- 2018, para proyectos aplicables al mecanismo de Desarrollo Limpio- MDL”. Con esta resolución se busca actualizar la variable o factor marginal de las emisiones de GEI en el SIN o Sistema de Interconectado Nacional, esta información está en un documento llamado Factores de Emisión del SIN.

Esta resolución fue creada por la UPME o Unidad de Planeación Minero Energética que vela por los índices de emisión, por lo cual se busca que los factores estén correctamente actualizados en el SIN.

Decreto 446 de 2020:

Por el cual se modifica el artículo 2.2.11.1.2 del Capítulo 1 del Título 11 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, y se adiciona un artículo al Capítulo 1 del Título 11 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado con la acreditación de organismos de verificación de reducciones de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero

Es una modificación del artículo 2.2.11.1.2 del decreto 1076 del 2015 que busca que la entidad que valida las emisiones del GEI debe tener una acreditación ONAC (Organismo Nacional de Acreditación Colombiana) o IAF (International Accreditation Forum), también incluye al artículo 2.2.11.14 en el capítulo 1 del mismo decreto, donde toda entidad que esté en el MDL o Mecanismo de Desarrollo Limpio tendría plazo hasta diciembre del 2020 para radicar los documentos necesarios para la validación de la norma ISO 15065.

b. Beneficios de registrar la huella de carbono en Colombia

Como se habló en la ley 1819 de 2019, para dar incentivo a las empresas que registren y busquen mitigar su HdC en proyectos de reducción de emisión de GEI, se introdujeron los llamados bonos de carbono en el mercado colombiano por medio de la Asociación Colombiana de Actores del Mercado de Carbono o ASOCARBONO.

En Julio de 2017 se expidió el decreto 926 que reglamenta la carbono neutralidad, este sería el medio por el cuales las personas que deban hacer el pago del impuesto tuvieran manera de compensar algo del pago de ese impuesto a través de presentar bonos de carbono generados en iniciativas certificadas y reguladas de mitigación de GEI en el marco nacional.

Pero ¿Qué son los bonos de carbono? Son bonos que se emplean en el mercado de carbono, hay 2 tipos de mercados de carbono que es de cumplimiento regulado para empresas y gobiernos y los voluntarios, también se les encuentra como Certificados de Emisión Reducida (CER) que es equivalente a una tonelada métrica de dióxido de carbono. Ya que cada país tiene cuotas de GEI, al sobrepasar ese límite, puede hacer una compensación por ese exceso comprando bonos de carbono a países que tengan menos contaminación.

La práctica de comprar bonos de carbono como compensación no se ve solamente a nivel de interacción entre países sino a nivel de empresas, ya que si una empresa tiene o está creando un proyecto de disminución de emisiones de CO₂ de manera voluntaria y desea vender la cuota de emisiones una empresa que debe reducir sus gases contaminantes tal en otro país, puede hacerlo sin problema por medio de los bonos de carbono.

El mercado de bonos de carbono consiste en la compra y venta de certificados de reducción de emisiones (CERS), montos asignados anualmente o reducción de

emisiones. Los emisores de cada mercado hacen un esfuerzo legal pero voluntario para que se cumplan los compromisos de GEI que se plantean cada año en los mercados de Carbono.

Todo aquel miembro que tengan las emisiones por debajo de lo pactado, ósea que haya cumplido y superado la meta de emisión de GEI con creces tendrá un extra para poder comerciar en el sistema de mercado de bonos, mientras que los que no hayan logrado reducir sus emisiones de manera significativa deben y están obligados a comprar contratos llamado instrumentos de financiamiento de carbono, todo este mercado se maneja de manera similar a las acciones, bursátil.

Volviendo al mercado de carbono en Colombia, en el segundo semestre del año 2017 y sólo durante los siguientes 6 meses, se podían hacer compensaciones pagando con bonos de carbono para proyectos que venían del extranjero. Ya en 2018 esto cambió y solo se puede hacer esa compensación con bonos de carbono en proyectos nacionales.

El valor del impuesto que se debe pagar es en 15000 por cada tonelada de carbono o Ton CO₂e, esto se puede ver en una tabla de equivalencia que está en la ley 1819 de 2016 y tiene un aumento anual IPC más un punto porcentual, en 2021 fue de 17660 por cada Ton CO₂.

