

# ANÁLISIS DEL IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE DE LOS GASES EFECTO INVERNADERO GENERADOS POR EL SECTOR TRANSPORTE

ANALYSIS OF THE IMPACT IN THE ENVIRONMENT OF THE GREENHOUSE EFFECTS GAS GENERATED BY THE TRANSPORT SECTOR

Ferney Vargas Ibarra  
[Ferneyvargas06@hotmail.com](mailto:Ferneyvargas06@hotmail.com)

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Especialización en Gerencia de Logística Integral 2018

## Resumen

En el presente artículo se realizó una revisión de la literatura sobre los efectos ocasionados en el medio ambiente por el uso de combustibles fósiles en el sector transporte, los cuales son responsable en gran medida de lo hoy se conoce como gases efecto invernadero. Se hizo un breve repaso de la situación a nivel mundial, nacional y regional, partiendo de definiciones generales hasta llegar a conceptos claves tales como: medio ambiente, huella de carbono, efecto invernadero, calentamiento global, entre otras. La consulta se hizo utilizando bases de datos de la universidad Santiago de Cali y en páginas web de entidades oficiales debidamente acreditadas, que permitieron obtener datos confiables para hacer una descripción real de la situación planteada en el documento final, donde se observa la evolución de la problemática de los gases efecto invernadero como resultado de las operaciones logísticas y la aparición de nuevos conceptos que deben considerar las futuras generaciones para mitigar el impacto y compensar el daño ocasionado al medio ambiente por causa de la industrialización y consumo desmedido de los recursos naturales. Finalmente, se mencionan algunos casos de éxito en la ciudad de Cali con los principales operadores logísticos del país, cuyo esfuerzo va encaminado por un lado a disminuir los indicadores de contaminación y por otro a fomentar el uso de fuentes limpias alternativas para la generación de energías limpias, que les permitan operar vehículos de transporte de mercancías de manera eficiente, responsable y ambientalmente amigable, con lo cual se busca disminuir poco a poco la dependencia de combustibles fósiles y sus derivados.

Palabras Clave: Logística, Logística verde, Logística inversa, huella de Carbono, Gases Efecto Invernadero.

## *Abstract*

In the present article a review of the literature on the effects caused to the environment by the use of fossil fuels in the transport sector was carried out, which are largely responsible for what is now known as greenhouse gases. A brief review was made of the situation at a global, national and regional level, starting from general definitions until reaching key concepts such as: environment, carbon footprint, greenhouse effect, global warming, among others. The query was made using databases from the Santiago de Cali University and official web pages duly accredited, which allowed obtaining reliable data to make a real description of the situation raised in the final document, where the evolution of the problems of greenhouse gases as a result of logistics operations and the emergence of new concepts that future generations must consider to mitigate the impact and compensate for the damage caused to the environment due to industrialization and excessive consumption of natural resources. Finally, some success stories are mentioned in the city of Cali with the main logistics operators of the country, whose effort is aimed on the one hand to reduce pollution indicators and on the other to encourage the use of alternative clean sources for the generation of energy clean, that allow them to operate vehicles to transport goods in an efficient, responsible and environmentally friendly way, which seeks to reduce little by little the dependence on fossil fuels and their derivatives.

Keywords: Logistics, Green logistics, Reverse logistics, Carbon Footprint, Greenhouse Gas.

## INTRODUCCIÓN

La humanidad, actualmente se encuentra atravesando un periodo trascendental que marcará la historia de la civilización tal como la conocemos, ¿Es capaz el hombre de evolucionar a la par con la conservación del medio ambiente o tenderá a desaparecer debido al inapropiado e incluso egoísta uso de los recursos naturales disponibles? Durante los dos últimos siglos, el impacto que se ha causado al planeta es enorme y algunas de las principales consecuencias son: aumento del nivel del agua de mar que para el año 2010 fue de 19 cm y de acuerdo a expertos puede alcanzar para el año 2100 entre 30 y 120 cm, incremento promedio de la temperatura de la superficie del planeta en 1,1 grados Celsius, reducción de las capas de hielo en Groenlandia y la Antártida en cerca de 400 millones de toneladas por año desde 1993 hasta 2016, disminución de la capa de nieve, aumento de la acidez de las aguas del océano desde el comienzo de la revolución industrial en 30%, cambios en las condiciones para la producción de alimentos y aumento en los índices de mortalidad debido a grandes inundaciones, sequías prolongadas y olas de calor intenso (NASA, s.f.).

En la tabla No 1 se observan datos correspondientes a emisión de los principales gases contaminantes efecto invernadero. Se evidencia por un lado, que las emisiones se han incrementado desde la era preindustrial debido principalmente a la intervención del hombre en procesos agrícolas, industriales, transporte y generación de energía. Por ejemplo, la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) pasó de 400.1 partes por millón (ppm) en el año 2015 a 403.3 (ppm) en 2016 y en el año 2017 se registraron 405.5 partículas por millón. (WMO, 2018).

**Tabla 1. Datos sobre Gases Efecto Invernadero en el Mundo.**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Concentración global año 2017	405.5 ± 0.1 ppm	1859 ± 2 ppb	329.9 ± 0.1 ppb
Comparación año 1750 (era preindustrial)	146%	257%	122%
Incremento Absoluto 2016 – 2017	2.2 ppm	7 ppb	0.9 ppb
Incremento Porcentual 2016 – 2017	0.55%	0.38%	0.27%
Incremento promedio últimos 10 años	2.24 ppm	6.9 ppb	0.93 ppb

**Fuente:** Adaptado de World Meteorological Organization 2018

En el último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático – IPCC publicado en el mes de octubre del año 2018, se indicó que la raza humana es el principal causante del calentamiento global desde la década de los años 50 debido a los procesos industriales en los distintos sectores económicos y es prioritario eliminar el empleo de combustibles fósiles en los próximos 30 años para disminuir las consecuencias a corto, mediano y largo plazo. Dicho cambio, hace referencia a la variación global del clima en la tierra y es ocasionado por causas naturales, no obstante la intervención del hombre produce igualmente fluctuaciones en parámetros climáticos como: temperatura, precipitaciones, nubosidad, entre otras, que afectan los ecosistemas de manera directa y alteran las condiciones naturales del medio ambiente. El término “efecto invernadero” se refiere a la retención del calor producido por el sol en la atmósfera del planeta, sin dicho calor la vida no sería posible como se conoce, debido a que la superficie del planeta sería demasiado caliente. Los gases que ocasionan este fenómeno se encuentran en forma natural en concentraciones que no perjudican los seres vivos, sin embargo, muchos gases también están ligados a las actividades industriales y especialmente al sector transporte donde interviene el ser humano, dichas actividades incrementan la concentración de los compuestos en la atmósfera de la tierra (Iglińska & Babiak, 2017).

