

ECO-EFICIENCIA DEL TRANSPORTE DE CARGA TERRESTRE DE LA REGIÓN NORTEAMÉRICA EN EL COMERCIO INTERNACIONAL

América I. Zamora Torres, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Diana Areli Mora Zimbrón, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

RESUMEN

Esta investigación tiene por objetivo la cuantificación y análisis de la huella de carbono como indicador para determinar la eficiencia ecológica (eco-eficiencia) en el autotransporte de carga internacional mexicano, en relación con los principales destinos de importación y exportación mexicanos, es decir, Estados Unidos y Canadá. Lo anterior mediante la utilización del evaluador de emisiones GEI (Gas de Efecto Invernadero) de Quantis en su versión Scope 3 con series de datos correspondientes al periodo 2003-2011. Una vez calculada la huella de carbono de México, Estados Unidos y Canadá se realiza una comparación de las emisiones directas e indirectas generadas durante el periodo por los tres países, resultando que México y Canadá son generadores en mayor porcentaje de emisiones indirectas, sin restar importancia a las emisiones directas generadas, mientras que en Estados Unidos del total de las emisiones generadas por el sector de estudio, el 80.62% se refiere a emisiones generadas de manera directa por las unidades operativas del sector. Se concluye con alternativas de solución para la mitigación de emisiones.

PALABRAS CLAVE: Autotransporte Carga, Huella de Carbono y Comercio Internacional

ECO-EFFICIENCY OF THE ROAD FREIGHT TRANSPORT OF THE REGION NORTH AMERICA IN THE INTERNATIONAL TRADE

ABSTRACT

This research aims at quantifying and analyzing carbon footprint as an indicator of eco-efficiency in the Mexican international road freight transport industry. We compare Mexican efficiency to the United States and Canada. This evaluation is done using GHG emissions (Greenhouse Gas) of Quantis in its Scope 3 version. We examine data series for the period 2003-2011. The carbon footprint of Mexico, USA and Canada was calculated and then a comparative evaluation of the emissions was performed for each of the 3 countries. The results show that Mexico and Canada generate a higher percentage of indirect emissions, without downplaying direct emissions generated. In the US the total emissions from the sector study (80.62%) refers to emissions generated directly by operating units of the sector. It concludes with alternative solutions to mitigate emissions.

JEL: F18, L99, 057, Q01, Q27

KEYWORDS: Road Freight Transport, Carbon Footprint, International Trade

INTRODUCCIÓN

El comercio de bienes y servicios a nivel mundial se maneja de acuerdo a diferentes variables en cada país, de manera general existen algunos aspectos influyentes en el comercio internacional tales como el desarrollo económico, la cultura y la situación geográfica. En México, como en la mayoría de los países se utilizan 4 tipos de transporte carretero, marítimo, aéreo, férreo y carretero. Debido a la cercanía geográfica con Estados Unidos y Canadá, México ha consolidado ambos países como sus principales destinos de operación, situación por la cual el transporte mayormente utilizado en el comercio internacional es el transporte carretero. El autotransporte se encuentra conformado por más de 147 unidades económicas de las cuales 128 mil se encuentran en la modalidad Hombre-Camión y 19 mil como empresas. (Ramirez, D., 2015) La modalidad Hombre-Camión, se refiere a las empresas del sector transporte de capacidad pequeña, encargadas de cubrir distancias cortas, es decir, operadores que manejan sus propias unidades. Por otra parte, se encuentran las grandes empresas propietarias de un número mayor de unidades, cuyo servicio especializado permite el uso de contenedores refrigerados, unidades especiales para traslado de materiales y residuos peligrosos, entre otros. Siendo claro el estilo de mercado oligopólico en el sector del autotransporte, en donde según Mendoza Cota, J. E., and Díaz, E. (2003), son únicamente algunos participantes de mercado los que restringen y excluyen la operación de las empresas pequeñas, impidiendo la entrada de nuevos competidores. Dicha estructura de mercado no es exclusiva de México, ya que presenta grandes similitudes en EE.UU.

Sin embargo, al realizar una comparación entre ambos mercados se aprecia una gran brecha ya que mientras las empresas más importantes en EE.UU cuentan con 10 mil unidades, desde la perspectiva del sector del transporte de carga mexicano, son 10 las empresas de mayor importancia, mismas que manejan una flota más pequeña y no comparable con la estadounidense. De acuerdo a las Estadísticas de Transporte de América del Norte (2011) en EE.UU, se encontraban registradas 10.9 millones de unidades mientras México contaba con 689 000 unidades registradas. (Estadísticas de Transporte de América del Norte, 2011) En relación a los combustibles, EE.UU combina combustibles fósiles con biocombustibles en los vehículos utilizados para transporte de carga. Sin embargo, México no cuenta con ese tipo de vehículos para el autotransporte de carga a nivel federal. Por lo que de acuerdo con Carmona, E. (2009), la diferencia tecnológica es una clara imposición como barrera a la libre circulación.

