



---

*Certificación ISO 9001:2008 †*

---

# **Transporte de carga en México: transición hacia un sistema sustentable**

Luz Angélica Gradilla Hernández

**Publicación Técnica No. 383  
Sanfandila, Qro, 2012**



---

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**  
**INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Transporte de carga en México: transición hacia un  
sistema sustentable**

**Publicación Técnica No. 383**  
**Sanfandila, Qro, 2012**

---



Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales, del Instituto Mexicano del Transporte, por la Dra. Luz Angélica Gradilla Hernández. Se reconoce el apoyo brindado así como las aportaciones del Ing. Roberto Aguerrebere Salido, Director General del Instituto.

Asimismo, se agradece la ayuda otorgada por parte del Dr. David Banister, director de la Unidad de Estudios de Transporte de la Universidad de Oxford, la que permitió el enriquecimiento de la presente publicación.

# Índice

---

Resumen .....	iv
Abstract .....	vi
Resumen ejecutivo .....	viii
Introducción .....	1
1 Transición .....	3
1.1 Administración de la transición .....	5
1.1.1 Plataforma de transición .....	6
1.1.2 Proceso de transición .....	7
2 Transporte sustentable .....	11
2.1 Economía Ecológica .....	11
2.2 Desacoplamiento de la economía y el transporte .....	12
2.3 Descarbonización del transporte .....	14
3 Políticas para la sustentabilidad .....	17
3.1 Metas en el sector transporte del Gobierno Federal .....	17
3.2 Cambio modal .....	19
3.2.1 Caso de Suiza .....	21
3.3 Planeación y optimización de infraestructura .....	21
3.4 Impuestos al combustible y normas de emisiones .....	23
3.5 Medición de la huella del carbono .....	24
3.5.1 Logística verde .....	25
3.5.2 Logística inversa .....	26
4 Algunos retos para México .....	27
4.1 Algunas tendencias mundiales .....	27
4.2 Aumento de las emisiones de GEI .....	28
4.3 México como plataforma logística sustentable .....	30
4.4 Adaptación al cambio climático .....	32
4.4.1 Resiliencia dura .....	33
4.4.2 Resiliencia blanda .....	35
5 Conclusiones .....	37
Bibliografía .....	39

---

## Resumen

---

En el presente trabajo, se describen algunos de los mecanismos y políticas públicas que podrían alimentar el proceso de transición hacia un transporte sustentable de carga en México, para el ámbito interurbano; además del enfoque necesario para administrar dicho proceso de transición. A lo largo de la descripción, se indican cuáles de los mecanismos y políticas podrían complementar los esfuerzos que ya se están realizando en el sector transporte; en el marco de la meta indicativa de México, ante la mitigación del cambio climático, de reducir -para el año 2050- el 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a los niveles que tenía en el año 2000. Finalmente, se hace hincapié en los retos que continuarán suscitándose para moldear políticas públicas con visión a largo plazo; tanto para la mitigación como para la adaptación al cambio climático.



# Abstract

---

The present work describes some of the policies and measures that could encourage the transition process to a sustainable freight transport in Mexico, for interurban flows; besides, the approach for the transition process management is included. During the description, it is indicated which policies and measures could complement the ongoing efforts, in transport sector, circumscribed in the Mexican indicative target, to mitigate climate change; a reduction of 50% in its greenhouse gas emissions by 2050, compared with the volume emitted in the year 2000. Finally, some challenges for shaping public policies with long-term vision are underlined; for mitigating as well as adapting to climate change.



## Resumen ejecutivo

---

México ha mostrado un gran compromiso a nivel internacional ante la mitigación del cambio climático, eso lo demuestra su meta indicativa ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de reducir, para el año 2050, el 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con respecto a los niveles que se tenían en el año 2000. Sin embargo, se pronostica que para el año 2050 el transporte contribuirá a nivel mundial con el 50% del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido y habrá la misma tendencia en países en vías de desarrollo como México, mientras no se logre desacoplar el crecimiento económico del uso intensivo del transporte, y que a su vez no logre ser de bajas emisiones de CO<sub>2</sub>. Por lo que el sector transporte cada vez jugará un papel más importante para el logro de la meta de México.

Consciente de ello, y en el marco de las políticas públicas del Gobierno Federal encaminadas a la mitigación del Cambio Climático y hacia un desarrollo económico sustentable, el Instituto Mexicano del Transporte -como uno de los actores en la gobernabilidad del transporte- ha desarrollado el presente trabajo que puede ser usado como una guía en el proceso de transición.

En la primera parte se describe el enfoque necesario para administrar el proceso de transición del sistema de transporte de carga hacia la sustentabilidad, en donde se propone la creación de una plataforma que fungiría como una institución para facilitar la interacción, el intercambio de conocimiento y el aprendizaje entre los actores. De tal forma que se lleve a cabo una constante adaptación de las metas de sustentabilidad así como de los mecanismos para cumplirlas.

En la segunda parte, se presenta el enfoque de la economía ecológica, que antepone el equilibrio del ecosistema sobre cualquier meta de crecimiento económico. Adicionalmente, se describen los factores que ayudarían al desacoplamiento de la economía y el transporte, así como a la descarbonización del transporte para la minimización de los efectos negativos.

Posteriormente, se describen algunos de los mecanismos y políticas públicas que podrían alimentar el proceso de transición hacia un transporte sustentable de carga en México, para el ámbito interurbano; los que se agrupan en las siguientes grandes líneas de acción: el cambio hacia modos de transporte con mayor eficiencia energética y menores externalidades negativas, la planeación y optimización de infraestructura con visión a largo plazo, la implantación de impuestos al combustible y el desarrollo de normas tanto de rendimiento del combustible como de niveles de emisiones, así como el desarrollo de una logística verde y la medición de la huella de carbono. A lo largo de la descripción, se

indican cuáles de los mecanismos y políticas podrían complementar los esfuerzos que ya se están realizando a nivel federal en el sector transporte; en el marco de la meta indicativa de México.

En la última parte, se hace hincapié en los retos que continuarán suscitándose para moldear políticas públicas con visión a largo plazo; de acuerdo con las tendencias mundiales y las presiones ambientales. Por último, se mencionan algunos de los factores que permitirían aumentar la resiliencia del sistema de transporte de carga en México, como una política de adaptación al cambio climático.



# Introducción

---

Un sistema de transporte eficiente requiere de un proceso continuo de planeación y de ajustes conforme la economía y la sociedad cambian en el tiempo. Debido al inminente cambio climático, algunos de los diferentes actores que consolidarían una gobernabilidad del transporte<sup>1</sup> en México, al igual que en muchas economías en vías de desarrollo, están interesados en seguir las tendencias internacionales y moldear las políticas públicas para alcanzar un sistema de transporte sustentable en el largo plazo. En concordancia con la definición propuesta por Dalkmann y Huizenga (2010), en América Latina han definido al transporte sustentable como la provisión de servicios e infraestructura para la movilidad de personas y productos, necesarios para el desarrollo económico y social, que ofrecen acceso seguro, confiable, económico, eficiente, y al alcance de todos, al tiempo que reducen los impactos negativos en la salud y el medio ambiente local y global, en el corto, mediano y largo plazo, sin comprometer el desarrollo de futuras generaciones.

México ha mostrado un gran compromiso a nivel internacional ante la mitigación del cambio climático, eso lo demuestra su meta ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de reducir, para el año 2050, el 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con respecto a los niveles que existían en el año 2000 (Cuarta Comunicación, 2009). Sin embargo, se pronostica que para el año 2050 el transporte contribuirá a nivel mundial con el 50% del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido y existirá la misma tendencia en países en vías de desarrollo como México, mientras no se logre desacoplar el crecimiento económico del uso intensivo del transporte, que a su vez no logre ser de bajas emisiones de CO<sub>2</sub> (Banister et al. 2011); por lo que el sector transporte cada vez jugará un papel más importante para el logro de la meta de México.

Por otro lado, entre más tempranamente se siga actuando con políticas coordinadas entre diferentes sectores, las mismas podrán implementarse a un menor costo, ya que desde diversos puntos se podría continuar impulsando la

---

<sup>1</sup> Entendamos la gobernabilidad del transporte como aquellas actividades que realizan las autoridades públicas, la industria vinculada al sector transporte, las organizaciones civiles sin fines de lucro, los institutos de investigación y los grupos de inversionistas, para intentar generar cambios en un sistema de transporte. La gobernabilidad no sólo incluye la implementación de medidas sino también la evaluación de los resultados obtenidos, la realización de planes y propuestas, así como el conocimiento práctico generado en las etapas de implementación, planeación y evaluación (Banister et al. 2011).

transición hacia la eficiencia del sistema de transporte, reduciendo su intensidad energética y sus emisiones de GEI. Sin embargo, si no se logran consolidar tempranamente los puntos de apalancamiento de bajo costo, las medidas que tendrán que tomarse en un futuro deberán ser cada vez más impetuosas y radicales, lo que conllevará a un aumento en el costo de su implementación.

Consciente de ello, y en el marco de las políticas públicas del Gobierno Federal encaminadas a la mitigación del Cambio Climático y hacia un desarrollo económico sustentable, el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), como uno de los actores en la gobernabilidad del transporte, ha desarrollado proyectos enfocados hacia una mayor eficiencia en el transporte por considerarse importante en el quehacer de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); dichos proyectos han sido realizados desde diferentes enfoques disciplinarios (Bustos et al. 2003; Hernández et al. 2009; López et al. 2004; Martner et al. 2003; Mendoza y Centeno 2003; Rafael et al. 2010, Rafael y Hernández 2012, entre otros). En esa misma línea, se ha planteado el presente proyecto para resaltar los retos que continuarán suscitándose en el proceso de transición hacia un transporte sustentable de carga, en el ámbito interurbano, así como algunos de los mecanismos y políticas públicas que podrían ser uno de los motores de dicha transición.

Con ello, se espera contribuir a un mayor entendimiento de algunos de los retos que enfrenta el sector transporte en México en materia de sustentabilidad, así como seguir fomentando el trabajo coordinado entre los diversos actores clave para la gobernabilidad del transporte.

# 1 Transición

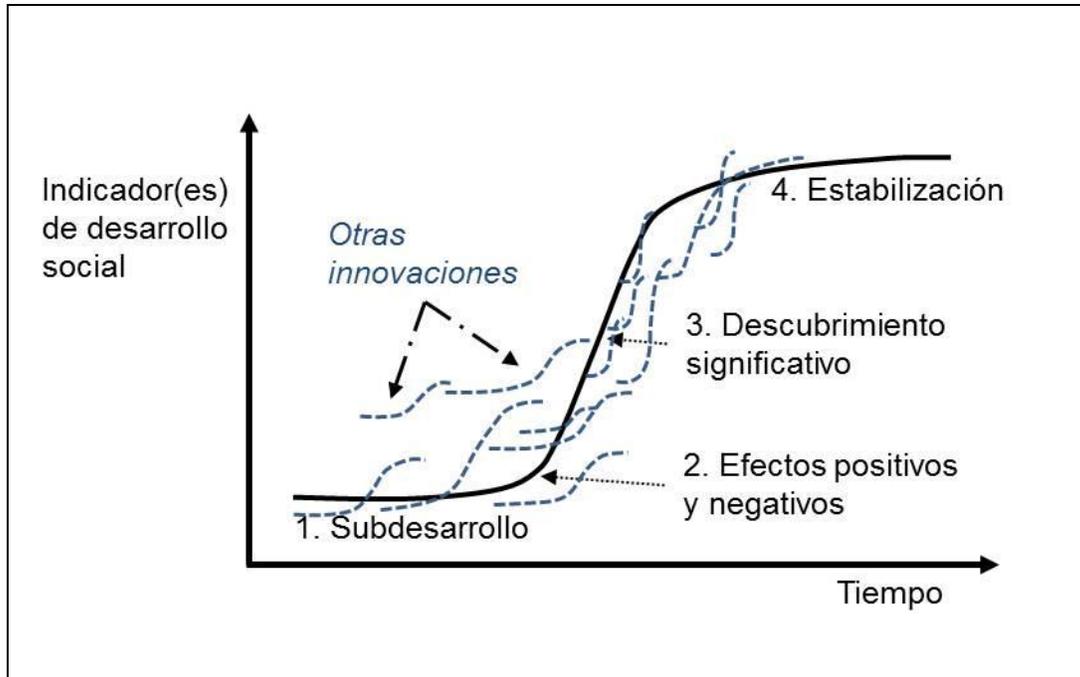
---

En el año 2005, la humanidad ya estaba excediendo la biocapacidad y biodinámica regenerativa de los sistemas del planeta, en aproximadamente 150%; es decir, la sociedad requería 1.5 planetas Tierra para mantener sus niveles de consumo y extracción de recursos (Pereira, 2012); esta situación se ha venido agravando pese a los esfuerzos de mitigación realizados en los últimos siete años. Si seguimos la misma tendencia, para el 2030 probablemente requeriremos dos planetas Tierra. Una de las formas de atacar el problema consistiría en incidir en el comportamiento de los consumidores con un enfoque multidisciplinario y holístico, así como lograr un cambio en la política y las legislaciones, en medio de una economía hasta ahora basada en el consumismo.