A continuación, el artículo abordará de manera general el medio ambiente, la huella de carbono y su medición, posteriormente se hará mención al medio ambiente de Colombia y particularmente la condición del medio ambiente actual de la ciudad de Cali en el departamento del Valle del Cauca y finalmente se nombran algunos casos de éxito en relación a disminución y mitigación de contaminación del sector transporte en dicha ciudad, identificando para cada caso los diferentes términos asociados que permitan tener mayor claridad conceptual sobre el tema.

## 1. EL MEDIO AMBIENTE

### Definición e importancia

La International Organization for Standardization (ISO) define el medio ambiente como el “Entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones” (ISO, 2015).

Tomando como referencia esta definición y partiendo del hecho que los procesos logísticos se encuentran inmersos en las operaciones de cualquier organización, se puede concluir que el impacto de todas aquellas interacciones dependerá de cada empresa en particular. No obstante, en muchos casos la ejecución de estas actividades se traduce en contaminación o disminución de la cantidad y calidad de los recursos naturales. Por tal motivo, resulta de suma importancia abordar el tema de contaminación a causa del sector transporte y las consecuencias que sobre el planeta deja la utilización de combustibles fósiles para la generación de energía. (Espinosa, Cadena, & Behrentz, 2019).

Para organizaciones mundiales como World Wildlife Fund (WWF) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la relación hombre y medio ambiente es bastante contradictoria, pues el crecimiento y desarrollo de la humanidad se logra en gran medida por la utilización de recursos naturales que genera un gran impacto en los ecosistemas. No obstante, el único país que no reconoce los efectos ocasionados al planeta son los Estados Unidos de Norte América, quien en varias ocasiones ha anunciado su intención de abandonar los pactos globales en pro de mitigar los daños producidos al planeta a pesar que es el segundo país más contaminantes (Zhang, Chao, Zheng, & Huang, 2017). Esta situación es ocasionada por diferentes factores macroeconómicos, que buscan obtener resultados positivos en la balanza comercial aumentando los ingresos a expensas de los recursos naturales para cumplir con obligaciones económicas, desconociendo la importancia del medio ambiente y las consecuencias ocasionadas por el deterioro del mismo (Aller, Ductor, & Herrerías, 2015).

En un artículo publicado en medio electrónico, la revista Portafolio afirmó “en documento, el Banco Interamericano de Desarrollo señala la importancia de modificar la logística del transporte en las ciudades latinoamericanas basado en una infraestructura inteligente y el desarrollo sostenible” (Vargas Nuñez, 2012). Este desarrollo permite avanzar de la mano con la conservación del medio ambiente buscando el equilibrio entre las necesidades de la sociedad en materia de desarrollo y la sostenibilidad del medio ambiente. En la actualidad el transporte de mercancías en las distintas modalidades (aéreas, marítimas, terrestres, férreas, entre otros) requiere el uso de combustibles fósiles para el funcionamiento y paradójicamente pese al desarrollo de nuevas fuentes de energía renovables el petróleo, el carbón, el gas natural y el gas licuado del petróleo ocupan el 80% de la demanda total, generando un alto costo económico y ambiental, debido al impacto negativo que se produce por la alteración del efecto invernadero, la lluvia ácida, conflictos bélicos, desequilibrio y tensiones sociales, que se ocasionan por el uso de estos medios de transporte en muchos casos subsidiados por los mismos países afectados (Sovacool, 2017).

El calentamiento global asociado al cambio climático y su estrecha relación con las economías de los países alrededor del mundo, han tomado actualmente tanta relevancia que incluso el premio Nobel de economía para el año 2018 fue otorgado a dos profesores estadounidenses William D. Nordhaus y Paul M. Romer, quienes desde la década de los años 70 desarrollaron un profundo análisis al interior de las organizaciones, el primero teniendo en cuenta el medio ambiente dentro de los análisis económicos y el segundo considerando el factor económico integrado con innovaciones tecnológicas y su repercusión en el cambio climático (Martin C & Martin F, 2018). El modelo Nordhaus, se utiliza para observar las consecuencias de las intervenciones de las políticas climáticas con las economías de los países y cómo estas evolucionan conjuntamente. Mientras que Romer, asegura que las economías basadas en nuevas ideas e innovación perduran en el tiempo y deben ser apalancadas con políticas públicas que fomenten la investigación y desarrollo (The Nobel Prize, 2018).

Adicionalmente, muchos de los países más desarrollados y especialmente del continente europeo, hacen grandes esfuerzos e inversiones económicas en proyectos que tienen como objetivo lograr el mayor aprovechamiento de la energía eólica, hidráulica, biomasa, geotérmica marina y la energía solar, como fuentes generadoras de energía limpia, eficiente y amigable con el medio ambiente (Child, Bogdanov, & Breyer, 2018). Dichas iniciativas son de gran importancia, pues los gases tóxicos que se depositan en la superficie de la atmósfera producto de la intervención y actividad humana son los responsables de lo que hoy se conoce como efecto invernadero y tienen como consecuencia el calentamiento global (Chen, Zhi-Hong, Wei-Lin, & LI, 2018).

Pese a lo anterior y teniendo en cuenta la afectación en el medio ambiente, actualmente se hacen grandes esfuerzos globales para lograr compensar y recuperar las condiciones en áreas que por décadas han sido arrasadas como resultado de la intervención del hombre y los procesos productivos donde necesariamente se involucran movimientos y transportes de mercancías como lo son: gestión de proveedores, gestión de operaciones internas, logística y logística inversa (Sarkis, 2014).

Por todo lo anterior, expertos en 50 países alrededor del mundo se dieron a la tarea de clasificar las razones por las cuales cerca de un millón de especies animales y plantas actualmente se encuentran en peligro de extinción, pues la tasa de desaparición es de diez a cientos de veces más alta que la tasa promedio en los últimos 10 millones de años y los números demuestran que sigue en aumento. En el informe final se concluye que hay cinco razones principales que han ocasionado este desequilibrio: Cambios en el uso del suelo y el mar, explotación directa de organismos, cambio climático, contaminación y por último las especies exóticas invasoras. Dichos factores son causa directa de la intervención humana que paso en los últimos 50 años de 3700 millones a cerca de 7600 millones de habitantes con las consecuencias que obviamente se derivan y la única manera de parar la tendencia es cambiando todos los aspectos de nuestras interacciones con la naturaleza (ONU, 2019).

