

**Panamá**  
**Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático**  
**(Technology Needs Assessment)**

**Informe**  
**Identificación y Priorización de Tecnologías para Mitigación**  
**En el Subsector Transporte**

**Ministerio de Ambiente**

Octubre, 2016

## **Ministerio de Ambiente**

*Mirei Endara*

*Ministra*

*Emilio Sempris*

*Viceministro*

*Rosilena Lindo*

*Directora de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Coordinador Nacional para la Evaluación de Necesidades Tecnológicas*

## **Equipo Técnico Supervisor**

*Juan Carlos Monterrey, René López y Mirta Benítez*

*Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente*

## **Grupo de Trabajo**

### **Comité Asesor Técnico**

Noel Trejos (*Ministerio de Ambiente*); Araidna Arroyo, Eric De Icaza y Tomasa Cañate (*Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales*); Vielka de Garzola, Juan De Dios Cedeño y Omaira Pardo (*Ministerio de Obras Públicas*); Graciela Martíz y Virgilio Salazar (*Ministerio de Desarrollo Agropecuario*); Edwin Gordón, Fernando Villalaz (*Ministerio de Educación*); Michelle Moreno, Maria Gormaz y Noemí Tile (*Autoridad de los Servicios Públicos*); María Inés Esquivel, Jaime Vélez y Atala Milord (*Ministerio de Salud*); Mónica Cordovez (*Autoridad del Canal de Panamá*); Freddy Picado y Valentina Opolenko (*CATHALAC*).

### **Proveedores de información y datos**

Daysi de Sánchez, Cynthia Deville (*Ministerio de Ambiente*); Tomasa Cañate (*Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales*); Vielka de Yarzola (*Ministerio de Obras Públicas*); Yira Campos (*Sistema Nacional de Protección Civil*); Rina Berrocal (*Autoridad Marítima de Panamá*); Aracelis Arosemena (*Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos*); Pilar Lopez (*Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.*); Valentina Opolenko (*CATHALAC*).

### **Consultores Nacionales**

*Lilian Suarez Donoso (Mitigación) y Joel Pérez Fernández (Adaptación)*

*Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe (CATHALAC).*

*Nota: Proyecto del Ministerio de Ambiente de Panama para la Evaluación de las Necesidades Tecnológicas en Panamá (TNA) con financiamiento de la Asociación UNEP DTU y ejecutado por el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC).*

## **Agradecimientos**

Se reconoce la activa participación de cada uno de los 27 representantes de las entidades Gubernamentales que conforman el Comité Nacional de Cambio Climático de Panamá, las que se mencionan a continuación:

1. Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE - Presidencia Permanente).
2. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
3. Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA -Vice Presidencia 2014 - 2015).
4. Ministerio de Salud (MINSA).
5. Ministerio de Educación (MEDUC).
6. Ministerio de Comercio e Industrias (MICI).
7. Ministerio de Obras Públicas (MOP).
8. Ministerio de Desarrollo Social (MIDES).
9. Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP).
10. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP).
11. Secretario Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).
12. Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC).
13. Universidad de Panamá (UP).
14. Universidad Tecnológica de Panamá (UTP - Secretaría 2014 - 2015).
15. Autoridad del Canal de Panamá (ACP).
16. Secretaría de Energía.
17. Empresa de Transmisión Eléctrica.
18. Ministerio de Relaciones Exteriores (MINRE).
19. Autoridad de Aeronáutica Civil (AAC)
20. Autoridad Marítima de Panamá (AMP)
21. Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT).
22. Autoridad del Turismo (ATP)
23. Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales - IDAAN
24. Autoridad de los Servicios Públicos – ASEP
25. Comisión de Población, Ambiente y Desarrollo de la Asamblea Nacional.
26. Autoridad de Tránsito y Transporte Terrestre – ATTT.
27. Autoridad Nacional de Tierras - ANATI

También, se agradece la revisión y asesoría técnica por parte de la Fundación Bariloche.

## Contenido

<b>Siglas y Abreviaturas</b> .....	6
<b>Glosario</b> .....	8
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	11
<b>Capítulo 1 - Introducción</b> .....	13
<b>1.1. Proyecto mundial de Evaluación de Necesidades Tecnológicas</b> .....	13
<b>1.2. Políticas nacionales existentes en Panamá, para la mitigación del Cambio Climático y prioridades de desarrollo.</b> .....	15
<b>1.3. Selección del sector</b> .....	18
<b>1.4. Situación de las emisiones de GEI</b> .....	23
<b>Capítulo 2 - Arreglo institucional para el Evaluación Necesidades Tecnológicas y el involucramiento de los actores claves.</b> .....	27
<b>2.1. Equipo Nacional del ENT en Panamá</b> .....	27
<b>2.2. Proceso de involucramiento de las partes interesadas.</b> .....	31
<b>Capítulo 3 - Priorización de las tecnologías para el subsector transporte en Panamá</b> .....	31
<b>3.1. Emisiones de GEI y las tecnologías existentes del subsector transporte</b> .....	32
<b>3.2. Contexto de toma de decisiones</b> .....	34
<b>3.3. Una apreciación global de posibles opciones de tecnología de mitigación en el subsector transporte y sus beneficios.</b> .....	35
<b>3.4. Tecnologías consideradas en el subsector transporte</b> .....	37
<b>3.5. Criterios y procesos de priorización de tecnologías para el subsector transporte</b> .....	58
<b>3.5.1. Criterios establecidos</b> .....	60
<b>3.6. Análisis multicriterio de las tecnologías evaluadas para mitigación del subsector transporte</b> .....	65
<b>3.7. Resultados de priorización de tecnología para el subsector transporte</b> .....	70
<b>Capítulo 4 – Resumen, Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	72
<b>Lista de referencias</b> .....	76
<b>ANEXO I: Fichas de las tecnologías priorizadas para Mitigación</b> .....	79

## Graficas

<i>Grafica 1 Emisiones de GEI en el subsector transporte para los Inventarios Nacionales de 1994, 2000, 2005*, 2010* y 2013* en Gg.....</i>	20
<i>Grafica 2 Automóviles en Circulación en la República de Panamá (Años 2010 al 2014) .....</i>	21
<i>Grafica 3 Edad promedio y porcentaje de vehículos con antigüedad menor a 7 años, (2007).....</i>	22
<i>Grafica 4 Emisiones y absorciones equivalente de Gases de Efecto Invernadero, año 2000.....</i>	24
<i>Grafica 5 Ventas anuales de combustible en estaciones de servicio en Panamá para los años 2005 y 2014.....</i>	25
<i>Grafica 6 Índice de Intensidad del Flujo Vehicular en la República de Panamá: Años 2010 2014....</i>	26
<i>Grafica 7 Emisiones de CO<sub>2</sub> en Gg de la quema de Diésel.....</i>	32
<i>Grafica 8 Ventas de Combustible en el país en los años 2006 y 2014.....</i>	33

## Tablas

<i>Tabla 1 Cantidad de participantes por cada organismo, ministerio y entidades en el taller.....</i>	18
<i>Tabla 2 Criterios utilizados para la priorización de los Sectores en Mitigación al Cambio Climático</i>	19
<i>Tabla 3 Indicadores más relevantes sobre transporte en Panamá .....</i>	21
<i>Tabla 4 Organismos e instituciones que integran el CCONACCP permanentemente.....</i>	27
<i>Tabla 5 Participantes del taller de consulta para priorización de tecnologías en el Sub sector transporte.....</i>	35
<i>Tabla 6 Lista larga de tecnologías de mitigación por priorizar para el subsector transporte.....</i>	36
<i>Tabla 7 Lista de Criterios para la selección de tecnologías prioritarias en el Sub sector Transporte</i>	59
<i>Tabla 8 Análisis multicriterio de las tecnologías evaluadas para uso de combustibles alternativos</i>	66
<i>Tabla 9 Análisis multicriterio de las tecnologías evaluadas para mejoramiento para el transporte masivo .....</i>	67
<i>Tabla 10 Análisis Multicriterio de las tecnologías evaluadas para transporte no motorizado .....</i>	68
<i>Tabla 11 Análisis multicriterio de las tecnologías evaluadas para Gestión de transporte inteligente .....</i>	69
<i>Tabla 12 Análisis multicriterio de vehículos eficientes .....</i>	70
<i>Tabla 13 Resultado de las Tecnologías priorizadas en el sub sector transporte .....</i>	71

## Figuras

<i>Figura 1 Diagrama del proceso de organización para la Evaluación de Necesidades Tecnológicas.</i>	28
<i>Figura 2 Comité Nacional ENT Panamá .....</i>	29
<i>Figura 3 Estructura organizativa para el proceso de la ENT en Panamá .....</i>	30
<i>Figura 4 Grupo de Trabajo de ENT .....</i>	32
<i>Figura 5 Pasos para la identificación y priorización de tecnologías .....</i>	58

## Siglas y Abreviaturas

AAC	Autoridad Aeronáutica Civil
ACP	Autoridad del Canal de Panamá
AMP	Autoridad Marítima de Panamá
ANATI	Autoridad Nacional de Administración de Tierras
ARAP	Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá
ATTT	Autoridad de Tránsito y Transporte Terrestre
BA&EF	Informe de Barreras para la implementación de tecnologías, siglas en inglés
BRT	Bus Rapid Transit
CATHALAC	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIEMI	Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales
CH <sub>4</sub>	Metano
CFC	Clorofluorocarbonos
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CONACCP	Comité Nacional de Cambio Climático en Panamá
DTU	Technical University of Denmark
ENCCP	Estrategia Nacional de Cambio Climático de Panamá
ENT	Evaluación de necesidades tecnológicas
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GNC	Gas Natural Comprimido
IDAAN	Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales
IDIAP	Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censo
INGEI	Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (sigla en inglés)
MEDUCA	Ministerio de Educación
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MIAMBIENTE	Ministerio de Ambiente
MICI	Ministerio de Comercio e Industrias
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
MIDES	Ministerio de Desarrollo Social
MINSA	Ministerio de Salud
MINREX	Ministerio de Relaciones Exteriores
MOP	Ministerio de Obras Publicas
MIVIOT	Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
PEG	Plan Estratégico de Gobierno 2015-2019
PIB	Producto Interno Bruto

PIMUS	Plan integral de movilidad urbana sustentable
PNCC	Programa Nacional de Cambio Climático
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (sigla en inglés)
SCN	Segunda Comunicación Nacional
SINGEI	Segundo Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero
SENACYT	Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
SPIA	Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos
TAP	Planes de Acción de Tecnología (sigla en inglés)
TNA	Technology Needs Assessment
UCCD	Unidad de Cambio Climático y Desertificación
UNEP	United Nations Environment Programme
UP	Universidad de Panamá
UREE	Uso Racional y Eficiente de Energía
UTP	Universidad Tecnológica de Panamá

## Glosario

**Análisis de decisiones con criterios múltiples:** Técnica empleada para respaldar la toma de decisiones que permite la evaluación de opciones de criterios, y hace explícitas las ventajas comparativas. Se emplea para decisiones con múltiples partes interesadas, objetivos múltiples y contradictorios, e incertidumbre. (Manual ENT, 2010)

**ClimateTechWiki:** Base de datos en línea con descripciones de tecnologías para mitigación y adaptación, que se han clasificado de acuerdo al sector al que pertenecen, al servicio (de energía) que ofrecen, a su escala de aplicación y su disponibilidad en el tiempo. Además de descripciones de tecnologías, ClimateTechWiki contiene ejemplos de estudios prácticos de tecnología, a los que los visitantes (como usuarios registrados) pueden agregar información adicional. El sitio está dirigido básicamente a todos los responsables de la toma de decisiones y a los encargados de la formulación de políticas, tanto en países en vías de desarrollo como en países industrializados que son responsables o participan en la toma de decisiones sobre inversiones en tecnologías para mitigación y adaptación. (Manual ENT, 2010)

**Efecto invernadero:** Efecto radiactivo infrarrojo de todos los componentes de la atmósfera que absorben en el infrarrojo. Los gases de efecto invernadero (GEI) las nubes y en menor medida los aerosoles, absorben la radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra y por cualquier punto de la atmósfera. Esas sustancias emiten radiación infrarroja en todas las direcciones, pero, a igualdad de condiciones, la cantidad neta de energía emitida al espacio es generalmente menor de la que se habría emitido en ausencia de esos absorbentes debido a la disminución de la temperatura con la altitud en la troposfera y el consiguiente debilitamiento de la emisión. Una mayor concentración de GEI aumenta la magnitud de este efecto, y la diferencia generalmente se denomina efecto invernadero intensificado. La modificación de la concentración de los GEI debido a emisiones antropógenas, contribuye a un aumento de la temperatura en la superficie y en la troposfera inducido por un forzamiento radiactivo instantáneo en respuesta a ese forzamiento, que gradualmente restablece el balance radiactivo en la parte superior de la atmósfera. (IPCC, 2014)

**Gases de efecto invernadero (GEI):** Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>), son los GEI primarios de la atmósfera terrestre. Además, la atmósfera contiene cierto número de GEI enteramente antropógenos, como los Halo carbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y están contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O

y CH<sub>4</sub>, el Protocolo de Kioto contempla los GEI hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC). (IPCC, 2014)

**Hardware:** Los aspectos tangibles de una tecnología como equipo y productos (Boldt, J. et al. PNUMA – URC, 2012).

**Mitigación del cambio climático:** Cambios y reemplazos tecnológicos que reducen el insumo de recursos y las emisiones por unidad de producción. Aunque hay varias políticas sociales, económicas y tecnológicas que reducirían las emisiones, la mitigación, referida al cambio climático, es la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de gases efecto invernadero y a potenciar los sumideros. (IPCC, 2007).

**Necesidades en materia de tecnología y evaluación de necesidades:** Un conjunto de actividades orientadas al país que identifican y determinan las prioridades en materia de tecnologías para mitigación y adaptación de Partes que no pertenecen a los países desarrollados y otras Partes de países desarrollados que no se incluyen en el Anexo II, particularmente Partes de países en vías de desarrollo. Involucran a diferentes partes interesadas en un proceso consultivo, e identifican las barreras para la transferencia de tecnología y medidas para hacer frente a aquellas barreras mediante análisis por sector. Estas actividades pueden abordar tecnologías materiales e inmateriales, como tecnologías de mitigación y adaptación, identificación de opciones reglamentarias, y desarrollo de incentivos fiscales y financieros, y fomento de la capacidad. (Fuente: Boldt, J. et al. PNUMA – URC, 2012).

**Orgware:** El marco institucional u organización involucradas en el proceso de adopción de una nueva tecnología. ( Boldt, J. et al. PNUMA – URC, 2012).

**Software:** Los procesos relacionados con la producción y uso del hardware; es decir el conocimiento (p.ej. manuales y calificación), experiencias y practicas (p.ej. agrícola, de gestión, prácticas de preparación de alimentos y de comportamiento) (Boldt, J. et al. PNUMA – URC, 2012).

**Tecnología:** Un segmento de equipo, una tecnología, un conocimiento práctico o la calificación para desarrollar una actividad específica. Es común distinguir entre tres elementos diferentes de una tecnología. Los aspectos tangibles, como equipo y productos (hardware), conocimiento, experiencia y prácticas (software) relacionados con la producción y uso del hardware, y el marco institucional u organización involucramiento en la transferencia y difusión de un nuevo segmento de equipo/producto (orgware). (Boldt, J. et al. PNUMA – URC, 2012).

**Tecnologías de gran escala:** Para mitigación o adaptación se define como tecnologías que se aplican en una escala mayor que a nivel doméstico o de la comunidad (por ejemplo, conectado a una red de suministro de electricidad). (Manual ENT, 2010)

**Tecnologías de largo plazo:** Tecnología que se encuentra aún en una fase de investigación y desarrollo o prototipo. (Manual ENT, 2010)

**Tecnología de medio plazo:** Tecnologías que serían pre-comerciales en un contexto de mercado comparable a aquel del país involucrado en la evaluación de necesidades en materia de tecnología (disponibilidad total en el mercado en un plazo de 5 años). (Manual ENT, 2010)

**Tecnologías (“inmateriales”) no de mercado:** Las que no son de mercado para mitigación y adaptación se refiere a actividades en el área del fomento de la capacidad, cambios en la conducta, formación de redes de información, capacitación e investigación para controlar, reducir o prevenir emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero en los sectores de la energía, el transporte, la silvicultura, la agricultura, la industria y la gestión de desechos para mejorar la eliminación por medio de sumideros y facilitar la adaptación (según Van Berkel y Arkesteijn, 1998 en IPCC, 2007). (Manual ENT, 2010)

**Tecnologías de corto plazo:** Tecnologías que han demostrado ser fiables y encontrarse a disposición comercial en un entorno de mercado similar. (Manual ENT, 2010)

**Tecnologías de pequeña escala:** Tecnología de pequeña escala para mitigación o adaptación como unas tecnologías que se aplica a nivel doméstico y/o de la comunidad (por ejemplo, fuera de la red eléctrica), que se podría ampliar a escala a un programa. (Manual ENT, 2010)

**Tecnologías para mitigación:** Todas las tecnologías que se pueden aplicar en el proceso de reducción al mínimo de las emisiones de gases efecto invernadero. (Manual ENT, 2010)

**Transferencia de tecnologías:** El intercambio de conocimiento, hardware, software y orgware relacionado, fondos y bienes entre las diferentes partes interesadas, que conduce a la difusión de la tecnología para adaptación o mitigación. Como concepto genérico, el término se utiliza para abarcar tanto la difusión de tecnologías como la cooperación tecnológica entre países y dentro de los mismos. (IPCC, 2007b) (Manual ENT, 2010)

## Resumen ejecutivo

Las Evaluaciones de Necesidades Tecnológicas (ENT) son parte del programa estratégico de Poznan sobre transferencia de tecnología, como un paso para aumentar el nivel de las inversiones con el fin de ayudar a los países en desarrollo a atender a sus necesidades de tecnologías ecológicamente racionales, impulsado y acordado en el 2008 en la 14° Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

El Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE) de Panamá por medio del Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) desarrolla el proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT), conocido por sus siglas en inglés TNA (Technology Needs Assessment) cuyo objetivo es identificar y promover las tecnologías de mitigación para el sector energía, con el fin de dar respuestas concretas y pertinentes a la mitigación al cambio climático y que estén en conformidad con las políticas y prioridades nacionales para el desarrollo sostenible encaminado a una economía bajo en carbono.

En el capítulo 1 se presentan los objetivos del ENT, las políticas nacionales en Panamá existentes para la mitigación de cambio climático y la selección de sector. En este contexto el ENT tiene relación con una de las leyes más recientes del país, en cuanto a materia de mitigación se refiere, con la Ley 8 del 25 de abril de 2015, la que en su artículo 126-E el estado reconoce su responsabilidad común, pero diferenciada de participación en la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático global.

La priorización del sector y subsector en Panamá fue resultado de un proceso consultivo a los actores claves que se realizó mediante un taller participativo, donde se seleccionó en el Sector de Energía el subsector transporte.

En el capítulo 2 se presenta la creación de un arreglo institucional para el ENT, conformada por un coordinador nacional, un equipo ENT integrado por instituciones del sector público, instituciones reguladoras, instituciones académicas y las partes interesadas.

En el capítulo 3 se priorizaron tecnologías en el subsector transporte como resultado de un proceso de consulta a actores claves y las partes interesadas con la aplicación un análisis multi-criterio en los ámbitos económicos, sociales, ambientales y políticos.

En el subsector transporte se analizaron 22 tecnologías de las que se seleccionaron 5 que son:

- Bioetanol
- Trenes eléctricos con frenado regenerativo
- Reducción de las necesidades de viaje
- Programa integral de capacitación vial a todos los niveles
- Vehículos eléctricos

La priorización de tecnologías en el subsector transporte representaría un alto potencial para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para el país, por la vía de gestión inteligente de transporte, programas de capacitación vial y uso de combustibles y vehículos alternativos.

## Capítulo 1 - Introducción

De acuerdo al Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), (cito texto) *“que a pesar de que el número de políticas de mitigación es cada vez mayor, el crecimiento de las emisiones de GEI se ha acelerado en el último decenio. La evidencia que arrojan cientos de nuevos escenarios de mitigación es que la estabilización del aumento de la temperatura en el siglo XXI requiere un cambio fundamental del statu quo. Al mismo tiempo, refleja que existen diversas trayectorias de emisiones en las que el aumento de temperatura puede limitarse a menos de 2 °C en relación con los niveles preindustriales. Sin embargo, el logro de este objetivo conlleva importantes desafíos tecnológicos, económicos e institucionales, aún más si se retrasan los esfuerzos de mitigación o se limitan las tecnologías con bajas emisiones de carbono disponibles”.* (GTIII-IPCC 2014)<sup>1</sup>

Según el IPCC 2014, las emisiones antropogénicas anuales de GEI a nivel mundial han aumentado en 10 Gt CO<sub>2</sub>eq entre 2000 y 2010, aumento que corresponde de forma directa a los subsectores del suministro de energía (47%), la industria (30%), el transporte (11%) y los edificios (3%). El subsector transporte fue responsable del 27% del uso de la energía final y de unas emisiones directas de 6,7 Gt CO<sub>2</sub> en 2010, y las proyecciones apuntan a que las emisiones de CO<sub>2</sub> de referencia aproximadamente se duplicarán en 2050. Entre otras emisiones importantes de gases de efecto invernadero (GEI) del sector figuran óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de emisiones de tubos de escape de los automóviles con convertidores catalíticos; Clorofluorocarbonos (CFC) e hidrofluorocarbonos (HFC), resultantes de sistemas de acondicionamiento de aire; y NO<sub>x</sub> emitidos por aeronaves cerca de la tropopausa (a esta altura, el ozono generado por NO<sub>x</sub> es un GEI muy potente).

El proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT) es parte de un esfuerzo global para capacitar a los países en la evaluación de necesidades tecnológicas para la mitigación y adaptación al cambio climático.

### 1.1. Proyecto mundial de Evaluación de Necesidades Tecnológicas

El Proyecto mundial de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT), está diseñado para apoyar a los países a conducir evaluaciones mejoradas de necesidades de tecnologías en el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

---

<sup>1</sup> Contribución del Grupo de Trabajo III al Quinto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático 2014

La primera ronda del proyecto ENT se inició en noviembre de 2009 con quince países inicialmente y extendiéndose a 21 países más, conocida como TNA fase I, entre los primeros 15 participaron los siguientes países: Kenia, Senegal, Costa de Marfil, Marruecos, Malí, Argentina, Costa Rica, Perú, Guatemala, Bangladesh, Tailandia, Vietnam, Indonesia, Camboya y Georgia. Luego se abre un TNA fase II donde el proyecto se diseña para apoyar a 25 países más, entre ellos Panamá.

El programa de ENT es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y liderado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) por medio de UNEP DTU Partnership, con el propósito de asistir a los países en desarrollo que participen a identificar y analizar necesidades de tecnologías, las cuales puedan formar parte de la base de una estrategia de proyectos de tecnologías ambientalmente racionales y de programas que faciliten la transferencia y el acceso a tecnologías ecológicamente racionales y conocimiento y habilidad en la aplicación del artículo 4.5 de la Convención CMNUCC.

En Panamá por medio del marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático busca impulsar la transferencia de tecnologías en los sectores prioritarios a nivel nacional, así como la identificación de nuevas tecnologías en estos sectores priorizados que contribuirá en incrementar la resiliencia del país y la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Es por ello que dentro del contexto de la Ley 8 del 2015 que crea el Ministerio de Ambiente y modifica la Ley 41 de 1998 Ley General de Ambiente de la República de Panamá, se determinaron principios y lineamientos de la Política Nacional de ambiente en promover medidas preventivas y reactivas, públicas y privadas, autónomas o planificadas para que la población y los ecosistemas se adapten al cambio climático. Asimismo, establecer los incentivos necesarios para facilitar la transición del Estado hacia una economía baja en carbono.<sup>2</sup> De ahí la importancia del desarrollo del proyecto de ENT fundamental para la labor sobre la transferencia de tecnología. El mismo es una oportunidad para las partes de la CMNUCC para darle seguimiento a la evolución de una necesidad de nuevos equipos, técnicas, conocimientos prácticos y habilidades, que son necesarios para mitigar las emisiones de GEI y / o reducir la vulnerabilidad de los sectores y los medios de vida a los impactos adversos del cambio climático.

Para ésta investigación se definieron los siguientes objetivos principales del proyecto de Evaluación de Necesidades de Tecnológicas

- Identificar y priorizar por medio de procesos participativos impulsados por los países, tecnologías que puedan contribuir a las metas de mitigación y adaptación de los

---

<sup>2</sup> Ley 8 de 25 de abril de 2015, por la cual se crea el Ministerio de Ambiente en Panamá y modifica la Ley 41 de 1 de julio de 1998, Ley General de Ambiente de la República de Panamá, pag.13

países participantes, cumpliendo con sus prioridades y nacionales de desarrollo sostenible;

- Identificar las barreras que impiden la adquisición, despliegue y difusión de tecnologías priorizadas;
- Desarrollar Planes de Acción de Tecnología (TAP, por sus siglas en inglés), incluyendo ideas de proyectos y especificando actividades y marcos habilitantes para superar las obstáculos y facilitar la transferencia, adopción y difusión de las tecnologías seleccionadas en los países participantes.

## **1.2. Políticas nacionales existentes en Panamá, para la mitigación del Cambio Climático y prioridades de desarrollo.**

El Estado Panameño le otorga un alto grado de importancia a los Acuerdos Multilaterales en materia ambiental que ha firmado, los cuales ha introducido dentro de sus políticas públicas y estrategias nacionales, entre la que se encuentra la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en la que se identifica totalmente con el objetivo último; “Lograr la estabilización de las concentraciones de gases efecto invernadero en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático, para asegurar que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”, la cual Panamá firmo y ratifico por medio de la Ley 10 de 1995.

A nivel de país se han creado estrategias, planes y políticas encaminadas en la adopción de tecnologías ambientalmente sustentables, las cuales tienen una relación con la temática de la mitigación al cambio climático para encaminarse a una ruta más sostenible y baja en carbono. El marco legal relacionado con la mitigación al cambio climático se detalla a continuación tomando en cuenta cada sector para Panamá.

Algunas de las políticas que toman en cuenta las políticas nacionales en la mitigación al cambio climático son:

- La Constitución Política de la República de Panamá<sup>3</sup> establece en su capítulo 7, en el Artículo 114 – Es deber fundamental del Estado garantizar que la población viva en un ambiente sano y libre de contaminación, en donde el aire, el agua y los alimentos satisfagan los requerimiento del desarrollo adecuado de la vida humana.
- Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC): La Ley

---

<sup>3</sup> Constitución Política de la Republica reformada por los actos reformativos de 1978, por el acto constitucional de 1993 y los actos legislativos 1 de 1983 y 2 de 1994

10 de 1995<sup>4</sup> aprueba la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, lo cual plasma la conciencia pública, y de compromiso mundial, de los problemas que tienen que ver con el cambio climático.

- Política Nacional de Cambio Climático 2007<sup>5</sup>, que fue aprobada por el Decreto Ejecutivo 35 de 2007<sup>6</sup>; en la cual se considera el Cambio Climático como un fenómeno activo y una realidad incuestionable, evidente por medio de una serie de fenómenos que contribuyen al aumento de la vulnerabilidad de los sistemas y que la lucha contra el Cambio Climático se lleva a cabo principalmente dentro de dos grandes esferas de acción: la mitigación y la adaptación.
- Decreto Ejecutivo N°1 de 2009<sup>7</sup> se crea el Comité Nacional de Cambio Climático en Panamá, en base a las evidencias científicas que demuestran incuestionablemente que iniciado un cambio climático a nivel global, cuyas consecuencias afectaran negativamente las posibilidades de desarrollo económico y social, así como los sistemas naturales, no solo a escala mundial sino también a escala regional y local, provocando serios problemas de salud, nutrición y de seguridad alimentaria. También establece que la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero deben abordarse desde una óptica intersectorial e interministerial, por lo que se hace necesaria la creación del Comité de Cambio Climático.
- Decreto Ejecutivo N°45 de 10 de junio de 2009, que considera que es necesario apoyar el desarrollo de proyectos que reducen emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), lo que se traduce en la disminución del combustible requerido para la generación eléctrica, los cuales califican como proyectos dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto, consonó con los principios y lineamientos de la política nacional del ambiente.
- Resolución N° 155 de 2011<sup>8</sup> por la cual se reglamenta el proceso de aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al mecanismo de desarrollo limpio, definidos por el Protocolo de Kioto.
- Ley 69 del 12 de octubre de 2012 de Uso Racional y Eficiente de Energía (UREE), se establecen las primeras políticas para racionalizar el consumo de energía en todo el país, promover el uso de equipos eficientes y menos contaminantes, generando una línea de financiamiento para proyectos y educación al público, sobre la importancia de la eficiencia energética.