De acuerdo con Kemp y Loorbach (2006), una transición es un proceso gradual para generar un cambio en la sociedad, en el cual esta última o un subsistema importante de ella cambia estructuralmente. Para lograr dicho cambio, la teoría de la transición echa mano de la ecología, de la teoría de la complejidad y de sistemas (en términos de relaciones causales, mecanismos de realimentación y resiliencia).

La complejidad de las transiciones radica en que no son causadas por una sola variable, sino que es el resultado de los desarrollos en varios dominios que se apoyan entre sí; tales como la tecnología, la economía, las instituciones, el comportamiento de la sociedad, la cultura, la ecología y los paradigmas. Por lo que el proceso de transición no es lineal; es decir, un cambio lento puede transformarse en un cambio rápido debido al reforzamiento que se da entre diversas variables, que después se puede volver nuevamente en un cambio lento cuando se llega a una etapa de estabilización. La naturaleza y la velocidad del cambio varían de acuerdo con la etapa del proceso de transición, además depende de las innovaciones interactivas generadas en diversos sistemas; por ejemplo, el tecnológico, el de procesos productivos y de consumo, el gubernamental, entre otros (ver las etapas de la transición en la figura 1.1).

La teoría de la complejidad, además, enfatiza que pueden ocurrir eventos extremos o inesperados (Collins, 2010); lo que modificaría el rumbo y la velocidad del cambio en un sistema, por lo que es difícil predecir cómo se comportará el sistema y las adecuaciones por hacer de manera constante en el proceso de transición.



**Figura 1.1 Las cuatro etapas de la transición**

Fuente: Kemp y Loorbach (2006)

Desde el enfoque de la teoría de sistemas, para que se dé la transición debe haber una o más transformaciones; dicho cambio a nivel de sistema puede ser logrado a través de la coordinación de muchos actores así como de recursos, ya sea a través de factores intencionales (como políticas públicas) o emergentes (como desarrollos tecnológicos) en el proceso de transformación. Al respecto, Smith *et. al* (2005) proponen un modelo en donde establecen que el cambio en el sistema depende de los siguientes tres factores:

1. El grado en que los miembros del régimen<sup>2</sup> articulan las presiones que afectan su régimen, para enfocarlas a un problema particular o dirección de transformación.
2. El grado en que los recursos requeridos para la transformación efectiva estén disponibles entre los miembros del régimen de incumbencia o fuera de los miembros.
3. En la medida en que las respuestas a las presiones se encuentren coordinadas en una forma coherente entre los miembros del régimen.

---

<sup>2</sup> La palabra "régimen" es utilizada para nombrar una serie de fenómenos complejos del mundo real, que relacionan elementos físicos -tanto naturales como artificiales- así como atributos sociales, económicos, culturales y cognitivos (Smith *et. al* 2005).

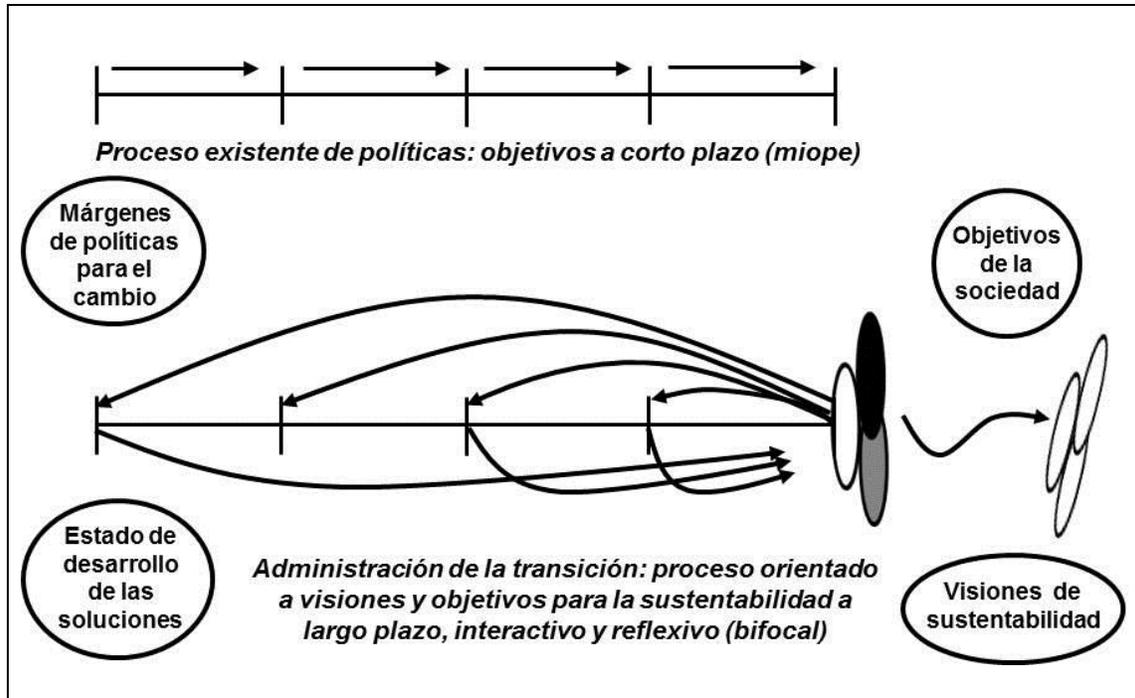
Por lo que cualquier cambio o transformación deseable en un sistema puede ser administrado para que se dé en forma gradual y se puedan hacer los ajustes necesarios cuando las circunstancias dentro y fuera del sistema se alteren, lo que da lugar al proceso conocido como la administración de la transición.

## **1.1 Administración de la transición**

En la presente publicación se utilizará el concepto de la administración de la transición que han establecido los generadores de políticas públicas para la sustentabilidad en Holanda; en donde la administración de la transición incluye un cambio en la gobernabilidad; es decir, en la forma en que la pluralidad de los intereses se transforma en una acción coordinada, a través de la deliberación, del establecimiento de las responsabilidades y de los roles. Además que la administración de la transición es vista como una gobernabilidad adaptativa, de múltiples actores y visionaria, enfocada en procesos de transformación a largo plazo que ofrecen beneficios sustentables.

Por tanto, de acuerdo con Kemp y Loorbach (2006), la administración de la transición para la sustentabilidad intenta orientar la dinámica para establecer metas; por lo que, en etapas tempranas, las políticas deben estar enfocadas en la formulación de las metas para la transición y permitir la formulación de las visiones o escenarios de la sustentabilidad; dichas metas son reajustadas durante etapas posteriores. El objetivo es otorgarle flexibilidad al proceso sin perder de vista el enfoque a largo plazo; por ello se hace un ajuste continuo entre los diversos actores, tomando en cuenta los nuevos avances tecnológicos, tendencias, formas de vida, etc. (ver el enfoque de la administración de la transición en la figura 1.2).

A través de la administración de la transición, no se pretende controlar el futuro, pero tampoco se confía completamente en las fuerzas del mercado; por lo que existe una preocupación por las condiciones bajo las cuales operan las fuerzas de mercado, involucrándose en el control del entorno para orientar la dinámica del mercado hacia las metas de la sociedad. El control del entorno consiste en las regulaciones, en los instrumentos económicos (el uso de los impuestos, de los subsidios y del comercio de emisiones de GEI), en el uso de metas y acuerdos políticos, así como tipos de planeación (tales como la planeación del uso de suelo). De tal manera que el Gobierno actúe para asegurar las circunstancias que maximicen las posibilidades de un desarrollo social progresivo, a través de la promoción de la innovación y la mitigación de efectos negativos.



**Figura 1.2 Políticas actuales versus administración de la transición**

Fuente: Kemp y Loorbach (2006)

### 1.1.1 Plataforma de transición

Para llevar a cabo la administración de la transición, se recomienda el establecimiento de una plataforma que fungirá como una institución que facilite la interacción, el intercambio de conocimiento y el aprendizaje entre los actores.

En la primera fase, la plataforma de transición es una red relativamente pequeña de los pensadores estratégicos e innovadores que tengan diversos perfiles y experiencias profesionales, de tal forma que discutan el problema de transición de una forma integral y delinear las metas de la transición; ya que es muy importante producir ideas y objetivos creativos, inspiradores e integrales (Kemp y Loorbach; 2006).

En una etapa subsecuente del proceso, la red se expandirá para incluir actores como autoridades y personas con conocimiento práctico sobre los procesos de cambio, con el propósito de desarrollar rutas de transición y ligarlas con las políticas existentes, que no sólo incluya las gubernamentales.

Finalmente, de las metas y rutas derivarán proyectos piloto y acciones a corto plazo; por lo que en la plataforma se incluirán organizaciones y actores con mayor orientación operativa.

Sería recomendable que en México se estableciera una plataforma para la transición hacia un sistema de transporte sustentable, en donde los miembros de

la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático fungieran como actores de dicha plataforma, así como otros miembros del Sistema Nacional de Cambio Climático que se definen en la Ley General de Cambio Climático<sup>3</sup>. Dicha plataforma podría servir para el diseño de las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación, mejor conocidas como NAMA por sus siglas en inglés. Ya que actualmente todavía resulta incipiente el diseño de NAMA, a pesar de los esfuerzos que está realizando la SEMARNAT para desarrollar NAMA en diversos sectores productivos del ámbito privado y público. La estrategia nacional consiste en encontrar una institución líder y partir de programas existentes para su fortalecimiento. Este líder puede ser el Gobierno Federal, los gobiernos locales, las asociaciones civiles o las empresas privadas claramente involucrados e interesados en la mitigación. Adicionalmente, se procura el financiamiento necesario vía fondos existentes o donantes internacionales. El resultado esperado es el incremento del alcance y los componentes ambientales de los programas asociados a las NAMA.

### **1.1.2 Proceso de transición**

Cuando se desarrolla una percepción compartida del problema basada en la visión de diversos actores, se logra que estos a su vez ajusten su propia definición y percepción del problema; debido a que tienen un mejor entendimiento de la naturaleza del problema y de las perspectivas de los diversos actores.

Cada solución al problema tiene sus desventajas, por lo que en el corto plazo existen diversos efectos negativos. El objetivo de la administración de la transición es proveer el ambiente en el cual dichos inconvenientes puedan detectarse y negociarse.

Se requiere que las metas de la transición reflejen las aspiraciones de la sociedad, las que serán ajustadas en el proceso de transición; ya que el monitoreo y la evaluación son elementos clave en el proceso de transición.

A su vez, la administración de la transición es una estrategia de red que también intenta aprovechar las redes de los participantes en la plataforma de transición para divulgar los pensamientos e ideas generadas; ya que los participantes llevarán las nuevas ideas, el conocimiento y la perspectiva a sus propias “plataformas”, de tal forma que en ellas se traten elementos mucho más específicos, de esa forma la estructura permite generar, difundir e integrar el conocimiento.

Un elemento clave de la administración de la transición es que adopta un proceso adaptativo; es decir, opta por un modelo paso a paso y por consiguiente tiene las siguientes ventajas:

---

<sup>3</sup> Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de junio de 2012.

- Es factible puesto que no se interrumpe debido al punto de vista de intereses especiales.
- Se mantiene bajo el costo si se incurre en algún error en cada paso.
- Permite cambiar la dirección.
- Se pueden aprender lecciones útiles para los pasos subsecuentes.