## Legislación Mundial

A continuación se mencionan de manera cronológica los diferentes tratados y convenios firmados por las naciones en pro de la conservación y mitigación de los efectos ocasionados en el medio ambiente a causa de la intervención del hombre.

- Declaración de Estocolmo 1972
- Carta Mundial de la naturaleza 1982
- Convenciones de las naciones unidas sobre el cambio climático 1992
- Protocolo de Kioto 1997
- Objetivos del milenio 2000
- Cumbre de la tierra 2012
- Cumbre de Paris 2015

El objetivo más importante de la cumbre celebrada en Paris en la cual se reunieron 195 países es: reducir y mitigar las emisiones de gases efecto invernadero para que la temperatura del planeta se incremente en máximo 2 grados centígrados no obstante, el planeta agradecería que la temperatura no supere un incremento de 1,5 grados. Para ello los países más desarrollados se comprometen a hacer una inversión anual de \$100,000 millones de dólares desde el año 2020 y hasta el año 2025 para mitigar y adoptar tecnologías limpias alrededor del mundo (Tobin, Schmidt, Tosun, & Burns, 2018).

El medio ambiente del planeta es especialmente susceptible de sufrir cambios y de hecho el ser humano es responsable en gran medida de estos. En ese sentido a continuación se mencionan algunos términos que se relacionan con el tema y que sirven de base para entender la problemática planteada en el presente documento:

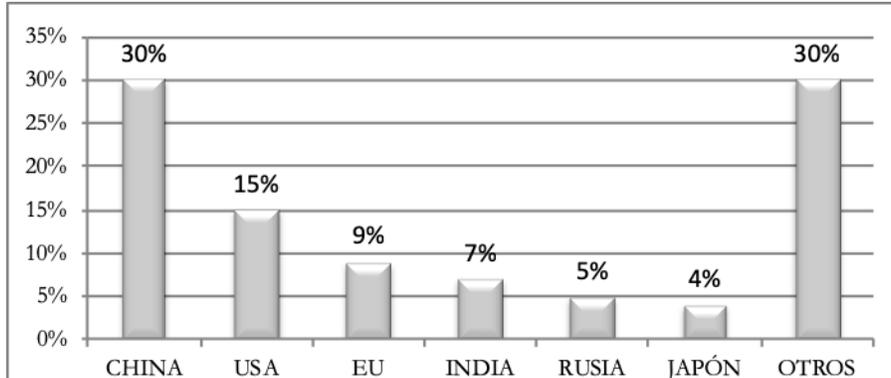
**Gases Efecto Invernadero** El término hace referencia aquellos gases que naturalmente se encuentran en la atmósfera del planeta y se relacionan de manera directa con el aumento de la temperatura del mismo, debido a su capacidad para absorber la radiación infrarroja proveniente de la superficie terrestre producto de los rayos del sol. Estos gases pueden permanecer en la superficie del planeta por años e incluso décadas. Todas las actividades del hombre derivadas de la era industrial, producen este tipo de gases y es debido a esta intervención que la temperatura del planeta se ve afectada e incluso se calculó un incremento de 0,9 grados Celsius sobre la media del siglo XX (MINAMBIENTE, 2015)

**Calentamiento Global** Es el incremento de la temperatura del planeta tierra que se genera por la emisión de gases contaminantes a la atmosfera que provocan un fenómeno denominado efecto invernadero y que de acuerdo a datos internacionales del IPCC, viene en aumento año a año si se compara con el periodo comprendido entre 1976 y 2005 periodo que ha sido adoptado por los expertos como el clima de referencia para hacer comparativos (Duque Escobar, 2018).

En el grafico No 1 se enumeran los primeros 10 países con mayor emisión de gases efecto invernadero en el planeta

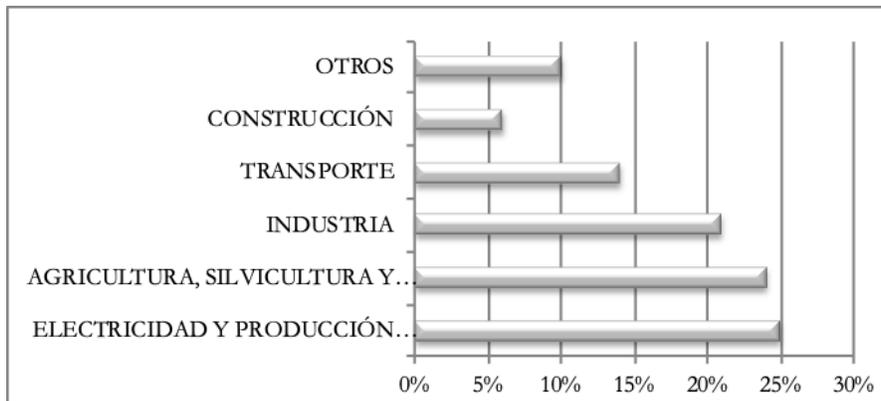
donde se puede observar que las grandes potencias debido a su alto grado de industrialización y producción son además quienes más contaminan, China conocida como la fábrica del mundo encabeza el listado y genera más del 30% de los gases efecto invernadero, seguida por Estados Unidos con 15% y la comunidad europea con cerca del 9 %. Lo más preocupante es que a pesar que se está desarrollando nuevas tecnologías de bajo consumo, dicha contaminación ira en aumento debido a la demanda en sectores industriales de energía eléctrica y transporte principalmente. (Oleg, y otros, 2018).

**Grafico No 1. Emisión de dióxido de carbono por país año 2017**



Fuente: Información adaptada de United States Enviroment Protection Agency 2017El grafico No 2, corresponde a datos publicados por United States Enviromental Protection Agency (EPA), donde se observa que para el año 2017 el sector transporte ligado directamente al movimiento de mercancías y personas fue responsable del 14 % de las emisiones de gases efecto invernadero provenientes de la quema de combustibles fósiles. No obstante se espera que el año 2018 las emisiones alcancen un nuevo record y se prevé un incremento de más de 2 puntos porcentuales con respecto al año anterior. Es por esa razón que la logística juega un papel preponderante en el tema medio ambiental y debe responder a las exigencias del entorno para disminuir su impacto negativo (United States Environmental Protection Agency, 2017).

**Grafico No 2. Emisión de gases efecto invernadero por sectores año 2017**



Fuente: Información adaptada de United States Enviroment Protection Agency 2017.

Un claro ejemplo de lo que está ocurriendo en el mundo es que en el año 2017 los Estados Unidos de Norte América supero todos los records relacionados con cambios climáticos según la agencia mundial de noticias Inter Press Servic. Quien en su informe sobre el tema publicado en New York indico que dicho año puede ser incluso el segundo año más cálido de los últimos 138 años (Levin, 2018).