REVISION DE LITERATURA

Hasta hace algunos años el tema medioambiental era considerado poco importante por los gobiernos a nivel mundial, sin embargo, la realidad actual es que varios países en todo el mundo cuentan con leyes regulatorias de temas medioambientales. En países de Europa y Latinoamérica se ha convertido en obligatoria la realización y publicación de la huella de carbono en algunos productos y servicios. El gobierno francés, mediante la creación del proyecto de ley el Granelle Environnement, estableció la aprobación de un decreto relativo a la información sobre las emisiones de los GEI en la prestación de servicios de transporte, por lo que a partir del 01 de octubre del 2013 las empresas relativas al sector transporte se encuentran obligadas a informar a los usuarios de la huella de carbono generadas por el transporte utilizado ya sea de manera personal o corporativa. (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 2012) En España, la Oficina española de cambio climático, anunció en 2014 que las empresas que trabajen para las administraciones gubernamentales tendrán que estar inscritas en el Registro de Huella de Carbono. (Comunicación ETRES Consultores, 2014) Debido a la cercanía con EE.UU, México maniobra más del 60% de su comercio exterior por vía terrestre, sin embargo, en gran parte de América Latina y el Caribe la tendencia es hacia el transporte marítimo. En éste tema destaca Brasil que maneja el 75% de su comercio por vía marítima. (J. Sánchez, R., and Ulloa, M., 2007) De acuerdo a la SCT (2014), el autotransporte mexicano opera el 80% de la carga por medio de unidades motrices, donde las más utilizadas son: tractocamiones de tres ejes, tractocamiones de dos ejes, camiones

de dos y tres ejes, entre otros. De los cuales no todos se encuentran registrados actualmente ante la SCT, sin mencionar las unidades de arrastre y las grúas industriales.

Aunque existen estudios en relación al sector transporte en México, de acuerdo a Dussel Peters, E. (2008), es necesaria la realización de un estudio de mediano y largo plazo del transporte terrestre de carga, tanto a nivel regional como sectorial, en torno a los costos del transporte y el vínculo de éste con el comercio internacional. En México existen actualmente varias formas de calcular el costo de transporte de carga terrestre de acuerdo a la empresa. De acuerdo a la Encuesta Anual de Transportes generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014), el combustible constituyó el mayor costo de operación para las empresas que brindan el servicio de carga general y carga especializada, mismo que fue de 42.95% y 42.58% respectivamente, seguido del rubro referente a las refacciones donde el autotransporte de carga general destinó el 13% de sus costos, mientras el de carga especializada el 15%. El pago por servicios por peaje y uso de infraestructura representa el 3er rubro en el cual las empresas que brinda el servicio de carga general y especializada representaron el 10% y 9%. (Ramirez, D., 2015) Es importante hacer mención del programa piloto de autotransporte transfronterizo entre México y Estados Unidos, cuya finalidad fue que los transportistas mexicanos obtuvieran la autorización de ingresar con sus unidades a territorio estadounidense, mismo que se llevó a cabo entre el 14 de octubre de 2011 y el 10 de octubre de 2014. (SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2015)

El permiso obtenido como resultado del programa piloto es el permiso para prestar servicios internacionales de autotransporte de carga de largo recorrido, dicho permiso se refiere a la prestación de servicios internacionales de autotransporte de carga de largo recorrido, autoriza el traslado de mercancías desde EUA y Canadá hacia México y viceversa. (SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2015) La declaración del DOT que permite el ingreso a los camiones mexicanos, debido al programa piloto comentado, se llevó a cabo con una muestra de 15 empresas mexicanas mismas que fueron las únicas que participaron en dicho programa, lo anterior de acuerdo a la muestra del informe desarrollado por la Administración Federal Seguridad en el Autotransporte (FMCSA, por sus siglas en inglés) En relación a los procedimientos logísticos entre México y Estados Unidos, la diferencia en tiempos entre ambos se agudiza, al observar que mientras en EE.UU el tiempo promedio de estadía de los contenedores en Recinto Fiscal es de 7 días en México es de 10 días, tomando en cuenta que de acuerdo el promedio de mejores prácticas mundiales es de 5 días. (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2006) Actualmente existen diversas teorías referentes al medio ambiente, una de ellas es la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) ha tenido un creciente auge, sosteniendo que entre el producto y cualquier medida de contaminación plausible de ser utilizada como indicador de degradación ambiental, se verifica en el largo plazo una relación funcional con forma de U invertida, por lo que el daño ambiental es una función creciente del nivel de actividad económica hasta un determinado nivel crítico de renta a partir del cual mayores niveles de renta se asocian a niveles progresivamente mayores de calidad ambiental. (Zilio, M. I., 2012) Zilio, M. I. (2012), afirma que la pendiente de la CKA puede ser un resultado de la especialización internacional: a medida que los controles y la regulación ambiental se refuerzan en los países desarrollados, en los países en desarrollo proliferan las industrias contaminación-intensivas.

Por otra parte, Kim, N., and Van Wee, B. (2009), realizaron una evaluación de las emisiones de CO₂ para los sistemas intermodales de mercancías mediante la utilización del ferrocarril y del transporte terrestre en Europa, afirmando que es el sistema de ferroviario el que se ha considerado respetuoso del medio ambiente vs el transporte terrestre, utilizado particularmente para largas distancias. El resultado de su investigación indica que de manera general, los sistemas intermodales de mercancías basados en el ferrocarril emiten menos CO₂ que los sistemas terrestres europeos. Kobayashi, S., and Kahn Ribeiro, S. (2007), realizan una investigación inherente al transporte y la infraestructura, donde uno de los puntos importantes de su investigación es la sostenibilidad de los tipos de transporte utilizados para el comercio exterior, a través de la misma proponen algunas medidas para la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) entre ellas, la reducción de las cargas, aumento de la conversión de energía del combustible para

trabajar, así como, cambio a un combustible menos intensivo en carbono. Cabe señalar que según datos de la Agencia Internacional de Energía, (IEA/OECD, 2009), el 19% del consumo mundial de energía es resultado, de la utilización del transporte, generando el 23% de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía. El pronóstico, en caso de continuar con la misma tendencia sería del 50% para el año 2030 y del 80% para el año 2050.