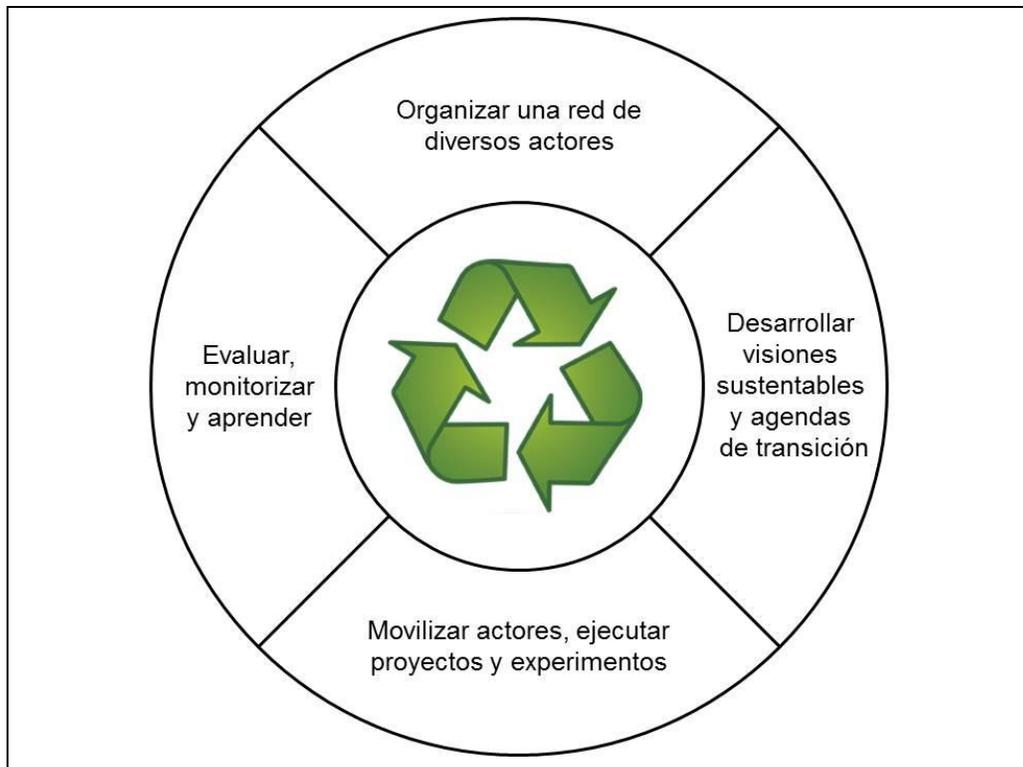
En el proceso de transición, se trata de llevar a cabo una secuencia continua de cambios pequeños, debido a que se basa en la premisa de que es posible alcanzar alteraciones mayores del *statu quo*, que si se aplicaran pocos cambios en políticas.

Por tanto, los objetivos elegidos están en continuo reajuste así como las políticas para alcanzarlos; ya que uno de los elementos cruciales del proceso de la administración de la transición es la evaluación continua en términos del proceso mismo así como del contenido.

La evaluación es organizada en forma sistemática, de tal forma que puedan ser adaptados los objetivos formulados, los experimentos o proyectos piloto así como los enfoques de políticas; dicho proceso cae dentro de la clasificación de “aprender-haciendo”<sup>4</sup>. El proceso cíclico y de elementos interactivos de la administración de la transición aparece en la figura 1.3.

---

<sup>4</sup> Del término en inglés *learning-by-doing*



**Figura 1.3 Grupos de actividades en la administración de la transición**

Fuente: Kemp y Loorbach (2006)



## **2 Transporte sustentable**

---

En concordancia con la definición propuesta por Dalkmann y Huizenga (2010), en América Latina se ha definido al transporte sustentable como la provisión de servicios e infraestructura para la movilidad de personas y productos, necesarios para el desarrollo económico y social, que ofrecen acceso seguro, confiable, económico, eficiente, y al alcance de todos, al tiempo que reducen los impactos negativos en la salud y el medio ambiente local y global, en el corto, mediano y largo plazo, sin comprometer el desarrollo de futuras generaciones.

Como tantos otros países, México se enfrenta con el reto de asegurar un crecimiento económico y conciliar el aumento en la demanda de transporte de carga con una infraestructura limitada; que al mismo tiempo debe ser parte de un sistema de transporte sustentable.

Sin embargo, todos los proyectos en torno a la sustentabilidad del transporte se circunscriben en un concepto más amplio y que está relacionado al enfoque de la economía ecológica. Por lo que en la siguiente sección se describirá en qué consiste dicho enfoque y, posteriormente, algunas de las implicaciones más destacadas para el logro de la sustentabilidad del sistema de transporte de carga.

### **2.1 Economía Ecológica**

La economía ecológica emergió como una respuesta a los problemas medioambientales a finales de la década de los ochentas; es decir, a finales del siglo XX, debido a la incapacidad de la teoría de la economía neoclásica para resolver dichos problemas o proveer de explicaciones adecuadas para el declive sin precedentes de la biodiversidad, el cambio climático, el aumento en la generación de desechos; causados por la búsqueda del crecimiento económico.

Por lo tanto, la economía ecológica es una ciencia interdisciplinaria que estudia las interacciones entre la economía y el medio ambiente; enfocada en una descripción precisa de los procesos, conexiones y realimentaciones, de tal forma que sea posible tomar mejores decisiones a nivel regional, nacional e internacional; tomando en cuenta las implicaciones económicas, medioambientales y sociales, así como encontrando prácticas, políticas y caminos exitosos para dirigir la economía hacia un desarrollo sustentable (Shmelev, 2012).

Sin embargo, los graduados de la economía neoclásica siguen reproduciendo errores lógicos; ya que sugieren que el ilimitado crecimiento económico resolverá todos los problemas de la civilización moderna porque contribuye a su bienestar. En la Tabla 2.1 se muestran las diferencias clave entre la economía ambiental

(que se fundamente en la economía neoclásica y en donde el impacto ambiental se traduce en costos) y la economía ecológica.

**Tabla 2.1 Principales diferencias entre la economía ambiental y la economía ecológica**

<b>Economía Ambiental</b>	<b>Economía Ecológica</b>
Enfoque en el crecimiento	Enfoque en el desarrollo sustentable
Análisis costo-beneficio	Decisiones multi-criterio
Enfoque de corto y mediano plazo	Enfoque de largo plazo
Indicadores monetarios	Indicadores físicos
Utilitarismo	Ética ambiental

Fuente: Basado en Van den Bergh (2000) y Shmelev (2012).

Además, los diversos investigadores en el área de la economía ecológica han establecido que los daños causados a la naturaleza y medio ambiente han tenido tales proporciones; que, si continúan su crecimiento, conllevarán a desastres ecológicos. En dicho contexto, los problemas de mayor urgencia son: la erosión, la deforestación, el calentamiento global y la pérdida de biodiversidad. Por lo que los economistas ecológicos han mostrado una seria preocupación sobre la resiliencia de los ecosistemas, la cual depende de una conexión compleja entre los procesos tanto bioquímicos como geoquímicos y las funciones que soportan la vida en la biosfera, que están bajo severa presión debido a las actividades humanas; entre ellas el transporte de carga y de personas.

En el campo de la economía ecológica existe más confianza en los análisis de sistemas complejos que incorporen mecanismos de realimentación entre la economía, el crecimiento, la calidad del medio ambiente, los recursos naturales, el crecimiento de la población, así como el nivel de bienestar social. Esta visión permitiría que el futuro de la Tierra, a largo plazo, no se pusiera en riesgo por ganancias locales y, a corto plazo, de unos pocos países.

## **2.2 Desacoplamiento de la economía y el transporte**

El crecimiento del transporte necesita ser desacoplado del crecimiento económico, para evitar mayores incrementos en los impactos que tiene el transporte en el medio ambiente; por lo que el desacoplamiento ofrece una perspectiva para el crecimiento económico sin el correspondiente incremento de las externalidades negativas causadas por uno de sus motores: el transporte de carga. (Banister et al. 2011).

Entre menor sea la proporción de las toneladas-kilómetro movidas con respecto al Producto Interno Bruto (PIB), mayor será el nivel de desacoplamiento del crecimiento económico con respecto al crecimiento de las toneladas-km transportadas (Bonilla, 2010). El desacoplamiento se logra cuando la proporción entre el porcentaje de crecimiento de la variable relacionada al transporte (demanda de carga) y el crecimiento económico (en términos de PIB real) es menor a la unidad.

De acuerdo con Agnolucci y Bonilla (2009), los siguientes factores explican parte del proceso de desacoplamiento:

- (1) Una reducción en el porcentaje de la participación del autotransporte de carga con respecto al total de carga transportada en todos los modos.
- (2) Mayores precios del autotransporte de carga.
- (3) Un incremento en la penetración de operadores extranjeros en el mercado del transporte de carga.
- (4) Un cambio en la composición del PIB, por ejemplo un crecimiento en el sector terciario (servicios).
- (5) La emigración de actividad industrial hacia otros países (para el caso de México podría ser a Brasil, ya que éste último está atrayendo mayor inversión extranjera).

Para el caso de México, de acuerdo con la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Quinta Comunicación, 2012); entre 1990 y 2010, la economía mexicana creció a una tasa media anual de 2.5%, mientras que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) lo hicieron en 1.5%; dichos datos son buenos indicios de que se ha iniciado el proceso de desacoplamiento entre el crecimiento económico y el crecimiento de las emisiones de GEI. Es probable que lo anterior sea por una mejora en el sector energético e industrial; es decir, diversos sectores han disminuido su tasa de emisiones de Gases de Efecto Invernadero; además, el sector terciario se ha incrementado, pero el comportamiento del transporte de carga no queda reflejado en los datos de la Quinta Comunicación (2012); por tanto no se puede llegar a una conclusión de si en México existen indicios de desacoplamiento entre el crecimiento económico y el sector de transporte de carga.

**Crecimiento económico y transporte: en busca del desacople.<sup>5</sup>**

La importancia de detectar correctamente el desacople entre crecimiento económico y transporte es crucial para una toma de decisiones orientada a buscar la disminución de los impactos negativos del transporte, y un primer paso es examinar los instrumentos que pueden utilizarse para propiciar el deseado desacople. La información sobre el tema ha mostrado que no existe una política única para lograr el desacople. La planeación de la política de desacople requiere, sin embargo, de estudios detallados para identificar los indicadores adecuados que muestren la evolución de las variables del transporte ligadas al crecimiento económico y que permitan precisar esta circunstancia. La aplicación exitosa de una política de desacople dependerá críticamente de los resultados de este tipo de estudios.

## 2.3 Descarbonización del transporte

Entre los gases de efecto invernadero, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es clave debido a que contribuye en dos terceras partes al calentamiento global provocado por el hombre. El pronóstico para el año 2050 es que el transporte -tanto de carga como de personas- contribuirá a nivel mundial con el 50% del CO<sub>2</sub> emitido y habrá la misma tendencia en países en vías de desarrollo, como México, mientras los vehículos no logren ser de bajas emisiones de CO<sub>2</sub> (Banister et al. 2011).

Por tanto, la brecha en el uso de energía -proveniente del petróleo- entre los diferentes modos de transporte, muestra la importancia que tiene la competencia intermodal en los mercados de transporte y sus potencialidades para una mayor eficiencia energética, es decir, para la gradual descarbonización (Bonilla, 2010); ya que el proceso de descarbonización también incluye aquellas acciones para disminuir la proporción entre el CO<sub>2</sub> emitido y el uso de energía del transporte.

Además, para lograr un rápido crecimiento de las economías, es vital establecer un sistema de transporte con menor intensidad energética; de tal forma que sea más resiliente a los altos precios de petróleo y se contribuya a la descarbonización del transporte. Entre mayor sea el incremento en la flota vehicular de un país, mayor será la importancia de la adopción de estándares para ahorro del combustible; tales estándares pueden regular también la eficiencia en el uso del combustible en los nuevos vehículos de carga así como la cantidad de emisiones de GEI por cada kilómetro recorrido (Bonilla, 2010). Pero las medidas mencionadas anteriormente no son suficientes para generar una eficiencia

---

<sup>5</sup> Moreno Quintero, Eric y Molina Flores, Irma. Crecimiento económico y transporte: en busca del desacople. Boletín NOTAS núm. 119, artículo 1. Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México. Agosto (2009).

energética a nivel mundial; por lo que debe ser incluida una disminución en la distancia de las mercancías transportadas, tal como lo plantean los principios de la logística verde (ver sección 3.5.1) y las propuestas realizadas para incidir en el proceso de desmundialización de algunas cadenas logísticas (ver sección 4.1).

Las políticas tomadas por el Gobierno Federal en México para la “chatarización” de la flota vehicular obsoleta del autotransporte de carga (Mendoza & Romero, 2012), así como para la capacitación en la conducción técnica<sup>6</sup> (que debería ser obligatoria para la obtención de la licencia federal), son un ejemplo de las acciones necesarias para llevar a cabo la descarbonización del transporte (ver sección 3.1); sin embargo, los enfoques de las políticas deben estar sustentados en estrategias múltiples para descarbonizar el transporte, relacionadas con la salud, el comercio, la estabilidad macroeconómica, la eficiencia energética y la seguridad. Estrategias que convendría poner sobre la mesa en las actividades realizadas por la “plataforma” propuesta en este trabajo, para la transición hacia la sustentabilidad del sistema de transporte en México (ver sección 1.1.1).