---

<sup>4</sup> Ley 10 de 12 de abril de 1995, Gaceta oficial: 22763, publicada el 17-04-1195

<sup>5</sup> Elaborado por: Autoridad Nacional del Ambiente, con la asistencia técnica de Arden & Price Consulting Group, reimpressa, 2013

<sup>6</sup> Decreto Ejecutivo 35 de 26 de febrero de 2007, Gaceta oficial: 25764, publicada el 04-04-2007

<sup>7</sup> Decreto Ejecutivo N°1 de 9 de enero de 2009, Gaceta oficial digital, N°26212 del 29 de enero de 2009.

<sup>8</sup> Resolución N° 155 de 5 de abril de 2011, Gaceta oficial: 26773-B; publicada el 27-04-2011

- Proyecto de Ley 159 del 18 de marzo de 2015, por la cual se aprueba la Enmienda de Doha al Protocolo de Kioto, adoptado en Doha, el 8 de diciembre de 2012. Enmienda que establece que los países firmantes se comprometen a reducir en conjunto un mínimo de 18% sus emisiones (comparadas con las de 1990) durante el segundo periodo
- Ley 8 2015<sup>9</sup> que modifica la Ley 41 de 1998 donde se crea el Ministerio de Ambiente y se adiciona a la Ley un Título “Cambio Climático” y se promulga en su Capítulo II la temática de “Mitigación al Cambio Climático Global y en su artículo 126-E establece **“El Estado reconoce su responsabilidad común, pero diferenciada de participación en la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático global.”**
- En el Plan Estratégico de Gobierno (PEG)<sup>10</sup> entre los 6 ejes principales de la acción estratégica, se encuentra el Eje N°6 titulado: **“Respeto, defensa y protección del medio ambiente”**, con énfasis en objetivos de reforma integral del sector ambiental con participación ciudadana; desarrollo de políticas públicas en armonía con el medio ambiente; gestión de desastres, mitigación y adaptación al cambio climático y protección y rescate de la biodiversidad.
- El país se encuentra desde el 2015, en el desarrollo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Panamá, la cual se espera sea unos de los cimientos fundamentales para el manejo integral del tema de cambio climático de una manera, interdisciplinaria, transversal, multisectorial y cónsona con los acuerdos y decisiones nacionales que responden a un compromiso del Estado ante la realidad de un cambio climático indiscutible, para romper con los paradigmas existentes y plasmar de manera concreta las respuestas necesarias para formar un país resiliente al cambio climático actual y bajo en emisiones de GEIs, es como parte del mandato de la Ley 8 en generar una estrategia Quinquenal Nacional para abordar el Cambio Climático en Panamá.
- Plan Energético Nacional 2015-2050<sup>11</sup>, fue recientemente aprobado como una política de Estado en materia de energía y es uno de los lineamientos a seguir para la “Eficiencia energética y la sobriedad del consumo”. En este plan estratégico nacional se plantea la necesidad de mejorar y hacer más eficiente el transporte dentro del sector energía en Panamá, ya que se reconoce que el sub sector transporte es el principal consumidor de energía del país, mediante el uso de derivados de petróleo por los distintos tipos de transporte que se utilizan en el país.

---

<sup>9</sup> Ley N°8 2015 , Gaceta oficial 27749, Publicada el 26/03/15

<sup>10</sup> Plan Estratégico de Gobierno 2015-2019 “Un Solo País” Diciembre 2014, pag.14

<sup>11</sup> Plan Energetico Nacional 2015 – 2050,

### 1.3. Selección del sector

La selección del sector y del subsector priorizado en Panamá fue resultado de un proceso consultivo de actores claves que se realizó mediante un taller participativo el 23 de febrero de 2015 en el Edificio de la Autoridad de Aeronáutica Civil (AAC) en la Ciudad de Panamá, donde hubo participación de los miembros del CONACCP y diferentes organismos, ministerios y entidades del país (Tabla 1). Los objetivos del taller fueron dar a conocer el proyecto ENT, conformar el Comité de Necesidades Tecnológicas y seleccionar el sector y el subsector.

*Tabla 1 Cantidad de participantes por cada organismo, ministerio y entidades en el taller*

<b>Cantidad de participantes por cada organismo, ministerio y entidades en el taller</b>			
<b>Instituciones integrantes del CONACCP</b>		<b>Organismos Internacionales</b>	
<b>AAC</b>	2 personas	ACP	2 personas
<b>MEDUCA</b>	2 personas	IDIAP	1 persona
<b>SNE</b>	2 personas	MIVIOT	1 persona
<b>SENACYT</b>	1 persona	IDIAP	1 persona
<b>MIAMBIENTE</b>	14 personas	MIVIOT	1 persona
<b>MIDA</b>	2 personas	IDAAN	1 persona
<b>Comisión de Ambiente de la Asamblea Legislativa</b>	1 persona		
<b>MOP</b>	3 personas	<b>Organismos Internacionales</b>	
<b>UTP</b>	1 persona	FAO	1 persona
<b>UP</b>	2 personas	PNUMA	1 persona
<b>AMP</b>	1 persona		
<b>MICI</b>	3 personas	<b>Otros</b>	
<b>ATP</b>	1 persona	UNEP	2 personas
<b>ETESA</b>	2 personas	LIBELULA	2 personas
<b>ACP</b>	2 personas		

En el taller participativo antes mencionado se realizó la selección de los sectores que eran necesario analizar basado en la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Aunque el presente aún no se ha publicado de manera oficial, este proceso de selección se enfocó en el desarrollo bajo en emisiones, en temáticas que incluyen el transporte orientado al desarrollo y REDD+ y con relación al sector Agricultura se propuso el tema de huella de carbono para el cumplimiento y compromiso de la reducción de emisiones de GEI en el rubro de cultivos de exportación que en los últimos tiempos ha ido aumentando su producción.

Basado en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, en la mesa de trabajo se seleccionaron tres sectores para su ponderación y priorización. Los sectores que se consideraron para su análisis fueron presentados por los actores presentes de acuerdo a criterios establecidos para la mitigación al cambio climático (Tabla 2) los que se enumeran a continuación:

1. El Sector Energía, dentro de este sector se seleccionó el subsector transporte (Movilidad Sostenible) basado en los resultados del inventario nacional de GEI del año 2000 donde se reportó que dentro del sector energía, el transporte es el subsector con la mayor cantidad de emisiones de GEI en el país.
2. En el Sector Cambio Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura /Forestal fue determinada la iniciativa de REDD+ para reforzar el empleo de políticas e iniciativas positivas para reducir las emisiones de la deforestación y degradación y apoyar la conservación de las reservas existentes de carbono de los bosques, la gestión sostenible de los bosques, y el aumento de las reservas de carbono de los bosques en países en desarrollo.
3. En el Sector Agricultura se propuso la implementación del Cálculo de huella de carbono de los cultivos de exportación, ya que, según el informe económico y social 2016, las exportaciones agropecuarias crecieron 2.4%, producción de exportaciones tales como, banano y sandía han aumentado con respecto a años anteriores.

*Tabla 2 Criterios utilizados para la priorización de los Sectores en Mitigación al Cambio Climático*

Criterios
<b>Las principales amenazas de origen climático para el sector</b>
<b>Si es un sector Prioritario para el PEG</b>
<b>Importancia del sector para el PIB</b>
<b>Zona Geográfica prioritaria para el país.</b>
<b>Fuente: datos otorgados por MIAMBIENTE</b>

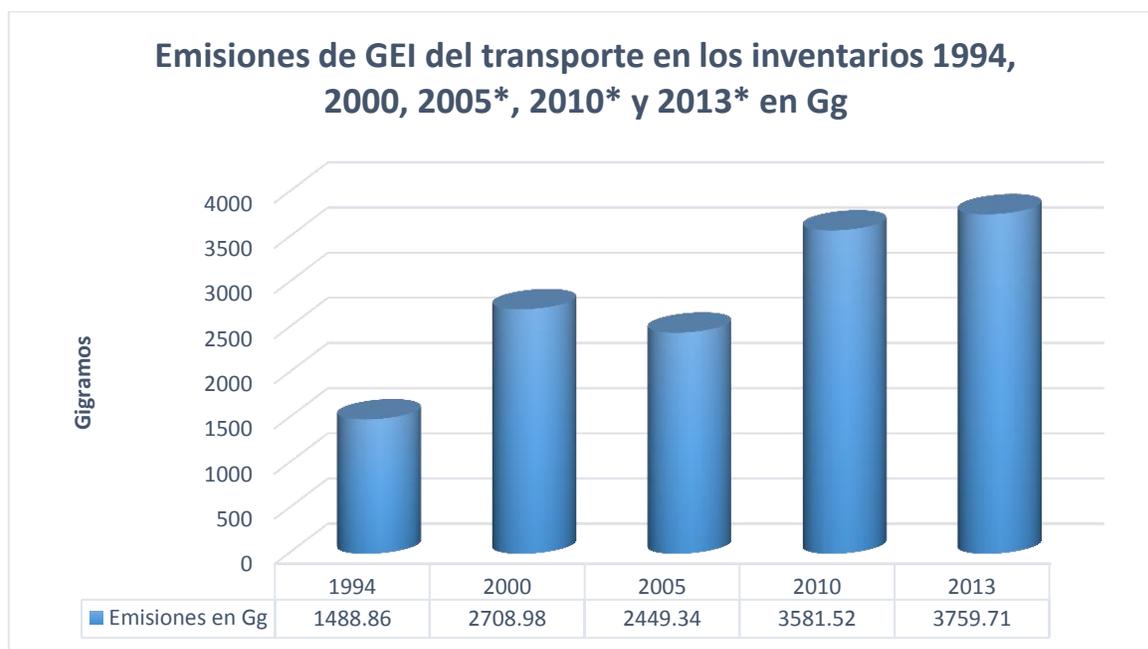
Después de la selección de los sectores que se consideraron priorizados en el país, el grupo de trabajo escogió el sector Energía como el más importante de acuerdo a sus impactos directos al cambio climático y dentro de este sector, el Transporte (movilidad sostenible), como subsector para realizar análisis puntuales que puedan contribuir a la mitigación del cambio climático.

Cumpliendo las etapas y los productos del ENT, el CONACCP liderado por el Ministerio de Ambiente, determinaron las pautas para la selección del sector, en base a los

compromisos del Gobierno de Panamá, para la protección ambiental establecidos en el Plan Estratégico del Gobierno 2015-2019, en el cual se desarrolla la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Panamá, la que contiene un programa sectorial y líneas de acción en el Sub sector Transporte.

En los resultados del Segundo Inventario de Gases Efecto Invernadero del año 2000, el Sector Energía fue el mayor emisor de gases efecto invernadero, donde el subsector de Transporte es el responsable de aproximadamente el 60% de estas emisiones en dicho Sector. En la Gráfica 1 se presentan los resultados de los dos primeros inventarios nacionales y los datos no oficiales de los inventarios del 2005, 2010 y 2013 presentados por Panamá, con una tasa de crecimiento promedio anual de 5.0% por año de las emisiones de GEI en el subsector transporte.

*Grafica 1 Emisiones de GEI en el subsector transporte para los Inventarios Nacionales de 1994, 2000, 2005\*, 2010\* y 2013\* en Gg*



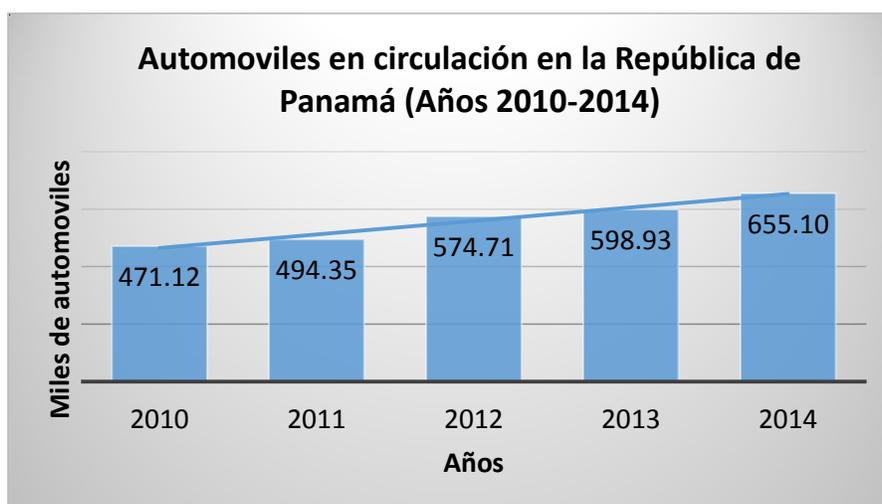
En los últimos años, en Panamá se ha observado un continuo aumento de la demanda de transporte y del tránsito vial en las principales ciudades del país, con fuerte congestión en las vías, demoras, accidentes y problemas ambientales. Según la CEPAL algunas de las causas del aumento del parque vehicular surgen al elevarse el poder adquisitivo de las clases de ingreso medios, más acceso al crédito, reducción de los precios de venta, más oferta de autos usados, crecimiento de la población, menos habitantes por hogar y escasa aplicación de políticas estructuradas en el transporte urbano. De acuerdo con algunos de los criterios de la CEPAL, se analizó para Panamá los indicadores que se consideraron más relevantes sobre transporte (Tabla 3)

Tabla 3 Indicadores más relevantes sobre transporte en Panamá

Indicadores relevantes sobre transporte en Panamá	
<b>Población (miles de habitantes, 2014)</b>	3913.3
<b>PIB per cápita (USD 2014)</b>	9000
<b>Extensión del territorio en miles de km<sup>2</sup></b>	74,177
<b>Red Vial (miles de km, 2014)</b>	15,666.79
<b>Red Vial Asfaltada y en Hormigón (%de Red Vial, 2014)</b>	43.4%
<b>Antigüedad del parque vehicular (años 2011)</b>	8.6
<b>Fuente: INEC</b>	

Las estadísticas oficiales según INEC indican que el parque vehicular ha ido en aumento como se muestra en la Gráfica 2 entre los años 2010 y 2014. Lo que representa que Panamá tenía un total de 17.9 vehículos en circulación por cada 100 habitantes en el año 2014<sup>12</sup>, y de acuerdo con esas cifras el crecimiento promedio del parque de vehículos es aproximadamente de 8.69% por año.

Gráfica 2 Automóviles en Circulación en la República de Panamá (Años 2010 al 2014)

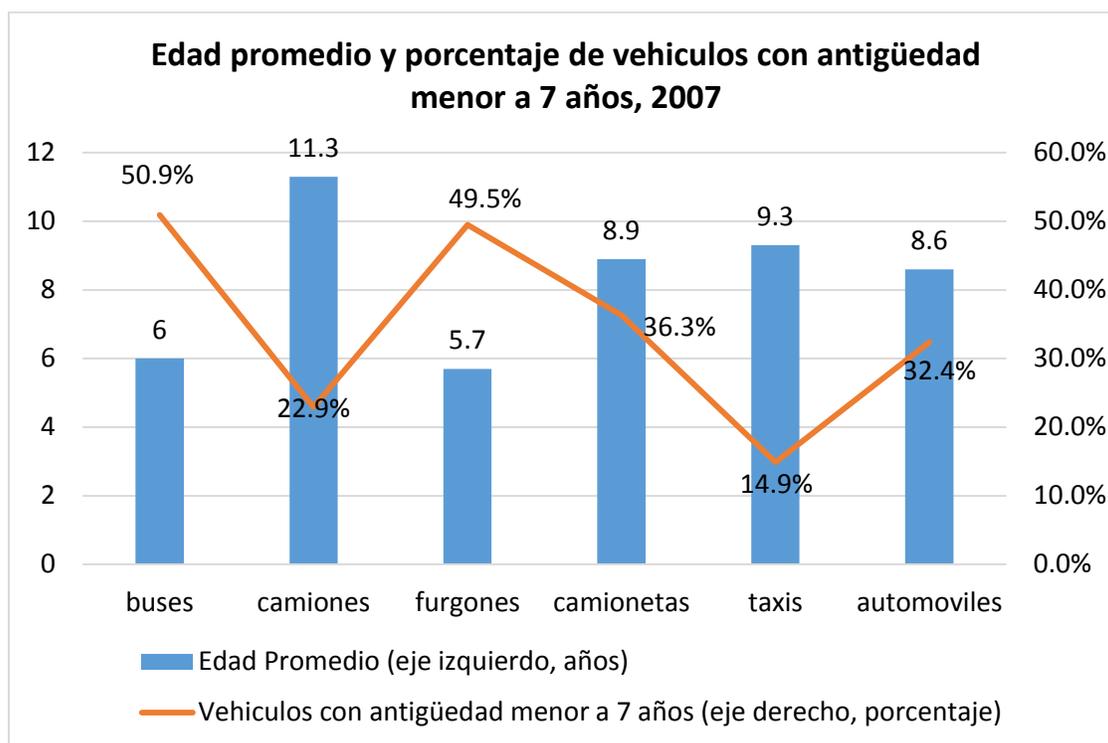


Fuente: INEC

En la gráfica 3 se presenta la edad promedio y porcentaje de vehículos con antigüedad menor a 7 años, 2007, y se observa que la antigüedad promedio del parque vehicular panameño es de 8.6 años, destacándose la modernidad de la flota de buses y furgonetas con una edad apenas superaba los seis años en promedio en 2007. Los automóviles, taxis y camionetas registran cifras de antigüedad alrededor de los nueve años y solo los camiones tuvieron una antigüedad superior a los once años.

<sup>12</sup> Panamá en cifras, INEC

Grafica 3 Edad promedio y porcentaje de vehículos con antigüedad menor a 7 años, (2007)



Fuente: BBVA Research

De acuerdo al informe realizado por BBVA sobre la situación Automotriz en Panamá, 2013 la tasa promedio de aumento anual del parque automotor para el periodo 2010-2020 será de 7.6%, lo que representa un rápido crecimiento del parque automotriz panameño a nivel nacional. Estudios del Área Metropolitana en Panamá, realizados por el PIMUS, han arrojado resultados como que el reparto modal de los viajes motorizados a nivel diario es 43% del transporte privado y 57% de transporte público.

En estos últimos años el parque automotor nacional ha registrado un crecimiento sostenido no solo en el Área Metropolitana de Panamá, sino también en provincias como Colón, Veraguas y Chiriquí con tasas de crecimiento del parque vehicular en 35%, 52% y 45% respectivamente para el periodo 2010-2014, según datos del INEC.

Existe un diagnóstico sobre Movilidad Urbana elaborado por el PIMUS por el cual se realizó una caracterización de la movilidad en el Área Metropolitana de Panamá por medio de encuestas y se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En la zona metropolitana se aglomeran los edificios administrativos y de gobierno, lo que genera una dinámica concéntrica de la Ciudad.

- De acuerdo a cifras del Censo 2010, cerca del 70% de la población habita en zonas urbanas y el AMP concentra cerca del 50% de la población urbana.
- En el AMP se generan 2, 258,827 viajes por día con una tasa de 4.46 viajes por hogar y 1.28 viajes por persona al día.
- El promedio de habitantes por hogar en el AMP es de 3.5.
- La participación del transporte privado representa 43% y el transporte público el 57%.  
8.95% de los viajes son en sistemas no motorizados, principalmente a pie con 8.78%, quedando la bicicleta como un medio poco utilizado, con 0.17% del total de los viajes

En el Plan Nacional de Energía 2015-2050 resalta que: “Toda la flota de transporte terrestre, de pasajeros y de carga depende del diésel y de las gasolinas. El transporte concentra el 60% de las importaciones totales de petróleo. El aumento de los precios del petróleo tiene, un efecto inflacionario que afecta la capacidad adquisitiva del ciudadano, principalmente de los más pobres. Las posibilidades del transporte eléctrico ya sea colectivo (Metro o trenes) e individual (carros eléctricos), tendrán influencia en las importaciones futuras de petróleo y, paralelamente, y complementariamente en la generación de electricidad”. Panamá desde el año 2010 está presentando una concentración de su población en zonas urbanas, para el año 2010 el 65% de la población ya se concentraba en la Ciudad de Panamá y sus zonas aledañas, que son justamente las zonas de AMP para el proyecto PIMUS y donde se concentraría el proyecto para la ENT.

#### **1.4. Situación de las emisiones de GEI**

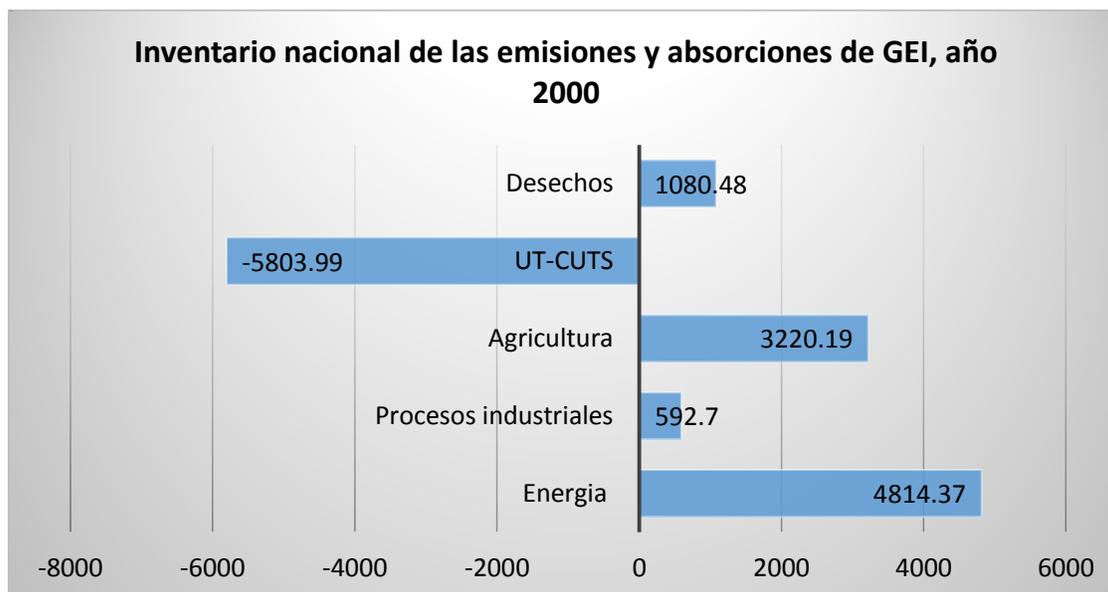
En el Segundo Inventario de GEIs para el año 2000 se presentaron las emisiones totales de GEI para los sectores: Energía, Procesos Industriales, Agricultura, Desechos Uso de la Tierra, cambios en el uso de la tierra y Silvicultura.

Panamá en el último inventario resultó ser un país fijador de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), donde las emisiones per cápita ascienden a 1.82 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante siendo el Sector Energía el de mayor emisión de GEI.

En el SINGEI para el año 2000 (Grafica 4) se muestra que dentro del Sector Energía, el subsector que mayormente contribuye a las emisiones de dióxido de carbono es el transporte, con un aporte del 59.16% de las emisiones (2.708.98 Gg). En cuanto a los GEI indirecto sobresalen las emisiones de monóxido de carbono con un total de 331.01 Gg, siendo el subsector de transporte terrestre la principal fuente de emisión con 190.2 Gg

(57.5%) seguido por el subsector Industria manufacturera y de la construcción con el 19.43% (889.59 Gg).(SCN)<sup>13</sup>.

*Grafica 4 Emisiones y absorciones equivalente de Gases de Efecto Invernadero, año 2000*



Como se ha expuesto y de acuerdo con los datos oficiales publicados, el sector energía es el mayor emisor de GEI en Panamá, por lo que es una prioridad para el gobierno tomar medidas orientadas a la reducción de emisiones, lo cual tendrá un alto impacto en los inventarios de GEI futuros y así lograr un desarrollo bajo en carbono importante.

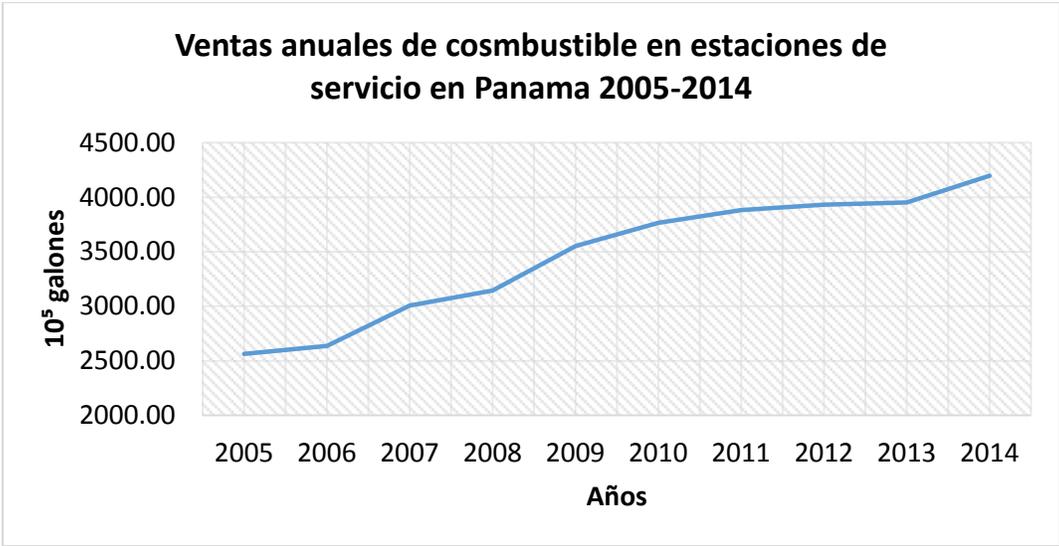
Como se muestra en la gráfica 5, y de acuerdo a las ventas anuales de combustible en estaciones de servicio de Panamá, la demanda energética para el transporte representa un alto consumo de combustibles fósiles tanto para el transporte de pasajeros como para el transporte de carga con una tasa de crecimiento anual de consumo de combustible del 5.6%, durante el periodo 2005 - 2014.

En el periodo 2006- 2014 se observó un aumento del parque vehicular con una tasa de crecimiento promedio de 7.38%, sumado a este crecimiento vehicular se fueron presentando problemas como el ineficiente transporte público, la contaminación ambiental, las largas horas de viaje de la población por la congestión vehicular, con un tiempo promedio de viaje en el Área Metropolitana de Panamá de 67.1 minutos, en

<sup>13</sup> Segunda Comunicación Nacional ante la CMNUCC sobre el Cambio Climático

donde el usuario puede invertir 70 min y más de viaje por la periferia hacia el centro de la ciudad, en hora pico. (PIMUS). Estas son algunas de las consecuencias por las que el subsector transporte es atendido con prioridad por parte de las entidades estatales y actores claves que conforman el comité de necesidades tecnológicas en el país.