METODOLOGÍA

En la presente investigación se tiene como objetivo identificar las variables que determinan la eficiencia ecológica (eco-eficiencia) en el autotransporte internacional mexicano de carga, en el marco de los negocios internacionales. El periodo de investigación propuesto es del 2003 al 2011, debido a que para la región de Norteamérica (México, Estados Unidos y Canadá) los datos públicos disponibles del sector corresponden a dicho período. Así mismo, para la realización de una evaluación comparativa mediante la utilización del evaluador de emisiones GEI (Gas de Efecto Invernadero) de Quantis en su versión Scope 3, es necesario contar con información de un mismo período para los 3 países. Respecto al espacio geográfico de estudio, se consideran los datos del sector del autotransporte mexicano de carga respecto a sus principales mercados de operación, es decir, EE.UU y Canadá. Las bases de datos utilizadas fueron: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Banco Mundial, Estadísticas del Transporte de Norte América, Sistema de Información Energética (SENER) y la Encuesta sobre el Consumo de Energía en el Sector Industrial, así como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Huella de Carbono

En la actualidad existen, varios métodos internacionales reconocidos para el cálculo de la huella de carbono como son las ISO 14040/14044, la PAS 2050 y la futura ISO 14067. Así mismo para calcular la huella de carbono corporativa se aplican los estándares de la ISO 14064-1/2/3. (ITENE, 2015) La huella de carbono puede ser calculada a diferentes niveles, es decir, puede ser personal, en el proceso de producción de algún producto o servicio, en todos los procesos productivos y laborales de una unidad empresarial, en un grupo de empresas o inclusive en un sector. Existen diferentes calculadoras disponibles de manera gratuita y otras tantas proporcionadas por diferentes consultorías en todo el mundo que apoyan a realizar el cálculo de acuerdo al ente que pretenda ser analizado. Así mismo, cada persona, empresa o sector tendrá diferente objetivo al realizar dicho cálculo. La norma internacional ISO 14064 se refiere a la verificación voluntaria de las emisiones de gases de efecto invernadero en combinación con esquemas obligatorios relativos al seguimiento, notificación y verificación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), dentro de una corporación. (LR, 2015) A nivel mundial existen diversos tipos de consultorías para el cálculo de la huella de carbono corporativa, en México alguna de las empresas que se dedican a emitir certificaciones de éste tipo son: TÜV RHEINLAND DE MÉXICO, Green Plus, Instituto Verde, entre otras. La Huella de Carbono corporativa propia del transporte contribuye a conocer el nivel de aprovechamiento energético de la flota y tomar decisiones en base al consumo de combustible, por lo tanto disminuir el gasto operativo de la empresa.

La finalidad de una empresa o sector que plantea estrategias mediante el cálculo de la Huella de Carbono es llegar a ser carbono neutro, es decir, remover de la atmósfera tanto bióxido de carbono como el que se ha agregado debido a la operación del sector o proceso productivo. (Universidad Austral de Chile, 2015) De acuerdo al Protocolo de Kioto en 1997 y al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental Climático (IPCC por sus siglas en inglés) en 2007, existen 7 tipos de los gases de efecto inventario (GEI): 1. Dióxido de carbono (CO₂), 2. Metano (CH₄), 3. Óxido nitroso (N₂O), 4. Hidrofluorocarbonos (HFC), 5. Perfluorocarbonos (PFC), 6. Hexafluoruro de azufre (SF₆) y 7. Trifluoruro de nitrógeno (NF₃) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014) En la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40, publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013), se destaca también el carbono negro, conocido en México como “hollín”.

Cada GEI tiene un efecto diferente en la atmósfera, lo anterior se establece mediante el poder de calentamiento global (PCG), por ejemplo: una unidad de metano tiene un PCG 25 veces mayor al de una unidad de dióxido de carbono. (Frohmann, A., and Olmos, X., 2013) La huella de carbono se mide en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂e). La medida CO₂e se calcula multiplicando las emisiones de cada uno de los 6 GEI por su respectivo potencial de calentamiento global (PCG) al cabo de 100 años. (Frohmann, A., and Olmos, X., 2013) Las emisiones utilizadas para el cálculo de la huella de carbono pueden ser directas o indirectas, las emisiones directas son las que provienen de fuentes que son propiedad de la entidad sobre la que se está realizando el cálculo, siendo empresa, institución o sector y que son controladas por ésta, como puede ser el consumo eléctrico, combustibles fósiles, embalajes, entre otras. Mientras que las emisiones indirectas se refieren a las son resultado de las actividades de la entidad o sector que reporta, aunque éstas provienen de fuentes que no son propiedad de la entidad y por lo tanto no son controladas por ésta. El mejor ejemplo en una empresa productiva de emisiones indirectas a su actividad es el transporte así como las emisiones que se generen en la utilización del producto en manos del consumidor final. (Frohmann, A., and Olmos, X., 2013)