Artículo 222:

El Impuesto al Carbono tendrá una tarifa específica considerando el factor de emisión de dióxido de carbono (CO₂) para cada combustible determinado, expresado en unidad de volumen (kilogramo de CO₂) por unidad energética (Terajoules) de acuerdo con el volumen o peso del combustible. La tarifa corresponderá a quince mil pesos (\$15.000) por tonelada de CO₂ y los valores de la tarifa por unidad de combustible serán los siguientes

Combustible fósil	Unidad	Tarifa/unidad
Gas Natural	Metro cúbico	\$ 29
Gas Licuado de Petróleo	Galón	\$ 95
Gasolina	Galón	\$ 135
Kerosene y Jet Fuel	Galón	\$ 148
ACPM	Galón	\$ 152
Fuel Oil	Galón	\$ 177

Tabla 3: tarifas ley 1819 de 2016

La gráfica anterior es la tabla de conversión dependiendo del tipo de combustible que haya generado la emisión, así se puso en la ley 1819 de 2016.

El mercado de comercio de emisiones aún falta por tener un uso e implementación correcta en el país, a pesar de ser introducido en el 2018 en la ley 1931 está en veremos. Funciona por cap and trade donde el ministerio de ambiente defina cada año un número para los cupos de emisiones, esto es equivalente a las toneladas de CO₂, por lo cual se deben cumplir algunos factores como lo es que la meta sea de carácter nacional.

Por esto las empresas buscan disminuir sus emisiones, están teniendo que pagar un impuesto por sus operaciones y se puede subsanar un poco con los bonos de carbono, pero la idea es pagar 0 o no pagar más este impuesto, por lo cual, la meta de muchas empresas es llegar a ser carbono neutro para tener eficiencia económica con respecto a los gastos de desechar sus residuos.

c. Carbono neutro

El tema de la carbono neutralidad está ligado a las metas de mitigación de carbono que se ponen en el protocolo de Kyoto en el año 2050, donde como se ha mencionado previamente se busca que las emisiones sean 0 o lo más cercano a este número. Esta se da cuando la industria de ese país, las empresas, ciudades e individuos y sus actividades son proporcionales a la captura de carbono.

Ya que el ser humano que en sus últimos años ha creado toneladas de CO₂, que es el que más daño le causa a la atmósfera y, por ende, aumenta las emisiones de GEI, con el constante aumento de la temperatura por sobre los niveles naturales, se debió buscar una solución para empezar la mitigación, carbono neutro, pero ¿cómo es en Colombia?

En abril de 2021 el ministerio de ambiente lanzó la estrategia “Colombia Carbono Neutral”, es un programa que busca fortalecer y reforzar las organizaciones públicas y privadas que buscan la mitigación de la huella de carbono. Se desarrolló con base en la meta de reducir las emisiones para el 2030, las empresas participantes que buscan ser carbono neutro son Ecopetrol, Bavaria, Grupo Éxito, Nestlé, Bancolombia, Grupo Isa, Grupo Nutresa, Postobón. Este plan tiene 3 líneas de acción que son:

- Colombia Cero Emisiones donde se busca que al trabajar con las empresas y entidades del sector público y privados
- La segunda es el Sistema Nacional que es el trabajo junto a las organizaciones ambientales o SINA que hacen el trabajo de cuantificación, aprobación.
- La última es con los ciudadanos y es concientizarlos de que también aportan a la reducción de las emisiones de GEI con el programa Mi Huella de Carbono.

Los beneficios de este programa según el ministerio de ambiente sería un sello denominado NDC – Carbono Neutral donde se tendrán acompañamientos del ministerio de ambiente para la gestión y el cálculo de la HdC, también acompañamiento en la gestión de la meta de carbono neutralidad, reconocimientos en medios de comunicación y reconocimientos anuales, así como acompañamiento en el aprovechamiento de incentivos tributarios ambientales.

d. Como certificarse en neutralidad de carbono internacionalmente:

Se hace la certificación por medio de PAS 2060, es la especificación reconocida a nivel internacional sobre neutralidad en carbono y está basada en la norma sobre el medio ambiente PAS 2050. Pone requisitos de cuantificación, veracidad, reducción y compensación de las emisiones de GEI de muchas empresas, productos y servicios.