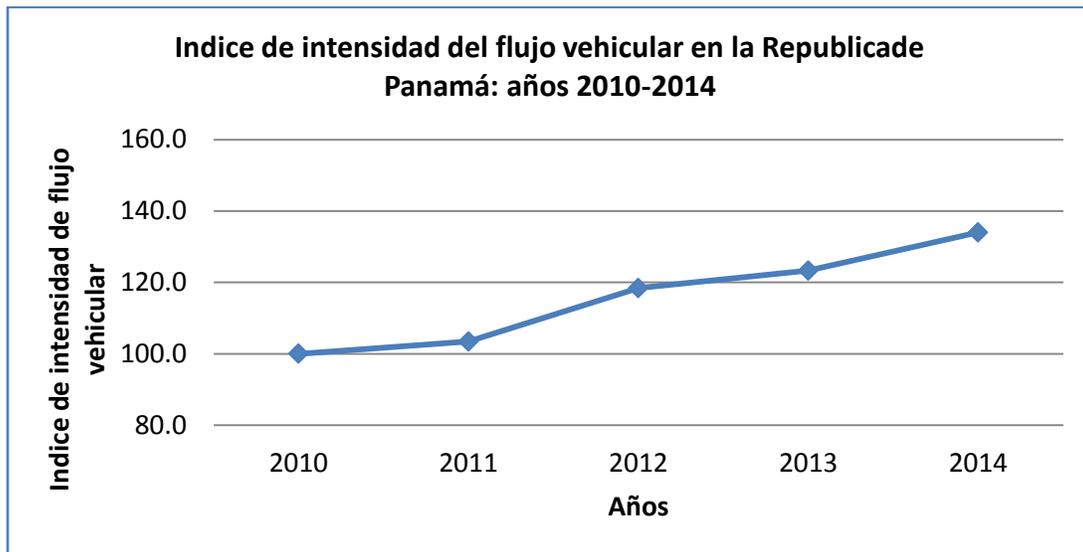
*Grafica 5 Ventas anuales de combustible en estaciones de servicio en Panamá para los años 2005 y 2014*



Fuente Secretaria Nacional de Hidrocarburos

Según las estadísticas ambientales 2010-2014<sup>14</sup> el índice de intensidad de flujo vehicular (el índice calculado según los automóviles en circulación, longitud de red vial y vehículos por km) ha ido aumentando como lo muestra en la gráfica 6, con un índice del flujo vehicular de 100 en 2010 a 135 en el 2014, lo que indica que proporcionalmente también aumenta la concentración de contaminantes atmosféricos donde actúan gases indirectos como el CO que con una reacción química con el oxígeno produce el CO<sub>2</sub>, siendo este uno de los gases que contribuyen al efecto invernadero.

Grafica 6 Índice de Intensidad del Flujo Vehicular en la República de Panamá: Años 2010-2014



Fuente Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá

Basado en los análisis anteriores y teniendo en cuenta otros factores como el rápido crecimiento demográfico en las principales ciudades del país, y en el área Metropolitana, según estudios realizados por la BBVA Research, se infiere que el parque vehicular ha continuado y continuará creciendo, lo cual son elementos que constituyen un peso fundamental para la determinación de los criterios para la priorización de las tecnologías, identificando las opciones tecnológicas los criterios en el desarrollo económico, social, ambiental y político de las tecnologías a priorizar en el subsector transporte.

## Capítulo 2 - Arreglo institucional para el Evaluación Necesidades Tecnológicas y el involucramiento de los actores claves.

### 2.1. Equipo Nacional del ENT en Panamá

El proceso de evaluación de necesidades tecnológicas es altamente participativo ya que requiere aportes de todas las partes interesadas, incluyendo la sociedad civil, empresa privada, organizaciones no gubernamentales, organismos financieros e instituciones del gobierno.

En este capítulo se explican los pasos que se siguieron para la organización e involucramiento de las partes interesadas. Primero se nombró un coordinador de TNA, regulado por el Ministerio de Ambiente y se estableció un Comité Nacional de TNA nacional, escogidos de acuerdo a su involucramiento en cualquier proceso de ejecución de proyectos de necesidades tecnológicas. El segundo pasó, fue organizar la participación de los organismos e instituciones, aprovechando la estructura del Comité Nacional de Cambio Climático en Panamá CONACCP (Tabla 4), con los que se realizaron talleres dirigidos bajo la Dirección de la Unidad de Cambio Climático de MIAMBIENTE. En estos talleres se presentaron los objetivos para el desarrollo del proyecto de ENT, se informó sobre las directrices estratégicas a seguir y se determinó un equipo nacional del ENT en Panamá.

*Tabla 4 Organismos e instituciones que integran el CCONACCP permanentemente*

Organismos/instituciones		Organismos/instituciones	
1	MIAMBIENTE	11	SENACYT
2	MEF	12	SINAPROC
3	MIDA	13	UP
4	MINSA	14	UTP
5	MEDUCA	15	ACP
6	MICI	16	SNE
7	MOP	17	ETESA
8	MIDES		
9	ARAP		
10	IDIAP		

Una vez establecido el equipo de trabajo y su organización en la que quedo conformado por las siguientes instituciones gubernamentales: Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE) coordinador nacional, Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), Ministerio de Comercio e Industria (MICI), Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT),

Secretaría Nacional de Energía (SNE), Autoridad de Servicios Públicos (ASEP) e Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), ver figura 1, se procedió a definir el plan de trabajo con sus respectivas actividades a desarrollar para la ejecución del proyecto. Se presentó una lista cronológica de tareas a realizar, con productos definidos que fueron discutidas y aprobadas por el grupo de trabajo. El siguiente paso se correspondió con la contratación de los consultores nacionales para la investigación y análisis que facilitaron los procesos que exigen la evaluación de necesidades en materia de tecnología. En la figura 1 se resume por orden el proceso de arreglo institucional.

*Figura 1 Diagrama del proceso de organización para la Evaluación de Necesidades Tecnológicas*

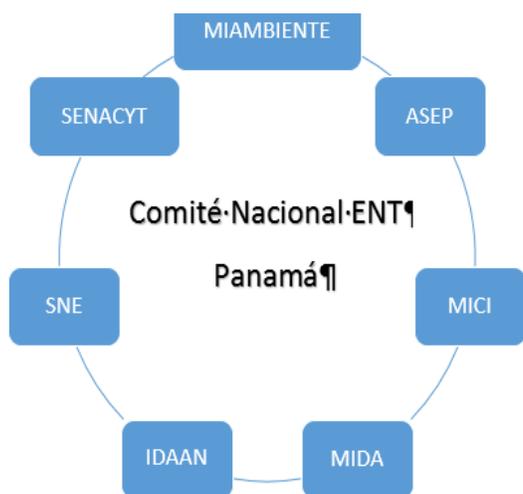


El proyecto de ENT en Panamá atiende tanto la adaptación como la mitigación al cambio climático por medio de un proceso detallado, en el que se ha diseñado, planificado y dirigido a una amplia gama de actores, representantes de instituciones del sector público y privado, de instituciones reguladoras, instituciones académicas, sectores productivos y de servicio, sector comercial y organizaciones no gubernamentales.

Con la participación de esta gama de actores, el mecanismo de consulta garantiza una capacidad inicial para realizar aportes tanto para la selección de los sectores priorizados como para el futuro proceso de evaluación de necesidades tecnológicas y tomas de decisiones. Se estableció un continuo proceso de involucramiento de las partes en cada etapa de trabajo y responsabilidades de acuerdo a cada actividad a desarrollar. Al mismo tiempo se estableció un mecanismo para el proceso de consultas tanto para los análisis de normas como procedimientos de cada una de las partes, así como las directrices que involucran las estructuras, contenido y archivo de los informes de ENT y planes de acción de tecnologías

A continuación se presenta las misiones de trabajo que tienen cada una de las instituciones miembros del Comité de ENT para Mitigación al Cambio Climático, figura 2

Figura 2 Comité Nacional ENT Panamá



de Ambiente.

**Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE):** es la entidad Coordinadora del ENT, en la que la Ley establece que el Ministerio de Ambiente es la entidad rectora del Estado en materia de protección, conservación, preservación y restauración del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales para asegurar el cumplimiento y aplicación de las leyes, los reglamentos y la Política Nacional

**Ministerio de Desarrollo agropecuario (MIDA):** por medio de su Unidad Ambiental tiene entre sus funciones coordinar con las diferentes dependencias del Ministerio y otras agencias gubernamentales, la ejecución de las medidas de evaluación, monitoreo, investigación y protección ambiental.

**Ministerio de Comercio e Industria (MICI):** Identificar líneas de actuación, planear estrategias para la implementación de acciones orientadas al desarrollo de los sectores de la producción, el comercio y servicios, aunado a la ciencia y tecnología; y aspectos innovadores para enfrentar la competitividad y fomentar la modernización.

**Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT):** Todas las actividades, proyectos y programas de SENACYT tienen como objetivo fortalecer, apoyar, inducir y promover el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación con el propósito de elevar el nivel de productividad, competitividad y modernización en el sector privado, el gobierno, el sector académico-investigativo, y la población en general.

**Secretaría Nacional de Energía (SNE):** parte de su misión es conducir la política energética del país, dentro del marco constitucional vigente, para garantizar el suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de los recursos energéticos que requiere el desarrollo. Para impulsar la Política Energética del país tiene como parte de su misión cumplir con los compromisos de mitigación y adaptación al cambio climático.

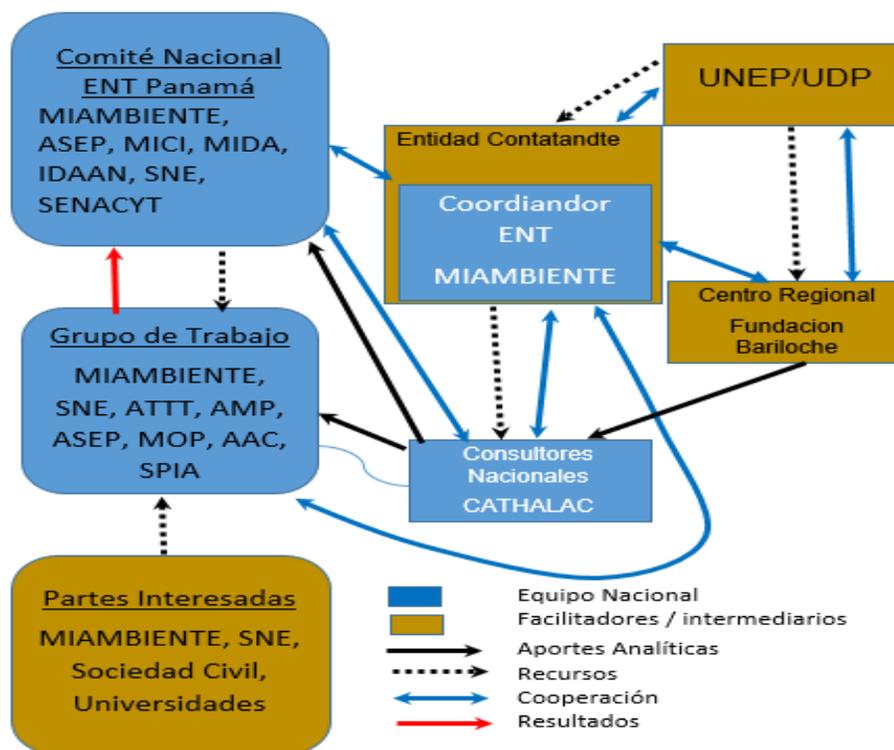
**Autoridad de Servicios Públicos (ASEP):** su misión es ser una Autoridad innovadora, en materia de regulación y fiscalización de la prestación de los servicios públicos, promoviendo la eficiencia y el cumplimiento de los niveles de calidad de los mismos, en los aspectos técnicos, comerciales, legales y ambientales

**Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN):** su misión es mejorar el nivel de salud de la comunidad, bienestar y progreso del país por medio de la dotación de los servicios de agua potable, y la recolección y disposición de las aguas servidas, velando por la conservación del medio ambiente, con miras a alcanzar niveles óptimos de productividad y eficiencia.

Quedando MIAMBIENTE como coordinador del proyecto ENT por medio de la Unidad de Cambio Climático que sería el punto focal y su labor será de facilitar la comunicación entre las partes interesadas, el equipo de trabajo y los consultores. En la Figura 3 se presenta la estructura de trabajo para el ENT en Panamá, donde se establece la composición de los equipos de trabajo del ENT, su interacción y roles en los temas de mitigación.

El Comité Nacional ENT de Panamá liderado por MIAMBIENTE tuvo la responsabilidad de desarrollar los criterios para la selección de sectores y la contratación de los consultores que se encargaran de los estudios.

Figura 3 Estructura organizativa para el proceso de la ENT en Panamá



## **2.2. Proceso de involucramiento de las partes interesadas**

El proceso de involucramiento de las partes interesadas se realizó bajo la coordinación de MIAMBIENTE, aprovechando la coyuntura del CONACCP e invitando otras organizaciones que están fuera del comité de cambio climático. Este involucramiento se realizó mediante talleres y reuniones, contactos vía email y telefónicos para solicitud de información puntual.

Durante esta etapa del proyecto en el 2015 se realizó una reunión y 2 talleres, una reunión inicial coordinada por MIAMBIENTE para la conformación del Comité Nacional ENT, luego un taller donde el Comité Nacional ENT estableció los criterios y prioridades para la selección del sector, con la participación de expertos de UNEP y un segundo taller para introducir y conocer al grupo consultor contratado para realizar el estudio de Evaluaciones de Necesidades Tecnológicas y la presentación formal de los sectores priorizados tanto para adaptación como para mitigación.

Para el 28 de enero de 2016 se realizó un taller nacional sobre Identificación y evaluación de tecnologías donde participaron miembros del Comité Nacional ENT y otros actores. En general el desarrollo de las reuniones y ejecución del plan de trabajo son facilitados por la coordinación de MIAMBIENTE y la experiencia de los miembros del Comité Nacional ENT en procesos participativos, ya que varios conforman el CONACCP.

## **Capítulo 3 - Priorización de las tecnologías para el subsector transporte en Panamá**

La priorización de tecnologías en el subsector transporte fue el resultado de un proceso de consulta a actores claves y las partes interesadas con la aplicación de un análisis multicriterio, por medio de un taller de trabajo. En este taller se avalaron y se establecieron las tecnologías que podrían tener un potencial de implementación y se determinaron los criterios para elegir las opciones finales.

El proceso para el desarrollo de esta etapa, determinado por el grupo de trabajo que se muestra en la figura 4, fue la de priorizar mediante el análisis de multicriterios en los ámbitos económicos, sociales, ambientales y políticos.

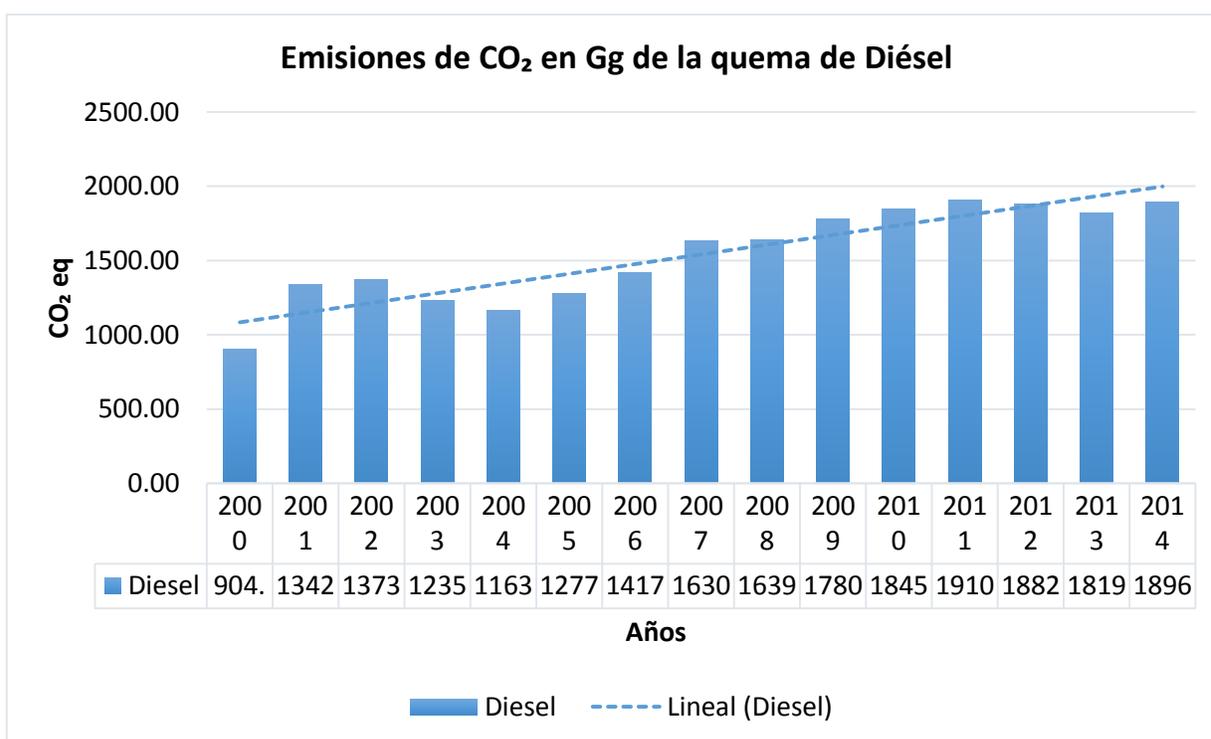
Figura 4 Grupo de Trabajo de ENT



### 3.1. Emisiones de GEI y las tecnologías existentes del subsector transporte

Como anteriormente se ha descrito el sector de mayor emisión del país, es el sector energía. Este está conformado por dos subsectores importantes que son generación eléctrica y transporte. En Panamá el subsector transporte ha experimentado un incremento continuo de las emisiones de gases efecto invernadero, en este sentido las emisiones el CO<sub>2</sub> por la quema de combustible como el diésel, ha pasado de 904.65 Gg CO<sub>2</sub> en el año 2000 a 1896.35 Gg CO<sub>2</sub> en el año 2014 que representa un incremento de las emisiones de 109% como se presenta en la gráfica 7

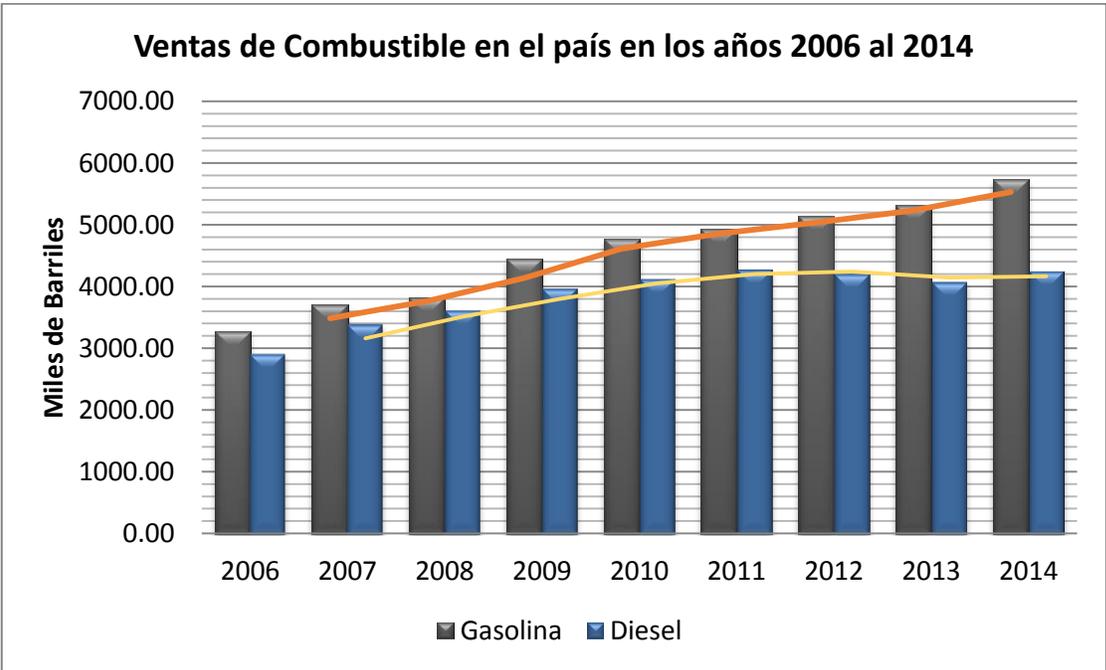
Grafica 7 Emisiones de CO<sub>2</sub> en Gg de la quema de Diésel



Para el proyecto del ENT se consideró las áreas urbanas del país y específicamente al transporte terrestre. Hasta el momento el país ha realizado esfuerzos importantes para abordar medidas de mitigación y dar solución a la demanda creciente, la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles y el compromiso de una economía bajo en carbono.

Los tipos de combustibles más utilizados para el transporte terrestre en Panamá, es el diésel y la gasolina que su precio está determinado por los precios internacionales del petróleo. En la gráfica 8 se puede observar cómo ha ido en aumento su consumo, lo cual demuestra que los automóviles son los principales causantes de la contaminación en las ciudades, produciendo gases tales como el CO, NOX, HC con alto contenido toxico para el ambiente, también hay una producción importante de CO<sub>2</sub> que aunque no es un gas toxico es uno de los principales gases de efecto invernadero.

*Grafica 8 Ventas de Combustible en el país en los años 2006 y 2014*



En la actualidad se contemplan diversas tecnologías para la implementación de medidas de mitigación al cambio climático en el subsector transporte entre ellas se puede mencionar:

- La mejora de las medidas de eficiencia para vehículos, dirigidas a ahorrar combustible, ha producido beneficios netos (al menos en los vehículos ligeros), pero el potencial de mercado es mucho menor que el potencial económico debido a la influencia de otras consideraciones de los consumidores tales como el funcionamiento y tamaño.

- Los biocombustibles podrían desempeñar un papel importante para afrontar las emisiones de GEI en el subsector del transporte según la vía de producción.
- Los cambios de modos de transporte de carretera a ferrocarril y de tierra a mar, de un número reducido de pasajeros a numerosos pasajeros, así como la planificación urbana de los usos del suelo y del transporte no motorizado ofrecen oportunidades para mitigar el GEI, dependiendo de las condiciones y las políticas locales.

### **3.2. Contexto de toma de decisiones**

En Panamá, de acuerdo con los análisis de cada sector, resultó evidente que dentro del sector energía, el subsector transporte es uno de los principales responsables de las emisiones de gases efecto invernadero, como se muestran en los resultados del Segundo Inventario de GEI, aunado a esto la Ley 8 de abril de 2015 mediante el Artículo 126-G establece que el Ministerio de Ambiente establecerá los mecanismos necesarios para captar recursos financieros y económicos, por medio de instrumentos nacionales e internacionales que promuevan la transición hacia un desarrollo económico bajo en carbono, por lo que el proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas es un instrumento de vital importancia para fortalecer y complementar las iniciativas que lleva el país tales como el Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) y abarcar con programas y proyectos no solo en el Área Metropolitana de Panamá sino también en las principales ciudades del país.

El PIMUS por su parte es una herramienta de planeación que define la política y los programas que en materia de movilidad requiere el Área Metropolitana de Panamá (AMP) en los próximos 30 años, con el fin de lograr una ciudad sustentable.

El PIMUS tiene como solución la creación de los siguientes programas:

- Programa de conformación del sistema integrado de transporte público de pasajeros del Área Metropolitana de Panamá.
- Programa de administración de la demanda de transporte
- Programa de inversión en infraestructura de movilidad urbana.
- Programa de participación ciudadana para la movilidad urbana
- Propuesta de reestructuración institucional

Es importante señalar que Panamá ha iniciado con decisiones significativas en el subsector transporte encaminado en un desarrollo bajo en carbono. El proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas es un paliativo para determinar qué proyectos se puede impulsar mediante la priorización de tecnologías que no sean abarcadas en otros procesos nacionales.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático de Panamá (ENCCP), que en la actualidad se encuentra en elaboración, ya ha establecido el abordaje sobre la mitigación como una oportunidad para transformar al país a una economía baja en emisiones que por medio de líneas de acción e iniciativas nacionales, incidirá en la reducción de emisiones de GEI en el sector energético incluyendo el sub sector transporte.

Dentro de sus programas y líneas de acción de la ENCCP se encuentra el de Movilidad Urbana con programas tales como:

- Integrar los sistemas de transporte multimodal.
- Diversificar el uso de suelo que facilite la accesibilidad a centros de actividad
- Reducir las distancias entre los sitios de acceso al transporte público y las áreas donde se necesita el servicio
- Diseñar y construir infraestructuras para usuarios no motorizados (diseño orientado al peatón)
- Promover el uso de vehículos que utilicen combustibles alternativos
- Construir las líneas 2 y 3 del Metro de Panamá.

El Gobierno de la República de Panamá busca la manera de facilitar el aumento de recursos financieros y modernizar su gestión ambiental mediante la búsqueda de financiamiento para el desarrollo de los programas tanto del PIMUS como los programas de la ENCCP.

### **3.3. Una apreciación global de posibles opciones de tecnología de mitigación en el subsector transporte y sus beneficios.**

Después de una revisión de documentos, páginas web de las instituciones involucradas en la temática del subsector transporte y consulta al grupo de expertos y las partes interesadas, se realizó el taller, el 28 de enero de 2016, con el objetivo de presentar una lista larga de las probables tecnologías para el subsector de transporte para mitigación al cambio climático. En la tabla 5 se presenta el listado de participantes al taller.

Tabla 5 Participantes del taller de consulta para priorización de tecnologías en el Sub sector transporte

Participantes del taller del ENT (28-1-16)	
Franklin Rodríguez	Bomberos de la República de Panamá
Herbecía Bonilla	Mi ambiente DICROPA
Yadira Montilla	Autoridad Aeronáutica Civil

Luz Graciela Cruz	SENACT
Maria Isabel Samaniego	IGNTG
Joel Díaz	MEF
Juan de Dios Cedeño	MOP

La selección de las tecnologías consistió en dos etapas. Una etapa fue en recolectar información relevantes de acuerdo a las fuentes que recomienda la Guía para realizar la Evaluación de las Necesidades Tecnológicas, la segunda etapa fue consultar localmente con programas locales ya implementados y que se encuentran en sus primeras fases, como el PIMUS que incluye la construcción de la primera línea del Metro y el inicio de la construcción de la segunda línea, de un total de tres líneas que están planificadas para un futuro de mediano y largo plazo y otros proyectos como mejoramiento de las estructuras viales entre otras y un proyecto de gobierno implementado pero parado, como fue el Programa de Gasolina Oxigenada. Una de las causas principales de su suspensión fue por la escases de producción de etanol, habiendo sola una empresa productora de bioetanol en todo el país, sin embargo se establecieron todas las pautas legales y técnicas para su implementación.

Los actores claves fueron agrupados en una mesa de trabajo para presentarles todas las tecnologías identificadas, con la libertad de que ellos también pudieran proponer tecnologías adicionales de las presentadas. El grupo de trabajo aprobó las tecnologías presentadas para analizarlas y propusieron dos tecnologías adicionales, que fueron: un Programa de capacitación vial para todos los niveles y educación superior para la formación de profesionales en ingeniería y gestión de transporte. Ver tabla 6.

Tabla 6 Lista larga de tecnologías de mitigación por priorizar para el subsector transporte

#### **Uso de combustibles alternativos**

- 1 Biodiesel
- 2 Bioetanol\*
- 3 Biocombustible de algas
- 4 Etanol Celulósico
- 5 Gas Natural Comprimido
- 6 Gas Natural Licuado

#### **Mejoramiento del transporte masivo**

- 7 Metro\*
- 8 Autobuses de transito rápido
- 9 Metro buses\*
- 10 Trenes eléctricos con frenado regenerativo

#### **Vehículos más eficientes**

- 11 Inyección directa para motores de combustión interna
- 12 Vehículos eléctricos
- 13 Pilas de combustible para aplicaciones móviles

#### **Transporte no motorizado**

14	Ciclo vías*
15	Bulevares (peatonales)
16	Reducción de las necesidades de viaje
17	Influir en opciones de viajes
<b>Gestión inteligente de transporte</b>	
18	Gestión de tráfico
19	Sistema de transporte inteligentes
20	Gestión de demanda de vehículos privados
<b>Programas de capacitación</b>	
21	Programa integral de capacitación vial a todos los niveles (primaria, secundaria, universitaria y adultos)**
22	Formación de profesionales en gestión de transporte eficiente urbano (Ingenieros de Tránsito)**

\*Tecnologías implementadas en el país de manera parcial.  
\*\*tecnologías propuesta por el grupo de trabajo

### 3.4. Tecnologías consideradas en el subsector transporte

#### 1. Biodiesel

##### Características generales

El biodiesel es un biocombustible sintético líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, nuevos o usados, mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del petrodiesel o gasóleo obtenido del petróleo.<sup>15</sup> La característica principal de esta tecnología es que no necesita ninguna modificación del motor diésel original (en relación de mezcla específica), y es ampliamente aplicable en muchos países. La tecnología también utiliza una fuente de energía renovable.