Existen diferentes metodologías para el cálculo de la huella de carbono a nivel internacional mismas que se encuentran citadas en la tabla 1. Para definir las fuentes de emisiones a considerar se debe considerar el nivel de alcance necesario. Existen 3 tipos de alcances, el alcance 1, incluye las emisiones directas; el alcance 2, las emisiones indirectas en relación con la energía consumida por parte de la empresa y el alcance 3, incluye tanto emisiones directas como indirectas, es decir incorpora las emisiones derivadas de los insumos utilizados en las actividades de la empresa y las emisiones generadas por sus productos una vez salidos de la empresa. Es decir, el ciclo de vida del producto y su cadena productiva. (Frohmann, A., and Olmos, X., 2013) En la tabla 1 se presentan las metodologías más utilizadas a nivel internacional, diferenciadas por su uso y sobre todo por los límites de las mismas ya que la mayoría se encarga de la medición de la huella de carbono de un producto u organización. La única metodología cuyo límite indica la medición de la huella de carbono de un sector es la del GHG Protocol Alcance 3.

Tabla 1: Metodologías del Cálculo de la Huella de Carbono a Nivel Internacional

Principales Metodologías de Cálculo de la Huella de Carbono a Nivel Internacional						
	UNE-EN ISO 14064	GHG Protocol Alcance 1 y 2	GHG Protocol Alcance 3	Estandar de producto del GHG Protocol	PAS 2050	PAS 2060-2010
Desarrollado por	International Organization for Standarization	World Business Council for Sustainable Development - World Resources Institute	World Business Council for Sustainable Development - World Resources Institute	World Business Council for Sustainable Development - World Resources Institute	British Standard Institute	British Standard Institute
Uso	Inventario de emisiones que puede ser mejorado a huella de carbono	Inventario de emisiones que puede ser mejorado a huella de carbono	Huella de carbono	Cuantificación y Reporte de huella de carbono	Huella de Carbono	Huella de carbono y compensación de emisiones
Límites	Organización	Organización	Organización-Sector	Producto	Producto	Organización

Fuente: Elaboración propia con base en Frohmann, A., and Olmos, X. 2013, La metodología elegida para el cálculo de la Huella de Carbono se derivó de los límites de cada metodología que puede ser la medición de la huella de carbono de un producto una organización y/o un sector. Derivado de que la metodología del GHG Protocol es la única capaz de medir la huella de carbono de la totalidad de un sector, fue que se eligió la misma para la medición de la huella de carbono del sector autotransporte para México, EE.UU y Canadá.

En base a lo anterior, es importante considerar que la complejidad en el cálculo de la huella de carbono va aumentando desde el cálculo para un producto y una organización hasta llegar a un sector, ya que de acuerdo a Frohmann, A., and Olmos, X., (2013), el cálculo de la misma puede ser desde “de la cuna a la tumba” realizando el cálculo más completo posible en donde se incluyen las emisiones originadas en todas las fases de vida del producto o “de la cuna a la puerta”, es decir hasta un determinado proceso o

sector productivo. Algunas ventajas del cálculo de la huella de carbono detectadas por Frohmann, A., and Olmos, X., (2013), independientes al riesgo vinculado con el cambio climático son la rentabilidad financiera y de imagen que proporciona a las empresas así como la utilización del indicador como un identificador de ineficiencias productivas. Cabe señalar que dentro de la familia de la norma ISO 14000, se encuentra la norma 14045, que de acuerdo a la Secretaría de Economía, el título de proyecto de norma mexicana es: Gestión ambiental-evaluación de la ecoeficiencia del sistema producto cuya clave o código es: PROY-NMX-SAA-14045-IMNC-2014. Dicha norma tiene como finalidad la definición de los objetivos y del alcance de la evaluación de la ecoeficiencia, evaluación ambiental, cuantificación e interpretación de la ecoeficiencia, comunicación de los resultados y revisión crítica de la evaluación de la ecoeficiencia, lo anterior por producto o servicio en una unidad empresarial. Debido a que la presente investigación se encuentra enfocada en la totalidad del sector del autotransporte de carga y de acuerdo a las metodologías presentadas en la tabla 1, se ha decidido realizar el cálculo de ecoeficiencia en el sector por medio de la huella del carbono del autotransporte mexicano, para lo cual se utilizará la herramienta proporcionada por el GHG Protocol y Quantis, en su versión *The scope 3 evaluator*, que es una herramienta para el cálculo de la Huella de Carbono proporcionada por el Greenhouse Gas Protocol en alianza con el WRI/WBSCD.

RESULTADOS

El cambio climático y las nuevas generaciones que impulsan la creación de nuevos mercados, ha dado paso a la creación de nuevas herramientas que ayuden a fomentar la educación de los consumidores y de las industrias. Así mismo, ha contribuido a individualizar el problema del cambio climático para conocer la verdadera responsabilidad las acciones diarias de cada sujeto. Una de las unidades de medición que ayudan al acercamiento en un primer plano del tema ambiental es la huella de carbono, medida a través de diferentes herramientas tanto gratuitas como privadas, teniendo como objetivo primordial la mitigación de las emisiones generadas de manera personal, industrial, empresarial sectorial, con la ayuda del número de las emisiones de CO₂ en toneladas o kilogramos equivalentes generadas por dichas acciones.