Para el año 2017, el dióxido de carbono (CO2) alcanzo una concentración de 405,5 partes por millón lo que representó un 146% por encima del nivel presentado antes del año 1750 lo que lo convirtió en el principal gas de efecto invernadero debido a su larga duración en la atmosfera. En segundo lugar se encuentra el gas metano (CH4) del cual se puede decir que 40% de este es emitido a la atmósfera de forma natural y el restante 60 % proviene de actividades humanas en 2017 se contabilizo 1859 partes por cada millón, que equivale a 257 % con respecto comparado con etapas previas a la industrialización. El tercer lugar lo ocupó el óxido nitroso (N2O) que en el año 2017 alcanzó 329,9 partes por cada millón, es decir, un 122 % de su nivel en la era preindustrial. Este gas además destruye la capa de ozono (OMM, 2018).

Colombia ocupa el quinto lugar entre los países de Latinoamérica y Caribe, de acuerdo a datos oficiales publicados por el Instituto de Hidrología, Metrología y Estudios Ambientales - IDEAM, el estudio indica que el país pasó de generar 0,37% en el año 2012 hasta 0,42% para el año 2016 de las emisiones equivalentes mundiales relacionadas con gases de efecto invernadero. Departamentos con Caquetá, Meta y Antioquia son los mayores contaminantes debido principalmente a sectores económicos tales como: forestal, agropecuario y manufacturero respectivamente (IDEAM, INVEMAR, IIAP e IAvH, 2017).

A partir de esta realidad, la cadena de suministro de bienes y servicios desde el sector transporte como estrategia para mitigar y compensar los daños ocasionados al medio ambiente. Diseña, implementa y controla los flujos de materiales e insumos durante todo el proceso de fabricación y distribución llegando incluso a la disposición final de los mismos. A continuación algunos conceptos claves:

**Logística verde** El término logística verde o Green logistic por su nombre en inglés, hace referencia a la transformación e interacción integral de las estrategias del proceso logístico, las estructuras y todos los sistemas de apoyo que intervienen en las empresas o organizaciones. Y de esa manera conseguir procesos de logística ambientalmente racionales y un uso eficaz de los recursos. El término logística verde es muy utilizado en la actualidad, sin embargo desde la década de los años 50 y 60 se han realizado estudios de los efectos del transporte de mercancías en el medio ambiente (Mckinnon, Browne, Piecyk, & Whiteing, 2015).

**Logística inversa** hace referencia a los procesos de planear, ejecutar y controlar el flujo de materiales y productos terminados. Con el propósito de retornarlos desde el punto final hasta el punto de inicio u origen. Es decir, son las devoluciones de bienes que por motivos de calidad, rotación, mercado, entre otras. Hacen los clientes a instalaciones del proveedor y tiene como objeto fidelizar y cumplir compromisos comerciales para dar disposición final de los mismos (Sangwan, 2017).

De acuerdo a Iglesias López (2018). Algunos de los objetivos que se buscan con la implementación de la logística inversa en las compañías son: maximizar el valor agregado de los productos y materiales que regresan a la organización, minimizar los costos del retorno, minimizar el impacto negativo al medio ambiente, aumentar el servicio al cliente, fidelización de clientes, entre otros. Según sea el caso y dependiendo del papel que juegue la logística inversa dentro de la organización, la estrategia se puede orientar al mercado, al medio ambiente o a la recuperación de la mayor cantidad de componentes para disminuir costos de producción.

**Economía Circular** Básicamente se trata de una estrategia que busca disminuir o eliminar la entrada y la producción de residuos vírgenes en todas las etapas de transformación para optimizar los recursos y para alcanzar procesos sostenibles, amigables y responsables con el medio ambiente que se traduce en comunidades, ciudades y sociedades con sistemas circulares sostenibles. Más allá de la degradación en términos de cantidad y calidad de los materiales debido a la circulación de los mismos, resulta de suma importancia pensar de esta manera teniendo en cuenta que las ciudades para el año 2050 albergaran dos tercios de la población mundial que a su vez generan el 70% de los gases contaminantes de efecto invernadero (Petit - Boix & Leipold, 2018).

**Indicadores de Eco Eficiencia** La Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico ESCAP, define el término eco eficiencia como un elemento de suma importancia y cuyo objetivo es promover cambios en la manera en la cual se transforman y se consumen los recursos naturales en la actualidad. Además se trata de una filosofía que hace parte fundamental del desarrollo que atiende las necesidades de la actualidad para disminuir las consecuencias ambientales futuras que producen los sistemas productivos sin que ello afecte la competitividad, crecimiento y desarrollo de los países u organizaciones (United Nations Escap, 2009).

El concepto de eco eficiencia se remonta a la década de los años 70, no obstante dos décadas después fue definido por Shalteger y Sturm (1990, p.273). Como “la ligación entre actividades empresariales y el desarrollo sostenible, englobando tanto el desempeño económico como el ecológico”. Algunos puntos que deben tener en cuenta las empresas u organizaciones para lograr sostenibilidad y mejores resultados son: apoyarse en las iniciativas existentes; unir los aspectos de eco-eficiencia y de eco-justicia utilizando indicadores integrados transversales, sistémicos y combinados; abordar la sostenibilidad como una herramienta clave en el mercado. (Azcárate Llanes, Fernández Chulián, & Carrasco Fenech, 2015).

## 2. HUELLA DE CARBONO

De acuerdo a la Comisión Económica para América Latina CEPAL, se denomina “Huella de Carbono” a la marca que dejan sobre el planeta todas las actividades cotidianas propias del ser humano, esta marca se debe medir para contabilizar las unidades de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, que son liberadas a la atmósfera (Frohmann, 2013). En otras palabras, la huella de carbono hace referencia al impacto que se provoca en el medio ambiente de manera directa o indirecta por las personas, organizaciones o productos y se determina según la cantidad de gases de efecto invernadero producidas. Dichos gases afectan de manera directa el sistema climático natural y producen lo que se conoce como calentamiento global. Por ello, en la actualidad, cada consumidor debe en un proceso consciente tomar decisiones sobre el impacto que genera la utilización de productos previamente sometidos a procesos de fabricación (Qingchen & Aiqing, 2018). Por tal motivo, las nuevas agendas y estrategias corporativas deben considerar al momento de planificar y tomar decisiones del mercado, un nuevo concepto denominado: la balanza comercial de emisiones, que consiste en medir las emisiones generadas por el proceso de todas las compras realizadas para su gestión comercial, comparadas con las ventas de bienes o servicios efectuadas desde su organización. Lo que indica que la responsabilidad de un consumidor será más alta en la medida que compre más de lo que realmente requiera (Pichler, y otros, 2017). La huella de carbono dependiendo del origen de sus emisiones se puede clasificar en tres categorías:

**Huella de Carbono de una organización:** Es un indicador que mide la totalidad de gases efecto invernadero emitidos de forma directa o indirecta ocasionado por el desarrollo normal de una organización; los datos de este indicador son claves para que las empresas identifiquen sus propias debilidades, amenazas y riesgos asociados al cambio climático y para que entiendan cómo sus actividades productivas causan efecto en el medio ambiente.