##### Estatus de la tecnología en el país

Esta tecnología tiene un respaldo político ya que el 20 de abril de 2011, el Gobierno de Panamá creó la Ley 42. Esta ley desarrolla los lineamientos para una política nacional de biocombustibles en la República de Panamá. El objetivo principal de la ley es promover la producción nacional de biocombustibles, aunque pueden autorizarse las importaciones, también fomenta la generación de empleo, el aumento de productividad en el sector agrícola y contribuir al ambiente<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> Estudio de la viscosidad y densidad de diferentes aceites para su uso como biocombustible, Universidad Politécnica de Catalunya, 2010

<sup>16</sup> Ley 42 del 20 de abril de 2011 Establece lineamientos para la política nacional sobre biocombustibles

Iniciativas públicas o privadas:

Existe una iniciativa importante por medio de empresas privadas, tales como Panamá Green Fuels con el propósito de cultivar hectáreas de jatrofa. Panamá Green Fuels se estableció en 2011 con el propósito de la creación de una infraestructura de biodiesel para Panamá, dentro de sus objetivos esta proporcionar la seguridad energética de Panamá, eliminar la pobreza energética, regenerar tierras marginales y proporcionar empleo generalizado en las comunidades rurales más pobres de Panamá.<sup>17</sup>

El Estado por medio de convenios de cooperación entre instituciones públicas y privadas en el 2013 se realizó una evaluación de germoplasma de coquillo (*Jatropha curcas*) con la finalidad de investigar y desarrollar el cultivo y obtener biodiesel, el estudio se realizó en El Ejido de Los Santos en la región de Azuero<sup>18</sup>. Este proyecto surge de un convenio entre el IDIAP, MIDA y la empresa Panamá Green Fuels, establecido en mayo de 2013, y se esperaban resultados para el 2015 (no hubo continuidad en el proyecto);

En cuanto a su comercialización, aún se desconoce, ya que en Panamá el proceso está en una etapa insipiente en cuanto a comercialización y mercadeo, porque apenas se están evaluando los materiales y cuáles son las mejores variedades. La empresa Texas BioDiesel Corporation, dedicada a la producción de biodiesel, incursiono en Panamá con miras a instalar una refinería en Puerto Armuelles. La planta tendría la capacidad de procesar 100 millones de galones anuales de biodiesel. La primera etapa del plan contemplaba financiar la Cooperativa Empresa Productora de Palma de Aceite de Chiriquí,<sup>19</sup> una planta de extracción de aceite. La empresa estadounidense tenía como primera opción la compra del aceite de la cooperativa para su transformación a biodiesel. Los productores habían acordado con la compañía aumentar la superficie cultivada de 5 mil 700 a 10 mil 900 para el 2009.<sup>20</sup> (El proyecto se suspendió).

Institutos de investigación y desarrollo:

En la Universidad Tecnológica de Panamá se llevan a cabo trabajos de investigación financiados por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología con el objetivo de mejorar los procesos de producción a pequeña escala para lo cual ya se ha construido la planta piloto (UTP 2009). La capacidad de producción de la planta está definida por el reactor, el número de separadores o tanques de depuración y por el tiempo de residencia en el reactor. Como esta planta cuenta con un reactor, un separador y un tanque de lavado, estará en capacidad de producir 100 litros de biodiésel por lote de forma semicontinua. A continuación se citan los principales temas de investigación donde trabajan las

---

<sup>17</sup> <http://www.biodieselmagazine.com/articles/8665/uk-biodiesel-firm-panama-green-fuels-visits-buckingham-palace>

<sup>18</sup> [http://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones\\_nacionales/instituto-nacional-de-agricultura-ina\\_id\\_2397.html](http://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/instituto-nacional-de-agricultura-ina_id_2397.html)

<sup>19</sup> <http://coopemapachi.com/>

<sup>20</sup> Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas 2010

instituciones académicas y de investigación, financiadas por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT):

- Planta piloto para la producción de biodiésel (Universidad Tecnológica de Panamá).
- Producción de biodiésel descentralizado (Luis Castañeda). Proyecto para la generación de biodiésel y desarrollo de Jatropha (productos lácteos San Antonio S.A.)<sup>21</sup>.

Información ampliada Anexo I

## 2. Bioetanol

### **Características generales**

El bioetanol se produce por la fermentación de los azúcares contenidos en la materia orgánica de las plantas. En este proceso se obtiene el alcohol hidratado, con un contenido aproximado del 5% de agua, que tras ser deshidratado se puede utilizar como combustible. El bioetanol mezclado con la gasolina produce un biocombustible de alto poder energético con características muy similares a la gasolina pero con una importante reducción de las emisiones contaminantes en los motores tradicionales de combustión. El etanol se usa en mezclas con la gasolina en concentraciones del 5 o el 10%, E5 y E10 respectivamente, que no requieren modificaciones en los motores actuales. El bioetanol se obtiene a partir de la remolacha (u otras plantas ricas en azúcares), de cereales, de alcohol vínic o de biomasa, mediante un proceso de destilación. En general, se utilizan tres familias de productos para la obtención del alcohol: azúcares, procedentes de la caña o la remolacha, por ejemplo, cereales, mediante la fermentación de los azúcares del almidón, biomasa, por la fermentación de los azúcares contenidos en la celulosa y hemicelulosa.<sup>22</sup>

### **Estatus de la tecnología en el país**

Esta tecnología también se encuentra respaldada con la Ley 42 del 20 de abril de 2011, que desarrolla los parámetros para una política nacional de biocombustibles en el país.<sup>23</sup>

En Panamá se han llevado algunos proyectos para la producción de bioetanol a partir de Yuca (2011)<sup>24</sup>.

El 1 de Septiembre de 2013 se dio en Panamá, la medida de que la gasolina debería contener un 5% del carburante, esta iniciativa llevo el nombre de Programa de Gasolina Oxigenada E5, sin embargo por falta de producción de bioetanol, la Secretaría Nacional

---

<sup>21</sup> Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas 2010

<sup>22</sup> <http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Biocombustibles/Bioetanol.asp>

<sup>23</sup> Ley 42 del 20 de abril de 2011 Política Nacional sobre Biocombustibles.

<sup>24</sup> <http://www.fedebiocombustibles.com/v3/nota-web-id-884.htm>

de Energía autorizó mediante Resolución No. 2188 de 22 de agosto de 2014, el uso de gasolina sin mezcla de bioetanol anhidro en todo el territorio nacional. En su momento, la empresa Campos de Pesé, era el productor único, encargada de la elaboración del etanol a base de caña de azúcar, dio a conocer que la inversión para llevar adelante el proyecto rondó en un monto de arriba de 100 millones de dólares. Este programa generó en su momento de implementación 2 mil plazas de trabajo.

Información ampliada Anexo I

### 3. Biocombustible de algas

#### **Características generales**

La producción de biocombustibles a partir de algas se encuentra todavía en un estado pre-comercial de desarrollo de la tecnología. Pero los biocombustibles a base de algas se consideran una próxima alternativa prometedora a los combustibles fósiles, ya que podrían reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles, y debido a los biocombustibles de algas pueden tener ventajas adicionales sobre los biocombustibles tradicionales, tales como un mayor rendimiento por acre y una menor competencia para los cultivos herbáceos. El principal obstáculo para un uso generalizado de los biocombustibles a base de algas son los altos costos de producción. Una serie de iniciativas de investigación están trabajando en la mejora de los procesos de producción y la disminución de los costos.

#### **Estatus de la tecnología en el país**

En Panamá existen reportes que indican que se ha comenzado a evaluar a las algas como posible fuente de biocombustibles alternativos<sup>25</sup>, las plantas que se pueden usar para combustible de tercera generación son las algas marinas. Determinaron que de una hectárea de algas se pueden obtener, en un proceso normal, 95 mil litros de biocombustibles. Sin embargo, del coquillo, solamente en el proceso de primera generación, se obtiene 3 mil litros de biocombustibles. Si se toma de forma más eficiente, el biocombustible de algas puede llegar hasta 250 mil litros por hectárea. Por ello, la alternativa del mundo está centrada en las plantas, y en este caso si se quiere sustituir el 100 por ciento del hidrocarburo, la alternativa estaría en la producción de algas, y sería biocombustibles de tercera generación. Hasta el momento todas estas investigaciones las están realizando en el IDIAP y en la región azuereña se están estudiando las plantas que podrían ser utilizadas, como el caso del coquillo, que abunda en las cercas de las fincas ganaderas.

Existen muchas tierras degradadas en Azuero, a las que se les puede incluir algunas especies que se adapten a estas tierras. Actualmente no hay cantidad de tierra para

---

<sup>25</sup> <http://www.panamaamerica.com.pa/content/investigacion-algas-como-posible-fuente-de-biocombustibles>

producir y sustituir los hidrocarburos; por ello, la mejor opción hasta el momento son las algas marinas<sup>26</sup>. La provincia de Colón tiene el potencial para desarrollar a gran escala una industria para el cultivo de macro algas marinas, que beneficie no solo a empresarios, sino también a las comunidades costeras. Las algas pueden ser cinco veces más productivas que el maíz para hacer etanol<sup>27</sup>

Información ampliada Anexo I

#### 4. Etanol celulósico

##### **Características generales**

El etanol celulósico es un alcohol producido a partir de la materia prima disponible en gran variedad de materiales vegetales y residuos agrícolas. Aunque químicamente idéntica con la primera generación de bioetanol, se diferencia en el uso de materia prima. Por lo tanto etanol celulósico difiere de la de etanol convencional en el uso de materia prima y el proceso implicado en las diferentes etapas de producción. La producción de etanol a partir de un acre de hierba u otros cultivos es el doble de la cantidad producida de un acre de maíz cultivado porque en el primero la planta entera se utiliza a diferencia de sólo granos en caso del maíz (Biocycle, 2005).

##### **Estatus de la tecnología en el país**

Esta tecnología también es impulsada por la Ley 42 del 20 de abril de 2011, el Gobierno de Panamá creó la Ley 42. Esta ley desarrolla los parámetros para una política nacional de biocombustibles en la República de Panamá. El objetivo principal de la ley es promover la producción nacional de biocombustibles, aunque pueden autorizarse las importaciones, también fomenta la generación de empleo, el aumento de productividad en el sector agrícola y contribuir al ambiente. La Ley 42 se modificó mediante la Ley 21 de 26 de marzo de 2013, la cual pospuso la aplicación de la Ley 42 de abril de 2013 a partir del 1 de septiembre de 2013. Las compañías petroleras locales se han reunido con la Secretaría de Energía de Panamá a discutir las diferentes fases de ejecución, la exención de impuestos y otros beneficios se han establecido para los proyectos de inversión de biocarburantes, como un incentivo equivalente al 20% del valor del material adquirido por un período de cinco años desde el comienzo de la producción<sup>28</sup>.

Información ampliada Anexo I

---

<sup>26</sup> <http://argus.iica.ac.cr/Esp/regiones/central/panama/Lists/Noticias%20IICA%20Panama/Attachments/96/Empezan%20investigaci%C3%B3n%20para%20elaborar%20biocombustibles.pdf>

<sup>27</sup> [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/01/19/actualidad/1326999639\\_387667.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/01/19/actualidad/1326999639_387667.html)

<sup>28</sup>

[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Ethanol%20Use%20in%20Panama\\_Panama\\_Panama\\_1-9-2013.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Ethanol%20Use%20in%20Panama_Panama_Panama_1-9-2013.pdf)

## 5. Gas natural comprimido

### **Características generales**

El uso de gas natural comprimido (GNC) como combustible de transporte es una tecnología madura y ampliamente utilizado en algunas partes del mundo. Aunque el gas natural comprimido es un combustible fósil, que es el combustible que quema más limpia en el momento en términos de NOx y de hollín (PM) de las emisiones. GNC se puede emplear para turismos de potencia y autobuses de la ciudad. Vehículos de pasajeros CNG emiten 10.5% menos de CO2 que los vehículos de pasajeros de gasolina comparables. En general, no hay ningún beneficio sobre los coches diesel en términos de reducción de emisiones de CO2. Sin embargo, las emisiones de NOx y de hollín de los vehículos propulsados a GNC son sustancialmente menores que las de los vehículos de motor diesel. Así, para los autobuses de la ciudad, a menudo de motor diesel, los beneficios de GNC yacían en la mejora de la calidad del aire local y no en la reducción de emisiones de CO2. La introducción de GNC en el sector del transporte es un buen estímulo para el biogás. El biogás tiene el potencial de reducir las emisiones de CO2 en casi un 75%.

### **Estatus de la tecnología en el país**

Según la Política Nacional de Hidrocarburos y Energías Alternativas de Panamá 2005, para el análisis del sector transporte en Panamá y la posible sustitución de combustibles tradicionales (gasolinas y diesel) por gas natural vehicular (GNV), se determinó que el uso de gas natural (GNC) en el sector transporte representa grandes oportunidades y ventajas, toda vez que éste representa los principales consumidores de hidrocarburos a nivel nacional, generando beneficios directos en cuanto al precio, ofreciendo alternativas a los consumidores y con menores daños al ambiente<sup>29</sup>.

Información ampliada Anexo I

## 6. Gas Natural licuado

### **Características generales**

El GNL está compuesto mayoritariamente por metano. Es un combustible fósil que se extrae de yacimientos que pueden estar o no asociados a los del petróleo. Aunque el gas natural es un combustible fósil, es el combustible más limpio disponible hoy en día.

El uso de gas natural licuado en vehículos de pasajeros es mucho menos rentable porque los coches promedio de pasajeros están inactivo a menudo, lo que daría lugar a altas pérdidas por evaporación. El uso de GNL requiere instalaciones de almacenamiento para

---

<sup>29</sup>

<http://mici.gob.pa/Hidrocarburos/Documentos%20de%20interes/Texto%20Politica%20de%20Hidrocarburos.pdf>

el frío (-162 0C) en las estaciones de servicio en carretera y un equipo especial de reabastecimiento que pueda manejar temperaturas criogénicas. Además, los camiones deben estar equipados con motores de combustible dual especiales para ser capaz de utilizar GNL. Por otra parte, el depósito de combustible a bordo de la camioneta necesita ser adaptado para el uso de gas natural licuado. Estos requisitos hacen que el uso de GNL sea relativamente caro. Sin embargo, el uso de gas natural licuado en el sector del transporte aún puede tener beneficios ambientales sustanciales.

### **Estatus de la tecnología en el país**

En el Plan Energético Nacional 2015 y 2050 no se ha contemplado como una alternativa para el reemplazo de combustibles en el transporte, como gasolina o diésel por GNL, sin embargo si se está contemplando la introducción del uso de GNL como combustible para generación de energía eléctrica a partir del 2018, lo que deja una ventana abierta a una posibilidad de introducir el uso del GNL en el sub sector transporte en un futuro no muy lejano.

#### 7. Metro

### **Características generales**

Metro es el término internacional más común para transporte público de tren pesado subterráneo, aunque también es comúnmente aplicado a sistemas de tren pesado elevado. Metro es un sistema de trenes pesados de ciudad separados de nivel. Son la forma de Transporte Masivo rápido (MRT) más cara por kilómetro cuadrado, pero tiene la mayor capacidad teórica.<sup>30</sup>

### **Estatus de la tecnología en el país**

En Panamá fue inaugurada la primera línea de Metro el 5 de abril de 2014 y por medio de la Secretaría del Metro de Panamá realiza los estudios y diseño de rutas de las futuras líneas del metro de la Ciudad de Panamá. La llamada "Ruta Maestra" presenta el desarrollo de un sistema de transporte metro que cubrirá la Ciudad de Panamá en su zona metropolitana. El diseño incluye tres líneas de metro, que recorrerán la ciudad de Panamá, un tren de cercanías que unirá los distritos de Arraiján y Chorrera con el centro de la ciudad y un tranvía por la Cinta Costera hasta el Casco Antiguo. Se convierte así la ciudad de Panamá, en la primera ciudad de Centroamérica en tener un metro urbano

#### 8. Autobuses de transito rápido

### **Características generales**

---

<sup>30</sup> Opciones de transporte público masivo. Transporte sostenible: Texto de referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo, 2006

Los autobuses de tránsito rápido (sus siglas en inglés BRT) son un sistema de buses de alta calidad, proporciona movilidad urbana rápida, cómoda y con un costo beneficio favorable por medio de la provisión de infraestructura segregada de uso exclusivo, operaciones rápidas y frecuentes, y excelencia en mercadeo y servicios usuario/cliente.<sup>31</sup>

### **Estatus de la tecnología en el país**

Se estima el transporte particular desplazado como un 40% de los pasajeros con un parámetro de 1.4 personas promedio de pasajeros por auto y un viaje desplazado de 20 km. El consumo de combustible se basa en rendimiento de 11 km/l en los autos y 10/km en el caso de los autobuses. El consumo de combustibles permite estimar las emisiones evitadas. Para los costos incrementales se considera un costo del bus carburado de \$50 mil y de \$67,5 para el bus eléctrico. Para los buses eléctricos se considera el gasto eléctrico, el costo incremental de las baterías y menores costos en aceite y combustible (TNA Report – Mitigation for Costa Rica).

El Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) en Panamá, es una herramienta de planeación que define la política y los programas que en materia de movilidad requiere el área metropolitana de Panamá en los próximos 30 años, con el fin de lograr una ciudad sustentable, este plan estipula el mejoramiento del transporte masivo, aumentando el potencial de la incorporación de los autobuses de tránsito rápido.

## **9. Metro buses**

### **Características generales**

El Metrobús es un sistema de carriles exclusivos para autobuses que se puede homologar como autobús de tránsito rápido<sup>32</sup>. Para el caso de Panamá los carriles exclusivos no están definidos y los metrobuses vinieron a reemplazar los buses convencionales (llamados diablos rojos). Metro bus es el nombre con el que se conoce a diversos sistemas urbanos de transporte colectivo, el primer sistema Metro bus fue creado en la ciudad de Curitiba en 1974, aunque se adopta el término Metro bus en el habla hispana, por el sistema de Caracas, inaugurado en el año de 1987.

### **Estatus de la tecnología en el país**

El Metrobus actualmente en Panamá opera como un sistema de transporte masivo. Transporta personas desde el centro, al este y al norte de la metrópoli. Recorre la urbe por medio de cinco arterias viales troncales (Vía España, Transístmica, Tumba Muerto, Vía Israel y Vía Forestal), así como por las dos autopistas de peaje capitalinas (los corredores

---

<sup>31</sup> Guía de Planificación de Sistemas BRT, GTZ, 2010

<sup>32</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Metrobus\\_\(Buenos\\_Aires\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Metrobus_(Buenos_Aires))

Norte y Sur). Inició sus operaciones el 28 de diciembre de 2010 con las rutas Don Bosco, San Pedro, Los Caobos y Pedregal-Corredor Sur.

## 10. Trenes eléctricos con frenado regenerativo

### **Características generales**

Un sistema de frenado del tren eléctrico convencional utiliza frenado dinámico, donde la energía cinética del tren se disipa en forma de residuos, principalmente en forma de calor. Cuando se emplea el frenado regenerativo, la corriente en los motores eléctricos se invierte, lo que frena el tren (UIC, 2003). Al mismo tiempo, los motores eléctricos generan electricidad que se devuelve al sistema de distribución de energía. Esta electricidad generada puede utilizarse para alimentar otros trenes en la red o se puede utilizar para compensar la demanda de energía de otras cargas, como la iluminación en las estaciones. Sin embargo, la potencia recuperada por medio de frenado regenerativo sólo se puede utilizar si ese poder simultáneamente se está elaborando en otro lugar. En general ningún poder se recupera cuando el tendido eléctrico está fuera. Los dos motivos principales para emplear frenado regenerativo son el ahorro de energía y un menor desgaste de los frenos mecánicos. La técnica de frenado regenerativo es más eficaz en los trenes de pasajeros de Punto Final y trenes subterráneos (metro), ya que dejan a menudo suficiente para hacer que la recuperación de mérito. Los trenes de mercancías convencionales sólo tienen un potencial limitado para recuperar la energía con la ayuda de frenado regenerativo. (UIC, 2002a) Esto es debido al alto peso promedio de los trenes de mercancías y el hecho de que sólo los ejes de locomotoras son alimentados. La proporción principal de frenado se realiza mediante los frenos mecánicos ubicados en los vagones de carga, y sólo una pequeña parte se origina en la propia locomotora.

### **Estatus de la tecnología en el país**

El Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) en Panamá, es una herramienta de planeación que define la política y los programas que en materia de movilidad requiere el área metropolitana de Panamá en los próximos 30 años, con el fin de lograr una ciudad sustentable, este plan estipula el mejoramiento del transporte masivo, aumentando el potencial de la incorporación de los trenes eléctricos con frenado regenerativo en el país. Según los diagnósticos de infraestructura vial en Panamá, existe una escasa conectividad transversal y discontinuidad vial, altos niveles de congestión producto de la concentración de los viajes en unas pocas vías y deficiencias en el señalamiento vertical y horizontal en la red vial. Esta tecnología se recomendaría su uso para el movimiento de pasajeros desde las ciudades dormitorio hacia la Área metropolitana.

## 11. Inyección directa para motores de combustión interna

## **Características generales**

La inyección directa de gasolina es una técnica que permite a los motores de gasolina y diésel ser más eficientes en el uso de combustible. Técnicas de inyección directa ya son comúnmente utilizadas en los motores diesel modernos y están volviendo a ser utilizados para motores de gasolina.

## **Estatus de la tecnología en el país**

Solo existen ofertas comerciales de algunas marcas de autos para la venta de vehículos con inyección directa haciéndolos más eficientes disminuyendo el consumo de combustible.

### 12. Vehículos eléctricos

## **Características generales**

Existen varias familias de vehículos propulsados, en parte o totalmente por un motor eléctrico, sin embargo el que se está proponiendo es el vehículo eléctrico de batería, que son los vehículos que están propulsados únicamente por un motor eléctrico. La fuente de energía proviene de la electricidad almacenada en la batería que se debe cargar por medio de la red.<sup>33</sup>

Los vehículos eléctricos son cerca de 2,5 veces más eficientes que sus contrapartes que son alimentados exclusivamente por motores de combustión interna. Esta alta eficiencia energética es la razón principal por la que los vehículos eléctricos pueden contribuir a reducir sustancialmente las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía del tráfico.

Los vehículos eléctricos tienen cero emisiones y por lo tanto contribuyen sustancialmente a una mejor calidad del aire. Además, son intrínsecamente silenciosos y pueden ayudar a reducir los niveles de ruido en las ciudades. Sin embargo, la cuota de mercado de los vehículos eléctricos se encuentra todavía muy pequeña y se compone principalmente de pequeños vehículos destinados al transporte urbano. Los gastos de compra de vehículos eléctricos son altos en comparación con los vehículos similares. Estos altos costos de compra son causados principalmente por los altos costos de la batería que necesita el vehículo. Por otra parte una red de recarga con cobertura suficiente aún no está disponible en la mayoría de los países.

## **Estatus de la tecnología en el país**

En el Plan energético nacional se propone el uso de vehículos eléctricos para el reemplazo de vehículos propulsados por motores de combustión interna, visualizando un escenario donde se pueda disminuir el consumo de combustibles derivados de petróleo y aminorar las emisiones de GEI. El plan impulsa tanto los autos híbridos enchufables como los autos

---

<sup>33</sup> Mapa tecnologico Movilidad Electrica, 2012

100% eléctricos, sin embargo para nuestro proyecto proponemos solo el uso de este último.

Debido a sus altos precios en el mercado el gobierno de Panamá crea la ley 69 del 12 de Octubre de 2012, donde el artículo 35, establece que los vehículos eléctricos o híbridos no pagaran impuesto hasta el 31 de Diciembre de 2017 y un 5% a partir del 1 de enero del 2018, para impulsar el uso de estos vehículos en el país<sup>34</sup>.

En la actualidad, Panamá se suma a otros países latinoamericanos (como México, Costa Rica, Colombia y Chile) que ya disponen de un carro 100% eléctrico en el mercado, se trata del BMWi3, lanzado el mes de septiembre de 2016, en ciudad de Panamá. El incentivo fiscal para vehículos ecológicos ha favorecido la llegada de este compacto de cuatro plazas, espacioso por dentro, y con 170 caballos de fuerza, el vehículo está pensado para uso urbano y tiene una autonomía de unos 168-170 km con una carga completa de la batería, aunque puede variar según el modo de conducción que se escoja<sup>35</sup>.

Existen empresas que por iniciativa propia han importado vehículos eléctricos al país como por ejemplo la Autoridad del Canal de Panamá.

### 13. Pilas de combustible para aplicaciones móviles

#### **Características generales**

Las pilas de combustible se utilizan para producir electricidad. Ellos son considerados una tecnología prometedora para reemplazar los motores de combustión convencionales en vehículos. Las pilas de combustible también pueden reemplazar las baterías en equipos electrónicos portátiles. Los tipos más ampliamente utilizados de pilas de combustible para dispositivos móviles son células de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM FC) que se utilizan a menudo en vehículos, y pilas de combustible de metanol directo, usados en aplicaciones portátiles. Células de combustible PEM utilizan hidrógeno o ciertos alcoholes tales como metanol como combustible.

#### **Estatus de la tecnología en el país**

Empresas como Chevrolet® está lanzando una flota de prueba de 100 Equinox SUV con pilas de combustible de hidrógeno. Esta flota llegará a las calles de Nueva York, Washington DC y Los Ángeles como parte del "Proyecto Driveway", que es el primer mercado de prueba a gran escala con conductores reales en el mundo real. Equinox es un automóvil eléctrico propulsado por pilas de combustible de tercera generación de GM, su

---

<sup>34</sup> Ley 69 del 12 de Octubre de 2012

<sup>35</sup> [http://www.prensa.com/tecnologia/ecologico-carro-automovil-vehiculo-emisiones-transporte-lujo\\_0\\_4565543431.html](http://www.prensa.com/tecnologia/ecologico-carro-automovil-vehiculo-emisiones-transporte-lujo_0_4565543431.html)

sistema para las pilas de combustible es el más avanzado hasta la fecha<sup>36</sup>. Honda presentará la versión de producción de su vehículo de pila de combustible, denominado provisionalmente como Honda FCV (Fuel Cell Vehicle), de momento la marca japonesa no ha querido ofrecer especificaciones, ni tampoco adelantan el nombre definitivo del modelo que llegará finalmente al mercado<sup>37</sup>.

#### 14. Ciclo vías

##### **Características generales**

Ciclovía, carril bici, bicicarril, biciesenda, ciclorruta, vía ciclista, o ciclopista, es el nombre genérico dado a parte de la infraestructura pública u otras áreas destinadas de forma exclusiva o compartida para la circulación de bicicletas. La ciclovía puede ser cualquier carril de una vía pública que ha sido señalado apropiadamente para este propósito o una vía independiente donde se permite el tránsito de bicicletas. Las ciclovías recreativas o calles abiertas (Open Streets o Ciclovía en inglés) es un movimiento internacional por la cual las calles son libres de vehículos motorizados que permiten, durante varias horas del día, principalmente los domingos y días festivos, el paseo gratuito y seguro en bicicleta, a pie o en patines, de miles de personas.

##### **Estatus de la tecnología en el país**

Para esto la Alcaldía de Panamá ha establecido proyectos estratégicos que consoliden distintos procesos urbanos en varios puntos de la ciudad, entre ellos implementar un Programa de ciclovías.