Huella de Carbono del Autotransporte de Carga Mexicano Comparada Con EE.UU Y Canadá

En un panorama ortodoxo se persigue que las acciones que anteriormente generaban un determinado número de emisiones ahora no generen ninguna o que se acompañen de tareas mitigantes de manera directa a las emisiones, para poder llegar a ser carbono neutro. Con la finalidad de conocer las emisiones generadas por el autotransporte de carga mexicano, se utilizó la versión *The scope 3 evaluator*. En dicha herramienta se pueden obtener resultados para los 3 tipos de alcances, es decir, emisiones directas (alcance 1), emisiones indirectas (alcance 2) y emisiones directas e indirectas (alcance 3). El *scope 3* incluye la evaluación de 15 categorías identificadas como significativas por el GHG Protocol:

En la tabla 2 se muestran las categorías propuestas por la metodología del GHG Protocol, así mismo, para el cálculo de la huella de carbono en la presente investigación se utilizaron las categorías 3, 6 y 7, debido a que el cálculo realizado es para un sector específico, razón por la cual, los datos requeridos para el cálculo de la huella de carbono del sector fueron el periodo de tiempo, mismo que fue determinado con base en la disponibilidad de los datos requeridos, 2003-2011. También se utilizaron los datos correspondientes a la utilización del combustible, diferenciada entre gasolina y diésel, de los cuales las unidades de medida son MJ, es decir Megajoules. Así mismo, se han incluido en el cálculo las emisiones de CO₂ generadas por el autotransporte de carga de manera anual, para el periodo señalado, especificándose en unidades de toneladas métricas de CO₂ equivalente.

Tabla 2: Categorías de Análisis – *The Scope 3*

Categorías - the Scope 3	
1	Compra de bienes y servicios
2	Bienes de capital
3	Combustible y energía
4	Transporte y distribución interno
5	Residuos generados en las operaciones
6	Viajes de negocios
7	Desplazamiento de los empleados
8	Activos arrendados - internos
9	Transporte y distribución externo
10	Procesos posteriores a los productos vendidos
11	Utilización de los productos vendidos
12	Tratamiento de los productos vendidos al final de su vida útil
13	Activos arrendados - externos
14	Franquicias
15	Inversiones

Fuente: *Elaboración propia* Para el cálculo de la Huella de Carbono la metodología del GHG Protocol propone la introducción de datos para 15 categorías, sin embargo, por ser medición de un sector y no de una empresa u organización, se utilizaron las categorías 3, 6 y 7 relativas al combustible y energía, viajes de negocios y desplazamientos de los empleados respectivamente, todas correspondientes al sector del autotransporte para México, EE.UU y Canadá.

Los datos utilizados se obtuvieron mayormente de las estadísticas del Sistema de clasificación de la industria norteamericana, por sus siglas en inglés NAICS (*North American Industry Classification System*), así como del Sistema de información energética. Las series de datos utilizadas se pueden consultar en el Anexo 1.

Tabla 3: Huella de Carbono Calculada Para el Autotransporte de Carga Mexicano, Estadounidense y Canadiense, 2003-2011

México	Scope 1, 2 y 3	Scope 1	Scope 3
kg CO2-eq	295,091,852,160	128,311,318,128	166,780,534,032
Porcentaje de HC	100%	43,48%	56,52%
EE.UU	Scope 1, 2 y 3	Scope 1	Scope 3
kg CO2-eq	147,760,806,958,813,000	119,126,599,656,302,000	28,634,207,302,509,700
Porcentaje de HC	100%	80,62%	19,38%
Canadá	Scope 1, 2 y 3	Scope 1	Scope 3
kg CO2-eq	286,539,863,249	132,392,495,010	154,147,368,238
Porcentaje de HC	100%	46,20%	53,80%

Fuente: *Elaboración propia*. El total de las emisiones generadas por el autotransporte se indica en la primera columna (Scope 1, 2 y 3). El Scope 1 indica las emisiones generadas de manera directa, (en el caso del autotransporte de carga mexicano, del 100% de las emisiones generadas el 43.48% fueron emisiones generadas por la actividad directa del mismo). Por otra parte la columna del Scope 3 indica las emisiones generadas de manera indirecta. (Donde del 100% de las emisiones generadas por el sector del autotransporte mexicano el 56.52% fueron emisiones generadas por las actividades y modo de vida de los empleados del sector autotransporte en México). En México existen investigaciones relativas a la mitigación de emisiones GEI por empresa o programas gubernamentales para la mitigación de emisiones para algunos sectores productivos, sin embargo ningún estudio indica las emisiones GEI generadas por el sector del autotransporte en México.

La huella del autotransporte de carga mexicano de acuerdo a la herramienta utilizada es de 295,091, 852,160 kg de CO2 equivalente, indicando el número de emisiones GEI generadas de manera total (directa e indirectamente) en el período 2003-2011. En la tabla 3 se indican los resultados de las emisiones directas (Scope 1) e indirectas (Scope 3). Se puede observar que la proporción de emisiones directas fue del 43.48% generadas por la actividad directa de la industria, mientras el 56.52% corresponde a las emisiones indirectas generadas mayormente por el nivel y modo de vida de los empleados de las empresas dedicadas al autotransporte. Cabe señalar que en México existen únicamente reportes gubernamentales respecto al cálculo de las emisiones GEI generadas por sector, entre ellos el informe realizado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (2011), mismo que se reserva información, entre ella el cálculo de las emisiones totales generadas, por lo que la presente investigación genera y

aporta una cifra pública de las emisiones GEI generadas por la actividad directa e indirecta del sector autotransporte en México para el período 2003-2011.