#### **Conducción técnica de vehículos automotores diésel.<sup>7</sup>**

La conducción técnica de un vehículo por un operador es el tipo de conducción y de comportamiento en relación con el vehículo, que llevan al consumo mínimo de combustible, llantas y refacciones; cualquiera que sea el perfil del recorrido o las condiciones del tránsito, pues reduce las emisiones contaminantes al medio ambiente y que además, respeta a los usuarios del camino.

---

<sup>6</sup> Del término en inglés *ecodriving*.

<sup>7</sup> Rafael Morales, M. Y. y Hernández Guzmán, A. Manual de conducción técnica de vehículos automotores diésel: segunda edición. Publicación técnica No. 360, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2012).

***Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el transporte de carga en América del Norte.<sup>8</sup>***

En términos de sustentabilidad ambiental del transporte, el tema central de este informe es acerca de las oportunidades que existen para reducir las emisiones de GEI provenientes de los modos carretero y ferroviario del transporte de carga en América del Norte. El requisito más importante para que las emisiones de GEI del transporte de mercancías no aumenten como se espera a consecuencia del constante crecimiento comercial en la región del TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte) es no sólo seguir avanzando hacia tecnologías y combustibles más limpios y eficientes, sino también que los tres países tengan la visión y la determinación política de impulsar un sistema de transporte de carga integrado e inteligente que sea parte integral de la búsqueda de una economía más sustentable de América del Norte. Garantizar la sustentabilidad ambiental del sector exige la cooperación regional de todas las instancias de las autoridades de transporte y medio ambiente, junto con múltiples sectores relevantes del sector privado, en materia de políticas y acciones para optimizar la demanda; invertir en infraestructura; fijar un precio real a la contaminación por carbono; asegurar una combinación óptima de modos de transporte (carretero, ferroviario, marítimo) y administrar nuestras fronteras de la manera más segura y eficaz posible. América del Norte puede demostrar al mundo cómo poner el transporte de carga a la cabeza —en vez de relegarlo a un segundo plano— en la toma de acciones para enfrentar los retos de la seguridad energética y el cambio climático, al tiempo que aumenta la prosperidad económica.

---

<sup>8</sup> Comisión para la Cooperación Ambiental. Un solo destino: la sustentabilidad. Reporte para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el transporte de carga en América del Norte. Montreal, Canadá (2011).

## 3 Políticas para la sustentabilidad

Las diversas medidas o políticas no son unidimensionales y, por tanto, cobraría gran importancia la implementación de una plataforma para administrar la transición, tal como se describió y recomendó en secciones anteriores; en donde diversos puntos de vista se unan para crear metas y proyectos hacia la sustentabilidad en el transporte de carga en México. Por lo que, en las siguientes secciones se da un panorama de algunas de las políticas que pueden ser consideradas en dicha plataforma, así como las metas ya establecidas por el Gobierno Federal.

### 3.1 Metas en el sector transporte del Gobierno Federal

En el Programa Especial de Cambio Climático 2008-2012, fueron establecidas las metas del sector transporte (que aparecen en la tabla 3.1) para coadyuvar con los esfuerzos nacionales en la reducción de las emisiones de GEI.

**Tabla 3.1 Metas para el sector transporte**

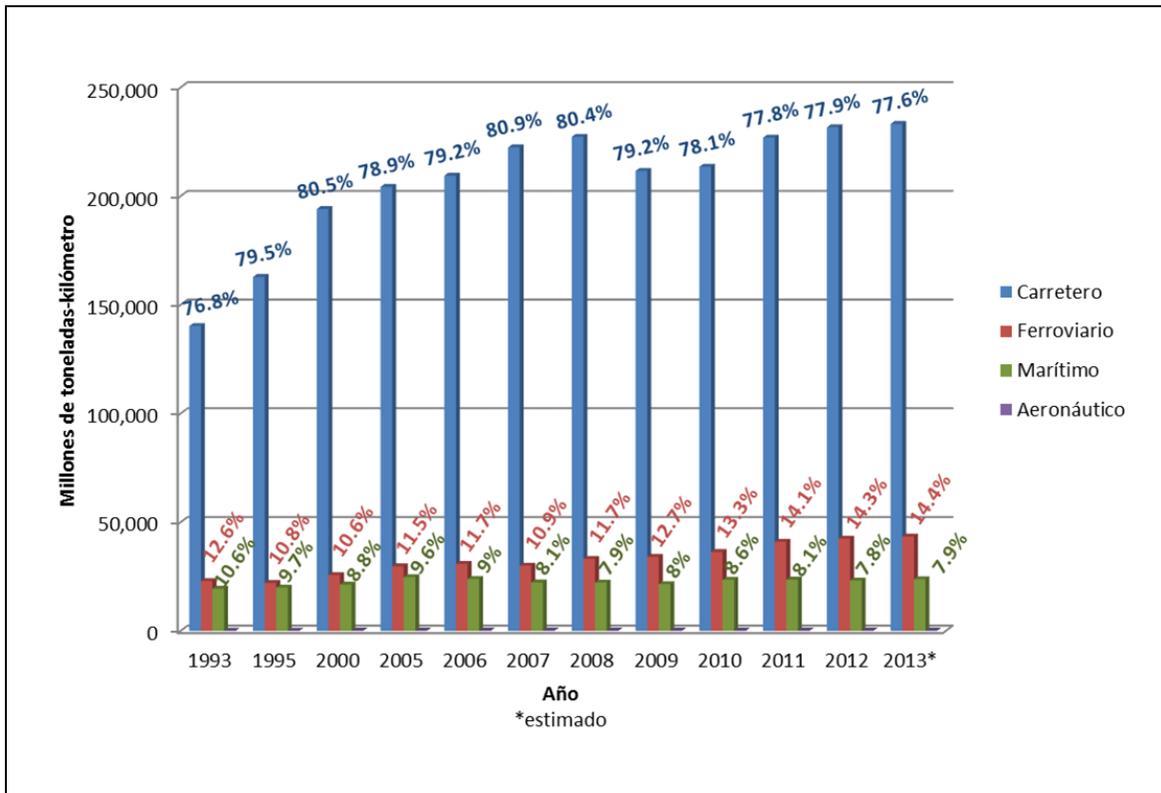
Meta	Concepto	Dependencia responsable	Mitigación MtCO <sub>2</sub> e* 2008-2012	Resultados 2008-2011	
				MtCO <sub>2</sub> e* mitigados	% de la meta
M26	Programa "Transporte Limpio" (de pasajeros y carga)	SEMARNAT	2.7	0.47	17.4 %
M27	Construcción de 38 tramos carreteros	SCT	1.2	0.49	40.1 %
M29	Chatarrización de vehículos automotor viejos	SCT, SHCP, SE, NAFIN	1.1	1.28	116 %
M31	Mayor participación del ferrocarril en el transporte federal de carga	SCT	3.9	0	0 %

\*Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Fuente: Quinto Informe de Gobierno (Presidencia de la República, 2011) y Quinta Comunicación (2012).

En la tabla anterior, se puede observar que la meta M29 fue la única cumplida e incluso rebasada, el programa que lo hizo posible ahora está etiquetado como una

de las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA). Por otro lado, de acuerdo con los datos de cumplimiento, hasta el año 2011 no se había alcanzado la meta M31 que consistía en una mayor participación del ferrocarril en el transporte federal de carga. Al respecto, en el estudio para México sobre la disminución de emisiones de carbono (Johnson et al., 2010) se sugiere establecer como meta, que para el 2030 el 37% de la carga sea transportada por ferrocarril. Como se puede observar en la figura 3.1; en el transporte doméstico de México, el ferrocarril tuvo una participación de apenas 14.1% durante el 2011 y de 14.3% en el 2012, en términos de toneladas-kilómetro. Si no se realizan cambios importantes en las políticas para privilegiar la optimización modal, se pronostica que la tendencia de la participación del ferrocarril no cambiará mucho en los próximos cuatro años (Business Monitor International, 2012).



**Figura 3.1 Participación modal en el tráfico doméstico de carga en México**

Fuente: Manual estadístico del sector transporte (2012)

En la siguiente sección se recomiendan una serie de medidas para incentivar el cambio modal necesario para alcanzar la Meta 31 y la recomendación de Johnson et al. (2010); ya que es necesario acelerar el aumento de la participación del ferrocarril.

**Modernización de la flota del autotransporte de carga en México.<sup>9</sup>**

De las entrevistas realizadas para este estudio, se pudo constatar que el segmento de los hombres camión es justamente el que menos ha acudido al llamado del *programa de chatarrización*, pese a que tienen gran interés en participar. De las razones por las cuales estos pequeños transportistas no participan, hay dos que son críticas. La primera es la incapacidad para cubrir los requisitos solicitados para un crédito, aun cuando el hombre camión pueda pagar las mensualidades; dicha situación está arraigada en el modo informal de operar que tienen muchos hombres camión que trabajan sin cuentas bancarias, sin facturaciones adecuadas o declaraciones anuales. La segunda razón es que muchos de estos transportistas no pueden asegurar un ingreso regular a lo largo del año, sino que pasan por épocas buenas y épocas malas; y es esta preocupación de tener que pagar una mensualidad en época mala, lo que detiene a muchos a buscar un crédito. Por lo que se recomienda diseñar planes de crédito para hombres camión solventes pero con ingreso irregular a lo largo del año, por ejemplo con pagos trimestrales o semestrales.

## 3.2 Cambio modal

En el caso del transporte de carga, tanto el transporte ferroviario como el marítimo son más eficientes energéticamente que el transporte carretero o el aéreo. Por su parte, la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte publicó estimaciones de las emisiones para el caso de EE. UU., en donde el camión pesado genera 104.5 gramos/tonelada-km de CO<sub>2</sub>, que es el doble de lo reportado en Europa (ver la tabla 3.2); para el caso del ferrocarril, se estima que genera en promedio 39.3 gramos/tonelada-km de CO<sub>2</sub>, lo que representa un poco más del doble de lo pronosticado para el caso europeo (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2011). Pero la proporción de emisiones del camión pesado con respecto al ferrocarril es muy semejante en las estimaciones europeas y estadounidenses.

---

<sup>9</sup> Moreno Quintero, Eric. La Modernización de la Flota del Autotransporte de Carga Nacional: Prácticas, Evolución y Propuestas de Renovación. Reporte del proyecto No. TE 02/06. Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México (2006).

**Tabla 3.2 Uso de energía y emisiones para unidades típicas de transporte de diferentes modos en Europa**

Uso de energía/ emisiones g/t/km	Barco portacontenedores		Ferrocarril eléctrico	Ferrocarril a diésel	Camión pesado	Boeing 747-400
	11,000 TEU*	6,600 TEU*				
<b>kW h/t/km</b>	0.014	0.018	0.043	0.067	0.18	2.00
<b>CO<sub>2</sub></b>	7.48	8.36	18	17	50	552
<b>SO<sub>x</sub></b>	0.19	0.21	0.44	0.35	0.31	5.69
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.12	0.162	0.10	0.00005	0.00006	0.17
Partículas suspendidas <b>(PS)</b>	0.008	0.009	----	0.008	0.005	----

\*Acronimo del término en inglés *Twenty-foot Equivalent Unit*, es la capacidad de carga de un contenedor normalizado de 20 pies.

Fuente: *Network for Transport and Environment (NTM<sup>10</sup>)* en Dekker et al. (2012).

Otros datos para el caso de Europa indican que la proporción de uso energético entre los camiones de carga y el ferrocarril es de 1.7 a 1, si se toma en cuenta tanto la energía utilizada para mover la carga como para la manufactura de los vehículos; además, en promedio, el consumo de energía de los camiones de carga es trece veces mayor en comparación al consumo del ferrocarril, por cada tonelada-kilómetro transportada (Bonilla, 2010).

Cuando no sea posible utilizar el transporte marítimo, el ferrocarril puede contribuir a la sustentabilidad proveyendo capacidad para un cambio modal, pero siempre y cuando no atraiga nueva demanda de transporte (Givoni et al. 2009). Por lo que es recomendable que, para alcanzar en México un cambio modal sustancial del transporte carretero hacia el transporte ferroviario, se lleve a cabo un estudio del tipo de carga que pueda ser transferido del transporte carretero al ferroviario; en el que sean identificadas las barreras actuales que impiden la transferencia de dicha carga así como las políticas necesarias para derribar dichas barreras; sin olvidar que ello conllevaría a un aumento en la inversión tanto en infraestructura (terminales intermodales, aumento de capacidad en infraestructura existente, etc.) como en instrumentos para la operación óptima de la infraestructura. Las terminales intermodales deben estar ubicadas en lugares estratégicos, de tal forma que se consoliden corredores multimodales en el país; los que a su vez

<sup>10</sup> Siglas en sueco de *Nätverket för Transporter och Miljön*

puedan ser considerados de bajas emisiones de gases de efecto invernadero o corredores verdes y que coadyuven a la resiliencia del sistema de transporte.