Por ejemplo para el Corregimiento de Calidonia, La Alcaldía de Panamá tiene proyectos de sostenibilidad para el establecimiento de ambientes adecuados para mejorar la conectividad por medio de corredores verdes, infraestructura peatonal y para bicicletas y señalización homogénea.

El Decreto N° 304 del 25 de marzo de 2014 establece la ruta de la “Ciclovía Temporal”<sup>38</sup>, en donde se dictan algunas disposiciones y se adoptan medidas de seguridad. Esta Ciclovía Temporal consiste en la separación de carriles por medio de iconos con ruta pre definida, en los días domingos, para uso exclusivo de bicicletas. Siendo esta iniciativa una puerta para el futuro establecer Ciclovías permanentes, con las adecuaciones de sostenibilidad para establecer ambientes convenientes para ser utilizada de manera diaria y permita tener la opción de ciclovías como un medio de transporte no solo para actividades recreativas sino también para ser una alternativa más para que la bicicleta sea un componente integrado del sistema de transporte urbano.

---

<sup>36</sup> <http://www.chevrolet.com.pa/experiencia/go-green.php>

<sup>37</sup> <http://chatmotor.com/panama/2015/09/30/honda-fcv-la-pila-de-combustible-a-produccion/>

<sup>38</sup> Decreto N° 304 de 25 de marzo de 2014, Alcaldía de Panamá

## 15. Bulevares

### **Características generales**

Un bulevar es un tipo de avenida ancha y arbolada, si está al lado del mar, también se llama paseo marítimo. En un primer sentido, un bulevar es una vía de comunicación basada en antiguas defensas, puesto que la palabra procede del holandés bolwerk. Permitiría pues rodear una ciudad por el exterior como un cinturón periférico. El bulevar es una vía por lo general importante (cuatro vías de circulación o más) con amplias avenidas peatonales en sus laterales. Su origen se sitúa en las vías que se colocaban alrededor de las fortalezas defensivas de las ciudades.

En el urbanismo moderno y actual, los bulevares son una vía vertebradora de la ciudad que surgen como prolongación de los existentes o como nuevos trazados siendo muchas ciudades atravesadas totalmente por ellos convirtiéndose en los transitados accesos y salidas de las grandes urbes<sup>39</sup>. Caminar es una forma económica, eficiente y saludable para viajar distancias cortas, y para enlazar con el transporte público para viajar distancias más largas. En el entorno adecuado, caminar también puede ser un modo muy agradable de transporte, y las ciudades que cuentan con buenas instalaciones peatonales y altos niveles de caminar normalmente son lugares muy agradables para vivir. Además, caminar no produce gases de efecto invernadero y sin contaminación local, y no es un peligro para nadie más en la forma en que el transporte motorizado puede ser. Sin embargo, con el fin de caminar para ser una opción de transporte agradable y práctico, y con el fin de animar a más gente a caminar, con ciertos requisitos se han de cumplir. Bien diseñados, seguro y pasillos bien conectados y los pasos de peatones deben planificarse y proporcionado. En particular, los pasillos deben estar conectados a las estaciones de tránsito y de las principales zonas residenciales y sitios de la actividad humana. Y si las zonas urbanas son bastante densas y se han mezclado los usos del suelo, el caminar se convierte en un modo de transporte razonable para muchos de los viajes de la gente hace a medida que avanzan en su vida cotidiana.

### **Estatus de la tecnología en el país**

En el Plan de Acción “Panamá Metropolitana: Sostenible, humana y global” se contempla el desarrollo de un manual de diseño del espacio público, este manual tiene como objetivo generar espacios públicos de calidad que contribuyan a unificar la imagen urbana y fortalecer la identidad de la ciudad. Este manual deberá integrar las mejores prácticas urbanas existentes en el área metropolitana e incorporar lineamientos globales aplicables al diseño urbano de la Ciudad de Panamá. Asimismo, deberá establecer los criterios de diseño de los elementos transversales tales como aceras, calles compartidas y peatonales.<sup>40</sup>

---

<sup>39</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Bulevar>

<sup>40</sup> Plan de Acción “Panamá metropolitana: sostenible, humana y global”, Alcaldía de Panamá y la Iniciativa de Ciudades Emergentes y sostenibles (ICES) del BID.

## 16. Reducción de las necesidades de viaje

### **Características generales**

Una forma importante de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que el transporte produce es alentar y permitir a la gente a viajar menos. La gente viaja menos en general cuando cambian de vehículo privado al transporte público, a pie o en bicicleta. Viajan menos si su trabajo está más cerca; si las tiendas, los servicios de salud y educación están más cerca; y si la familia, los amigos y las actividades de ocio también. Viajan menos si varios efectos de los viajes se pueden cubrir en un solo viaje, que es más probable si los lugares que necesitan para visitar están más cerca. Viajan menos si pueden utilizar la tecnología para comunicarse con la gente y para realizar tareas de al menos una parte del tiempo, en lugar de viajar en algún lugar para hacer esto. Y pueden viajar menos si viven en un ambiente agradable, y por lo tanto tienen menos necesidad de ir a otro lugar para encontrar lugares satisfactorios para realizar sus actividades.

### **Estatus de la tecnología en el país**

La ciudad de Panamá se compone por cuatro distritos: Panamá, San Miguelito, Chorrera y Arraiján, este conjunto se le llama Área Metropolitana de Panamá (AMP). Los distritos colindantes a Panamá son nodos de demanda de transporte ya que estos tienen poca actividad socio económica comparado con el centro de la ciudad de Panamá. Así que grandes flujos de personas acuden a diario a la ciudad por motivos de trabajo, estudios u otros. El rápido crecimiento de la población ha afectado la movilidad del AMP, lo que más afecta a la movilidad es el alto grado de urbanización y concentración de la población en la provincia de Panamá, últimamente sobre todo en las afueras próximas de la ciudad en núcleos de viviendas con nulos o pocos servicios. Lo que provoca un congestionamiento o “tranque” de las vías de acceso, debido a la poca o nula planificación en la urbanización y en la construcción de vías de acceso, junto con la proliferación de las periferias de la ciudad se dan continuas situaciones de tráfico muy denso en la ciudad y sus accesos.<sup>41</sup> Por lo cual el potencial de implementación es algo para realizar ciudades compactas y reducir las necesidades de viaje a lo máximo

## 17. Influir en opciones de viajes

### **Características generales**

Los viajes son complejos en el mundo moderno, especialmente en las ciudades. Hay un gran número de formas de moverse: los coches y taxis y auto-rickshaws; bicicletas, scooters de motor y motocicletas; autobuses, trenes, tren ligero y transbordadores; y por supuesto a pie. Estos son sólo los modos más comunes de transporte; muchos otros son

---

<sup>41</sup> Análisis de las vías interurbanas de acceso a la ciudad de Panamá, UTP 2014

variantes de o adicional a éstos. De particular interés es la cuestión de cómo fomentar el uso de modos de transporte, bajo en emisión de carbono, en particular, el transporte público, en bicicleta o a pie. Influir opciones de viaje es un método de gestión de la demanda de vehículos privados, junto con métodos tales como las políticas de estacionamiento, los incentivos de precios, así como planes de participación en coche. Los viajeros tienden a escoger una o un par de modos de transporte y seguir con ellos. Llegan a conocer bien los inconvenientes de estos modos de viaje: las rutas que pueden viajar, cómo toman los viajes largos, cuánto cuestan, la frecuencia con que operan, y así sucesivamente. Ellos rutinariamente tendrán los mismos modos de transporte cada vez que van a trabajar, o la escuela, o para las tiendas. Los gobiernos y los líderes nacionales deben preguntarse cómo los viajeros pueden ser asistidos y persuadidos para cambiar al modo más adecuado para cada viaje. De particular interés en el contexto de esta guía es la cuestión de cómo fomentar el uso de modos de transporte sostenible con baja emisión de carbono, en particular, el transporte público, en bicicleta y/o a pie. Las opciones de viaje se centran en: 1) la provisión de información, sobre todo acerca de las rutas, horarios y costos de los servicios de transporte público, y sobre rutas en bicicleta, 2) programas de cambio de comportamiento, que emplean una variedad de métodos para alentar y ayudar a la gente a utilizar el transporte más sostenible bajo en carbono, 3) peaje integrado para los diferentes modos de transporte público, que hacen que los viajes multimodal sean más fácil. Modernos sistemas de suministro de información, programas de cambio de comportamiento y emisión de billetes integrados. Hasta la fecha, este tipo de medida, se aplica más en los países desarrollados que en los en vías de desarrollo. Esto es en parte debido a que el problema de la dependencia del coche es mucho peor en los países desarrollados, lo que lleva a mucho mayores emisiones de gases de efecto invernadero por viajero, y se requieren esfuerzos concertados para alentar el cambio a otros modos.

### **Estatus de la tecnología en el país**

En Panamá, la empresa Mi Bus realizó el lanzamiento de la herramienta Google Transit, en donde los usuarios podrán conocer las rutas y horarios en que pasará el Metrobús. La aplicación móvil es parte del plan de estabilización del sistema de transporte, con esta aplicación los usuarios podrán organizar su tiempo, sabrán la ubicación del bus y la hora en que pasará, con esta implementación, Panamá se convierte en el primer país en Centroamérica y Caribe en tener la información del transporte público en Google Transit<sup>42</sup>, la aplicación aún se encuentra en su fase beta y no aporta información funcional para la fecha. A su vez, el equipo de Tecnologías de la Información del Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), desarrollo un demo funcional de una aplicación que combina dos de las rutas más transitadas en Panamá y brinda alternativas de recorrido a los usuarios para trasladarse tanto en metro, como metrobus o a caminando, y esperan implementarlo para las principales ciudades del país<sup>43</sup>. Aplicaciones como Waze o Google Maps son ampliamente utilizadas en Panamá por

---

<sup>42</sup> <http://www.diaadia.com.pa/el-pa%C3%ADs/lanzan-sistema-google-transit-para-el-metrobus%C3%BAs-299450>

<sup>43</sup> <https://www.indiegogo.com/projects/movez-la-app-de-rutas-de-transporte-de-panama/x/14933717#/>

los conductores de vehículos privados para obtener información sobre densidad del tráfico y opciones de rutas más rápidas, lo que incentiva la reducción de emisiones GEI por reducción de tiempo de viaje.

## 18. Gestión de tráfico

### **Características generales**

La gestión adecuada del tráfico puede garantizar que el tráfico fluya sin problemas y eficientemente; existe un acceso equitativo para los diferentes modos de transporte; carreteras y calles que son seguras para todos los usuarios; las carreteras llenas de tráfico motorizado no constituyen barreras que bloquean el movimiento entre áreas; congestión, contaminación local y el ruido se reducen al mínimo; barrios, zonas peatonales y el carácter general de las localidades están protegidas por el impacto negativo de los altos niveles de tráfico; y reducción de los gases efecto invernadero

### **Estatus de la tecnología en el país**

Dentro del Programa integrado de movilidad urbana sostenible (PIMUS) uno de los productos es la programación de inversión en infraestructura de movilidad urbana, en el cual requerirá los siguientes insumos:

1. Planeamiento de la infraestructura vial que se requiere en el horizonte de proyecto para satisfacer las necesidades de movilidad
2. Plan de implementación de los proyectos definidos indicando: plazo, costo estimado, fuentes de financiamiento, población beneficiada
3. Se asumirá de forma sistemática la evaluación del impacto “antes y después” de la implantación de las acciones planteadas, principalmente aquellas que tocan la seguridad de vehículos y peatones.

## 19. Sistema de transporte inteligentes

### **Características generales**

Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) dónde se aplican tecnologías de la información y comunicación para vehículos y para el transporte de la infraestructura. Esto puede aumentar la fiabilidad, la seguridad, la eficiencia y la calidad de los sistemas de transporte. Un aumento en la eficiencia del sistema de transporte por lo general también conduce a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero asociados. Algunas aplicaciones de SIT, ya están siendo utilizados en los sistemas de información al viajero y vía electrónica. Sistemas avanzados de gestión del tráfico, asistencia eco-conductor,

gestión intermodal de mercancías y el transporte público se están desarrollando y se manifiestan en todo el mundo.

### **Estatus de la tecnología en el país**

En Panamá las aplicaciones móviles son parte del día a día del conductor de vehículos privados y se han presentado como una excelente estrategia para organizar los tiempos de viaje y seleccionar las rutas más cortas para llegar hasta un destino.

La empresa Mi Bus realizó el lanzamiento de la herramienta Google Transit, en donde los usuarios podrán conocer las rutas y horarios en que pasará el Metrobús. La aplicación móvil es parte del plan de estabilización del sistema de transporte, con esta aplicación los usuarios podrán organizar su tiempo, sabrán la ubicación del bus y la hora en que pasará, con esta implementación, Panamá se convierte en el primer país en Centroamérica y Caribe en tener la información del transporte público en Google Transit<sup>44</sup>, la aplicación aún se encuentra en su fase beta y no aporta información funcional para la fecha. A su vez, el equipo de Tecnologías de la Información del Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), desarrolló un demo funcional de una aplicación que combina dos de las rutas más transitadas en Panamá y brinda alternativas de recorrido a los usuarios para trasladarse tanto en metro, como metrobus o a caminando, y esperan implementarlo para las principales ciudades del país. Aplicaciones como Waze o Google Maps son ampliamente utilizadas en Panamá por los conductores de vehículos privados para obtener información sobre densidad del tráfico y opciones de rutas más rápidas, lo que incentiva la reducción de emisiones GEI por reducción de tiempo de viaje. El potencial de implementar sistemas de transporte inteligentes es muy viable en Panamá.

## 20. Gestión de demanda de vehículos privados

### **Características generales**

Reducir el uso del vehículo privado, o restringir su crecimiento, es de vital importancia si nuestro objetivo es reducir los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Existen ejemplos de otros países y demuestran que se puede lograr. Esta medida generalmente es exitosa cuando otras opciones de transporte son buenas, y cuando los viajeros se les ayuda a darse cuenta de que no tienen que depender de los coches u otros vehículos privados para desplazarse.

La gestión de demanda de vehículos privados se puede alcanzar estableciendo medidas tales como:

- Programas de cambio de hábitos, como por ejemplo los taxis colectivos, vehículos privados compartidos, restricción de circulación a vehículos privados
- Políticas de aparcamiento

---

<sup>44</sup> <http://www.diaadia.com.pa/el-pa%C3%ADs/lanzan-sistema-google-transit-para-el-metrob%C3%BAs-299450>

- Desincentivos
- Áreas de restricción para que no viajen vehículos privados
- Diseño de calles

### **Estatus de la tecnología en el país**

En el caso de Waze y Google Maps, son ampliamente utilizadas en Panamá por los conductores de vehículos privados para obtener información sobre densidad del tráfico y opciones de rutas más rápidas para reducción de tiempo de viaje. Uber, Cabify, TuChofer, son empresas de tecnología que prestan servicios de transporte en vehículos privados, este tipo de medidas disminuye el número de vehículos que hay en las calles, descongestionando el tráfico, ya que en un mismo vehículo movilizará a muchas más personas, y estas dejarán sus vehículos en casa. Uber en Panamá tiene dos años, es un servicio mundial que pretende simplificar el alquiler de autos con conductor. Funciona de forma similar a la de las taxis convencionales, pero con conductores particulares no profesionales. De este modo, el proyecto permite que cualquier conductor ofrezca su vehículo particular para transportar a otras personas<sup>45</sup>. Hay otros mecanismos de gestión de demanda de vehículos privados que consisten en prohibir el tránsito de las placas que terminen en números específicos durante algunos días de la semana, medida incluida en ordenanzas de transporte. El proyecto PIMUS busca mejorar el sistema de transporte público para así apoyar a la gestión de la demanda de vehículos privados y las personas tengan una opción alternativa de transporte.

#### 21. Programa integral de capacitación vial a todos los niveles

### **Características generales**

La conducción eficiente es un nuevo estilo de conducción, que contribuye a reducir el consumo de combustible, las emisiones a ambiente y que además, mejora la seguridad en la conducción. En los últimos años, la tecnología de los vehículos ha evolucionado de forma significativa, sin embargo, la forma de conducirlos ha permanecido invariable. La conducción eficiente viene a corregir este desajuste, aportando un nuevo estilo de conducción acorde con estas modernas tecnologías. Aunque algunas de las técnicas de la conducción eficiente pueden aplicarse a todos los vehículos, en realidad están concebidas para vehículos de fabricación posterior al año 1994 aproximadamente (con inyección electrónica). La conducción eficiente ofrece importantes beneficios a los conductores de coches privados, coches de empresa, camiones y autobuses y también a las flotas de vehículos, por medio del ahorro en costes, mejora de la seguridad, mejora del confort en la conducción y reducción de sus emisiones ambientales. La comprobación de la presión de los neumáticos no constituye normalmente una prioridad en los hábitos del conductor,

<sup>45</sup> <http://www.capital.com.pa/como-funciona-uber-en-panama/>

pero una pérdida de presión en los mismos respecto a la recomendada por el fabricante incide de forma importante en el consumo de combustible. Como dato orientativo, una pérdida de presión de 0,3 bares en los neumáticos del vehículo respecto a la recomendada por el fabricante, supone un aumento de consumo de carburante del orden del 3%<sup>46</sup>.

### **Estatus de la tecnología en el país**

Panamá presenta gran potencial para la aplicación de esta tecnología, cuenta con La ley 34 de 1998, y el decreto ejecutivo 640 de 2006, regula todo lo concerniente al sistema de transporte terrestre en Panamá<sup>47</sup>, de igual forma, el Gobierno Nacional de la República de Panamá acordó la elaboración de un Plan Nacional de Seguridad Vial, con la cooperación técnica de la OPS/OMS, alineado con la resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas del 2 de marzo de 2010, donde se proclamó el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020. En Panamá, en los últimos años han fallecido en accidentes de tránsito en promedio 434 personas por año y han resultado lesionadas en promedio 10.765 personas por año. Más del 50% de los fallecidos fueron usuarios vulnerables como peatones, ciclistas y motociclistas. En el 2010, el 48% de los accidentes fueron por vehículos livianos, 37% por camiones, buses y microbuses, 9% por bicicletas y motocicletas y 6% otros. En términos de tasa, la mortalidad por accidentes de tránsito es 12,04 por cada 100.000 habitantes, para el 2010 (cerca al promedio de los países de ingresos altos, que es 10,3) y de 1066 accidentes de tránsito.

Panamá para abordar este desafío ha desarrollado importantes esfuerzos tales como intensificación y modernización de controles policiales, desarrollo de la infraestructura vial, cambios en el sistema de transporte público y cambios legislativos como por ejemplo la aprobación Ley Número 21 sobre de accidentes de tránsito menores. El censo de 2010 indica que la población de la República de Panamá alcanzó 3.405.813 de habitantes, con una expectativa de crecimiento durante el decenio del 14% (4.1 millones de habitantes para el 2020). Un 65% habita en áreas urbanas y un 35% en áreas rurales. El parque vehicular de Panamá para el 2010 era de 612.000 vehículos aproximadamente, es decir, una tasa de motorización de un vehículo por cada 4.8 habitantes. Cabe señalar que el número absoluto del parque vehicular se ha duplicado desde el año 2001, pues en dicho año este indicador correspondió a 314.229. Respecto a la tasa de motorización de vehículo por habitante para ese año la cifra alcanzó 9.6 habitantes por cada vehículo registrado. Lo anterior indica que ha habido un crecimiento explosivo del parque vehicular y por tanto crece la exposición al riesgo de todos los usuarios del sistema de transporte terrestre. Panamá cuenta con una red vial cuya extensión al año 2011 alcanza 13.726 kilómetros de carretera, de los cuales 70% están pavimentados, por tal razón, entra en vigor el Plan Nacional Para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 De la República de Panamá<sup>48</sup> que con el apoyo del Diagnóstico Sobre Movilidad Urbana

---

<sup>46</sup> [http://www.database.tech-action.org/media/k2/attachments/ref28x10\\_35.pdf](http://www.database.tech-action.org/media/k2/attachments/ref28x10_35.pdf)

<sup>47</sup> <http://www.elpais.cr/2015/05/08/educacion-vial-en-panama/>

<sup>48</sup> Plan Nacional, Para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020 de la República de Panamá

realizado por el PIMUS, da las bases necesarias para ejecutar un programa integral de capacitación vial a nivel nacional y en todos los niveles educativos, así como lo establece su programa de participación ciudadana para la movilidad urbana: i) Talleres de socialización de los resultados del plan con la comunidad, ii) Estrategia de incorporación ciudadana y campaña de difusión extendida

## 22. Formación de profesionales en gestión de transporte eficiente urbano

### **Características generales**

Los programas de capacitación y educación superior en gestión de transporte eficiente urbano busca primordialmente proporcionar al especialista una formación exhaustiva para el análisis, evaluación, planificación y gestión del transporte, según las potencialidades e integración de los distintos modos, su funcionamiento e inserción a escala nacional y el posicionamiento del país en la región y el mundo, considerando los impactos en lo económico, social y ambiental en las múltiples dimensiones de la movilidad urbana, interurbana y regional de personas y cargas. Otros objetivos a alcanzar es el:

- I. Conocimiento del diseño y funcionamiento de las infraestructuras para el intercambio modal, tales como puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias y centros logísticos de transporte.
- II. Capacidad para la realización de estudios de ingeniería y planificación del transporte, funciones y modos de transporte, el transporte urbano, la gestión de los servicios públicos de transporte, la demanda, los costes, la logística y la financiación de las infraestructuras y servicios de transporte.
- III. Capacidad para analizar y diagnosticar la presencia de las infraestructuras en el territorio y su ordenación incluyendo condicionantes económicos, ambientales, sociales y culturales desde la perspectiva del desarrollo sostenible.
- IV. Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.

El crecimiento económico, la evolución de la sociedad y las expectativas de desarrollo territorial originan una demanda de funcionalidad, calidad y sostenibilidad del transporte y de la ciudad. La creciente necesidad de que la actividad social y económica sea sostenible ambiental, social y económicamente demanda una mejora constante de la concepción funcional de las infraestructuras y su calidad, de los servicios que prestan y de la concepción de la ciudad y el territorio donde se implementan. Los Máster profundizan en el conocimiento conexo en las materias de urbanismo y territorio, así como en sus sistemas de transporte, tanto terrestre como marítimo. En las primeras, fundamentalmente profundiza en los aspectos relacionados con la planificación; en cuanto al transporte, además de los aspectos de carácter planificador, se avanza en aspectos de diseño, explotación y gestión. La Universidad de Buenos Aires oferta la Maestría en Planificación y Gestión del Transporte , la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, una Maestría en Ingeniería del Transporte y la Universidad Politécnica de Valencia tiene un Máster Universitario en Transporte,

Territorio y Urbanismo, y la Universitat Politècnica de Catalunya, la cátedra de Planificación y Gestión del Transporte en el Territorio.

### **Estatus de la tecnología en el país**

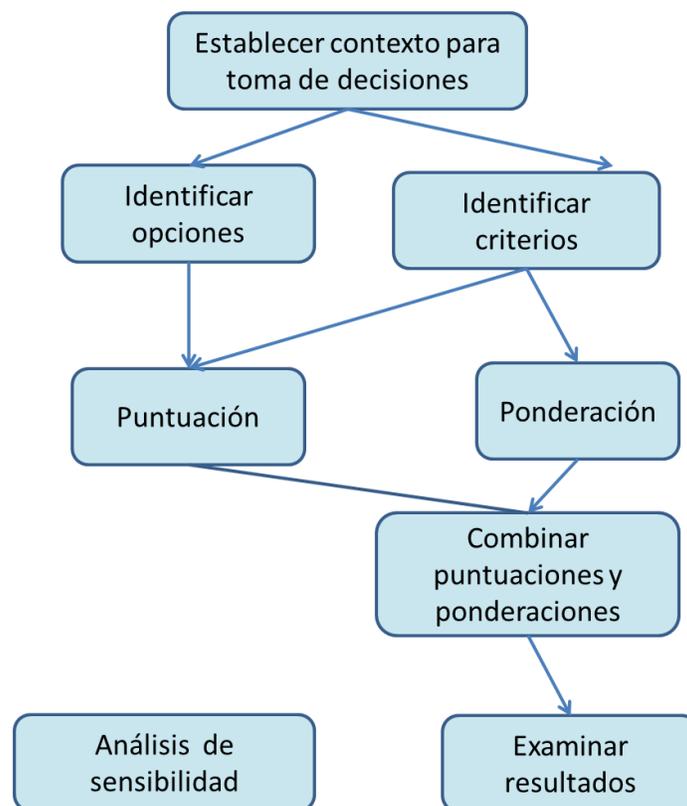
En la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Panamá acaba de entrar en vigencia el Curso de la Carrera de Licenciatura en Mecánica Automotriz, fomentándose la capacitación de profesionales en el tema a nivel nacional.

Se cuenta con la disposición del personal, infraestructura, y logística necesaria para las capacitaciones en las universidades nacionales, como la Universidad Tecnológica de Panamá y la Universidad de Panamá. El programa de participación ciudadana para la movilidad urbana del PIMUS establece la realización de talleres de socialización de los resultados del plan con la comunidad, estrategia de incorporación ciudadana y campaña de difusión extendida, estrategias similares se muestran en el Plan Nacional Para el decenio de acción para la Seguridad Vial 2011-2020 de la República de Panamá.

### 3.5. Criterios y procesos de priorización de tecnologías para el subsector transporte

En esta etapa se procedió a definir los criterios y presentarlos a los actores claves para cada una de los ámbitos consideradas para el proceso de evaluación de tecnologías en el subsector transporte. Para el proceso de identificación y priorización de tecnologías en el | subsector transporte se siguieron los siguientes pasos, como lo muestra la figura 5.

Figura 5 Pasos para la identificación y priorización de tecnologías



Selección de tecnologías: Criterios y características

De acuerdo a la Guía del ENT se procedió a la revisión y consulta con los actores principales y así identificar las diferentes opciones de tecnología para el subsector transporte. Entre las fuentes utilizadas está el Climate Techwiki y consultas vía internet a las páginas web de las instituciones que conforman el grupo de trabajo en la Evaluación de Necesidades Tecnologías para mitigación al cambio climático. Obteniéndose así una lista de 22 tecnologías para su análisis.

Para la etapa de priorización de las tecnologías se procedió a determinar los criterios para la elección de las opciones. Para esto el equipo de ENT sugirió criterios que reflejaran las prioridades de desarrollo del país y fuesen basados en la estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono y los cuales fueron establecidos en el ámbito económico, social, ambiental y político (tabla 7).

Estos criterios fueron consensuados con el grupo de trabajo del ENT para la identificación y priorización de las tecnologías para mitigación, en el caso de Panamá, para el subsector transporte para luego analizar mediante el análisis multicriterio.

*Tabla 7 Lista de Criterios para la selección de tecnologías prioritarias en el Sub sector Transporte*

Ámbitos	Criterios
<b>Desarrollo Económico</b>	Eficiencia de tiempo
	Seguridad energética
	Creación de puesto de trabajo
	Costo de la tecnología
	Fiabilidad
<b>Desarrollo social</b>	Acceso al transporte
	Impacto en los grupos vulnerables
	Aceptación cultural
	Beneficios a la salud
	Sociedad sostenible
<b>Desarrollo ambiental</b>	Mitigación a los GEI
	Calidad de aire
	Ruido
	Emisión de CO <sub>2</sub>
	Consumo de combustible fósil
<b>Político / Institucional</b>	Relevancia a los planes nacionales
	Marco regulatorio
	Aceptación social

## Metodología de análisis multi-criterio de las alternativas tecnológicas

Por la complejidad del análisis y el número de criterios a evaluar se seleccionó una metodología que propone un análisis de valoración de un conjunto de criterios correspondientes a distintos ámbitos de la sostenibilidad. Cada criterio que forma parte de una determinada dimensión se le asignó un valor entre 1 y 5 según la siguiente escala: 1 (nada importante), 2 (poco importante), 3 (importancia media), 4 (importante), 5 (muy importante). Para realizar el cálculo, se le adjudicó a cada dimensión un valor máximo de 5. Para obtener este puntaje, se consideró que la máxima contribución posible de cada criterio al valor de la dimensión es la misma. Es decir que ningún criterio predomina sobre los restantes dentro de una dimensión. El valor de cada dimensión se normalizó a 5 aplicando la siguiente ecuación:

$$Valor\ dimension = \frac{\sum_{criterio} valor\ criterio}{cantidad\ de\ criterios}$$

Donde:

$\sum_{criterio} Valor\ Criterio$  : es la suma de los valores asignados a cada criterio entre 1 y 5

Cantidad de criterios: es el número total de criterios analizados

En donde el valor dimensión es la satisfacción que ofrece cada tecnología a nivel de cada uno de los criterios, que es igual al valor dado al criterio según la escala de valor entre la cantidad de criterios establecidos por cada ámbito. Como se trata de tecnologías específicas vinculadas al subsector transporte y un número considerables de ellas, se agruparon según su afinidad técnica y fueron evaluadas por las partes interesadas. El resultado es la tecnología con mayor valor dimensión es la tecnología a proponer y analizar.