Respecto a la mitigación de emisiones se cuenta con más información generada a partir de la Vigésima primera conferencia de las partes, (2015) donde México se ha comprometido a la reducción de emisiones GEI en un 22% y en el sector, de ahí el sector transporte tiene un compromiso de reducción de 214 MMT CO₂-eq. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015) Por otra parte, se realizó el cálculo de la huella de carbono para EE.UU del mismo sector y bajo el mismo esquema de datos. Los resultados se pueden observar en la tabla 3 donde las emisiones directas (Scope 1) son mucho mayores, es decir, del 80.62%. La columna Scope 3 indica las emisiones GEI generadas de manera indirecta, es decir, por el nivel de vida del factor humano que labora en las empresas de autotransporte estadounidense, que para el período de estudio corresponde al 19.38% del total de las emisiones generadas.

Cabe señalar que el medio de transporte más utilizado en EE.UU es el marítimo, sin embargo el nivel comercial que maneja este país es mucho mayor al manejado por México y Canadá, razón por la cual las emisiones GEI generadas por el autotransporte estadounidense son mucho mayores que las mexicanas. Existe amplia disponibilidad de información de las emisiones GEI calculadas por parte de diferentes organizaciones estadounidenses. En el Inventario de Gases de Efecto Invernadero EE.UU (2015), se pueden consultar las emisiones generadas por diferentes gases. Para el sector transporte de manera general EE.UU reporta la generación de 1720 MMT CO₂-eq para el año 2011, de las cuales las correspondientes al autotransporte de carga fueron 386 MMT CO₂-eq, donde es importante aclarar que el cálculo de dichas emisiones corresponde a emisiones directas y de manera anual, mientras el cálculo generado por ésta investigación se realizó para un período de años y diferenciando de emisiones directas e indirectas, siendo el primer estudio del sector transporte que toma en cuenta esa diferencia. (U.S. Environmental Protection Agency, 2015)

En la tabla 3 también se pueden observar los porcentajes de las emisiones generadas por Canadá, así como el valor exacto de emisiones en kg CO₂-eq, dichas emisiones tanto directas como indirectas tienen un comportamiento similar a las emisiones generadas por México. Así mismo, existen reportes disponibles con información de las emisiones generadas por Canadá en forma global y por sector, sin embargo, la información presentada es como en los casos de EE.UU y México, son cálculos de manera anual y las emisiones declaradas son emisiones directas únicamente. (Environment Canada, 2013) Si bien por razones de disponibilidad de datos en la investigación se dejaron fuera algunas de las categorías identificadas por el Scope 3, cabe resaltar que los datos generados se dividen en Scope 1 y Scope 3, donde el Scope 1 se refiere a las emisiones directas y el Scope 3 a las emisiones indirectas. Las emisiones indirectas cobran importancia como resultado de que la mayor parte de las empresas y/o sectores no las reportan. Sin embargo tanto en México como en Canadá el porcentaje de la huella de carbono es mayor en las emisiones indirectas, en ambos casos debido a las acciones y nivel de vida de los empleados del sector. Tema propuesto para futuras investigaciones, aun así, es importante no restar importancia a las emisiones generadas por el sector del transporte de carga como unidad. Cabe señalar que no es posible comparar la presente investigación con otros estudios en la actualidad derivado de que el cálculo de emisiones GEI directas e indirectas es relativamente nuevo y los informes gubernamentales reportados en la actualidad manejan información al 2013 y fueron realizados del 2013 al 2014 aun cuando en algunos la fecha de publicación indique 2015.

CONCLUSIONES

Para mitigar las emisiones generadas en cualquier industria se pueden realizar diferentes acciones: Utilización de fuentes de energía consideradas más limpias a las que se estén utilizando en el proceso actual, aun cuando el autotransporte de carga se maneja actualmente a base de gasolinas y diésel. De acuerdo al compromiso de reducción del 22% de GEI que tiene México ante la Organización de las

Naciones Unidas, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha puesto en marcha el presente año un programa para incrementar la flota vehicular a gas natural así como el proyecto de homologación de la normatividad ambiental con el TLCAN. Reducción de viajes internacionales de México hacia EE.UU, mediante la utilización de un transporte multimodal, contribuyendo también a la reducción de tiempos de entrega, así como incentivar el consumo local, sin cerrar las fronteras a la gran variedad de productos globales, simplemente crear una cultura que fortalezca el consumo de lo producido en cada zona geográfica.

Facilitar la compra de bonos de carbono a las dos estructuras de mercado: empresas y hombres-camión. Resaltando que en el mercado actual por varias empresas denominadas “brokers” que ofrecen la venta de éste producto, donde un bono de carbono equivale a mitigar una tonelada de CO₂. Incentivar la creación de acuerdos de colaboración comodales entre las empresas y los hombres-camión, con el objetivo de impulsar la eficiencia en el autotransporte de carga. La comodidad supone la utilización de cualquier medio de transporte de manera óptima, sin desperdiciar espacio de carga ni transportar unidades vacías. Por lo que dicha iniciativa vincula el costo económico para el transportista con el costo ecológico al generar emisiones innecesarias. Las medidas anteriores se proponen para optimizar y eficientar el autotransporte de carga, sobre todo mediante la vinculación de los costos monetarios generados en la operación de las unidades de transporte con el impacto ambiental que las mismas unidades producen.