Una medida aunada a la anterior consiste en la internalización del costo de las externalidades negativas; es decir, tener un sistema de peaje que incluya dicho costo, con la finalidad de desincentivar en el autotransporte el flujo de carga de largo itinerario, en aquellos corredores en que se puede usar el ferrocarril para la mayor parte del trayecto; tal como sucedió en el caso de Suiza que se describe en la siguiente sección.

### **3.2.1 Caso de Suiza**

El peaje para el autotransporte de carga (en proporción con el peso y emisiones del vehículo, así como la distancia recorrida) que incluya el costo de las externalidades negativas para ciertos corredores, colocaría al ferrocarril en una posición más competitiva en su ardua competencia con la flexibilidad que ofrece el autotransporte; además, los ingresos obtenidos de la internalización de los costos del autotransporte de carga deberían ser utilizados -como en el caso de Suiza- para la financiación de la infraestructura multimodal necesaria.

Desde el año 2001, en Suiza han llevado a cabo diversas reformas en las regulaciones y políticas del autotransporte de carga, de tal forma que fortaleciera la complementariedad entre el modo ferroviario y el carretero (Liechti, 2006). Por lo que actualmente, Suiza cuenta con una red ferroviaria eléctrica en donde se transportan las mercancías en ciertos corredores (como el que cruza la región de los Alpes) con carácter de obligatoriedad; es decir, han favorecido el transporte intermodal. Aunado a lo anterior, han trabajado para aumentar la capacidad, productividad, eficiencia y calidad del servicio ferroviario.

Las políticas antes descritas podrían ser implementadas en México, si se contara con una visión a largo plazo para electrificar corredores estratégicos del ferrocarril y al mismo tiempo se trabajara en la generación de energía limpia -como es la de plantas hidroeléctricas, la energía eólica y solar- para la producción de la energía eléctrica. Pero en un mediano plazo, se podría utilizar el ferrocarril a diesel ya existente; y una vez que dicho modo aumente considerablemente, la cantidad de toneladas-kilómetro transportadas podría atraer parte de la inversión necesaria para un transporte intermodal de bajas emisiones de GEI y de bajo consumo energético.

## **3.3 Planeación y optimización de infraestructura**

La Comisión Europea (2011), en su reciente libro blanco, recomienda la planeación de la infraestructura en una forma tal que maximice el impacto positivo en el crecimiento económico y minimice el impacto negativo en el medio ambiente; es decir, utilizar los recursos de una manera más eficiente, para que el transporte

de carga utilice menos energía y que esta a su vez sea limpia, que sea utilizada la infraestructura, de mejor manera, con la finalidad de reducir los impactos negativos en el medio ambiente. Por lo que, nuevos patrones de transporte deben emerger, de tal forma que mayores volúmenes de carga sean transportados por una combinación eficiente de modos de transporte.

Además, es importante enfatizar que la planeación y el financiamiento de infraestructura de transporte deben enfocarse desde una perspectiva de integración modal, así como de optimización de las cadenas logísticas y de la red de transporte en su totalidad; de tal forma que se integren corredores “verdes” (con altos volúmenes de carga y de bajas emisiones de GEI) en una red completamente cohesionada y que se haga un uso óptimo de la infraestructura existente.

La integración modal en la infraestructura se genera con el desarrollo o adecuación de plataformas logísticas y multimodales, en aquellos lugares potenciales para la consolidación y optimización de los flujos de carga, que conecten los corredores “verdes” y las zonas urbanas (Helmreich & Keller, 2011).

En el estudio para México sobre la disminución de emisiones de carbono (Johnson et al., 2010) se sugiere la optimización de la logística de carga por carretera. Así pues, para el logro de tal recomendación y de acuerdo con Stanley et al. (2011) se propone una mayor tasa de utilización de los vehículos -en el caso de la flota del autotransporte- a través de un mejoramiento en la programación de los viajes, de tal forma que exista un menor porcentaje de viajes en vacío; además de cambiar cierto flujo de tráfico a horarios donde no exista alto congestionamiento, con el propósito de reducir emisiones de GEI. En casos extremos, es recomendable cobrar una penalización a los camiones que viajen en vacío; es decir, cada empresa tendría derecho a que cierto porcentaje de sus camiones viajaran en vacío más allá de cierta distancia; de tal manera que si rebasaran dicho límite, deberían pagar una penalización.

Para llevar a cabo una política de tal envergadura, tendrían que estar involucrados los usuarios de los servicios de transporte de carga, de tal forma que fueran ellos los responsables de pedir una mayor eficiencia a sus proveedores; a su vez, dichas empresas (usuarios) tendrían que recibir un incentivo por parte del Gobierno para que dedicaran tiempo al desarrollo de sus proveedores de servicios de transporte; es decir, que recibieran alguna concesión fiscal por tener una logística más verde. Un ejemplo a nivel internacional de proveedores de servicios logísticos con políticas de mitigación de los impactos negativos al medio ambiente son TNT (que tiene vehículos automotores eléctricos para la distribución en la última milla) y DB Schenker, que ha mostrado un desarrollo considerable en las ecosoluciones que ofrece a sus clientes (redes de trenes de carga con cero emisiones de GEI).

Por otra parte, en México también la autoridad podría impulsar y complementar el programa “e-logística” de la Secretaría de Economía y la SCT, de tal forma que se

desarrollara un sistema de información más complejo que permitiera una comunicación en tiempo real y de manera eficiente entre los operadores logísticos multimodales, autoridades y clientes. El objetivo sería contar con una sola ventana virtual para la información relacionada con la localización y condiciones de la carga que se está transportando en México, que permitiera eliminar gradualmente el uso del papel y que fuese un sistema seguro; es decir, que se generara un solo documento de transporte en forma electrónica, ya que es uno de los requerimientos para desarrollar un sistema de “carga inteligente y electrónica”<sup>11</sup>.

En forma paralela, se podrían seguir desarrollando los Sistemas Inteligentes de Transporte en México, para que cualquier interrupción en la infraestructura fuera comunicada y existieran menores pérdidas de tiempo; es decir, proveer al sistema de transporte de carga en México de un sistema que permitiera la comunicación eficiente entre los usuarios y operadores, de tal forma que el sistema llegara a ser más resiliente ante los embates de los eventos meteorológicos extremos a los que está expuesta la infraestructura, y que seguirán incrementándose como consecuencia del cambio climático.

Otra medida recomendada es que a través de los Sistemas Inteligentes de Transporte se dé prioridad en ciertos horarios al transporte de carga sobre los vehículos de baja ocupación de pasajeros, en algunos tramos de los corredores verdes (Helmreich & Keller, 2011). En general, los Sistemas Inteligentes de Transporte pueden ser de gran utilidad para maximizar el aprovechamiento de la capacidad del sistema de transporte de carga y del sistema de transporte en su totalidad.

### **3.4 Impuestos al combustible y normas de emisiones**

Mientras los combustibles fósiles sigan siendo utilizados como fuente principal de energía para los vehículos de los diversos modos de transporte, seguirán los esfuerzos para incorporar normas que los regulen, de tal manera que aumente su rendimiento y emitan menos contaminantes. Esta medida, a pesar de ser conservadora, es la más comúnmente utilizada; por ejemplo, para el caso del autotransporte en México, la autoridad estableció el plan para vender a nivel nacional el diésel Ultra Bajo en Azufre<sup>12</sup> (UBA), de tal manera que puedan operar los tractocamiones con motor EPA 2007 ó 2010 así como EURO V ó VI.

---

<sup>11</sup> Del inglés *intelligent cargo, e-freight*.

<sup>12</sup> Del inglés *Ultra-low sulfur diesel*

Existen medidas más severas que consisten en aumentar el impuesto a los combustibles fósiles, generalmente implementados para gasolina y no para diésel, por ser el primer tipo el más usado en los vehículos privados de uso personal.

Para el caso de México, sería importante continuar con el fortalecimiento del programa de promoción para la renovación de la flota vehicular, así como modificar la normatividad necesaria (por ejemplo, actualizar la NOM-044-SEMARNAT-2006) para que se exija una mayor eficiencia energética y menor cantidad de emisiones contaminantes de los vehículos pesados que circulan en el país, así como incentivar el buen mantenimiento de dicha flota vehicular y que no sobrecarguen las unidades.

### **3.5 Medición de la huella del carbono**

De acuerdo con Pereira (2012), una sociedad libre y abierta, en la que exista equidad, debería generar un nuevo contrato social en donde sólo la producción y comercialización de bienes y servicios sustentables se efectúe entre todos los participantes. A su vez, la legislación deberá proveer de los incentivos necesarios para que se puedan generar productos y servicios sustentables.

Una forma en que algunos han empezado a medir la sustentabilidad de un producto es a través del cálculo de las emisiones de carbono generadas a lo largo de su ciclo de vida (desde la extracción de materias primas que lo conforman, pasando por la manufactura del producto hasta llegar a las etapas de transporte, del uso y el desecho/reciclaje); de tal forma que el producto sea etiquetado con la huella de carbono que deja en el planeta. Para etiquetar los productos se requiere calcular la huella de carbono a través de estándares internacionales, entre ellos está el *Greenhouse Gas Protocol (GHGP) Product Standard*<sup>13</sup> desarrollado por el WRI<sup>14</sup> y el WBCSD<sup>15</sup>; así como el *PAS*<sup>16</sup>2050 desarrollado por la Institución Británica de Estándares<sup>17</sup>, en el año 2008 y actualizado en el 2011; al respecto, la Organización Internacional de Estándares<sup>18</sup> está desarrollando una norma para medir la huella de carbono de los productos: ISO 14067.

---

<sup>13</sup> En español suele nombrarse como Protocolo de Gases de Efecto Invernadero para productos, para mayor información visite la página web: [www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org)

<sup>14</sup> Instituto de Recursos Mundiales (*World Resources Institute*)

<sup>15</sup> Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable (*World Business Council for Sustainable Development*)

<sup>16</sup> *Publicly Available Specification*

<sup>17</sup> *British Standards Institution*

<sup>18</sup> *International Standards Organisation (ISO)*

En México ha sido desarrollado el “programa GEI México”, en el que empresas voluntarias están midiendo las emisiones de sus productos a través del estándar *GHGP* y deben a su vez encontrar aquellas oportunidades para la reducción de las emisiones GEI. El programa representa el apoyo del sector privado para la reducción de gases de efecto invernadero en el país y está coordinado por la SEMARNAT, con el apoyo técnico del WRI y del WBCSD, así como la participación de la Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) y otras instituciones.

En el Reino Unido, empresas como TESCO ya están etiquetando con la huella de carbono algunos de los productos que comercializan; en el año 2010, dicha etiqueta ecológica que se denomina “Reducción de Carbono”<sup>19</sup> ya era utilizada por noventa marcas en más de cinco mil productos; en la que especifican el CO<sub>2</sub> emitido, así como el compromiso de reducción a través de su vida útil, como el caso del reciclaje de los empaques. Por lo que cada vez resulta más necesario contar con cadenas logísticas de bajas emisiones de carbono; es decir, que se fundamenten en una logística verde y que contemple también la logística inversa una vez que el producto termina su vida útil; ambos conceptos serán ampliados en las siguientes secciones.

### **3.5.1 Logística verde**

El principal objetivo de esta logística es coordinar las actividades requeridas para mover los productos a través de la cadena de suministro, de tal forma que sean al mínimo costo y cumplan los requerimientos del cliente. En el pasado, los costos solamente eran definidos en términos monetarios; pero conforme ha aumentado la preocupación por los impactos ambientales, cada vez resulta más imperativo que las empresas tomen en cuenta los costos de las externalidades negativas asociadas a la logística. Por lo que la logística verde incluye el estudio de las mejores prácticas de las operaciones logísticas, que tienen como objetivo reducir las externalidades negativas que afectan el medio ambiente, en particular las relacionadas con las emisiones de los gases de efecto invernadero, al ruido y los accidentes, de tal forma que se logre un balance sustentable entre los objetivos económicos, ambientales y sociales (Dekker et al. 2012).