### 3.5.1. Criterios establecidos

#### Desarrollo económico

Criterio 1: Eficiencia en tiempo

La tecnología promueve la eficiencia en tiempo en la reducción del recorrido en tiempo de transporte de pasajeros en el transporte público y privado, y de acuerdo al tipo de transporte.

5	<b>Promueve la eficiencia de tiempo tanto en el transporte público como privado</b>
4	Promueve la eficiencia de tiempo solo un sector

<b>3</b>	Promueve la eficiencia de tiempo a un sector y perjudica a otros sectores
<b>2</b>	No promueve la eficiencia de tiempo en los sectores
<b>1</b>	Perjudica la eficiencia de tiempo a todos los sectores

**Criterio 2: Seguridad energética**

La tecnología promueve la seguridad energética, sin perjudicar a otras actividades con un probable déficit de la energía eléctrica en el país.

<b>5</b>	<b>Promueve la seguridad energética a todos los sectores</b>
<b>4</b>	Promueve la seguridad energética a algunos sectores
<b>3</b>	Promueve la seguridad energética a algunos sectores y perjudica a otros
<b>2</b>	No promueve la seguridad energética
<b>1</b>	Perjudica la seguridad energética a todos los sectores

**Criterio 3: Crea puestos de trabajo.**

La tecnología genera demanda de puestos de trabajo a todos los niveles de especialización

<b>5</b>	<b>Genera más de 300 nuevos puestos de trabajo</b>
<b>4</b>	Genera 100 puestos de trabajo
<b>3</b>	Genera 30 puestos de trabajo
<b>2</b>	Genera 2 puestos de trabajo
<b>1</b>	No genera nuevos puestos de trabajo

**Criterio 4: Inversión de la implementación de la tecnología (costos)**

La tecnología presenta mejores costos específicos de inversión, que las tecnologías convencionales, muchas de las nuevas tecnologías del transporte son más costosas que las tecnologías existentes por lo que se debe tomar en cuenta su costo beneficio y su costo de mitigación.

<b>5</b>	<b>La tecnología presenta mejores costos específicos de inversión que las tecnologías convencionales</b>
<b>4</b>	La tecnología compite con costos específicos de tecnologías convencionales
<b>3</b>	La tecnología tiene costos específicos levemente superiores a los de tecnologías convencionales
<b>2</b>	La tecnología presenta costos específicos superiores a los de tecnologías convencionales
<b>1</b>	La tecnología presenta costos específicos muy superiores respecto a las tecnologías convencionales

**Criterio 5: Fiabilidad**

La tecnología tiene una alta probabilidad de buen funcionamiento.

<b>5</b>	<b>La tecnología es altamente fiable</b>
<b>4</b>	La tecnología es fiable
<b>3</b>	La tecnología es poco fiable
<b>2</b>	La tecnología no es fiable
<b>2</b>	La tecnología no conviene

### Desarrollo social

#### Criterio 6: Acceso al transporte

La tecnología contribuye a facilitar el acceso al transporte, con la diversificación de distintas alternativas de viaje (transporte público) y/o con la rehabilitación o construcción de vías de acceso (transporte privado)

<b>5</b>	<b>La tecnología contribuye significativamente con el acceso al transporte</b>
<b>4</b>	La tecnología contribuye moderadamente con el acceso al transporte
<b>3</b>	La tecnología no contribuye con el acceso al transporte
<b>2</b>	La tecnología afecta al acceso al transporte
<b>1</b>	La tecnología afecta significativamente al acceso al transporte

#### Criterio 7: Impacto en los grupos vulnerables

La tecnología impacta positivamente o negativamente en los tiempos de traslados, dinero y calidad de vida de los usuarios del transporte público y privado

<b>5</b>	<b>La tecnología impacta positivamente en los grupos vulnerables</b>
<b>4</b>	La tecnología impacta moderadamente en los grupos vulnerables
<b>3</b>	La tecnología no impacta ni positiva ni negativamente en los grupos vulnerables
<b>2</b>	La tecnología impacta negativamente en ciertos aspectos en los grupos vulnerables
<b>1</b>	La tecnología afecta totalmente negativamente en los grupos vulnerables

#### Criterio 8: Aceptación cultural

La tecnología tiene una aceptación cultural positiva entre la sociedad para su implementación

<b>5</b>	<b>La tecnología tendrá una aceptación cultural positiva</b>
<b>4</b>	La tecnología tendrá un aceptación cultural moderada
<b>3</b>	La tecnología tendrá una baja aceptación cultural
<b>2</b>	La tecnología tendrá un mínimo de aceptación cultural
<b>1</b>	La tecnología no tendrá nada de aceptación cultural

#### Criterio 9: Beneficios a la salud

La tecnología contribuye a mejorar la salud de la población, ya que el transporte terrestre conlleva a mayores impactos negativos en la salud.

<b>5</b>	<b>La tecnología contribuye a mejorar sensiblemente la salud de la población</b>
<b>4</b>	La tecnología contribuye a mejorar la salud de la población
<b>3</b>	La tecnología no contribuye a mejorar la salud de la población
<b>2</b>	La tecnología puede afectar la salud de la población
<b>1</b>	La tecnología afecta significativamente la salud de la población

#### Criterio 10: Sociedad sostenible

La tecnología contribuye a generar una sociedad sostenible consiente la importancia de la conservación del ambiente y su protección.

<b>5</b>	<b>La tecnología contribuye a generar una sociedad mucho más sostenible</b>
<b>4</b>	La tecnología contribuye a generar una sociedad sostenible
<b>3</b>	La tecnología no contribuye a generar una sociedad sostenible
<b>2</b>	La tecnología puede afectar a la sostenibilidad de la sociedad
<b>1</b>	La tecnología es insostenible para la sociedad

### Desarrollo ambiental

#### Criterio 11: Mitigación de GEI

La tecnología contribuye a la mitigación de GEIs con la disminución de tiempos de viaje con rutas más eficientes y opciones de transporte.

<b>5</b>	<b>La tecnología contribuye a un alto nivel de mitigación de GEIs</b>
<b>4</b>	La tecnología contribuye a la mitigación de GEIs
<b>3</b>	La tecnología contribuye poco en la mitigación de GEIs
<b>2</b>	La tecnología no contribuye a la mitigación de GEIs
<b>1</b>	La tecnología aumenta la generación de GEIs

#### Criterio 12: Calidad de aire

La tecnología contribuye a mejorar la calidad de aire del ambiente, con el uso de tecnología que disminuya sus emisiones de gases al ambiente.

<b>5</b>	<b>La tecnología contribuye a mejorar perceptivamente la calidad de aire ambiente</b>
<b>4</b>	La tecnología contribuye a mejorar la calidad de aire ambiente
<b>3</b>	La tecnología no cambia la calidad de aire ambiente
<b>2</b>	La tecnología perjudica en menor medida la calidad de aire ambiente

<b>1</b>	La tecnología empeora la calidad de aire ambiente
----------	---

**Criterio 13: Ruido**

La tecnología no contribuye a la generación de ruido, ya que el tráfico de vía es la principal causa de ruido ambiental en las ciudades

<b>5</b>	<b>La tecnología no contribuye a la generación de ruido</b>
<b>4</b>	La tecnología contribuye a disminuir significativamente el ruido
<b>3</b>	La tecnología contribuye a disminuir el ruido
<b>2</b>	La tecnología incrementa moderadamente el ruido
<b>1</b>	La tecnología incrementa significativamente el ruido

**Criterio 14: Consumo de combustible fósil**

La tecnología contribuye a disminuir el consumo de energía fósil, ofreciendo combustibles alternativos para los automóviles

<b>5</b>	<b>La tecnología contribuye a disminuir significativamente el consumo de combustible fósil</b>
<b>4</b>	La tecnología contribuye a disminuir el consumo de combustible fósil
<b>3</b>	La tecnología no modifica el consumo de combustible fósil
<b>2</b>	La tecnología incrementa el consumo de combustible fósil
<b>1</b>	La tecnología incrementa significativamente el consumo de combustible fósil

**Político/Institucional**

**Criterio 15: Relevancia a los planes nacionales**

La tecnología o las iniciativas son apoyadas por las estrategias nacionales para la promoción de una movilidad sostenible.

<b>5</b>	<b>La tecnología es altamente relevante a los planes nacionales</b>
<b>4</b>	La tecnología es medianamente relevante a los planes nacionales
<b>3</b>	La tecnología es relevante a los planes nacionales
<b>2</b>	La tecnología no es muy relevante a los planes nacionales
<b>1</b>	La tecnología no es relevante a los planes nacionales

**Criterio 16: Marco regulatorio**

Existen un marco regulatorio que apoye el desarrollo e implementación de nuevos proyectos de transporte

<b>5</b>	<b>La tecnología dispone de un amplio marco regulatorio para su desarrollo e implementación</b>
<b>4</b>	La tecnologías dispone de un marco regulatorio para su desarrollo e

	implementación
<b>3</b>	La tecnología dispone de algunas reglamentaciones para su desarrollo e implementación
<b>2</b>	La tecnología no dispone de reglamentaciones para su desarrollo e implementación
<b>1</b>	La tecnología está lejos de disponer de una marco regulatorio para su desarrollo e implementación

#### Criterio 17: Aceptación social

La tecnología es de conocimiento de todas las partes interesadas para su aceptación e implementación y permanecía en el tiempo.

<b>5</b>	<b>La tecnología cuenta con amplio consenso social para su implementación y permanencia en el tiempo</b>
<b>4</b>	La tecnología cuenta con consenso social para su implementación y permanencia en el tiempo
<b>3</b>	La tecnología cuenta con poco consenso social para su implementación y permanencia en el tiempo
<b>2</b>	La tecnología no cuenta con consenso social para su implementación y permanencia en el tiempo
<b>1</b>	La tecnología está en total falta de aceptación social para su implementación y permanencia en el tiempo

### 3.6. Análisis multicriterio de las tecnologías evaluadas para mitigación del subsector transporte

Las siguientes tablas corresponden a la perspectiva de las partes interesadas que participaron en el taller, que evaluaron todas las tecnologías seleccionadas y vinculadas al subsector transporte que se presentan en la lista larga. Se les entregó a cada uno de los participantes las hojas de evaluación por grupo de tecnologías y también se envió vía email a otros participantes para que realizaran la evaluación y luego se promedió los resultados para tener como resultado los siguientes análisis.

Las tecnologías fueron agrupadas por afinidad técnica (categoría) y se realizaron los análisis por hojas de trabajo diferentes, de cada hoja se eligió la alternativa tecnológica con mayor valoración.

Tabla 8 Análisis multicriterio de las tecnologías evaluadas para uso de combustibles alternativos

Tecnología		BD	BE	BA	EC	GNC	GNL
Desarrollo	Criterio						
Económico	Eficiencia de tiempo	3.80	3.80	2.40	2.80	3.40	3.00
	Seguridad energética	4.00	4.40	4.20	4.20	3.80	4.00
	Crea puestos de trabajo	4.20	4.60	4.00	4.40	4.20	4.20
	Costo de tecnología	3.40	3.40	2.60	2.40	3.40	3.60
	Fiabilidad	4.00	4.20	3.80	3.60	3.60	3.80
Subtotal Económico		<b>3.88</b>	<b>4.08</b>	<b>3.40</b>	<b>3.48</b>	<b>3.68</b>	<b>3.72</b>
Social	Acceso al transporte	3.80	3.80	3.00	3.40	3.40	3.40
	Impacto a la población vulnerable	3.40	3.60	3.20	3.00	3.20	3.20
	Aceptación cultural	3.60	4.00	3.20	3.20	3.60	3.60
	Beneficios a la salud	4.40	4.40	4.40	4.40	4.20	4.20
	Sociedad sostenible	3.80	4.00	4.00	4.00	3.80	4.00
Subtotal Social		<b>3.80</b>	<b>3.96</b>	<b>3.56</b>	<b>3.60</b>	<b>3.64</b>	<b>3.68</b>
Ambiente	Mitigación de GEI	4.20	4.20	4.40	4.60	4.40	4.40
	Calidad de aire	4.40	4.20	4.20	4.60	4.40	4.40
	Ruido	3.00	3.00	3.00	3.00	2.40	2.60
	Consumo de combustible fósil	4.80	4.80	4.40	4.60	4.60	4.60
Subtotal Ambiente		<b>4.10</b>	<b>4.05</b>	<b>4.00</b>	<b>4.20</b>	<b>3.95</b>	<b>4.00</b>
Político/Institucional	Relevancia a los planes nacionales	4.40	4.60	3.00	2.80	4.00	3.60
	Marco Regulatorio	3.40	4.20	2.20	2.20	2.80	2.80
	Aceptación social	3.20	3.60	2.20	2.20	3.20	3.20
Subtotal Político/Institucional		<b>3.67</b>	<b>4.13</b>	<b>2.47</b>	<b>2.40</b>	<b>3.33</b>	<b>3.20</b>
Total normalizado		<b>3.86</b>	<b>4.06</b>	<b>3.36</b>	<b>3.42</b>	<b>3.65</b>	<b>3.65</b>
BD=Biodiesel; BE=Bioetanol; BA=Biocombustible algas; EC=Etanol Celulósico; GNC=Gas Natural Comprimido; GNL=Gas Natural Licuado							

De acuerdo a los resultados del análisis multi-criterio aplicado al uso de combustibles alternativos como se muestra en la tabla 8, resulta que el **Bioetanol** es la tecnología con mayor potencial de implementación, seguido por el Biodiesel.

Panamá ya ha tenido experiencia en la implementación de Bioetanol con el Programa Nacional de Gasolina Oxigenada y fue suspendido por falta de producción de bioetanol anhídrido para la mezclas con gasolina, lo que puede significar una ventaja en el momento de activarse, ya que posee las bases para su implementación.

Tabla 9 Análisis multicriterio de las tecnologías evaluadas para mejoramiento para el transporte masivo

	<b>Tecnología</b>	<b>M</b>	<b>MB</b>	<b>ATR</b>	<b>TEFR</b>
Desarrollo	Criterio				
Económico	Eficiencia de tiempo	4.60	3.20	4.80	4.80
	Seguridad energética	4.20	3.40	4.20	4.20
	Crea puestos de trabajo	4.40	4.40	4.20	4.20
	Costo de tecnología	3.60	4.00	3.60	3.20
	Fiabilidad	4.60	4.20	4.60	4.40
Subtotal Económico		<b>4.28</b>	<b>3.84</b>	<b>4.28</b>	<b>4.16</b>
Social	Acceso al transporte	5.00	4.20	4.40	4.60
	Impacto a la población vulnerable	4.80	4.20	4.40	4.20
	Aceptación cultural	5.00	4.20	4.60	4.20
	Beneficios a la salud	4.80	3.60	4.40	4.80
	Sociedad sostenible	4.80	3.80	3.80	4.60
Subtotal Social		<b>4.88</b>	<b>4.00</b>	<b>4.32</b>	<b>4.48</b>
Ambiente	Mitigación de GEI	4.60	4.00	4.00	4.80
	Calidad de aire	4.60	3.80	3.80	4.80
	Ruido	4.80	3.60	3.20	4.40
	Consumo de combustible fósil	4.80	4.00	4.00	4.80
Subtotal Ambiente		<b>4.70</b>	<b>3.85</b>	<b>3.75</b>	<b>4.70</b>
Político/Institucional	Relevancia a los planes nacionales	5.00	4.60	4.40	4.60
	Marco Regulatorio	4.40	4.20	3.40	3.00
	Aceptación social	4.80	4.40	4.20	3.80
Subtotal Político/Institucional		<b>4.73</b>	<b>4.40</b>	<b>4.00</b>	<b>3.80</b>
Total normalizado		<b>4.65</b>	<b>4.02</b>	<b>4.09</b>	<b>4.29</b>
<b><i>M=Metro; MB=Metro bus; ATR=Autobuses de transito rápido; TEFR= Trenes eléctricos con frenado regenerativo</i></b>					

En la tabla 9 se resumen las tecnologías evaluadas para el mejoramiento de transporte masivo, aunque el **Metro**, resulto una tecnología favorecida, no se tuvo en cuenta debido a que el gobierno ya dispone de estrategias y financiamiento para el perfeccionamiento en cuanto a frecuencia y capacidad de la línea ya existente, así como la construcción de otras dos líneas de metro que abarcaran gran parte de la zona metropolitana. Es por ello que la tecnología que fue mejor evaluada fue los **Trenes Eléctricos con Frenado Regenerativo**.

Tabla 10 Análisis Multicriterio de las tecnologías evaluadas para transporte no motorizado

	<b>Tecnología</b>	<b>CV</b>	<b>B</b>	<b>IOV</b>	<b>RNV</b>
Desarrollo Económico	Criterio				
	Eficiencia de tiempo	3.20	4.00	3.80	4.20
	Seguridad energética	4.60	4.20	3.80	4.80
	Crea puestos de trabajo	3.40	3.40	2.40	3.60
	Costo de tecnología	4.20	4.40	4.60	4.60
	Fiabilidad	4.60	4.40	4.40	4.40
Subtotal Económico		<b>4.00</b>	<b>4.08</b>	<b>3.80</b>	<b>4.32</b>
Social	Acceso al transporte	3.40	3.60	3.60	3.20
	Impacto a la población vulnerable	3.40	4.20	4.00	4.40
	Aceptación cultural	4.20	3.80	3.80	4.20
	Beneficios a la salud	4.40	4.40	4.20	4.40
	Sociedad sostenible	4.40	4.40	4.40	4.80
Subtotal Social		<b>3.96</b>	<b>4.08</b>	<b>4.00</b>	<b>4.20</b>
Ambiente	Mitigación de GEI	4.40	4.20	4.20	4.60
	Calidad de aire	4.60	4.20	4.40	4.60
	Ruido	4.40	3.60	4.40	4.60
	Consumo de combustible fósil	4.60	4.20	4.40	4.60
Subtotal Ambiente		<b>4.50</b>	<b>4.05</b>	<b>4.35</b>	<b>4.60</b>
Político/Institucional	Relevancia a los planes nacionales	4.20	4.40	3.80	4.00
	Marco Regulatorio	3.60	4.20	3.40	2.80
	Aceptación social	3.80	4.00	3.80	3.80
Subtotal Político/Institucional		<b>3.87</b>	<b>4.20</b>	<b>3.67</b>	<b>3.53</b>
Total normalizado		<b>4.08</b>	<b>4.10</b>	<b>3.95</b>	<b>4.16</b>
<b>CV=Ciclo Vías; B=Bulevares; IOV=Influir en opciones de viaje; RNV=Reducción de las necesidades de viaje</b>					

En la tabla 10 se agrupan las tecnologías no motorizadas propuestas para el subsector transporte, en donde la **reducción de las necesidades de viaje** salió favorecida como una tecnología potencial para implementar y reducir las emisiones de GEI, reduciendo el parque vehicular.

Tabla 11 Análisis multicriterio de las tecnologías evaluadas para Gestión de transporte inteligente

	<b>Tecnología</b>	<b>GT</b>	<b>STI</b>	<b>GDVP</b>	<b>PICV</b>	<b>FPGT</b>
Desarrollo	Criterio					
Económico	Eficiencia de tiempo	5.00	4.60	4.80	4.80	5.00
	Seguridad energética	4.60	4.60	4.40	4.60	4.80
	Crea puestos de trabajo	4.60	4.00	3.60	3.80	3.80
	Costo de tecnología	4.20	4.60	4.20	4.80	4.80
	Fiabilidad	4.20	4.60	4.20	4.60	5.00
Subtotal Económico		<b>4.73</b>	<b>4.40</b>	<b>4.27</b>	<b>4.40</b>	<b>4.53</b>
Social	Acceso al transporte	5.00	4.80	3.80	4.80	4.60
	Impacto a la población vulnerable	5.00	4.80	3.60	4.80	4.60
	Aceptación cultural	4.60	4.60	4.00	4.60	4.60
	Beneficios a la salud	5.00	4.60	4.40	4.80	4.60
	Sociedad sostenible	5.00	4.00	4.60	4.80	4.60
Subtotal Social		<b>4.92</b>	<b>4.56</b>	<b>4.08</b>	<b>4.76</b>	<b>4.60</b>
Ambiente	Mitigación de GEI	5.00	4.60	4.40	4.80	4.80
	Calidad de aire	5.00	4.40	4.40	4.60	4.60
	Ruido	4.40	4.40	3.60	4.40	4.40
	Consumo de combustible fósil	4.60	4.00	4.00	4.20	4.20
Subtotal Ambiente		<b>4.75</b>	<b>4.35</b>	<b>4.10</b>	<b>4.50</b>	<b>4.50</b>
Político/Institucional	Relevancia a los planes nacionales	4.20	4.60	4.00	4.60	4.60
	Marco Regulatorio	3.80	3.60	3.40	3.80	3.40
	Aceptación social	3.80	4.60	3.80	4.60	4.60
Subtotal Político/Institucional		<b>3.93</b>	<b>4.27</b>	<b>3.73</b>	<b>4.33</b>	<b>4.20</b>
Total normalizado		<b>4.58</b>	<b>4.39</b>	<b>4.05</b>	<b>4.50</b>	<b>4.46</b>
<b>GT=Gestión de Tráfico; STI=Sistema de transporte inteligente; GDVP=Gestión de demanda de vehículos privados; PIESV=Programa integral de capacitación vial a todos los niveles; FPGT=Formación de profesionales en gestión de transporte.</b>						

En la tabla 11 se evaluaron las tecnologías de Gestión inteligente de las cuales salió con mayor puntaje: el **Programa integral de capacitación vial**, esta tecnología fue propuesta por el grupo de trabajo y su objetivo es hacer cambio de hábito en el uso del transporte tanto público como privado y a nivel de todos los extractos sociales, educativos y el uso de todo tipo de transporte, motorizado y no motorizado.

Tabla 12 Análisis multicriterio de vehículos eficientes

Tecnología		IDMCI	VE	PCAM
Desarrollo	Criterio			
Económico	Eficiencia de tiempo	3.8	4.8	3.6
	Seguridad energética	4.8	4.2	4.4
	Crea puestos de trabajo	3.6	4	3.6
	Costo de tecnología	4.2	3.6	4.0
	Fiabilidad	4.0	4.4	4.2
Subtotal Económico		<b>4.08</b>	<b>4.20</b>	<b>3.96</b>
Social	Acceso al transporte	4	3.8	3.6
	Impacto a la población vulnerable	3.4	3.4	3.8
	Aceptación cultural	3.6	3.8	4.4
	Beneficios a la salud	4.6	4.2	4.2
	Sociedad sostenible	4.6	4.2	4
Subtotal Social		<b>4.04</b>	<b>3.88</b>	<b>4.00</b>
Ambiente	Mitigación de GEI	4.4	4.8	4
	Calidad de aire	4.6	4.8	3.8
	Ruido	4.4	4.2	3.2
	Consumo de combustible fósil	4.6	5.0	3.8
Subtotal Ambiente		<b>4.50</b>	<b>4.70</b>	<b>3.70</b>
Político/Institucional	Relevancia a los planes nacionales	4.2	4.2	3.6
	Marco Regulatorio	3.2	3.6	3.4
	Aceptación social	3.6	3.8	3.6
Subtotal Político/Institucional		<b>3.67</b>	<b>3.87</b>	<b>3.53</b>
Total normalizado		<b>4.07</b>	<b>4.16</b>	<b>3.80</b>
<i>IDMCI=Inyección directa para motores de combustión interna; VE=Vehículos eléctricos; PCAM=Pilas de combustible para aplicaciones móviles</i>				

En la tabla 12 se analizaron los vehículos eficientes, en donde los Vehículos eléctricos recibieron mayor puntaje para su posible implementación, práctica que ya se contemplan en el Plan Energético del país con un incentivo de exoneración de impuestos por la adquisición de vehículos eléctricos lo que establece una ambiente favorable para su futura implementación.

### 3.7. Resultados de priorización de tecnología para el subsector transporte

Los resultados del análisis multi-criterio indican que, entre las tecnologías para uso de combustibles alternativos, el Bioetanol es el que presenta mayor potencial de implementación, además de que el país ha tenido experiencia, con el uso del bioetanol, con el Programa de Gasolina Oxigenada el cual puede ser retomado, porque ya existen las bases de implementación establecidos, como la ley y una estrategia de implementación.

El Programa de Gasolina Oxigenada tenía como fin iniciar el uso del bioetanol con una mezcla de 5% en la gasolina y desplazar el uso de 44 millones de litros de gasolina, y según datos de la SNE, en el 2013 que fue el año que se implementó, se evitaron las emisiones de 221 mil toneladas de CO<sub>2</sub>.

Los resultados para la tecnología de mejoramiento del transporte masivo, unánimemente todos coincidieron en el uso y expansión del Metro, que como es un proyecto ya iniciado por el Estado y tiene un apoyo y proyección de implementación, no se tomara en cuenta.

Sin embargo el puntaje más alto es seguido por los Trenes Eléctricos con Frenado Regenerativo siendo este un sistema de transporte masivo que reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> además esta tecnología tiene la capacidad de devolver a la red eléctrica, electricidad en su frenado y volver hacer utilizada en sus sistema de distribución energética.

En el análisis multi-criterio de Tecnologías no motorizadas se valoró la Reducción de necesidades de viaje, como la más favorecida, con un inicio de sentar las bases de implementación con la creación de políticas públicas y desarrollar proyectos vinculados a la movilización y con su implementación reducir las emisiones de GEI con la reducción del uso de vehículos privados.

Los resultados en la modalidad de gestión inteligente de transporte, según el análisis multi-criterio indica que el Programa de capacitación vial a todos los niveles, resulta favorecida, con el objetivo de fortalecer el conocimiento en el uso de cada una de las modalidades de transporte reeducar y educar a la población sobre los ámbitos de tránsito y transporte.

En el análisis multi-criterio para las tecnologías en la modalidad de vehículos eficientes el uso de vehículos eléctricos puede tener un alto potencial de uso, siendo una de las nuevas tecnologías tomadas en cuenta por el Plan Energético Nacional 2015-2050 para reemplazo de vehículos propulsados por motores de combustión interna, los cuales la mayoría utilizan combustibles fósiles.

Tabla 13 Resultado de las Tecnologías priorizadas en el sub sector transporte

Grupo según afinidad técnica	Opción tecnológica	Medida
<b>Uso de combustibles alternativos</b>	Bioetanol	Cambio de combustible
<b>Transporte masivo</b>	Trenes eléctricos con frenado regenerativo	Recuperación de energía
<b>Transporte no motorizado</b>	Reducción de las necesidades de viaje	Reducir el uso de autos privados
<b>Gestión de transporte inteligente</b>	Programa integral de capacitación vial a todos los niveles	Conducción eficiente
<b>vehículos eficientes</b>	Vehículos eléctricos	Vehículos eficientes

## Capítulo 4 – Resumen, Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1 Resumen

Se reconoce que la evaluación de necesidades tecnológicas es un apoyo a una serie de países para llevar a cabo las evaluaciones de necesidades tecnológicas en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Es por ello, las evaluaciones nacionales de tecnología presentan una oportunidad para los países en darle seguimiento a la evolución de una necesidad de nuevos equipos, técnicas, conocimientos prácticos y habilidades, que son necesarios para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero o en su caso, orientadas para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.