Lo anterior tomando en cuenta el compromiso actual de México ante la ONU de descarbonizar su economía, mediante una reducción de las emisiones directas de bióxido de carbono, metano, óxido nitroso y gases fluorocarbonados. Es claro que las emisiones GEI generadas por EE.UU no son comparables con las generadas por México o Canadá debido a que EE.UU cuenta con un movimiento comercial mucho mayor, es importante la realización de este tipo de estudios particularmente con el set de países que se seleccionaron ya que son Estados Unidos y Canadá los principales socios comerciales de México, no obstante sería trascendente realizar este tipo de estudio en un futuro entre países con un nivel comercial similar al estadounidense. En relación a las limitaciones del presente estudio se puede mencionar la disponibilidad de datos hasta el año 2013. Así mismo, al ser un estudio relativo a un subsector del transporte es mayor la complejidad para obtener datos disponibles. Por otra parte, se plantea la necesidad de realizar un estudio para países que manipulen un comercio de carga similar al estadounidense para poder comparar ante una economía similar los resultados obtenidos para EE.UU.

ANEXOS

Anexo 1: Datos Utilizados en el Cálculo de la Huella de Carbono Para el Autotransporte de Carga Canadiense Durante el Período 2003-2011 en el Scope 3

Canadá Categorías	Cantidad	Proceso	Unidades procesadas	Cambio climático (kg CO ₂ -eq)
Plan B: Instalación de combustible y las emisiones de vehículos	126,168,224,299	Diesel	kg	44,748,761,678
Plan B: Instalación de combustible y las emisiones de vehículos	276,188,235,294	Gasolina	kg	87,643,733,333
3 -Combustibles y actividades relacionados con la energía	126,168,224,299	Diesel en refinería	kg	6,890,577,105
3 -Combustibles y actividades relacionados con la energía	276,188,235,294	Gasolina, Gasolina sin plomo en refinería	kg	21,065,635,577
6 - Viajes de negocios	1,135,700,000	Dióxido de Carbono	kg	126,188,888,888
7 -Desplazamientos de los empleados	20,400,000	Dióxido de Carbono	kg	2,266,666

Los resultados de la tabla se encuentran integrados por 3 de las 15 categorías del Scope 3, indicando que la categoría 6 correspondientes a los viajes de negocios, es la que mayor afeción tiene en el cálculo de la Huella de Carbono.

Anexo 2: Datos Utilizados en el Cálculo de la Huella de Carbono Para el Autotransporte de Carga de Estados Unidos Durante El Período 2003-2011 en el Scope 3

Estados Unidos				
Categorías	Cantidad	Proceso	Unidades Procesadas	Cambio Climático (Kg Co2-Eq)
Plan B: Instalación de combustible y las emisiones de vehículos	375,398,000,000,000,000	Diesel	kg	119,126,000,000,000,000
Plan B: Instalación de combustible y las emisiones de vehículos	1,164,420,000,000	Gasolina	kg	412,990,000,000
3 -Combustibles y actividades relacionados con la energía	375,398,000,000,000,000	Diesel en refinería	kg	28,632,600,000,000,000
3 -Combustibles y actividades relacionados con la energía	1,164,420,000,000	Gasolina, Gasolina sin plomo en refinería	kg	63,593,646,516
6 - Viajes de negocios	13,803,300,000	Dióxido de Carbono	kg	1,533,700,000,000
7 -Desplazamientos de los empleados	20,400,000	Dióxido de Carbono	Kg	2,266,666

Los resultados de la tabla se encuentran integrados por 3 de las 15 categorías del Scope 3, donde se puede observar que para Estados Unidos, la categoría 3 mediante la utilización de Diesel (lo anterior se indica en la columna de Proceso) es la categoría que mayor afeción tiene al realizar el cálculo de la Huella de Carbono ya que es la que más emisiones genera (28, 632, 600, 000, 000,000). Cabe aclarar que esa categoría genera emisiones directas.

Anexo 3: Datos Utilizados en el Cálculo de la Huella de Carbono Para el Autotransporte de Carga Mexicano Durante el Período 2003-2011 en el Scope 3

México				
Categorías	Cantidad	Proceso	Unidades Procesadas	Cambio Climático (Kg CO2-Eq)
Plan B: Instalación de combustible y las emisiones de vehículos	288,002,862,823	Diesel	kg	91,392,908,469
Plan B: Instalación de combustible y las emisiones de vehículos	104,090,705,887	Gasolina	kg	36,918,409,659
3 -Combustibles y actividades relacionados con la energía	288,002,862,823	Diesel en refinería	kg	21,966,769,681
3 -Combustibles y actividades relacionados con la energía	104,090,705,887	Gasolina, Gasolina sin plomo en refinería	kg	5,684,831,016
6 - Viajes de negocios	1,252,140,000	Dióxido de Carbono	kg	139,126,666,666
7 -Desplazamientos de los empleados	20,400,000.00	Dióxido de Carbono	kg	2,266,666

Los resultados de la tabla se encuentran integrados por 3 de las 15 categorías del Scope 3, indicando que para México, la categoría 6 (viajes de negocios) como emisiones indirectas es la que mayor afeción tiene en el cálculo de la Huella de Carbono seguida de la categoría 3 (Combustibles y actividades relacionados con la energía).