Las áreas de intervención para una logística verde son las siguientes: la organización de la cadena de suministro, la racionalización del producto y del empaque, el nivel de utilización vehicular, la eficiencia del combustible a través del comportamiento en la conducción, la innovación tecnológica, el cambio modal, las iniciativas de comunicación y las medidas compensatorias.

---

<sup>19</sup> *The Carbon Reduction Label*

Por otra parte, de acuerdo con el trabajo editado por Helmreich & Keller (2011), muchas empresas internacionales se han dado cuenta de que la simple mejora de las operaciones en sus cadenas de suministro conlleva a la disminución del impacto negativo en el medio ambiente, así como a ahorros monetarios que provoca la mayor eficiencia.

### 3.5.2 Logística inversa

Para una cadena típica de suministro de productos, las actividades van desde el suministro de materia prima hasta el sistema de producción y de distribución al punto de consumo, en donde también se asocia la logística inversa; esto es, aquella logística que permite la reutilización, el reciclaje o desecho de partes del producto cuando termina su vida útil.

Al respecto, han surgido diversas filosofías que permiten generar diseños cada vez más ecológicos que incluyen la logística inversa de cada pieza del producto, como es el caso de los productos diseñados bajo el enfoque *Cradle to Cradle*<sup>CM</sup> (C2C)<sup>20</sup>.

Desde el enfoque C2C, se contempla la reutilización de todos los materiales que forman parte del producto y que por tanto son materiales de alto valor para la elaboración de nuevos productos. Para que un producto reciba una certificación C2C debe tener un diseño que cumpla con ciertos estándares en todas las fases productivas (extracción, procesamiento, utilización, reutilización, reciclaje). Los estándares buscan que los gastos de energía se minimicen y se cierre el ciclo de materiales, incluso que el balance de gastos y aportes sea positivo; es decir, que haya una ecoefectividad, en donde se trabaje sobre las cosas correctas – sobre los productos, servicios y los sistemas adecuados – en lugar de hacer que las cosas incorrectas sean menos malas (Braungart & McDonough, 2005).

---

<sup>20</sup> Traducción literal: de la cuna a la cuna.

## **4 Algunos retos para México**

---

Debido a que las diversas medidas o políticas no son unidimensionales, a continuación se describen algunos retos que podría enfrentar México en su transición hacia la sustentabilidad en materia del transporte de carga, de acuerdo con su situación actual y a las diversas tendencias que se vaticinan en sectores correlacionados.

### **4.1 Algunas tendencias mundiales**

De acuerdo con el Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2013), los cinco riesgos mundiales con mayor probabilidad de ocurrencia para el 2013 -en diversas áreas- son los siguientes:

1. Disparidad severa en los ingresos.
2. Déficits fiscales crónicos.
3. Aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
4. Crisis en el suministro de agua.
5. Mal cuidado de la población de edad avanzada.

El primer riesgo está relacionado con las inequidades sociales, pero es probable que los grupos de clase media estén cada vez más conscientes del impacto ambiental que tienen sus actividades, así como de los productos que consumen; lo que a su vez impulsará la tendencia de la llamada desmundialización<sup>21</sup>, en la que los consumidores preferirán los productos regionales aunque sean de mayor precio, para fortalecer el desarrollo regional sustentable y ayudar al planeta.

El segundo riesgo está relacionado con las preocupaciones macroeconómicas respecto a las crisis y el tercero a las fallas en la mitigación del cambio climático; los que están muy relacionados y presentan un gran reto, pues un mayor crecimiento económico puede ir en detrimento del medio ambiente (ver sección 2.1); por lo tanto, es probable que aumente la presión en materia de regulaciones ambientales y que, por otro lado, sigan creciendo las economías del sur del planeta. Pero además, existe la preocupación a nivel mundial del continuo aumento de la población y del envejecimiento de esta, así como de las dificultades que se enfrentarán para proveer de alimentos y agua, ya que en general se espera una escasez de recursos naturales.

---

<sup>21</sup> Del término en francés “démondialisation” y del inglés “deglobalization”

Aunado a lo anterior, es inminente la presión por la posible escasez de petróleo, a mediano plazo. Por tanto, si la economía mexicana sigue siendo dependiente del uso de combustibles fósiles, se verá afectada por los altos precios que se esperan a mediano plazo y por la disminución de sus reservas petrolíferas. Dicha tensión podría disminuir en el largo plazo debido a la penetración de los sustitutos del petróleo; como los biocombustibles, los combustibles sintéticos y la electricidad generada con energía renovable.

En términos de la generación de energía renovable, países con economías emergentes como Brasil han avanzado mucho más que México; ya que han logrado un gran porcentaje de descarbonización de la producción de energía, lo que genera altos impactos en la disminución de emisiones de GEI. Por lo que la transición del sector energético en México hacia la sustentabilidad no debería perder empuje, ya que además podría apoyar la electrificación paulatina del transporte en ciertas regiones del país; aunque dicho cambio sea paulatino por requerir de mayor tiempo debido a la menor flexibilidad del sector transporte, cuya infraestructura por lo general tiene una vida útil de treinta a cien años.

Aunque se esperaría que el desarrollo de la tecnología lograra la sustitución de los combustibles fósiles, las recomendaciones convergen en que continúe la implantación de políticas ante el cambio climático, para disminuir la demanda de combustibles fósiles a través del aumento de la eficiencia en el uso de dicha energía, así como la adopción de tecnologías de información para aumentar la eficiencia en las cadenas de suministro; ya que, como se ha explicado a lo largo de esta publicación, existen una diversidad de variables que pueden cambiar el rumbo de las tendencias.

Así que, se contribuiría al aumento de la resiliencia mexicana ante el alza del precio de los combustibles fósiles, si México continúa con el cumplimiento de las metas a corto plazo para la reducción de emisiones de GEI, a través del constante diseño de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA<sup>22</sup>), en la plataforma sugerida en esta publicación, para la transición (ver capítulo 1).

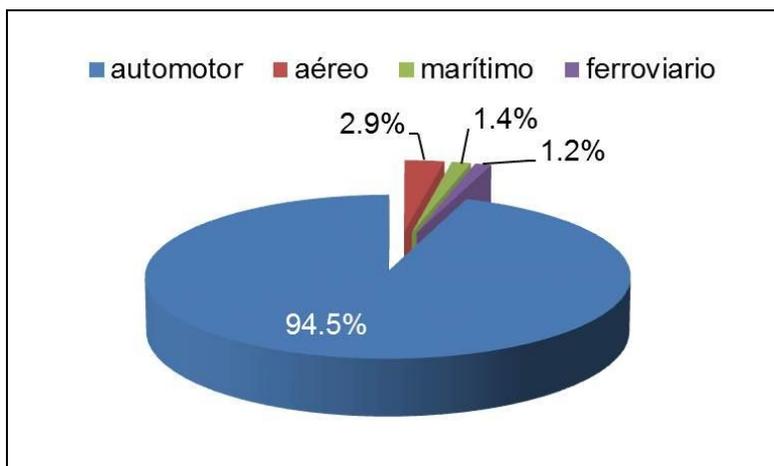
## **4.2 Aumento de las emisiones de GEI**

De acuerdo con la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en 2010 las emisiones en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) fueron 748.3 millones de toneladas, de los cuales el 67.3% (503.8 millones de toneladas) pertenecen al sector de energía. En dicho sector energético, la emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por consumo de combustibles fósiles fueron de 424.3 millones de toneladas, de los cuales 166.4 millones de toneladas fueron del sector transporte (33% del total).

---

<sup>22</sup> Siglas en inglés de *Nationally Appropriate Mitigation Actions*.

La contribución por modalidad fue: automotor, 94.5%; aéreo, 2.9%; marítimo, 1.4% y ferroviario, 1.2% (ver figura 4.1).



**Figura 4.1 Emisiones de CO<sub>2</sub> eq. del sector transporte en el 2010**

Fuente: Quinta Comunicación (2012)

En cuanto al consumo de combustibles, la gasolina aporta 69.2% de las emisiones; el diésel, 26.1%; los querosenos, 2.9%; el gas licuado de petróleo (GLP), 1.6%; el restante 0.2% proviene del combustóleo y el gas natural (Quinta Comunicación, 2012).

Aunque la Quinta Comunicación (2012) no presenta un desglose de las emisiones que aporta el transporte de carga en sus diferentes modos, existen algunas estimaciones preliminares como las realizadas por el Centro de Transporte Sustentable de México (2012), en las que el transporte automotor de carga representó aproximadamente una cuarta parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente del sector transporte en el año 2010. Por lo tanto, cabe destacar la importancia de que en México se cuente en forma sistemática con información desglosada de los GEI emitidos por cada modo de transporte de carga, de tal manera que dicha información sirva de base para el establecimiento de políticas públicas y la evaluación de las mismas; es decir, la medición de la eficiencia de los programas implementados.

Debido a que el transporte automotor privado para el transporte de personas representa el mayor porcentaje de emisiones de GEI, una de las prioridades para México sería enfocar las políticas públicas para incentivar el uso del transporte público, ya sea dentro de las zonas urbanas así como entre ellas. Pero como se ha destacado a lo largo de la presente publicación, es recomendable que las políticas públicas incluyan al transporte de carga en la agenda, de tal manera que contribuya al logro de las metas de mitigación de GEI por parte de México ante el cambio climático. Ya que de acuerdo con los análisis tendenciales, se espera que

las emisiones de GEI de México se incrementen a 872 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en 2020, y a 996 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en 2030; los sectores con mayor crecimiento y emisiones de GEI son la generación eléctrica y el transporte (Quinta Comunicación, 2012).

De acuerdo con la meta de México para reducir en el año 2050 el 50% de las emisiones de GEI con respecto a los niveles que se tenían en el año 2000 (644 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente), se sigue planteando, en el portafolio de proyectos para el 2020, que exista una mayor participación del ferrocarril en el transporte de carga. En materia de los biocombustibles, se establece que tienen un potencial de mitigación de 15 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año 2030 (Quinta Comunicación, 2012); en tiempos donde las regulaciones ambientales hacia los operadores logísticos serán cada vez más importantes en el contexto internacional, así como un factor de competitividad por los ahorros de recursos que se generarán.

### 4.3 México como plataforma logística sustentable

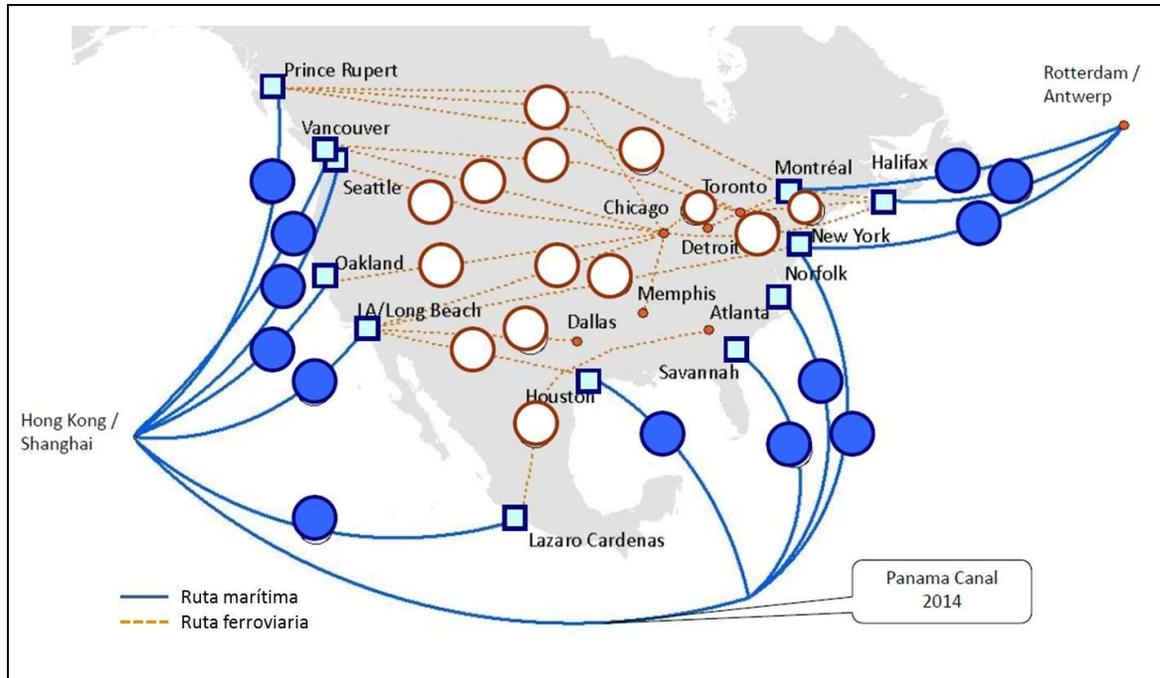
Los puertos de Manzanillo y Lázaro Cárdenas podrían alcanzar un nivel intermedio dentro de la red global de puertos y transporte intermodal, como *hubs*<sup>23</sup> regionales de concentración y distribución de carga en contenedores, ya que ambos están desarrollando dos vertientes para obtener volúmenes crecientes de este tipo de carga. La primera vertiente consiste en la expansión de sus redes multimodales de trenes de doble estiba, para alcanzar más territorios del interior del país y atender nichos de mercado en zonas de los Estados Unidos. La segunda vertiente implica su consolidación como nodos de transbordo de contenedores, para algunas navieras que los eligen como puntos de intersección entre sus embarcaciones de mayor capacidad provenientes del Lejano Oriente y sus embarcaciones de menor capacidad que costean por el litoral del Pacífico latinoamericano (Martner, 2010).