En el marco de la Evaluación de Necesidades Tecnológicas Panamá desarrolla una serie de productos de acuerdo a los compromisos adquiridos en torno a la ENT, con el propósito de dar respuesta a sus necesidades y prioridades específicas. Así por ejemplo desde febrero de 2015, Panamá creó un equipo de trabajo conformado por diversos ministerios e instituciones que garantizan la capacidad inicial para realizar aportes tanto para la selección de los sectores priorizados como para el futuro proceso de evaluación de necesidades tecnológicas y tomas de decisiones.

De acuerdo al Segundo Inventario de GEIs para el año 2000, Panamá resulto ser un país fijador de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y las emisiones per cápita ascienden a 1.82 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante y que el Sector energía es el mayor emisor de GEI, y dentro de este, el subsector de transporte terrestre la principal fuente de emisión con 190.2 Gg (57.5%) y actualmente el índice de intensidad de flujo vehicular ha ido aumentando de 100 en 2010 a 135 en el 2014, lo que indica que proporcionalmente también aumenta la concentración de contaminantes atmosféricos donde actúan gases indirectos como el CO que con una reacción química con el vapor de agua produce el CO<sub>2</sub>, siendo este uno de los gases que contribuyen al efecto invernadero.

El análisis multi-criterio desarrollado por el equipo consultor consideró los aspectos económicos, sociales, ambientales y de políticas para dar sostenibilidad y seguimiento a largo plazo e impulsar el desarrollo e implementación de las tecnologías priorizadas, y así estimular la innovación, investigación y formación de capacidades con el fortalecimiento nacional para la mitigación al cambio climático para el Subsector transporte.

Para el sub sector transporte se identificaron las tecnologías que tienen un alto potencial de desarrollo y que el país puede implementar bajo los diferentes mecanismos y canales de información para la transferencia de las mismas y así contribuir a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y en caminarlo hacia una economía baja en carbono.

Con base a la documentación analizada se elaboró la lista de tecnologías, que luego fueron priorizadas mediante un análisis multi-criterio y tomando en cuenta el punto de vistas del grupo de trabajo que participaron en la consulta.

Las tecnologías priorizadas son el resultado de las consultas que corresponden a prioridades en los diferentes ámbitos de desarrollo sostenible y circunstancias nacionales específicas. El Comité Técnico del proyecto de ENT con su vasta experiencia en temas de Cambio Climático aportó y validó los criterios con los cuales se sometió a una valoración de las 22 tecnologías para solo analizar 5 tecnologías.

## 4.2 Conclusiones

El proceso de Análisis de Necesidades Tecnológicas para la Mitigación del Cambio Climático en Panamá priorizó el análisis en el sector energía debido a que este sector es uno de los que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero en el territorio nacional y el país se ha trazado como norte convertirse en una economía baja en emisiones de gases de efecto invernadero.

La priorización del sector energía, determinó la participación del sub sector transporte debido a 1) el crecimiento acelerado del parque vehicular, 2) es este subsector el responsable del 60% de las emisiones de gases efecto invernadero del sector energía, y 3) es el subsector que presenta más oportunidades para la reducción de estos gases por la vía de la implementación de tecnologías más eficientes en el transporte.

Después del proceso de evaluación, se priorizó las siguientes tecnologías:

- El **Bioetanol y Biodiesel** son las tecnologías con mayor potencial de implementación al existir un ambiente propicio para su implementación debido a la legislación actual sobre el tema y estudios de producción de etanol efectuados con datos nacionales.

- Los **Trenes Eléctricos con Frenado Regenerativo**, son la segunda tecnología mejor evaluada, después del Metro, ya que complementarían el proceso de implementación del Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible, además de tener la posibilidad de ser de sencilla implementación no solo en el área metropolitana sino también en el interior del país.

- La **Reducción de necesidades de viaje por medio del desarrollo orientado al transporte** salió favorecida como una tecnología potencial para implementar y reducir las emisiones de GEI, dentro de las tecnologías de transporte no motorizado reduciendo el uso de vehículos particulares.

- El **Programa integral de capacitación vial** es la tecnología que mayor puntaje recibió dentro de las tecnologías de gestión inteligente debido a que su objetivo principal es reeducar en el uso de todo tipo de transporte, motorizado o no motorizado al sector privado y público en todos los niveles educativos.

Se destaca que los vehículos eléctricos son la alternativa de tecnología eficiente que recibió la mayor aceptación, con la ventaja importante de que entran en el Plan Energético Nacional del gobierno actual y se contempla su futura implementación para disminuir el uso de combustibles convencional.

### **4.3 Recomendaciones**

El sistema de transporte tanto público como privado en Panamá se desarrolla a una velocidad menor que la del crecimiento del parque vehicular, compuesto mayormente por vehículos privados y donde el servicio público inicia modestamente su proceso de transformación. Razón por la cual el congestionamiento y contaminación del área metropolitana del país ha incrementado. Por ello, este análisis permite presentar alternativas que han sido ponderadas en conjunto con actores clave para su consideración, evaluación y potencial implementación en el corto o mediano plazo.

Los mecanismos de coordinación deben ser fortalecidos con alternativas innovadoras y eficientes que incrementen la velocidad de transformación hacia la movilidad urbana sostenible y baja en emisiones, tal y como la persigue Panamá, por medio de los siguientes pasos:

- Analizar las posibilidades de reactivar el sector de biocombustibles en el país, el cual tiene el potencial de incentivar su producción, particularmente de bioetanol.

- Establecer grupos interinstitucionales y multidisciplinarios que analicen sistemáticamente las ventajas y desventajas de la aplicación de las tecnologías identificadas, así como reevaluar y analizar el costo beneficio manteniendo siempre presente que el criterio preponderante será la disminución de emisiones de gases efecto invernadero.

Es evidente que la implementación de las tecnologías requiere un cambio de comportamiento estructural y funcional, donde debe desarrollarse un fomento a la cooperación técnica y financiera que permita contar con la capacidad técnica, la participación pública y la sensibilización del público en cada tecnología.

## Lista de referencias

Análisis de las vías interurbanas de acceso a la ciudad de Panamá, UTP 2014

BBVA Research 2011 Situación Automotriz Panamá

BBVA Research 2013 Situación Automotriz Panamá

Biodiesel a partir de microalgas, Bio Tecnología 2009

[http://www.smbb.com.mx/revista/Revista\\_2009\\_3/Biodiesel.pdf](http://www.smbb.com.mx/revista/Revista_2009_3/Biodiesel.pdf)

Becerra, M. 2004. La transferencia de tecnología en Japón. Conceptos y enfoques. Ciencia VII, N°1, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.

Combustibles de automoción, Revisión y análisis comparativo de diferentes opciones, Asociación Española de operadores de productos petrolíferos AOP, febrero 2016

Conferencia “Combustibles Limpios y Vehículos más Eficientes: Reduciendo Emisiones en América Central” Situación Actual de Panamá, Noviembre 2014

Constitución Política de la República de Panamá con reformas de Noviembre 2004

Cultivos de Algas para la producción de biocombustibles,  
<http://bioloxia.uvigo.es/docs/investigacion/art13.pdf>

El estado mundial de la agricultura y la alimentación, FAO 2008

Emisiones de escape de autobuses de transporte público, [www.embarq.org](http://www.embarq.org)

Estado del arte y novedades de la bioenergía en la República de Panamá, FAO 2011

Gaceta oficial 27508 Decreto Alcaldía de Panamá N° 304 de 25 de marzo de 2014, por el cual se establece la ruta de la “ciclo vía temporal”

Gaceta oficial 26212 Decreto Ejecutivo N°1 de 9 de enero de 2009, Por la cual se crea el Comité Nacional de Cambio Climático en Panamá.

Gaceta oficial 25764 Decreto Ejecutivo 35 de 26 de febrero de 2007, Por el cual se aprueba la Política Nacional de Cambio Climático.

Gaceta Oficial 22763 Ley 10 de 12 de abril de 1995, que Aprueba la Convención Marco

de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.

Gaceta Oficial 27749 Ley 8 del 25 de marzo de 2015 que modifica la Ley 41 de 1998 Ley General de Ambiente de la República de Panamá

Guía del Vehículo Eléctrico II, Madrid 2015

Guía de Planificación de Sistemas BRT, Enero de 2010

Guía N° 15: Elaboración de Proyectos de guías de orientación del uso eficiente de la energía y de diagnóstico energética, Transporte, mayo 2008

Glosario de términos del IPCC <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

IPCC 1996 “Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático” documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, preparado en respuesta a una petición de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

IPCC 2007 Cambio Climático. Informe de Síntesis

IPCC 2014. Mitigación del Cambio Climático. Contribución del Grupo de Trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

Ley 69 de 12 de octubre de 2012, que establece los lineamientos generales de la política nacional para el uso racional y eficiente de la energía en el territorio nacional.

Manual para una flota limpia,

[http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit\\_esp/ToolkitTextBook.pdf](http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit_esp/ToolkitTextBook.pdf)

Mapa tecnológico movilidad eléctrica, Observatorio Tecnológico de la Energía, enero 2012

Medibank, Reporte Anual 2007.2008

Opciones de transporte público masivo, GTZ 2006

Plan de Acción, Panamá metropolitana, Sostenible, humana y global, BID-Alcaldía de

Panamá, nov 2015

Plan Energético Nacional 2015 - 2050

Plan Estratégico de Gobierno 2014, Un solo país 2015-2019

Plan Nacional, para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020 de la República de Panamá

PNUD / CMNUCC. 2010. Manual para realizar una Evaluación de necesidades en materia de Tecnología para el cambio climático.

Política Nacional de Hidrocarburos y Energías Alternativas, 2005

Proyecto Ley N° 159 del 18 de marzo de 2015, por la cual se aprueba la enmienda de DOHA al Protocolo de Kioto

Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en vehículos de transporte combustibles alternativos, 2010

Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Panamá

Transporte Urbano y Salud, Transporte Sostenible. Edición 2011. Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas de ciudades en desarrollo, edición 2011

UNEP DTU – GEF. 2015. Guía Paso a Paso para países que realizan Evaluación de las Necesidades Tecnológicas

UNEP DTU Guía para los equipos nacionales de ENT

UNEP DTU Technologies for Climate Change Mitigation –Transport Sector-

## ANEXO I: Fichas de las tecnologías priorizadas para Mitigación

ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE	
FICHA DE TECNOLOGÍA 1: Uso de Combustibles alternativos	
<b>Tecnología:</b>	Biodiesel.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	<p>El biodiesel es un biocombustible sintético líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, nuevos o usados, mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del petrodiesel o gasóleo obtenido del petróleo<sup>49</sup>. La característica principal de esta tecnología es que no necesita ninguna modificación del motor diésel original (en relación de mezcla específica), y es ampliamente aplicable en muchos países. La tecnología también utiliza una fuente de energía renovable.</p>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>Esta tecnología tiene un respaldo político ya que el 20 de abril de 2011, el Gobierno de Panamá creó la Ley 42. Esta ley desarrolla los lineamientos para una política nacional de biocombustibles en la República de Panamá. El objetivo principal de la ley es promover la producción nacional de biocombustibles, aunque pueden autorizarse las importaciones, también fomenta la generación de empleo, el aumento de productividad en el sector agrícola y contribuir al ambiente<sup>50</sup>.</p> <p><i>Iniciativas públicas o privadas:</i></p> <p>Existe una iniciativa importante por medio de empresas privadas, tales como Panamá Green Fuels con el propósito de cultivar hectáreas de jatrofa. <i>Panamá Green Fuels</i> se estableció en 2011 con el propósito de la creación de una infraestructura de biodiesel para Panamá, dentro de sus objetivos esta proporcionar la seguridad energética de Panamá, eliminar la pobreza energética, regenerar tierras marginales y proporcionar empleo generalizado en las comunidades rurales más pobres de Panamá<sup>51</sup>.</p> <p>El Estado por medio de convenios de cooperación entre instituciones públicas y privadas en el 2013 se realizó una evaluación de germoplasma de coquillo (<i>Jatropha curcas</i>) con la finalidad de investigar y desarrollar el cultivo y obtener biodiesel, el estudio se realizó en El Ejido de Los Santos en la región de Azuero.<sup>52</sup> Este proyecto surge de un convenio entre el IDIAP, MIDA y la empresa Panamá Green Fuels, establecido en mayo de 2013, y se esperaban resultados para el 2015 (no hubo continuidad en el proyecto);</p> <p>En cuanto a su comercialización, aún se desconoce, ya que en Panamá el proceso está en una etapa insipiente en cuanto a comercialización y mercadeo, porque apenas se están evaluando los materiales y cuáles son las mejores variedades. La empresa Texas BioDiesel Corporation, dedicada a la producción de biodiesel, incursiono en Panamá</p>

<sup>49</sup>Estudio de la viscosidad y densidad de diferentes aceites para su uso como biocombustible, Universidad Politécnica de Catalunya, 2010

<sup>50</sup> Ley 42 del 20 de abril de 2011 Establece lineamientos para la política nacional sobre biocombustibles

<sup>51</sup> <http://www.biodieselmagazine.com/articles/8665/uk-biodiesel-firm-panama-green-fuels-visits-buckingham-palace>

<sup>52</sup> [http://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones\\_nacionales/instituto-nacional-de-agricultura-ina\\_id\\_2397.html](http://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/instituto-nacional-de-agricultura-ina_id_2397.html)

	<p>con miras a instalar una refinería en Puerto Armuelles. La planta tendría la capacidad de procesar 100 millones de galones anuales de biodiésel. La primera etapa del plan contemplaba financiar la Cooperativa Empresa Productora de Palma de Aceite de Chiriquí<sup>53</sup>, una planta de extracción de aceite. La empresa estadounidense tenía como primera opción la compra del aceite de la cooperativa para su transformación a biodiésel. Los productores habían acordado con la compañía aumentar la superficie cultivada de 5 mil 700 a 10 mil 900 para el 2009<sup>54</sup>. (El proyecto se suspendió)</p> <p><i>Institutos de investigación y desarrollo:</i></p> <p>En la Universidad Tecnológica de Panamá se llevan a cabo trabajos de investigación financiados por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología con el objetivo de mejorar los procesos de producción a pequeña escala para lo cual ya se ha construido la planta piloto (UTP 2009). La capacidad de producción de la planta está definida por el reactor, el número de separadores o tanques de depuración y por el tiempo de residencia en el reactor. Como esta planta cuenta con un reactor, un separador y un tanque de lavado, estará en capacidad de producir 100 litros de biodiésel por lote de forma semicontinua. A continuación se citan los principales temas de investigación donde trabajan las instituciones académicas y de investigación, financiadas por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planta piloto para la producción de biodiésel (Universidad Tecnológica de Panamá).</li> <li>✓ Producción de biodiésel descentralizado (Luis Castañeda). Proyecto para la generación de biodiésel y desarrollo de <i>Jatropha</i> (productos lácteos San Antonio S.A.)<sup>55</sup>.</li> </ul>
<p><b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b></p>	<p>Los cultivos perennes protegen el suelo contra la erosión, eliminan el laboreo excesivo y la pérdida de suelo fértil, reducen la emisión de óxidos de azufre (SOx) y evitan lluvias ácidas, demandan menos insumos de producción, por lo que el impacto ambiental es menor, y permiten reducir el CO<sub>2</sub><sup>56</sup>, ya que este ha sido fijado por las plantas mediante la fotosíntesis antes de su combustión; como beneficio económico encontramos la generación de ingresos a los productores, la creación de nuevas oportunidades de empleo, la reducción de la contaminación debido a una mejor combustibilidad, contribución al desarrollo económico del país por el ahorro de divisas para el diésel importación.</p>
<p><b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b></p>	<p>La introducción del biodiesel en el tráfico de pasajero por ómnibus y de carga por carretera permite la sustitución en el 2050 de 50 mil tep de combustible diesel y la identificación de un potencial de mitigación de emisiones de GEI del orden de los 160 ktCO<sub>2</sub>-eq<sup>57</sup>.</p>
<p><b>Costos y requerimientos financieros</b></p>	<p>Dependiendo de la materia prima utilizada y la escala de la planta, los costos de producción pueden diferir significativamente. De una hectárea sembrada de coquillo se pueden producir entre 5,000 y 7,000 litros de biodiésel; en países donde se usa el galón cuesta más de \$3.00. En Brasil y Argentina, el precio por galón de biodiésel está</p>

<sup>53</sup> <http://coopemapachi.com/>

<sup>54</sup> Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas 2010

<sup>55</sup> Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas 2010

<sup>56</sup> [http://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones\\_nacionales/instituto-nacional-de-agricultura-ina\\_id\\_2397.html](http://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/instituto-nacional-de-agricultura-ina_id_2397.html)

<sup>57</sup> [http://www.database.tech-action.org/media/k2/attachments/ref27x17\\_35.pdf](http://www.database.tech-action.org/media/k2/attachments/ref27x17_35.pdf)

	entre \$3.50 y \$3.80, por lo que una hectárea de coquillo representaría unos 7,000 dólares <sup>58</sup> .

## ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE

### FICHA DE TECNOLOGÍA 2: Uso de Combustibles alternativos

<b>Tecnología:</b>	Bioetanol
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	<p>El bioetanol se produce por la fermentación de los azúcares contenidos en la materia orgánica de las plantas. En este proceso se obtiene el alcohol hidratado, con un contenido aproximado del 5% de agua, que tras ser deshidratado se puede utilizar como combustible. El bioetanol mezclado con la gasolina produce un biocombustible de alto poder energético con características muy similares a la gasolina pero con una importante reducción de las emisiones contaminantes en los motores tradicionales de combustión. El etanol se usa en mezclas con la gasolina en concentraciones del 5 o el 10%, E5 y E10 respectivamente, que no requieren modificaciones en los motores actuales. El bioetanol se obtiene a partir de la remolacha (u otras plantas ricas en azúcares), de cereales, de alcohol vínico o de biomasa, mediante un proceso de destilación. En general, se utilizan tres familias de productos para la obtención del alcohol: azúcares, procedentes de la caña o la remolacha, por ejemplo, cereales, mediante la fermentación de los azúcares del almidón, biomasa, por la fermentación de los azúcares contenidos en la celulosa y hemicelulosa<sup>59</sup>.</p>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>Esta tecnología también se encuentra respaldada con la Ley 42 del 20 de abril de 2011, que desarrolla los parámetros para una política nacional de biocombustibles en el país.<sup>60</sup></p> <p>En Panamá se han llevado algunos proyectos para la producción de bioetanol a partir de Yuca (2011)<sup>61</sup>.</p> <p>El 1 de Septiembre de 2013 se dio en Panamá, la medida de que la gasolina debería contener un 5% del carburante, esta iniciativa llevo el nombre de Programa de Gasolina Oxigenada E5, sin embargo por falta de producción de bioetanol, la Secretaría Nacional de Energía autorizó mediante Resolución No. 2188 de 22 de agosto de 2014, el uso de gasolina sin mezcla de bioetanol anhidro en todo el territorio nacional. En su momento, la empresa Campos de Pesé, era el productor único, encargada de la elaboración del etanol a base de caña de azúcar, dio a conocer que la inversión para llevar adelante el proyecto rondó en un monto de arriba de 100 millones de dólares. Este programa género en su momento de implementación 2 mil plazas de trabajo.</p>
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	<p>Los biocombustibles poseen un gran potencial para dinamizar la inversión, crear nuevos empleos y generar un mayor valor agregado a la producción agropecuaria. El bioetanol como combustible renovable desempeña un papel importante en la lucha contra el cambio climático. En función de la materia prima utilizada, las emisiones de CO<sub>2</sub> pueden reducirse hasta un 95% en comparación con los combustibles fósiles. Cuando se agrega etanol a la gasolina, la potencia de los aditivos tóxicos se diluye, ya que el etanol contiene un 35% de oxígeno. Con esto se reducen las emisiones nocivas que la gasolina normalmente arroja al</p>

<sup>58</sup> <http://www.panamaamerica.com.pa/economia/crece-el-interes-de-panama-para-produccion-de-biodiesel>

<sup>59</sup> <http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Biocombustibles/Bioetanol.asp>

<sup>60</sup> Ley 42 del 20 de abril de 2011 Política Nacional sobre Biocombustibles.

<sup>61</sup> <http://www.fedebiocombustibles.com/v3/nota-web-id-884.htm>

	<p>aire y lo mismo ocurre con las emisiones del monóxido de carbono. El bioetanol funciona como un excelente reforzador del octanaje y no significa ninguna amenaza al agua superficial o subterránea, puesto que es una sustancia naturalmente producida durante la fermentación de materia orgánica, es soluble en agua, y es total y rápidamente biodegradable<sup>62</sup>.</p>
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	<p>En el Programa de Gasolina Oxigenada E5 se determinó que el uso de bioetanol ahidro lograría desplazar el uso de 44 millones de litros de gasolina, a un 5% de mezcla a nivel nacional, lo que a su vez represento para el año 2013, 221 mil toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas al ambiente.<sup>63</sup></p>
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	<p>Dependiendo de la materia prima utilizada y la escala de la planta, los costos de producción pueden diferir significativamente. Debido a los costes medios más bajos, las plantas más grandes (de capacidad superior a 200 millones de litros al año) han dominado entre nueva instalación. En Brasil, el etanol puede ser producido a partir de caña de azúcar a menos de US \$ 0.31 / l, mientras que el costo de producción de etanol a partir de maíz en los EE.UU. es de aproximadamente US \$ 0,75 / l, y que a partir de trigo en el Reino Unido es de aproximadamente US \$ 0.87 / l (AIE Bioenergía, 2009).</p> <p>Costos de materias primas representan la mayor proporción de los costos de producción de bioetanol de primera generación. En Brasil, el azúcar de los casos representa aproximadamente la mitad del costo de la producción de etanol de caña de azúcar (AIE Bioenergía, 2009), mientras que en China, se encontró que el costo de suministro de materia prima de maíz requerida representa alrededor del 72% del costo de producción de etanol (Gnansounou et al., 2005). La Figura 5 muestra los costos de producción indicativos de bioetanol primera generación basados en las especificaciones del proyecto ejemplares.</p>

<sup>62</sup> [http://www.bio4.com.ar/medio-ambiente\\_beneficios.php](http://www.bio4.com.ar/medio-ambiente_beneficios.php)

<sup>63</sup> Memorias Institucionales SNE 2013

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 3: Uso de Combustibles alternativos**

<b>Tecnología:</b>	Biocombustible de algas
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	La producción de biocombustibles a partir de algas se encuentra todavía en un estado pre-comercial de desarrollo de la tecnología. Pero los biocombustibles a base de algas se consideran una próxima alternativa prometedora a los combustibles fósiles, ya que podrían reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles, y debido a los biocombustibles de algas pueden tener ventajas adicionales sobre los biocombustibles tradicionales, tales como un mayor rendimiento por acre y una menor competencia para los cultivos herbáceos. El principal obstáculo para un uso generalizado de los biocombustibles a base de algas son los altos costos de producción. Una serie de iniciativas de investigación están trabajando en la mejora de los procesos de producción y la disminución de los costos.
<b>Estatus y potencial en el país</b>	En Panamá existen reportes que indican que se ha comenzado a evaluar a las algas como posible fuente de biocombustibles alternativos <sup>64</sup> , las plantas que se pueden usar para combustible de tercera generación son las <i>algas marinas</i> . Determinaron que de una hectárea de algas se pueden obtener, en un proceso normal, 95 mil litros de biocombustibles. Sin embargo, del coquillo, solamente en el proceso de primera generación, se obtiene 3 mil litros de biocombustibles. Si se toma de forma más eficiente, el biocombustible de algas puede llegar hasta 250 mil litros por hectárea. Por ello, la alternativa del mundo está centrada en las plantas, y en este caso si se quiere sustituir el 100 por ciento del hidrocarburo, la alternativa estaría en la producción de algas, y sería biocombustibles de tercera generación. Hasta el momento todas estas investigaciones las están realizando en el IDIAP y en la región azuerense se están estudiando las plantas que podrían ser utilizadas, como el caso del coquillo, que abunda en las cercas de las fincas ganaderas. Existen muchas tierras degradadas en Azuero, a las que se les puede incluir algunas especies que se adapten a estas tierras. Actualmente no hay cantidad de tierra para producir y sustituir los hidrocarburos; por ello, la mejor opción hasta el momento son las algas marinas <sup>65</sup> . La provincia de Colón tiene el potencial para desarrollar a gran escala una industria para el cultivo de macro algas marinas, que beneficie no solo a empresarios, sino también a las comunidades costeras. Las algas pueden ser cinco veces más productivas que el maíz para hacer etanol <sup>66</sup>
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	La producción de biocombustibles a partir de algas en lugar de fuentes de biocombustibles tradicionales como el maíz, la caña de azúcar o el aceite de palma puede ofrecer varias ventajas, como por ejemplo rendimientos más altos de biomasa por hectárea del cultivo de biocombustibles tradicionales. El cultivo de algas puede minimizar o evitar la competencia por las tierras de cultivo dedicadas a la agricultura convencional y la producción de alimentos. Las algas pueden ser cultivadas utilizando aguas residuales y agua salina, lo que puede reducir la competencia por los suministros limitados de agua dulce. Las algas pueden reciclar de carbono, por ejemplo mediante el uso de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas, como las plantas de energía y otros emisores industriales (US DOE, 2010). Micro-producción de algas no requiere

<sup>64</sup> <http://www.panamaamerica.com.pa/content/investigacion-algas-como-posible-fuente-de-biocombustibles>

<sup>65</sup> <http://argus.iica.ac.cr/Esp/regiones/central/panama/Lists/Noticias%20IICA%20Panama/Attachments/96/Empezan%20investigaci%C3%B3n%20para%20elaborar%20biocombustibles.pdf>

<sup>66</sup> [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/01/19/actualidad/1326999639\\_387667.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/01/19/actualidad/1326999639_387667.html)

	<p>insecticidas o herbicidas, por lo tanto, no hay riesgo de generar residuos de pesticidas. La combustión de biocombustibles de algas no produce óxidos de azufre y produce menos monóxido de carbono que los combustibles como el diesel y petróleo. CO<sub>2</sub> liberado a la atmósfera puede ser absorbido por las algas que se está cultivando. A pesar de que el CO<sub>2</sub> se emiten cuando se quema las algas, la absorción durante la fase de crecimiento significa que las algas tiene el potencial de reducir las emisiones netas de CO<sub>2</sub> en comparación con otras fuentes de combustible.</p>
<p><b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b></p>	<p>El impacto de GEI de la producción de biocombustibles a partir de algas todavía se sostiene. En general, se supone que a lo largo de todo el ciclo de vida del combustible, biocombustibles a partir de algas tienen un impacto GEI más bajo que los combustibles fósiles, y tienen la ventaja adicional de las emisiones de gases de efecto invernadero más bajos en comparación con los biocombustibles tradicionales producidos a partir de maíz, caña de azúcar o palma aceite. Sin embargo, algunos estudios recientes muestran saldos de GEI menos positivos para biocombustible de algas. Clarens et al. (2010), por ejemplo, en comparación con la producción de algas estanque abierto con la producción de bioenergía a partir del maíz, la canola y el interruptor de hierba en Virginia en los EE.UU. y encontró las emisiones de gases de efecto invernadero más alta en los cultivos de algas, mientras que se encontraron los otros tres enfoques para secuestrar las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, los comentarios posteriores en la misma revista (Subhadra, 2010; Starbuck, 2011) critican algunas de las suposiciones hechas por Clarens et al. (2010), lo que sugiere que sus resultados son demasiado negativo para los biocombustibles de algas. Otros estudios muestran un balance de GEI positivo para los biocombustibles a base de algas. Luo et al. (2010), por ejemplo, se encontró que la producción de etanol por medio de cianobacterias conduce a la reducción de la huella de carbono de entre el 67% y el 87% en comparación con la gasolina a base de combustibles fósiles. Se necesita más investigación sobre la base de los últimos métodos de producción y en las futuras mejoras técnicas y biológicas que se espera ganar claridad.</p>
<p><b>Costos y requerimientos financieros</b></p>	<p>Los costos de producción de biocombustibles a partir de algas aún no son competitivos con los combustibles fósiles o biocombustibles convencionales, y el costo de producción en Panamá no ha sido estimado. En 2010, el Instituto de Biociencias de la Energía de la Universidad de Berkeley, California ha publicado una estimación de los costes totales de producción (incluidos los gastos de capital, gastos de funcionamiento y los posibles créditos para la producción de electricidad y el tratamiento de aguas residuales) de biocombustible producido a partir de microalgas asumiendo cinco casos diferentes (Lundquist et al., 2010). El estudio concluye que, cuando la producción de biocombustibles es un subproducto del tratamiento de aguas residuales, es muy económico con los costos de producción de US \$ 28 / barril de petróleo. Cuando la producción de biocombustibles es el principal objetivo del proceso, sin embargo, los costos de producción siguen siendo muy altas con entre US \$ 240 / barril o US \$ 332 / barril, dependiendo del tamaño de la planta.</p>