PAS 2060 muestra unas ventajas específicas por ser carbono neutro como lo son:

- Muestra el compromiso hacia la descarbonización y busca compensar por los impactos restantes de la HdC.
- Mejorar las credenciales verdes como compromiso anual.
- Permite destacarse con credenciales verdes.
- Contribuye a las metas nacionales y globales de mitigación de HdC



Gráfica 14: reconocimiento Carbon trust PAS 2060

La imagen anterior es el reconocimiento y como se diferenciaría una marca normal de una carbono neutro, pueden ponerla en sus empresas, eventos y productos.

e. Certificación de carbono neutro en Colombia

El organismo encargado de dar la certificación de carbono neutro es el Icontec y lo hace teniendo en cuenta que este certificado es un concepto que mezcla la implementación de estrategias para disminuir las emisiones de GEI de dicha empresa y la manera de compensar las emisiones residuales, lo cual les da una compensación al lograr un resultado neto de 0 emisiones de GEI.

La certificación es vigente durante 3 años y tiene un proceso cíclico de otorgamiento, seguimiento y renovación, las etapas para la certificación son:

- En caso de ser una organización se debe realizar la cuantificación y el reporte del inventario de las emisiones de GEI reguladas con la ISO 14064-1
- Si es un producto se debe cuantificar y hacer un reporte de HdC de ese producto que está regulado bajo la ISO 14067, PAS 2050, Product Life Cycle Accounting y Reporting Standard, u otras normas de declaración ambiental

- Se debe verificar de una tercera parte de lo que se cuantificó en empresa o producto y del reporte de inventario de GEI o HdC, depende de a que se le esté certificando.
- Se debe definir el plan de gestión de la cuantificación de GEI o HdC.
- Se hace una compensación del año base según la política o plan de gestión
- Se implementa la política o plan de gestión o manejo, las acciones que se realicen van de la mano con un plan de monitoreo que permita una correcta, precisa y verídica medición de los resultados.
- Se presenta un documento con toda la información necesario donde se explique cómo se llegó a ser carbono neutro



Gráfica 15: Certificación de carbono neutro del Icontec

La imagen anterior es como se ve el certificado de carbono neutro que da el Icontec, en este caso a la marca Nosotras, la cual es una de las muchas en Colombia que tiene esta certificación de carbono neutro

En Colombia ya hay empresas que cumplen la meta de ser carbono neutro como lo es Nosotras, el formato de Carulla Fresh Market, algunos oleoductos, así como otros que van en ese camino como alpina.

- Nosotras: Este proceso se hizo principalmente en la planta de Rionegro, ellos hicieron este proceso para obtener su certificación por 8 meses y cuentan que tuvieron varias etapas que fueron:
 1. Midieron las emisiones de GEI, donde miraron cuál era su huella de carbono
 2. Luego de eso el Icontec realizó el proceso de verificación
 3. Después se hizo la implementación de las acciones para la mitigación donde el enfoque principal es la reducción del consumo de energía con procesos de uso eficiente de energía.

- Carulla: Certifico sus 21 tiendas fresh market como tiendas con carbono 0, obteniendo la compensación del sistema BanCO2, la manera en la que lo lograron fue con una serie de actividades en sus lugares como un sistema de energía renovable con paneles solares y múltiples granjas solares, están en Carulla SmartMarket, Carulla Fresh Market Oviedo y 140 lo cual reduce alrededor de 100 toneladas de CO2 anualmente.

- Sistema de refrigeración natural: Los sistemas de refrigeración de los mayores causantes de emisiones de GEI, en el grupo Éxito buscaron cambiar a un sistema más ameno con el medio ambiente el cual “reduce al mínimo el potencial de contribución al calentamiento global, la emisión de gases efecto invernadero y el impacto a la capa de ozono” (Barona Geraldine, La república, 2022)

- Oleoductos llanos orientales y Bicentenario (Ecopetrol): Lo primero que hicieron para tener estas certificaciones empezaron inventariando e identificando las fuentes de emisiones de GEI en su operación, el cual fue expresado en toneladas de CO2 y lo certifico Ruby Canyon Environmental. Ambos oleoductos emitían alrededor de 18600 toneladas de CO2 cada año, y lo que más generaba estas emisiones eran las operaciones de bombeo y

transporte. Lo siguiente fue comprar 18600 bonos de carbono a Biofix que tienen proyectos de conservación y mitigación en el territorio colombiano.