Por lo que, en el caso de que México lograra consolidarse como una plataforma logística entre Asia y EE. UU., a través del tránsito de mercancías en la ruta ferroviaria Lázaro Cárdenas-Houston, que representa un puente terrestre, tal como se muestra en la figura 4.2; sería recomendable trabajar en proyectos a mediano y largo plazos que permitan transitar hacia servicios más sustentables; con la finalidad de mejorar la infraestructura en otras zonas del país para fortalecer el comercio regional así como hacia el exterior y no sólo para el tránsito de mercancías por el país; ya que las externalidades negativas no están internalizadas en los costos de transporte. Y como ya se mencionó en la sección 3.2, una de las políticas recomendadas es que se internalicen, de lo contrario

---

<sup>23</sup> Llamados puertos “pivotes” por analistas de la CEPAL, han sido definidos como “puertos marítimos que concentran carga de diferentes procedencias y destinos, nacionales y extranjeros, para su posterior redistribución. Generan así negocios para la economía local al transportar el comercio que no es del entorno cercano al propio puerto” (Martner, 2010).

solamente se estaría contribuyendo al aumento de la huella del carbono de México, sin tener una visión sustentable a largo plazo.



**Figura 4.2 México como plataforma logística entre ASIA y EE. UU.**

Fuente: Traducido de LaFortune (2011)

### **El corredor multimodal del Istmo de Tehuantepec<sup>24</sup>**

Un siglo después de la época de mayor esplendor del cruce interoceánico del Istmo de Tehuantepec, por donde llegaron a circular grandes volúmenes de mercancías entre el océano Pacífico y el Atlántico; en los albores del siglo XXI, el Gobierno busca implementar el proyecto Sistema Logístico del Istmo de Tehuantepec, para volver a posicionar a esta región del sureste mexicano como un eje relevante de movilidad articulado a las modernas redes de transporte de la globalización.

Por lo pronto, el análisis de datos de distancia, tiempo y costo muestra una posición poco ventajosa para el corredor multimodal del Istmo, frente a las opciones de cruce existentes; como los puentes terrestres articulados a los puertos estadounidenses y el canal de Panamá, así como la alternativa analizada del puerto de Lázaro Cárdenas. La mejor forma de reducir esas brechas en tiempo y costo de transporte consistiría en generar carga en la propia región y densificar la ruta de manera endógena. Entonces la apuesta principal sería, antes que nada, por el desarrollo regional del Istmo de Tehuantepec, por la creación de actividades productivas que generen volúmenes crecientes de mercancías para el mercado nacional e internacional.

## **4.4 Adaptación al cambio climático**

Existen pronósticos de que aumentará la frecuencia y severidad de los desastres naturales debido a los efectos del cambio climático; sin embargo, existe mucha incertidumbre para predecir cuándo y en dónde sucederán, por lo que una de las políticas internacionales que acompaña a la mitigación del cambio climático es la adaptación a este, de tal forma que se logre mejorar la respuesta y la recuperación ante dichos fenómenos, además de minimizar las pérdidas humanas y económicas. Para medir la adaptación de los países al cambio climático, hay quienes han sugerido conceptos que miden la resiliencia de los países en diversos sectores; es decir, la capacidad que tienen dichos sectores de sobreponerse a los desastres naturales. A continuación se definen los tipos de resiliencia y algunas de las medidas que se pueden tomar para aumentarla.

---

<sup>24</sup> Martner Peyrelongue, Carlos Daniel. El sur también existe: el corredor multimodal del istmo de Tehuantepec en la era de la globalización. *Región y Sociedad*, Año XXIV No. 54, 2012.

### **4.4.1 Resiliencia dura**

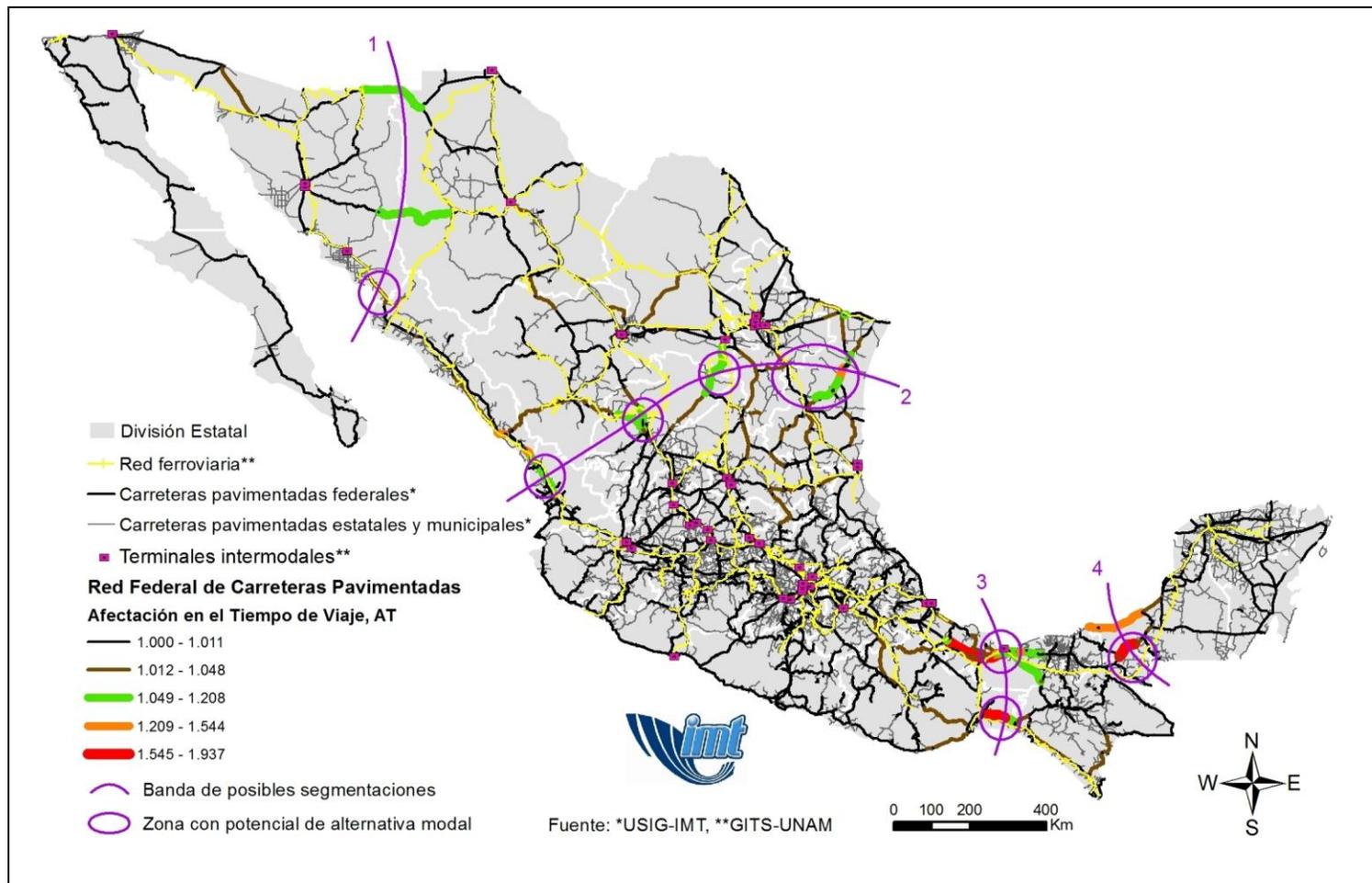
De acuerdo con Ponomarov y Holcomb (2009), el concepto de resiliencia dura está orientado a las características físicas de un sistema, que se podría medir a través de:

- (1) la robustez, que tiene que ver con la fortaleza de la infraestructura para mantener su nivel de servicio a pesar de los embates que le afecten;
- (2) la redundancia de la infraestructura; en donde recursos, instalaciones o conexiones redundantes pueden tomar provisionalmente el lugar de los que han sido afectados.

Por lo que, una forma de aumentar la resiliencia dura es a través de la redundancia en la infraestructura. Al respecto, en el Instituto Mexicano del Transporte se llevó a cabo un caso de estudio (Gradilla, 2011) en donde se estimaron aquellos tramos de la red federal de carreteras que sería crítico que contaran con tramos redundantes (ver figura 4.3); ya que de verse obstruidos afectarían en mayor medida el funcionamiento de toda la red de carreteras pavimentadas del país. Dicha afectación fue estimada en términos del tiempo de viaje adicional que les tomaría a todos los usuarios del sistema carretero llegar a su destino; es decir, medía los retrasos que provocaba la falta de operación del tramo carretero. Entre más alta sea la Afectación en el Tiempo de Viaje (AT), más crítico se considera que el tramo carretero cuente con un tramo redundante.

Como se puede ver en la figura 4.3, si algunos de los tramos con mayor AT fueran obstruidos al mismo tiempo, la red nacional de carreteras podría verse segmentada en cinco partes, lo que forma cuatro bandas que pasan por los tramos. Dichas bandas permiten distinguir que el centro del país (definido aquí de manera amplia como el altiplano, sus regiones costeras, el sur y el norte próximos) muestra una configuración de red densa, producto de décadas de construcción de carreteras redundantes, en correspondencia a la mayor densidad poblacional y económica en los diferentes períodos de la historia de México; pero por otro lado, las bandas muestran la falta de tramos y rutas transversales en el norte del país, así como de tramos carreteros cercanos redundantes y circuitos que ofrezcan rutas carreteras alternas con poca variación en el tiempo de viaje. Por tanto, sería menester poner atención en las zonas por donde pasan las bandas, para así aumentar la resiliencia dura del sistema carretero en México.

Adicionalmente, se pueden desarrollar medidas complementarias para lograr una mayor integración entre modos de transporte y aumentar así la resiliencia dura del sistema de transporte en su conjunto. Ya que, como se puede observar en la misma figura 4.3, existe el potencial en ocho de las once zonas, por donde pasan las bandas, para establecer una alternativa modal como el ferrocarril (sólo para el transporte de carga); por lo que una mayor integración de la red carretera y ferroviaria a través de plataformas intermodales no sólo ayudaría a reducir las



**Figura 4.3 Redundancia en la infraestructura del transporte terrestre de carga**

Fuente: elaboración propia con información de Gradilla (2011), USIG-IMT<sup>25</sup> y GITS-UNAM<sup>26</sup>

<sup>25</sup> Unidad de Sistemas de Información Geoespacial del Instituto Mexicano del Transporte

<sup>26</sup> Unidad de Geotecnología Inteligente en Transporte y Sustentabilidad del Instituto de Geografía, UNAM, información generada o recopilada bajo contrato con la SCT, 2011-2012.

emisiones de GEI, sino también a aumentar la resiliencia del sistema de transporte terrestre de carga en México; con lo que se estaría avanzando en la adaptación del sistema de transporte a los efectos del cambio climático. A pesar de que las plataformas intermodales actuales están distantes de la mayoría de las zonas potenciales y de que no existe una doble vía en el sistema ferroviario, a corto plazo parte del problema podría ser resuelto con un Sistema Inteligente de Transporte (ver sección 3.3) que permitiera el aviso oportuno de las obstrucciones de la red carretera, de tal manera que con una modificación del sistema de carga y descarga, el tractocamión con su(s) remolque(s) o contenedor(es) podría ser transportado sobre una plataforma ferroviaria. Sin dejar de lado la inminente necesidad de implementar algunas de las políticas ya descritas en la sección 3.2, para lograr la revigorización del sistema ferroviario y su integración con otros modos de transporte.