**Huella de Carbono de un producto:** Se trata de un indicador que registra los gases efecto invernadero generados durante todo el ciclo de vida de un producto e involucra incluso al proveedor, pasando por los procesos de fabricación y distribución, llegando incluso a disposición final del bien después de su uso (Ottelin, Heinonen, & Junnila, 2018).

**Huella de carbono en el sector transporte:** Sin lugar a dudas, la logística y especialmente el proceso de transporte tienen relación directa con la actividad económica y el impacto de este proceso sobre la salud humana, el medio ambiente y el cambio climático es innegable y guarda estrecha relación con la elección del combustible utilizado. El petróleo por ejemplo libera 50% más de dióxido de carbono que el gas natural, no obstante en la actualidad existen fuentes y combustibles alternativos limpios, como la electricidad, que pueden constituir opciones viables frente al uso de gasolina y el diésel. Sin embargo su utilización no es masiva debido en parte al elevado costo de los equipos por tratarse de tecnologías nuevas y en desarrollo (The World Bank, s.f.).

Debido a que la sociedad moderna demanda una alta y variada oferta de medios de transporte y movilidad, pues más del 50% de la población mundial se ha desplazado o están radicados en ciudades que ocupan tan solo el 1% de la superficie del planeta, consumen más del 75% de la energía y producen el 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Resulta sumamente importante medir y cuantificar el impacto del sector transporte en la contaminación global que se ocasiona por los desplazamientos de personas y mercancías (Tysmagazine, 2016).

### Medición de la Huella de Carbono

La medición de la huella de carbono le permite a las empresas y a todos los actores involucrados que la conforman no sólo saber qué tanto dióxido de carbono CO<sub>2</sub> está emitiendo y generando al medio ambiente con sus procesos, sino que adicionalmente también sirve de soporte para tomar conciencia de la importancia que representa mitigar el impacto de la huella de carbono hasta el punto de neutralizar y compensar al medio ambiente por sus emisiones (Sustainable Business Network, 2015).

Adicionalmente, a partir de la transformación en la manera como operan y administran sus recursos, las compañías pueden experimentar grandes beneficios como por ejemplo: fortalecer la reputación corporativa, mejoramiento de su imagen frente a clientes e inversionistas, la incursión a nuevos mercados internacionales en los que para ingresar deben cumplir regulaciones y normativas enmarcadas en el campo ambiental, contar con indicadores de eco eficiencia, atraer consumidores interesados por productos sostenibles, generar valor agregado a través de un servicio o producto y, entre muchos otros. Las consecuencias que se aprecian hoy en el deterioro del medio ambiente son resultado del mal manejo de los recursos, desconocimiento e incluso falta de interés que por décadas las empresas han mostrado por el planeta. “El cambio climático es el efecto final de pisadas de carbono grandes. El cambio climático ya está ocurriendo y el consenso científico nos dice que antes de 2050 debemos luchar por reducir emisiones de gases de greenhouse gas mundiales en al menos 50 por ciento para evitar las peores consecuencias” (Parul; & Uma, 2016).

En Colombia el transporte de carga y los diferentes operadores logísticos son responsable del 85% de las emisiones de carbono y ocupan el primer lugar en consumo de energía con un 41% de la demanda total, razón por la cual es el área en la cual las empresas deben realizar los mayores esfuerzos para controlar los daños sobre el ecosistema aumentando el consumo de gas natural vehicular como fuente de energía limpia que permitan al país cumplir con los compromisos de reducción de emisiones pactados en el acuerdo de París (Zonológica, 2017).

Para efectos de medición de la huella de carbono, la organización internacional de normalización ISO ha definido algunos pasos básicos que se deben tener en cuenta: 1. Recopilación de datos iniciales de emisiones generadas y definir límites de la organización, 2. Definir alcances de dichas emisiones, 3. Elegir un año base para realizar comparación de datos obtenidos, 4. Proponer mejoras a la situación actual. Por ultimo en el paso 5. Realizar los cálculos respectivos (ISO, s.f.).

### 3. MEDIO AMBIENTE NACIONAL

Colombia aporta 0,42% de las emisiones gases efecto invernadero a nivel mundial y el propósito es convertirse en el año 2050 en país carbono neutral, en la cumbre celebrada en París se adquirió el compromiso de lograr disminuir 20% de las emisiones para el año 2030 con políticas claras para sectores agropecuario, energía, transporte y la industria en general. Con la meta puesta en el año 2050 el gobierno nacional aprobó la Ley 1819 del año 2016 con la cual se creó un impuesto amparado con el decreto 926 del 1 de junio del año 2017, llamado también “impuesto al Carbono”. Entre otros aspectos se busca la disminución progresiva de las emisiones de gases efecto invernadero derivados de la utilización de combustibles fósiles y en su actividad económica (MINAMBIENTE, 2017).

No obstante, Colombia no tiene políticas regulatorias claras para el desarrollo e inversión en nuevas tecnologías según el presidente mundial de Enel (compañía Italiana productora y comercializadora de energía eléctrica y gas) Francesco Starace en Colombia todavía no hay la forma regulatoria que establece un mercado de energía a largo plazo, como sí lo hay en Chile y Perú (VARGAS, 2016).

Colombia, le apuesta a disminuir las emisiones de Gases Efecto Invernadero - GEI e idear nuevas alternativas para reemplazar la dependencia de electricidad y combustibles fósiles. Resulta importante mencionar que es posible alcanzar una economía creciente apoyada en políticas climáticas claras en sectores como el transporte y la energía. Para ello se encuentra en etapa de implementación desde el año 2011 el Plan Colombiano de Desarrollo Bajo en Carbono que busca identificar e implementar las medidas apropiadas en el sector industrial para impulsar el crecimiento económico a largo plazo por medio de oportunidades de financiamiento internacional, y nuevas tecnologías (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017).