En Colombia por suerte se han unido muchas empresas para que la meta de mitigación de emisiones de GEI sea una realidad, ya sea por su compromiso social o por beneficio económico, algunas de estas empresas y marcas son también:

- Tosh
- MASIVO DE OCCIDENTE S.A.S – MDO
- RÉDITOS EMPRESARIALES S.A
- El grupo Holcim
- Constructora Contex
- MinEnergia
- BBVA

Y otras que están trabajando en esta certificación como lo son:

- Alpina
- Alquileria
- Bavaria

Conclusiones

Para concluir, es de suma importancia resaltar el recorrido histórico que se ha aunado a través de los años para luchar en pro de conservar y mejorar el mundo en que vivimos, puesto que los gases de efecto invernadero amenazan la continuidad de la vida humana, por tal motivo, dar a conocer este recorrido es vital, dado que nos permite retomar un camino enfocado a incentivar el trabajo arduo que se requiere para disminuir la huella de carbono que cada uno de nosotros (tanto individual como colectivamente) contribuimos con el paso de los días.

Si bien hay muchos métodos de medición de huella de carbono, dependiendo el enfoque que se quiera dar, si es corporativo para medir los procesos o algo más para el bien común, como el que usan los ministerios, pero esto no está sin nada más que una dura regulación por parte de organismos internacionales y luego a su vez organismos nacionales. Parece ser que los métodos de medición cumplen una función en relación con las necesidades del emisor que solicita la medición, por eso muchas veces no se usa el método que mejor funciona para la industria o situación específica sino el que mejores resultados brindará, es decir, que los resultados que brindan estas mediciones no buscan demostrar el panorama real de emisiones sino el mejor panorama de la industria sin tomar en cuenta otras variables. Esto con el fin de lograr alcanzar los incentivos gubernamentales, la posible solución se encuentra en la necesidad de llegar a un acuerdo de los factores mínimos que debe tener en cuenta la HdC para que se puedan realizar mediciones periódicas y así evaluar los protocolos que tienen las diversas industrias y tomar decisiones, o tener consecuencias, si no están funcionando.

Por estas razones, este trabajo pretende dar un primer paso a la reivindicación y la aproximación de resarcir una deuda histórica que tenemos como humanidad con el medio ambiente y que tienen las empresas con sus emisiones previas a su certificación de carbono neutro, es decir, nuestra deuda con el planeta, lugar en el que ofrece la vida y nos aleja de perecer en un mundo condenado a la contaminación, de manera que este paso debe estar enfocado especialmente a que las grandes empresas que son las principales responsables de una huella de

carbono masiva y asuman un compromiso de una disminución no solo parcial para obtener incentivos de índole monetario, sino un compromiso real que esté comprometido no solo con una certificación como carbono neutro, sino a resarcir y darle un poco más de tiempo al hogar en el que vivimos, el futuro del mundo se encuentra en nuestras manos, el futuro es hoy, el mañana es incierto, en especial, para que futuras generaciones puedan conocer y valorar esta riqueza infinita que poseemos nosotros como país (Colombia), tan diverso y rico en fauna y flora.

Referencias

- MinAmbiente (2020, Causas del cambio climático, Ministerio de Ambiente.
- Spencer Weart, 2021, The Discovery of Global Warming, History AIP.
- Espindola C, Valderrama J, 2012, Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas, La Serena, Chile, Informacion Tecnologica Vol 23.
- UCSUSA, 2022, Each Country's Share of CO2 Emissions, Union of Concerned Scientists.
- UNFCCC, SF, ¿Qué es el Protocolo de Kyoto?
- UNFCCC, SF, Registry Systems under the Kyoto Protocol
- Frohman, 2013, Cálculo y etiquetado de la huella de carbono, Cepal.
- Grennsummun, SF, Compensación de CO2
- Portafolio, 2021, Retos y beneficios de ser una empresa carbono neutro, Portafolio.
- Icontec, SF, Certificación de Carbono Neutro – Guía de neutralidad ICONTEC.
- Nosotras, 2021, Buenas noticias: ¡Ahora somos carbono neutro!, Nosotras Online.
- Portafolio, 2022, Dos oleoductos en Colombia, con certificación de carbono neutro, Portafolio.
- Barona, 2022, Formato Carulla FreshMarket ganó certificación Carbono Neutro que entrega Icontec, La República.
- Rincon, D, 2020, ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA A UTILIZAR PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL USO DE LAS TIC EN COLOMBIA. (Trabajo de grado), Universidad Santo Tomas, Bogotá Colombia.