#### **4.4.2 Resiliencia blanda**

La resiliencia blanda puede ser medida a través del proceso de la administración de riesgos y de la respuesta ante emergencias; por lo que depende de la preparación, la coordinación y la colaboración entre organizaciones para alcanzar:

(1) la flexibilidad, que está representada a través de la comunicación en tiempo real entre departamentos y el rango amplio de organizaciones de ayuda; incluyendo la clara y precisa identificación de la evolución del riesgo, la colaboración para la resolución de problemas así como la reducción sistémica del riesgo;

(2) la agilidad, que significa la respuesta rápida ante un desastre, a través de la movilización rápida y precisa de recursos importantes, así como el envío de bienes de consumo adecuados para ayudar en la emergencia (Ponomarov y Holcomb, 2009).

Mejorar la resiliencia blanda es menos costoso que hacerlo con la resiliencia dura, pero requiere una mayor inversión de tiempo; ya que se deben desarrollar enlaces transversales entre instituciones o secretarías, así como establecer protocolos de comunicación y responsabilidades, de tal manera que genere una integración y coordinación. Una plataforma única de comunicación podría ayudar a producir la sinergia; ya que, todos los actores tendrían acceso a la misma información para la toma de decisiones y compartirían los mismos términos.



## **5 Conclusiones**

---

El pensamiento sistémico es muy importante en la propuesta de soluciones a los problemas cada vez más complejos que habrá ante el cambio climático, además el factor tiempo juega un papel esencial, porque se alcanzarán puntos en donde no habrá retorno y en los que las consecuencias negativas aumentarán en forma exponencial. Por lo tanto, entre más tempranamente actúen en forma coordinada los involucrados, mayores serán las posibilidades de alcanzar un sistema de transporte de carga que sea sustentable en México.

Las medidas y políticas descritas a lo largo de la presente publicación podrían servir como punto de partida en las discusiones relacionadas al Sector Transporte que sean abordadas en la Comisión Intersecretarial ante el Cambio Climático en México. Dicha comisión puede a su vez ser consolidada para formar parte de lo que sería una plataforma para administrar la transición hacia un sistema de transporte de carga que sea sustentable. De esa forma, se podrían incluir más actores con otras perspectivas que enriquecieran y permitieran tener una visión clara hacia dónde encaminar los esfuerzos en el transporte de carga. Por tanto, la plataforma para la transición en el sector transporte fungiría como una sombrilla unificadora de las diversas perspectivas e intereses de los actores; en donde actuarían para asegurar las circunstancias que maximizaran las posibilidades de un desarrollo social progresivo, a través de la promoción de la innovación y la mitigación de efectos negativos.

Aunque el desarrollo de la tecnología lograra la sustitución de los combustibles fósiles, se recomienda que se continúe la implantación de políticas ante el cambio climático, para disminuir la demanda de combustibles fósiles a través del aumento de la eficiencia en el uso de dicha energía, así como la adopción de tecnologías de información para aumentar la eficiencia en las cadenas de suministro bajo los principios de la logística verde; para que emerjan nuevos patrones de transporte, de tal forma que mayores volúmenes de carga sean transportados por una combinación eficiente de modos de transporte y se disminuya la distancia total recorrida. En el caso de México, una mayor integración de la red carretera y ferroviaria a través de plataformas intermodales no sólo ayudaría a reducir las emisiones de GEI, sino también a aumentar la resiliencia del sistema de transporte terrestre de carga en el país, con lo que se estaría avanzando en la adaptación del sistema de transporte a los efectos del cambio climático.

Pero si México continúa con dificultades para alcanzar las metas establecidas para el 2020, en materia de mitigación del Cambio Climático, entonces habrá mayores complicaciones para el cumplimiento de las metas al 2050, ya que no cumplirá con la transformación y el desarrollo de las capacidades necesarias para la transición.

Como parte del desarrollo de capacidades, sería de utilidad que en México se contara con información desglosada de los GEI emitidos por cada modo de transporte de carga, ya que dicha información serviría de base a la hora de

moldear políticas públicas y diseñar acciones nacionales apropiadas de mitigación; además de que permitiría medir los avances de los programas para la mitigación del cambio climático en el sector del transporte de carga.

En lo relacionado con la adaptación al cambio climático, es importante tomar en cuenta aquellos factores que podrían aumentar la resiliencia dura y blanda del sistema de transporte, priorizando aquellas acciones que son menos costosas y que tienen el mayor impacto.

La propuesta de soluciones que sean traducidas en políticas de transporte implica un gran reto, que requiere pensar más allá del problema por solucionar; ya que son las interrelaciones dentro del sector y con otros sectores, así como los diversos procesos, los que permiten un mejor análisis. Por ejemplo, si se lograra dar un mayor paso en el sector energético, en términos de mayor eficiencia y del aumento de la producción de energía limpia, entonces se contribuiría a que el sector transporte avance hacia sus metas; por tanto, las políticas de energía y transporte deben estar integradas sistemáticamente así como ancladas a una visión a largo plazo, la que debería ir siendo modificada de acuerdo con el aprendizaje, el desarrollo tecnológico, los avances alcanzados, así como de las tendencias nacionales e internacionales.

## Bibliografía

---

Agnolucci, P. & D. Bonilla. *UK freight demand: elasticities and decoupling*. Journal of Transport Economics and Policy, Volume 43, part 3 (2009).

Banister, D.; K. Anderton; D. Bonilla; M. Givone & T. Schwanen. *Transportation and the Environment*. *Annual Review of Environment and Resources*, 36 (2011).

Bonilla, D. *Sustainable mobility and options for decarbonizing transport, in Energy Efficiency Policy Development in Southeast Asia and Beyond*. Stallion Press, Singapur (2010).

Braungart, M. & W. McDonough. *Cradle to Cradle: rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. McGraw-Hill, Primera Edición, España (2005).

Business Monitor International. *Mexico freight transport report – Q2 2012*. Londres, Reino Unido (2012).

Bustos Rosales, A.; L. F. Miranda Moreno; J. Acha Daza; R. Aguerrebere Salido; M. E. de la Torre Romero & J. A. Balbuena Cruz. *Análisis del potencial para el intermodalismo en el movimiento de mercancías, proyecciones 2000, 2010, 2025*. Publicación técnica No. 235, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2003).

Collins, B. *Energy, transport, environment and the policy challenge*. *Emergence: Complexity & Organization* 12:77–80 (2010).

Centro de Transporte Sustentable-EMBARQ de México, línea base de emisiones de GEI para el sector transporte al 2035 (preliminar), (2012).

Comisión para la Cooperación Ambiental. *Un solo destino: la sustentabilidad. Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el transporte de carga en América del Norte*, Montreal, Canadá (2011).

Cuarta Comunicación. *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México (2009).

Dalkmann H. & C. Huizenga. *Advancing Sustainable, Low Carbon through the GEF*, a STAP advisory document, GEF-UNEP (2010).

Dekker, R; J. Bloemhof & I. Mallidis. *Operations Research for green logistics – An overview of aspects, issues, contributions and challenges*. *European Journal of Operational Research* 219 (2012).

de Buen Richkarday, O. La integración del transporte de carga como elemento de competitividad nacional y empresarial. Publicación técnica No. 24, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (1991).

Comisión Europea. *Roadmap to a single European transport area- towards a competitive and resource-efficient transport system*. White paper on transport, Bélgica (2011).

Geels F.W. & J. Schot. *Typology of sociotechnical transition pathways*. Research Policy 36:399–417 (2007).

Givoni, M.; C. Brand & P. Watkiss. *Are railways 'climate friendly'? Built environment*, vol. 35 No. 1 (2009).

Gradilla Hernández, L. A. Planeación de infraestructura del transporte: Identificación de tramos críticos para el funcionamiento de redes carreteras. Publicación técnica No. 354, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2011).

Helmreich, S. & H. Keller. *FREIGHTVISION: Sustainable European Freight Transport 2050. Forecast, Vision and Policy Recommendation*. 1<sup>st</sup> Edition, Springer, Berlin (2011).

Hernández García, S.; J. A. Arroyo Osorno & G. Torres Vargas. Evolución reciente de algunos indicadores operativos y de eficiencia del ferrocarril mexicano. Publicación técnica No. 331, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2009).

Johnson, T. M.; C. Alatorre; Z. Romo & F. Liv. México: Estudio sobre la disminución de emisiones de carbono (MEDEC). Banco Mundial, Washington, D. C. (2010)

Kemp, R. & D. Loorbach. *Transition management: a reflexive governance approach*. Reflexive governance for sustainable development, Edward Elgar Publishing, Massachusetts, Estados Unidos de Norteamérica (2006).

Kemp F; F. Avelino & N. Bressers. *Transition management as a model for sustainable mobility*. European Transport. 47:25–46 (2011).

LaFortune, Sandra. *Foundations for a National Logistics Plan in Mexico: Policy Framework and Institutional Participation*. Seminario “sistema nacional de plataformas logísticas”, Cd. de México, mayo (2011).

Liechti, M. *Intermodal promotion in the alpine region: example of Switzerland, PROMIT (Promote Innovative Intermodal Freight Transport) Workshop*, Sofia (2006).

López Castro, M. A.; S. Hernández García & G. Torres Vargas. Evaluación económica de las actuales condiciones de competencia y complementariedad entre el ferrocarril y el autotransporte. Publicación técnica No 261, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2004).

Manual estadístico del sector transporte 2012. Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Instituto Mexicano del Transporte. Sanfandila, México (2012).

Martner Peyrelongue, C. D. Puertos, espacio y globalización: el desarrollo de hubs en México. *Convergencia*, Vol. 17, Núm. 52, enero-abril, pp. 319-360. Universidad Autónoma del Estado de México. México (2010).

Martner Peyrelongue, C.; J. A. Pérez Sánchez & A. Herrera García. Diagnóstico general sobre la plataforma logística de transporte de carga en México. Publicación técnica No. 233, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2003).

Manson, S. M. *Simplifying complexity: a review of complexity theory*. *Geoforum* 32:405–14 (2001).

Mendoza Díaz, A. & A. Centeno Saad, A. Modelo de asignación intermodal multiproducto para las operaciones de carga por autotransporte y ferrocarril. Publicación técnica No. 222, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2003).

Mendoza Sánchez, J. F.; M. G. López Domínguez; J. O. González Moreno & R. Téllez Gutiérrez. Inventario de emisiones en carreteras federales del estado de Querétaro. Publicación técnica No.339, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2010).

Mendoza Sánchez, J. F. & L. F. Romero González. El cambio climático en la infraestructura para el transporte. *Vías Terrestres*, revista del órgano oficial de la Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres. Número 19, septiembre-octubre (2012).

Pereira, T. *The transition to a sustainable society: a new social contract*. *Environment, development and sustainability*, vol. 14, No. 2 (2012).

Ponomarov, S. & M. Holcomb. *Understanding the concept of supply chain resilience*, *International Journal of Logistics Management*, 20(1), pp. 124–143. (2009).

Presidencia de la República. Quinto Informe de Gobierno del Presidente Felipe Calderón. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Ciudad de México (2011).

Quinta Comunicación. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente

y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México (2012).

Rafael Morales, M.; J. A. Cervantes de Gortari & A. A. Lozano Guzmán. Método para la configuración del tren motriz de vehículos de servicio pesado con uso eficiente de combustible. Publicación técnica No. 346, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2010).

Rafael Morales, M. Y. y Hernández Guzmán, A. Manual de conducción técnica de vehículos automotores diésel: segunda edición. Publicación técnica No. 360, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2012).

SEMARNAT. El cambio climático en México y el potencial de reducción de emisiones por sectores. México (2009).

SENER. Estrategia Nacional de Energía 2012-2026, Secretaría de Energía, México (2012).

Shmelev, S. E. *Ecological economics: sustainability in practice*. Springer, Nueva Zelanda (2012).

Smith, A.; A. Stirling & F. Berkhout. *The governance of sustainable socio-technical transitions. Research Policy* 34 (2005).

Stanley, J. K.; D. A. Hensher & C. Loader. *Road transport and climate change: stepping off the greenhouse gas. Transportation Research Part A* 45 (2011).

Van den Bergh, J. *Themes, approaches and differences with environmental economics. Tinbergen Institute Discussion Paper*, Holanda (2000).

World Economic Forum. *Global Risks 2013, seventh edition*. Suiza (2013).





INSTITUTO  
MEXICANO DEL  
TRANSPORTE



Carretera Querétaro-Galindo km 12+000  
CP 76700, Sanfandila  
Pedro Escobedo, Querétaro, México  
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610  
Fax +52 (442) 216 9671

[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)

<http://www.imt.mx/>