REFERENCIAS

Carmona, E. (2009), “Retos y oportunidades para el transporte transfronterizo México-Estados Unidos”. *NORTEAMERICA*, p.181-194.

Comunicación ETRES Consultores. (2014), *Registro de Huella de Carbono. Será obligatorio para las empresas*. Obtenido de <http://renovarte.es/registro-de-huella-de-carbono-sera-obligatorio-para-las-empresas/2014/09>

Dussel Peters, E. (2008), “Los costos de Transporte en las exportaciones mexicanas”. *Universidad Autónoma de México., Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Centro de Estudios Latinoamericanos David Rockefeller, Harvard University.*

Environment Canada. (2013), Canada's Emissions Trends. Gatineau QC: Minister of the Environment. Obtenido de https://www.ec.gc.ca/ges-ghg/985F05FB-4744-4269-8C1A-D443F8A86814/1001-Canada's%20Emissions%20Trends%202013_e.pdf

Estadísticas de Transporte de América del Norte. (2011), Obtenido de <http://nats.sct.gob.mx>

Frohmann, A., and Olmos, X. (2013), *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Hurtado J, R., Flores L. M. P., Castrejón B. D., and García T, M. E. (2011), *Proyectos de Convergencia del eje rector de sustentabilidad de la ENE con los objetivos y metas de mitigación de GEI en México*. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto de Investigaciones Eléctricas.

IEA/OECD. (2009), *Transport, Energy and CO2. Moving Toward Sustainability*. Paris: IEA/OECD. Instituto Mexicano para la Competitividad. (2006), *Elementos para Mejorar la Competitividad del Transporte de Carga*. México, D.F.: IMCO

ITENE. (2015), *Instituto Tecnológico del embalaje transporte y logística*. Obtenido de <http://www.oficinahuelladecarbono.com/index.php/experiencia>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014), *Encuesta Anual de Transportes*. México: INEGI. J. Sánchez, R., and Ulloa, M. (2007), "Facilitación del Comercio y el Transporte en América Latina y el Caribe" . *ECLAC - United Nations*, Boletín FAL 250.

Kim, N., and Van Wee, B. (2009), "Assessment of CO2 emissions for truck-only and rail-based intermodal freight systems in Europe". *Transportation Planning and Technology*, 32(4), 313-333.

Kobayashi, S., and Kahn Ribeiro, S. (2007), "Transport and Infrastructure, Assessment report of the Intergovernmental Panel in Climate Change". *Cambridge University Press*.

LR. (2015), *Lloyd's Register LRQA*. Obtenido de <http://www.lrqa.es/certificaciones/iso-14064-norma-cambio-climatico/>

Mendoza Cota, J. E., and Díaz, E. (2003), "Obstáculos al comercio en el TLCAN: El caso de transporte de carga". *Comercio Exterior, Vol 53. Núm. 12.*, p. 1112-1120.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. (2012), *Information CO2 des prestations de transport - Application de l'article L.1431-3 du code des transports*. MEDDE et ADEME

Ramirez, D. (2015), "Autotransporte debe optar por la especialización". *Directorio de Transporte, Logística y Carga T21*.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2014), *Secretaría de Comunicaciones y Transportes* . Obtenido de Título de Concesión que en Materia Ferroviaria, ha otorgado el Gobierno Federal, por Conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes: <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/62/2014/feb/ConseFerr-20140218.pdf>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2015), *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*. Obtenido de: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAF/Documentos/03_carga.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015), México: País Emergente y Comprometido. México: Gobierno de la República. Obtenido de <http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/documentos/presentaciones/mexico-secretario-guerra-climate-diplomacy-day.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2014), *Teoría y conceptos generales para elaborar inventarios verificables*. México, D.F.: Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental. Coordinación de Asesores

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015), México: País Emergente y Comprometido. México: Gobierno de la República. Obtenido de <http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/documentos/presentaciones/mexico-secretario-guerra-climate-diplomacy-day.pdf>

Universidad Austral de Chile. (2015), *Bosques Procarbono UACH*. Obtenido de http://www.uach.cl/procarbono/huella_de_carbono.html

U.S. Environmental Protection Agency. (2015), Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2013. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. Obtenido de <http://www3.epa.gov/climatechange/Downloads/ghgemissions/US-GHG-Inventory-2015-Main-Text.pdf>

Zilio, M. I. (2012), “Curva de Kuznets ambiental, la validez de sus fundamentos en países en desarrollo”. *Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur (UNS); Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET); Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IESS)-UNS-CONICET*.

RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo a CONACYT. Asimismo, agradecen los comentarios de los árbitros y editores del IBFR. Los cuales contribuyeron a mejorar la calidad esta investigación.

BIOGRAFÍA

América Ivonne Zamora Torres es Doctora en Ciencias en Negocios Internacionales. Profesora e Investigadora del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. americazt@hotmail.com.

Diana Areli Mora Zimbrón es Doctorante en Ciencias en Negocios Internacionales del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. dianazimbron@hotmail.com