Debido a la contaminación del aire, algunas ciudades del país como Bogotá y Medellín han declarado alertas naranja y amarilla en distintas oportunidades durante el año 2019 para prevenir daños en la salud e incluso se estudia la posibilidad de crear un nuevo impuesto para retribuir la afectación al planeta. La problemática es generada principalmente por los sectores industriales y transporte. “De acuerdo a la ex viceministra del medio ambiente Soto, A. el sector del transporte emite el mismo porcentaje de GEI que la industria y afectan cerca de 6000 personas al año, de los cuales 1100 son niños” (Baena Jaramillo, 2014).

Ahora bien, en relación a la industria y a su grado de responsabilidad en torno al tema ecológico. Todas las empresas apuntan y están haciendo enormes esfuerzos para disminuir el impacto de sus procesos. Pero durante décadas, los residuos generados en producción y transporte no fueron medidos ni cuantificados de forma adecuada y estos se acumularon haciendo un daño irremediable entre otros, en la capa de ozono. Para citar un ejemplo; de los procesos que afectan de manera directa el medio ambiente. Se puede mencionar la logística quien se encarga en principio de planear, implementar y controlar correctamente el flujo de materias, inventario y productos de una organización u empresa. Sin embargo la logística va más allá, pues este proceso está directamente relacionado con transporte de bienes o servicios y por ende está ligado al consumo de hidrocarburos para el desplazamiento de sus vehículos. Es decir que, la logística se debe pensar no solo al interior de la industrial sino todo lo contrario, tiene que considerarse el entorno y el impacto de su gestión en el medio ambiente (Saldarriaga, 2017).

En ciudades principales como Bogotá, Medellín y Cali se realizan pruebas con vehículos que funcionan a partir de gas natural vehicular con energía eléctrica o energía solar en lugar de combustibles fósiles diésel para disminuir la emisión de gases contaminantes y mejorar las condiciones de vida individual y colectiva. No obstante, el panorama por departamentos indica que Antioquia, Meta, Caquetá, Valle del Cauca y Santander son quienes emiten mayor cantidad de

gases efecto invernadero acumulado por los sectores forestal, agropecuario, transportes, industria, minas y energía. (Correa, 2016).

#### 4. MEDIO AMBIENTE REGIONAL

De acuerdo a datos oficiales, la antigüedad del parque automotor en la ciudad de Cali se incrementó desde el año 2005 y en consecuencia la emisión anual de óxido de nitrógeno aumento hasta llegar prácticamente a 24 toneladas año que se suman a los 2,5 millones de toneladas equivalentes de dióxido de carbono anuales generadas por cerca de 700,000 vehículos de los cuales 220,000 son motocicletas y 480,000 son carros. Sin embargo y a pesar de estas cifras, la ciudad disfruta de uno de los mejores aires a nivel nacional según los registros obtenidos por las nueve estaciones de monitoreo. Esto debido principalmente a factores climatológicos privilegiados propios de la región que favorecen la dispersión de dichos gases y al trabajo mancomunado de los diferentes actores del sector privado y público (DAGMA, s.f.).

“Son pocos los trabajos sobre emisiones de gases a nivel regional para actividades agrícolas, por lo cual, el objetivo de este documento es estimar dinámicamente los GEI y huella de carbono producto de la ganadería bovina en el departamento del Valle del Cauca” (Molina Benavides, Sánchez Guerrero, Campos Gaona, Stanislao Atzori, & Morales, 2016).

En la tabla No2 se observan datos del parque automotor y contaminación registrados en la ciudad de Santiago de cali – Colombia registrados oficialmente para el periodo 2010 – 2017. Donde se evidencia un aumento de vehículos automotores que esta directamente relacionado con la emision de gases contaminantes.

**Tabla 2. Datos Vehículos y contaminación del aire en Cali.**

AÑO	VEHÍCULOS MOTORIZADOS (CARROS + MOTOS)	EMISIÓN GASES EFECTO INVERNADERO PER CAPITA (tCO <sub>2</sub> e)
2010	348.066	1,58
2011	391.327	1,58
2012	438.769	1,59
2013	484.119	1,59
2014	526.339	1,66
2015	567.353	1,65
2016	601.794	1,65
2017	630.478	

**Fuente:** Adaptado de (Cali en Cifras - DAPM, 2017)

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC y el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente DAGMA son pioneros a nivel nacional en planes de mitigación de gases efecto invernadero, ambas se encargan de hacer monitoreo permanente a la ciudad y a las empresas para tener control permanente. De acuerdo a datos obtenidos por los 9 sensores con los cuales hoy cuenta la ciudad, los caleños producen 2 toneladas métricas per cápita de CO<sub>2</sub> cada año. Mientras que a nivel nacional es de 3,7 y en Latinoamérica el dato es de 2.1 toneladas por año (Arman, Dmitrii, Larissa, & Christian, 2019). Según datos de Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente PNUMA, América Latina es responsable del 10% de las emisiones mundiales de gases efecto invernadero y el ranking de la región lo lideran Brasil, México, Argentina, Venezuela, Chile y Colombia (ONU, 2018).

#### Casos de éxito

El sector transporte es responsable del 52% de la huella de carbono total en la ciudad de Cali, principalmente por el consumo de ACPM (62% de las emisiones del sector), seguido por el consumo de gasolina (35%) y en menor proporción (3%) el consumo del gas natural.

Por ese motivo, la ciudad de Cali le apunta a un sistema de transporte limpio que le permita mantener el privilegio de ser la ciudad con mejor calidad de aire en Colombia y busca alternativas de movilidad a partir de vehículos eléctricos, además de generación de energías amigables con el medio ambiente.

La logística y el sector transporte, básicamente los operadores de carga terrestre están haciendo grandes esfuerzos para reducir la emisión de gases para destacarse y obtener reconocimiento y ventaja competitiva no solo en la región, sino a

nivel nacional e internacional (Valenzuela, Espinosa, Virgüez, & Behrentz, 2017).

Para citar algunos ejemplos de empresas y modelos de responsabilidad social empresarial para el cuidado y protección del medio ambiente, se pueden mencionar las siguientes empresas.

- Coordinadora y su programa - Movimiento Azul que responde a la necesidad de trabajar en beneficio del medio ambiente desde el año 2005, se enfoca en 7 pilares a saber: Cuidado del uso del agua, Cuidado del aire, Reciclando Llantas, Manejando Responsablemente los residuos peligrosos, Implementando nuevas estaciones de servicio biodiesel (B10), Disminución niveles de contaminación; Reciclando papel (Coordinadora, s.f.).
- Transportadora Comercial Colombia TCC y sus estrategias enmarcadas en - Logística Sostenible, este operador logístico con gran trayectoria en el mercado nacional promueve desde el interior de la organización diferentes estrategias que involucran todos los eslabones de la organización para lograr un uso racional de los medios de transporte a su disposición con iniciativas tales como: promover el uso de bicicletas para desplazamientos cortos, montacargas y vehículos eléctricos o convertidos a gas, adquisición de vehículos de inyección electrónica, utilización de aceite sintético, remolques amigables con el medio ambiente, capacitación de sus conductores entre otras. Con estas iniciativas la compañía logro disminuir 20,35% las emisiones de CO2 para el periodo 2010/2016 (TCC, s.f.).
- Servientrega, después de implementar distintas estrategias corporativas, la compañía logro disminuir 31% las emisiones generadas por la flota propia administrada directamente por la empresa. Desde el año 2012, la empresa tiene un proyecto para compensar la huella de carbono que la operación genera en el medio ambiente. Se trata de un ambicioso proyecto de reforestación de las regiones donde los resultados de la medición han sido negativos (Servientrega, s.f.).
- Deutsche Post, Correo Alemán DHL, y su programa mundial - Go Green plantea para antes del año 2050 reducir a cero todas las emisiones relacionadas con las operaciones logísticas. Aumentando la eficiencia de carbono 50%, Mejorar la vida de las personas en hogares y sitios de trabajo, 70 % de las entregas “última milla” en bicicletas o vehículos eléctricos, 50% de las ventas deben incluir soluciones ecológicas. , Certificación del 80% de los empleados como especialistas Go Green y plantar a nivel mundial 1'000,000 árboles por año con la participación de toda la organización. Son algunas de las estrategias encaminadas a reducir las emisiones y mitigar los efectos contaminantes de su operación (DHL, s.f.).

Finalmente, y de acuerdo al boletín No 2 del DAGMA correspondiente al mes de julio del año 2016. La ciudad actualmente cuenta con un programa empresarial para hacer acompañamiento en diseño e implementación de esquemas de asistencia técnica y verificación de huella de carbono organización. Y durante su primera etapa 40 empresas se inscribieron de manera voluntaria de las cuales 36 recibieron reconocimiento al grupo pionero por este programa piloto en el país. La segunda etapa otorgara la certificación Greenhouse Gas - GHG PROTOCOL y por ultimo las empresas que cumplan con la compensación ambiental y verifiquen la neutralidad recibirán la certificación organizacional Carbono Neutro (DAGMA, 2016).

## CONCLUSIONES

- Como responsable de los movimientos de mercancías a lo largo de todo el mundo, la operación logística tiene la responsabilidad de disminuir la emisión de gases contaminantes para reducir la huella carbono incorporando políticas de estado a los avances tecnológicos con el objetivo de alcanzar ventajas competitivas de cara al cliente final y al medio ambiente.
- El sector transporte, genera más del 14 % de los gases efecto invernadero alrededor del mundo de los cuales 75% equivale a transporte terrestre, por tal motivo es prioritario migrar a fuentes limpias de energía y medios de transporte alternativos para disminuir su incidencia.
- La cadena de suministro y especialmente el sector transporte debe considerar la utilización de fuentes energéticas limpias y medios de transporte amigables con el medio ambiente como una prioridad para alcanzar la meta de reducción de emisiones contaminantes.
- Se prevén daños duraderos e irreversibles para el año 2030 en todo el planeta, si la tendencia del calentamiento global continúa. Por ejemplo, aumento de los niveles del mar, daños en ecosistemas, disminución del hielo marino en el ártico, entre otros. Es preciso implementar cambios rápidos y de alcance global, en modelos de generación de energía y modelos económicos para limitar el calentamiento incluso por debajo de 1,5 grados centígrados.
- Colombia presenta bajos niveles de emisiones de gases efecto invernadero y busca disminuirlos aún más con la implementación del decreto 926 del año 2017 cuya finalidad es incentivar la reducción y reglamentar el procedimiento para certificar ser carbono neutro.
- El desarrollo de los países y el progreso de la humanidad deben considerar tres aspectos a saber: social, ambiental y económico. Estos aspectos deben estar alineados con el propósito de diseñar estrategias encaminadas en la sostenibilidad y el correcto aprovechamiento de los recursos naturales.
- Los compromisos antes que de países o mandatarios, entorno a la recuperación y compensación al planeta por la constante malversación de los recursos naturales y la contaminación ocasionada por los procesos industriales y logísticos deben partir desde cada individuo porque la sumatoria de esfuerzos redundara en resultados a mediano plazo que el medio ambiente requiere de manera urgente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aller, C., Ductor, L., & Herrerías, M. (2015). The world trade network and the environment. *Energy Economics*, 55 - 68.
- Arman, A., Dmitrii, B., Larissa, B., & Christian, B. (2019). Analysing the feasibility of powering the Americas with renewable energy and inter-regional grid interconnections by 2030. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 187 - 205.
- Azcárate Llanes, F., Fernández Chulián, M., & Carrasco Fenech, F. (2015). Memorias de sostenibilidad e indicadores integrados: análisis exploratorio sobre características definitorias. Una reflexión crítica. *innovar journal*, 86.
- Baena Jaramillo, M. P. (16 de Julio de 2014). Empresarios, los nuevos ambientalistas. *El Espectador*, págs. <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/empresarios-los-nuevos-ambientalistas-articulo-504868>.
- Cali en Cifras - DAPM. (30 de 08 de 2017). *Sistema de Indicadores Sociales*. Obtenido de <http://www.cali.gov.co>
- Chen, S., Zhi-Hong, J., Wei-Lin, C., & LI, L. (2018). Changes in temperature extremes over China under 1.5 C and 2 C globalwarming targets. *Advances in Climate Change Research*, 120 - 129.
- Child, M., Bogdanov, D., & Breyer, C. (2018). The role of storage technologies for the transition to a 100% renewable energy sistem in Europe. *Energy Procedia*, 44 - 60.
- Coordinadora. (s.f.). *Coordinadora*. Obtenido de <http://www.coordinadora.com/movimiento-azul/>
- Correa, P. (03 de Noviembre de 2016). En 20 años Colombia aumentó en un 15% sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero. *El Espectador*, pág. 1.
- DAGMA. (2016). *Cali Carbono Neutro - Informativo Ambiental*. Cali.
- DAGMA. (s.f.). *DAGMA*. Obtenido de <http://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/129774/informe-de-gestion-dagma-2016/>
- DHL. (s.f.). *DHL*. Obtenido de <https://www.logistics.dhl/co-es/home/nuestras-divisiones/transporte-de-envios/experiencia-especial/gogreen-solutions.html>
- Duque Escobar, G. (2018). *Calentamiento global en Colombia*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia - Museo Interactivo Samoga.
- EPA. (19 de 1 de 2017). *Emissions global greenhouse gas emissions data Country*. Obtenido de <https://www.epa.gov>
- Espinosa, M., Cadena, A., & Behrentz, E. (2019). Challenges in greenhouse gas mitigation in developing countries: A casestudy of the Colombian transport sector. *Energy Policy*, 11-122.
- Frohmann, A. (2013). *Cálculo y etiquetado de la huella de carbono*. Buenos Aires: Cepal.
- IDEAM, INVEMAR, IIAP e IAvH. (2017). *Informe del Estado del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 2016*. Bogotá.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEÍA. (2017). *Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático*. Bogotá: Punto aparte.
- Iglesias López, A. (2018). *Manual de Logística Inversa*. Madrid: Esic.
- Iglińska, H., & Babiak, M. (2017). Analysis of the potential of autonomous vehicles in reducing the emissions of greenhouse gases in road transport. *Procedia Engineering*, 353 – 358.
- ISO. (s.f.). *ISO 14064-1*. Obtenido de <https://www.iso.org>

- Levin, K. (06 de Enero de 2018). *2017 Was a Year of Record-Breaking Climate Events*. Obtenido de <http://www.ipsnews.net>
- Martin C, H., & Martin F, Q. (2018). Intertemporal Distribution, Sufficiency, and the Social Cost of Carbon. *Ecological Economics*, 520 - 535.
- Mckinnon, A., Browne, M., Piecyk, M., & Whiteing, A. (2015). *Green Logistics*. Londres: Kogan Page.
- MINAMBIENTE. (2015). *Sistema de Información Ambiental de Colombia*. Obtenido de <http://www.siac.gov.co/climaticogei>
- MINAMBIENTE. (2017). *MINAMBIENTE*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/decreto-926-de-2017>
- Molina Benavides, R. A., Sánchez Guerrero, H., Campos Gaona, R., Stanislaw Atzori, A., & Morales, J. D. (2016). Dynamic estimation of greenhouse gas emissions from bovine livestock of Valle del Cauca, Colombia. *bdigital*, 1.
- NASA. (s.f.). *Global Climate Change*. Obtenido de <https://climate.nasa.gov/evidence/>
- Oleg, L., FENG, X.-Z., GAO, J., LI, J.-F., LIU, Q., & TENG, F. & -L. (2018). Multi-model comparison of CO2 emissions peaking in China: Lessons from CEMF01 study. *Advances in Climate Change Research* 9, 1 - 15.
- OMM. (20 de 11 de 2018). *Los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanzan un nuevo récord*. Obtenido de <https://public.wmo.int>
- ONU. (21 de 08 de 2018). *Países de América Latina apuestan por la transparencia en la acción climática*. Obtenido de <https://www.unenvironment.org>
- ONU. (06 de Mayo de 2019). *Las cinco cosas que hemos hecho para poner a un millón de especies en peligro de extinción*. Obtenido de <https://news.un.org>
- Ottelin, J., Heinonen, J., & Junnila, S. (2018). Carbon and material footprints of a welfare state: Why and how governments should enhance green investments. *Environmental Science and Policy*, 1-10.
- Parul; , S., & Uma, M. (2016). Carbon footprinting: a tool for environmental management. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 1.
- Petit - Boix, A., & Leipold, S. (2018). Circular economy in cities: Reviewing how environmental research. *Journal of Cleaner Production*, 1270 -1281.
- Pichler, P.-P., Zwickel, T., Chavez, A., Kretschmer, T., Seddon, J., & Weisz, H. (2017). Reducing Urban Greenhouse Gas Footprints. *Scientific Reports*, 1.
- Qingchen, C., & Aiqing, F. (2018). Scientific basis of climate change and its response. *Global Energy Interconnection*, 420 - 427.
- Saldarriaga, D. L. (2017). *Diseño, Optimización y Gerencia de Centros de Distribución*. Bogotá: Zona Logística.
- Sangwan, K. S. (2017). Key activities, decision variables and performance indicators of reverse. *The 24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering*, 257 - 262.
- Sarkis, J. (2014). *Green Supply Chain Management*. New York: Momentum Press.
- Servientrega. (s.f.). *Servientrega*. Obtenido de <https://www.servientrega.com/wps/portal/Colombia/personas/noticias-promociones/noticias/mas-arboles-servientrega>
- Sovacool, B. (2017). Reviewing, Reforming, and Rethinking Global Energy Subsidies: Towards a Political Economy Research Agenda. *Ecological Economics*, 150 - 163.
- Sustainable Business Network. (10 de Noviembre de 2015). *Sustainable Business Network*. Obtenido de <https://sustainable.org.nz/sustainable-business-news/what-is-a-carbon-footprint-and-how-can-you-measure-it/>
- TCC. (s.f.). *TCC*. Obtenido de <https://www.tcc.com.co/logistica/quitale-peso-al-planeta/nuestras-iniciativas->

ambientales/logistica-sostenible/

The Nobel Prize. (08 de Octubre de 2018). *The Nobel Prize*. Obtenido de <https://www.nobelprize.org/prizes/economics/2018/press-release/>

The World Bank. (s.f.). *The World Bank*. Obtenido de <https://data.worldbank.org/indicator/EN.CO2.TRAN.ZS>

Tobin, P., Schmidt, N., Tosun, J., & Burns, C. (2018). Mapping states' Paris climate pledges: Analysing targets and groups at COP 21. *Global Environmental Change*, 11-21.

Tysmagazine. (03 de Julio de 2016). *Tysmagazine*. Obtenido de <http://www.tysmagazine.com/impacto-del-transporte-publico-medio-ambiente/>

United Nations Escap. (2009). *United Nations Escap*. Obtenido de <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/785eco.pdf>

Valenzuela, M., Espinosa, M., Virgüez, E., & Behrentz, E. (2017). Uncertainty of greenhouse gas emission models: A case in Colombia's transport sector. *Transportation Research Procedia*, 4606 - 4622.

Vargas Nuñez, P. M. (04 de Abril de 2012). Transporte inteligente para el desarrollo. Bogotá, Colombia.

VARGAS, P. (2016). Enel quiere invertir 700 millones de euros en el país, pero con otras condiciones. *Portafolio*, 1.

WMO. (22 de Noviembre de 2018). Obtenido de World Meteorological Organization: <https://library.wmo.int>

Zhang, Y.-X., Chao, Q.-C., Zheng, Q.-H., & Huang, L. (2017). The withdrawal of the U.S. from the Paris Agreement and its impact on global climate change governance. *Avances in Climate Change Research* 8, 213 - 219.

Zonalogística. (02 de Diciembre de 2017). "Colombia le debe apostar al gas como alternativa de combustible limpio para vehículos". Obtenido de <https://www.zonalogistica.com>