<b>ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE</b>	
<b>FICHA DE TECNOLOGÍA 4: Uso de Combustibles alternativos</b>	
<b>Tecnología:</b>	Etanol celulósico.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	El etanol celulósico es un alcohol producido a partir de la materia prima disponible en gran variedad de materiales vegetales y residuos agrícolas. Aunque químicamente es idéntico a la primera generación de bioetanol, se diferencia en el uso de materia prima. Por lo tanto etanol celulósico difiere del etanol convencional en el uso de materia prima y el proceso implicado en las diferentes etapas de producción. La producción de etanol a partir de un acre de hierba u otros cultivos es el doble de la cantidad producida de un acre de maíz cultivado porque en el primero se utiliza la planta entera a diferencia de utilizar sólo granos como el caso del maíz (Biocycle, 2005).
<b>Estatus y potencial en el país</b>	Esta tecnología también es impulsada por la Ley 42 del 20 de abril de 2011, el Gobierno de Panamá creó la Ley 42. Esta ley desarrolla los parámetros para una política nacional de biocombustibles en la República de Panamá. El objetivo principal de la ley es promover la producción nacional de biocombustibles, aunque pueden autorizarse las importaciones, también fomenta la generación de empleo, el aumento de productividad en el sector agrícola y contribuir al ambiente. La Ley 42 se modificó mediante la Ley 21 de 26 de marzo de 2013, la cual pospuso la aplicación de la Ley 42 de abril de 2013 a partir del 1 de septiembre de 2013. Las compañías petroleras locales se han reunido con la Secretaría de Energía de Panamá a discutir las diferentes fases de ejecución, la exención de impuestos y otros beneficios se han establecido para los proyectos de inversión de biocarburantes, como un incentivo equivalente al 20% del valor del material adquirido por un período de cinco años desde el comienzo de la producción <sup>67</sup> .
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Desde el punto de vista económico y social, contribuye con la la creación de empleo y las oportunidades de desarrollo empresarial en la agricultura, la silvicultura y el sector industrial, contribución de la tecnología para el desarrollo económico (incluyendo el apoyo al mercado de la energía) superior, el uso de materia prima disponible localmente reduce la dependencia de los combustibles fósiles, disminución de la importación de combustibles fósiles contribuye a reducir el déficit comercial y el déficit fiscal, las perspectivas de ganar divisas mediante la exportación de etanol celulósico. Otras ventajas, medioambientales, incluyen también la conservación del suelo, la mejora de la fertilidad y el uso óptimo de agua y fertilizantes (Biocycle, 2005).
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	Los investigadores han demostrado que el etanol celulósico tiene GEI potencial de reducción de emisiones hasta un 80% en comparación con la gasolina basada en el modelo WTW creado por Michael Wang, del Argonne National Laboratories (Biocycle, 2005). Además de esto otros análisis sugieren que incluso podría ser negativo de carbono (más dióxido de carbono retirado de la atmósfera que produce durante el ciclo de vida del producto), basado en el uso de materia prima específica. Cabe señalar sin embargo, que las emisiones de dióxido de carbono debido al cambio de uso de la tierra no se han considerado aquí. Como materia prima celulósica tiene un mejor índice de conversión de energía, las emisiones de dióxido de carbono es menor

<sup>67</sup>

[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Ethanol%20Use%20in%20Panama\\_Panama\\_Panama\\_1-9-2013.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Ethanol%20Use%20in%20Panama_Panama_Panama_1-9-2013.pdf)

	en comparación con el maíz o la caña de ahí impacto menos negativo en la tierra y el agua.
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	El costo de producción de etanol de celulosa depende de dos factores clave: alto costo de capital e incierto costo de la materia prima. De acuerdo con un hallazgo de investigadores del Departamento de Energía (DOE) en 2006 en el costo de producción de \$ 2.25 por galón, el etanol celulósico era competitivo con la gasolina a base de petróleo, que era alrededor de \$ 120 por barril. El costo de inversión inicial de establecer una planta de etanol celulósico es 6 veces más alto que el costo de la planta de etanol de maíz.

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 5: Uso de Combustibles alternativos**

<b>Tecnología:</b>	Gas natural comprimido (GNC)
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	El uso de gas natural comprimido (GNC) como combustible de transporte es una tecnología madura y ampliamente utilizada en algunas partes del mundo. Aunque el gas natural comprimido es un combustible fósil, siendo un combustible por quema es el más limpio en el momento en términos de NOx y de hollín (PM) de las emisiones. GNC se puede emplear para turismos de potencia y autobuses de la ciudad. Vehículos de pasajeros CNG emiten 10.5% menos de CO <sub>2</sub> que los vehículos de pasajeros de gasolina comparables. En general, no hay ningún beneficio sobre los coches diesel en términos de reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> . Sin embargo, las emisiones de NOx y de hollín de los vehículos propulsados a GNC son sustancialmente menores que las de los vehículos de motor diesel. Así, para los autobuses de la ciudad, a menudo de motor diesel, los beneficios de GNC se basan en la mejora de la calidad del aire local y no en la reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> . La introducción de GNC en el sector del transporte tiene el potencial de reducir las emisiones de CO <sub>2</sub> en casi un 75%.
<b>Estatus y potencial en el país</b>	Según la Política Nacional de Hidrocarburos y Energías Alternativas de Panamá 2005, para el análisis del sector transporte en Panamá y la posible sustitución de combustibles tradicionales (gasolinas y diesel) por gas natural vehicular (GNV), se determinó que el uso de gas natural (GNC) en el sector transporte representa grandes oportunidades y ventajas, toda vez que éste representa los principales consumidores de hidrocarburos a nivel nacional, generando beneficios directos en cuanto al precio, ofreciendo alternativas a los consumidores y con menores daños al ambiente <sup>68</sup> .
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	En los países con reservas de gas importantes, pero poco o nada de las reservas de petróleo, el uso de gas natural en el transporte puede aumentar la seguridad energética y reducir la dependencia de las costosas importaciones de petróleo. El uso de gas natural como combustible de transporte tiene dos ventajas medioambientales, 1) el gas natural es un combustible limpio, con muy bajas emisiones de NOx y de hollín, por lo tanto, mejorar sustancialmente la calidad del aire local y 2) el gas natural produce menos CO <sub>2</sub> por cada unidad de energía consumida por el vehículo. La eficiencia energética de un vehículo de pasajeros accionado gas natural es comparable a un vehículo de pasajeros de motor con gasolina. Así, el contenido de carbono relativamente más bajo del gas natural hace que 10-15% más baja del tubo de escape de emisiones de CO <sub>2</sub> en comparación con un coche de motor con gasolina.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	El uso de GNC en el transporte presenta ventajas en cuanto a emisiones de CO <sub>2</sub> comparado con la gasolina (20% menos emisiones de GEI por kilómetro), pero presenta mayores emisiones de CO <sub>2</sub> si se compara con el gasóleo (hasta un 20% más de emisiones por kilómetro). Desde un punto de vista energético, para orígenes convencionales del gas natural, es la opción menos eficiente.
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	No estimado para Panamá.

<sup>68</sup>

<http://mici.gob.pa/Hidrocarburos/Documentos%20de%20interes/Texto%20Politica%20de%20Hidrocarburos.pdf>

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 6: Uso de Combustibles alternativos**

<b>Tecnología:</b>	Gas Natural Licuado (GNL)
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	<p>El GNL está compuesto mayoritariamente por metano. Es un combustible fósil que se extrae de yacimientos que pueden estar o no asociados a los del petróleo. Aunque el gas natural es un combustible fósil, es el combustible más limpio disponible hoy en día.</p> <p>El uso de gas natural licuado en vehículos de pasajeros es mucho menos rentable porque los coches promedio de pasajeros están inactivo a menudo, lo que daría lugar a altas pérdidas por evaporación. El uso de GNL requiere instalaciones de almacenamiento para el frío (-162 OC) en las estaciones de servicio en carretera y un equipo especial de reabastecimiento que pueda manejar temperaturas criogénicas. Además, los camiones deben estar equipados con motores de combustible dual especiales para ser capaz de utilizar GNL. Por otra parte, el depósito de combustible a bordo de la camioneta necesita ser adaptado para el uso de gas natural licuado. Estos requisitos hacen que el uso de GNL sea relativamente caro. Sin embargo, el uso de gas natural licuado en el sector del transporte aún puede tener beneficios ambientales sustanciales.</p>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	En el Plan Energético Nacional 2015 y 2050 no se ha contemplado como una alternativa para el reemplazo de combustibles en el transporte, como gasolina o diésel por GNL, sin embargo si se está contemplando la introducción del uso de GNL como combustible para generación de energía eléctrica a partir del 2018, lo que deja una ventana abierta a una posibilidad de introducir el uso del GNL en el sub sector transporte en un futuro no muy lejano.
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	El gas natural licuado ocupa un volumen menor que el gas natural comprimido que hace que sea mucho más rentable para el transporte a largas distancias a los lugares sin una fuente local de gas natural, y donde las tuberías no lo conducen.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	Se puede utilizar en forma de gas natural comprimido licuado (GNCL) para alimentar los coches o gas natural licuado (GNL) para alimentar camiones, o como gas natural comprimido. El GNL es un combustible mucho más limpio que el diesel. Reduce las emisiones del óxido de nitrógeno (NOx) en un 75% (tecnología de doble combustible) en comparación con los vehículos diesel y alrededor del 13% de emisiones de CO <sub>2</sub>
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	No estimado para Panamá.

<b>ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE</b>	
<b>FICHA DE TECNOLOGÍA 7: Mejoramiento del transporte masivo</b>	
<b>Tecnología:</b>	Metro
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	Metro es el término internacional más común para transporte público de tren pesado subterráneo, aunque también es comúnmente aplicado a sistemas de tren pesado elevado. Metro es un sistema de trenes pesados de ciudad separados de nivel. Son la forma de Transporte Masivo rápido (MRT) más cara por kilómetro cuadrado, pero tiene la mayor capacidad teórica. <sup>69</sup>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	Con la Ley 109 de 25 de noviembre de 2013 se dicta el marco regulatorio relativo al Sistema Metro de Transporte de personas y fue inaugurada la primera línea de Metro el 5 de abril de 2014 y por medio de la Secretaría del Metro de Panamá realiza los estudios y diseño de rutas de las futuras líneas del metro de la Ciudad de Panamá. La llamada "Ruta Maestra" presenta el desarrollo de un sistema de transporte metro que cubrirá la Ciudad de Panamá en su zona metropolitana. El diseño incluye tres líneas de metro, que recorrerán la ciudad de Panamá, un tren de cercanías que unirá los distritos de Arraiján y Chorrera con el centro de la ciudad y un tranvía por la Cinta Costera hasta el Casco Antiguo. Se convierte así la ciudad de Panamá, en la primera ciudad de Centroamérica en tener un metro urbano.
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Dado que dispone de una vía exclusiva, la velocidad promedio de recorrido del metro es superior a la de otros modos de transporte, lo que reduce significativamente el tiempo de viaje. El ahorro en tiempo de viaje aumentaría las horas hombre aprovechable. El metro es puntual, limpio, seguro y confiable. La red del sistema metro crece y se adapta dinámicamente al desarrollo de la ciudad. La línea No.1 del metro de Panamá se diseñó para manejar la capacidad de hasta 15,000 mil personas por hora sentido en su inicio y crecerá hasta 40.000 mil personas por hora sentido en el año 2035. Al utilizar electricidad como fuente de energía no emitirá gases contaminantes, por lo que no afectará las condiciones ambientales de la ciudad.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	Se obtendrían 12.623.600 toneladas de CO <sub>2</sub> mitigadas a un costo de US\$3 por tonelada de CO <sub>2</sub> equivalente <sup>70</sup> .
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	Este proyecto tenía un costo inicial estimado de 1.452 millones de dólares. La Secretaría Ejecutiva para el Metro, encargada del proyecto, asignó en el presupuesto de 2010 recursos por 30 millones de dólares para el inicio de las obras. Se estima que cada kilómetro costó 130 millones de dólares. En diciembre de 2011, la Secretaría del Metro de Panamá aclaró que la estimación de costo actualizado es de 1.880 millones de dólares, incluyendo reubicación de servicios públicos y gastos de administración e ingeniería <sup>71</sup> .

<sup>69</sup> Opciones de transporte público masivo. Transporte sostenible: Texto de referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo, 2006

<sup>70</sup> This fact sheet has been extracted from TNA Report – Mitigation for Costa Rica.

<sup>71</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Metro\\_de\\_Panam%C3%A1](https://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_Panam%C3%A1)

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 8: Mejoramiento del transporte masivo**

<b>Tecnología:</b>	Autobuses de tránsito rápido.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	Los autobuses de tránsito rápido (sus siglas en inglés BRT) son un sistema de buses de alta calidad, proporciona movilidad urbana rápida, cómoda y con un costo beneficio favorable por medio de la provisión de infraestructura segregada de uso exclusivo, operaciones rápidas y frecuentes, y excelencia en mercadeo y servicios usuario/cliente. <sup>72</sup>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>Se estima el transporte particular desplazado como un 40% de los pasajeros con un parámetro de 1.4 personas promedio de pasajeros por auto y un viaje desplazado de 20 km. El consumo de combustible se basa en rendimiento de 11 km/l en los autos y 10/km en el caso de los autobuses. El consumo de combustibles permite estimar las emisiones evitadas. Para los costos incrementales se considera un costo del bus carburado de \$50 mil y de \$67,5 para el bus eléctrico. Para los buses eléctricos se considera el gasto eléctrico, el costo incremental de las baterías y menores costos en aceite y combustible (TNA Report – Mitigation for Costa Rica).</p> <p>El Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) en Panamá, es una herramienta de planeación que define la política y los programas que en materia de movilidad requiere el área metropolitana de Panamá en los próximos 30 años, con el fin de lograr una ciudad sustentable, este plan estipula el mejoramiento del transporte masivo, aumentando el potencial de la incorporación de los autobuses de tránsito rápido.</p>
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Ofrece solución al sistema de transporte colapsado y disminuye la huella de carbono en el país. La reducción del tiempo de recorrido, tráfico reducido y efectos socioeconómicos positivos son algunas de las ventajas de incorporar el sistema de autobuses de tránsito rápido (BRT). El BRT fomenta el crecimiento y la calidad de vida de la población. Se reduce el tiempo de recorrido (hasta el 50 %) y la velocidad promedio aumenta para todos los tipos de tráfico durante el recorrido. Esto se debe a que el BRT reduce el tráfico. Una gran cantidad de personas que viajan hacia el trabajo elegirán el sistema BRT en vez de viajar en su propio auto. Cuando ya no haya más autos recorriendo las calles, se mejorará la calidad del aire de ciudad, se reducirá el ruido y se disminuirá la cantidad de accidentes. Las emisiones por pasajero disminuirán también y cada accidente de tránsito que no ocurra es una ventaja humana y socioeconómica inmediata. Pero eso no es todo; la verdadera ventaja es a largo plazo <sup>73</sup>
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	El resultado es una reducción de 42.2 toneladas de CO <sub>2</sub> .
<b>Costos y requerimientos</b>	El promedio de costos por unidad de bus es de USD \$175,000 <sup>74</sup>

<sup>72</sup> Guía de Planificación de Sistemas BRT, GTZ, 2010

<sup>73</sup> <http://www.volvobuses.mx/es-mx/our-offering/bus-rapid-transit.html>

<sup>74</sup> This fact sheet has been extracted from TNA Report – Technology Needs Assessment for Climate Change Mitigation - Sudan

financieros	
-------------	--

<b>ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE</b>	
<b>FICHA DE TECNOLOGÍA 9: Mejoramiento del transporte masivo</b>	
<b>Tecnología:</b>	Metrobuses.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	El Metrobús es un sistema de carriles exclusivos para autobuses que se puede homologar como autobús de tránsito rápido <sup>75</sup> . Para el caso de Panamá los carriles exclusivos no están definidos y los metrobuses vinieron a reemplazar los buses convencionales (llamados diablos rojos). Metro bus es el nombre con el que se conoce a diversos sistemas urbanos de transporte colectivo, el primer sistema Metro bus fue creado en la ciudad de Curitiba en 1974, aunque se adopta el término Metro bus en el habla hispana, por el sistema de Caracas, inaugurado en el año de 1987.
<b>Estatus y potencial en el país</b>	El Metrobus actualmente en Panamá opera como un sistema de transporte masivo. Transporta personas desde el centro, al este y al norte de la metrópoli. Recorre la urbe por medio de cinco arterias viales troncales (Vía España, Transístmica, Tumba Muerto, Vía Israel y Vía Forestal), así como por las dos autopistas de peaje capitalinas (los corredores Norte y Sur). Inició sus operaciones el 28 de diciembre de 2010 con las rutas Don Bosco, San Pedro, Los Caobos y Pedregal-Corredor Sur.
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	El Metro Bus fue diseñado atendiendo a las realidades, necesidades y dificultades de expansión espacial que vive la ciudad de Panamá y si se determinaron los criterios de evaluación para medir su impacto social, su eficiencia y su eficacia. Lo anterior pasa por una mejora de la calidad del servicio del transporte público y la reducción del tiempo que deben invertir las personas para transportarse de un punto a otro de la ciudad de Panamá. Esto es importante ya que al cumplirse estos objetivos se podrían alcanzar otras metas que no han sido contempladas en el proyecto del Metro Bus, como: 1) Elevar la productividad laboral de la población y con ello la competitividad de las empresas y la economía panameña. 2) Mejorar el flujo vehicular en la región metropolitana y reducir el consumo innecesario de hidrocarburos, así como la contaminación del medio ambiente. 3) Reducir los accidentes vehiculares que son producto de la falta de tolerancia, la agresividad en el manejo y la velocidad excesiva. 4) Favorecer la vida en familia y mejorar la supervisión de los padres sobre el desempeño académico de sus hijos, lo que a su vez ayudaría a reducir los índices de fracasos y deserción escolar.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	Reducción de la contaminación atmosférica, reducción del consumo de país de los combustibles fósiles, además, si es eficiente, se puede reducir el uso del vehículo privado, al mismo tiempo que lleva a sustanciales reducciones de GEI.
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	El costo por unidad de metrobus no ha sido publicado por la empresa Metrobus Panamá. Se estima que el valor de una unidad puede rondar los USD \$175.000.

<sup>75</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BAAs\\_\(Buenos\\_Aires\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BAAs_(Buenos_Aires))

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 10: Mejoramiento del transporte masivo**

<b>Tecnología:</b>	Trenes eléctricos con frenado regenerativo.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	Un sistema de frenado del tren eléctrico convencional utiliza frenado dinámico, donde la energía cinética del tren se disipa en forma de residuos, principalmente en forma de calor. Cuando se emplea el frenado regenerativo, la corriente en los motores eléctricos se invierte, lo que frena el tren (UIC, 2003). Al mismo tiempo, los motores eléctricos generan electricidad que se devuelve al sistema de distribución de energía. Esta electricidad generada puede utilizarse para alimentar otros trenes en la red o se puede utilizar para compensar la demanda de energía de otras cargas, como la iluminación en las estaciones. Sin embargo, la potencia recuperada por medio de frenado regenerativo sólo se puede utilizar si ese poder simultáneamente se está elaborando en otro lugar. En general ningún poder se recupera cuando el tendido eléctrico está fuera. Los dos motivos principales para emplear frenado regenerativo son el ahorro de energía y un menor desgaste de los frenos mecánicos. La técnica de frenado regenerativo es más eficaz en los trenes de pasajeros de Punto Final y trenes subterráneos (metro), ya que dejan a menudo suficiente para hacer que la recuperación de mérito. Los trenes de mercancías convencionales sólo tienen un potencial limitado para recuperar la energía con la ayuda de frenado regenerativo. (UIC, 2002a) Esto es debido al alto peso promedio de los trenes de mercancías y el hecho de que sólo los ejes de locomotoras son alimentados. La proporción principal de frenado se realiza mediante los frenos mecánicos ubicados en los vagones de carga, y sólo una pequeña parte se origina en la propia locomotora.
<b>Estatus y potencial en el país</b>	El Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) en Panamá, es una herramienta de planeación que define la política y los programas que en materia de movilidad requiere el área metropolitana de Panamá en los próximos 30 años, con el fin de lograr una ciudad sustentable, este plan estipula el mejoramiento del transporte masivo, aumentando el potencial de la incorporación de los trenes eléctricos con frenado regenerativo en el país. Según los diagnósticos de infraestructura vial en Panamá, existe una escasa conectividad transversal y discontinuidad vial, altos niveles de congestión producto de la concentración de los viajes en unas pocas vías y deficiencias en el señalamiento vertical y horizontal en la red vial. Esta tecnología se recomendaría su uso para el movimiento de pasajeros desde las ciudades dormitorio hacia la Area metropolitana.
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Los efectos de frenado regenerativo sobre la calidad del aire dependen principalmente de la forma en que se produce la electricidad. En general, la introducción de frenado regenerativo en los trenes eléctricos y los trenes del metro no tendrá ningún efecto directo sobre la calidad del aire local. Sin embargo, la reducción de la demanda de electricidad reducirá la emisión de contaminantes del aire, como el NOx, SO2 y material particulado en la generación de energía, si la generación de energía se basa en combustibles fósiles. Para locomotoras diesel, la hibridación puede tener un efecto directo positivo en la calidad del aire, dependiendo del patrón de uso. Locomotoras utilizadas únicamente en una estación de clasificación pueden alcanzar muy altas reducciones de las emisiones, debido a la necesidad frecuente de frenado. Sin embargo, la reducción de la contaminación del aire local será limitada cuando se utiliza la locomotora en los trenes de mercancías de larga distancia.
<b>Beneficios de</b>	El empleo de frenado regenerativo en los trenes puede dar lugar a una reducción

<b>mitigación del cambio climático</b>	<p>sustancial de las emisiones de CO<sub>2</sub>, especialmente cuando se aplica a trenes completos de servicio de parada de cercanías (8-17%) y en los trenes suburbanos de redes muy densas (~ 30%). El frenado regenerativo aplicado a los trenes de carga también puede conducir a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, aunque considerablemente más bajo que para los trenes completos de servicio de parada (~ 5%). Cuando se emplea el frenado regenerativo, la corriente en los motores eléctricos se invierte, lo que frena el tren. Al mismo tiempo, los motores eléctricos generan electricidad para ser devuelto al sistema de distribución de energía. Frenado regenerativo es una tecnología madura. Se puede aplicar más fácilmente a AC trenes propulsados que a sistemas DC alimentados. En sistemas ferroviarios potencia DC se necesitan por lo general mayores costes de inversión. Se estiman 12.623.600 toneladas de CO<sub>2</sub> mitigadas a un costo de US\$3 por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente<sup>76</sup>.</p>
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	<p>No se encontraron estimaciones de costos explícitos de los costes de inversión adicionales de un sistema de frenado regenerativo.</p>

---

<sup>76</sup> This fact sheet has been extracted from TNA Report – Mitigation for Costa Rica.

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 11: Vehículos más eficientes**

<b>Tecnología:</b>	Inyección directa para motores de combustión interna.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	La inyección directa de gasolina es una técnica que permite a los motores de gasolina y diésel ser más eficientes en el uso de combustible. Técnicas de inyección directa ya son comúnmente utilizadas en los motores diesel modernos y están volviendo a ser utilizados para motores de gasolina.
<b>Estatus y potencial en el país</b>	Solo existen ofertas comerciales de algunas marcas de autos para la venta de vehículos con inyección directa haciéndolos más eficientes disminuyendo el consumo de combustible.
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Los motores a gasolina: En los motores de gasolina de inyección directa de la mezcla de combustible-aire es más óptima, lo que puede reducir CO y de hidrocarburos no quemados emisiones. Los motores de gasolina de inyección directa más nuevos pueden cumplir con los Ultra Low Emission Vehicle (SULEV) los límites de emisión de Estados Unidos estupendos para los vehículos con emisiones reducidas significativamente. Sin embargo, debido al aumento de calor del cilindro y la presión, NOx y partículas emisiones de los vehículos de gasolina de inyección directa pueden aumentar, este último en un 6% (Gable, 2008). En condiciones de baja demanda de potencia del motor de gasolina se ejecuta en modo de combustión pobre, donde la relación de combustible a aire no es ideal para el uso del convertidor catalítico de tres vías estándar para eliminar NOx de los gases de escape. La reducción de las emisiones de NOx de los motores de gasolina de inyección directa requiere diferentes tipos de convertidores catalíticos. Motores diésel: en general, los vehículos de motor diesel tienden a tener mayores emisiones de contaminantes locales, especialmente las emisiones de NOx y de partículas. Un motor diesel common rail moderno tiene menores emisiones de CO, HC y partículas, sin embargo, las emisiones de NOx no se han reducido mucho.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	Motores de inyección directa pueden reducir las emisiones de CO <sub>2</sub> del vehículo en un 15% con costes extra bajos en comparación con otras técnicas que conducen a la reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> similar. Sin embargo, todavía dos tercios de todos los vehículos de motor de combustión interna de gasolina que se venden en todo el mundo están equipados con un motor de combustión interna con inyección indirecta. La inyección directa en los motores diésel conduce a pequeñas reducciones de NOx y emisiones de partículas que afectan a la calidad del aire local.
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	Un motor de inyección directa es de aproximadamente 5% más caro que un motor convencional, que está en el rango de varios cientos de dólares. No se ha estimado en Panamá.

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 12: Vehículos más eficientes**

<b>Tecnología:</b>	Vehículos eléctricos.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	<p>Existen varias familias de vehículos propulsados, en parte o totalmente por un motor eléctrico, sin embargo el que se está proponiendo es el vehículo eléctrico de batería, que son los vehículos que están propulsados únicamente por un motor eléctrico. La fuente de energía proviene de la electricidad almacenada en la batería que se debe cargar por medio de la red.<sup>77</sup></p> <p>Los vehículos eléctricos son cerca de 2,5 veces más eficientes que sus contrapartes que son alimentados exclusivamente por motores de combustión interna. Esta alta eficiencia energética es la razón principal por la que los vehículos eléctricos pueden contribuir a reducir sustancialmente las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía del tráfico.</p> <p>Los vehículos eléctricos tienen cero emisiones y por lo tanto contribuyen sustancialmente a una mejor calidad del aire. Además, son intrínsecamente silenciosos y pueden ayudar a reducir los niveles de ruido en las ciudades. Sin embargo, la cuota de mercado de los vehículos eléctricos se encuentra todavía muy pequeña y se compone principalmente de pequeños vehículos destinados al transporte urbano. Los gastos de compra de vehículos eléctricos son altos en comparación con los vehículos similares. Estos altos costos de compra son causados principalmente por los altos costos de la batería que necesita el vehículo. Por otra parte una red de recarga con cobertura suficiente aún no está disponible en la mayoría de los países.</p>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>En el Plan energético nacional se propone el uso de vehículos eléctricos para el reemplazo de vehículos propulsados por motores de combustión interna, visualizando un escenario donde se pueda disminuir el consumo de combustibles derivados de petróleo y aminorar las emisiones de GEI. El plan impulsa tanto los autos híbridos echufables como los autos 100% eléctricos, sin embargo para nuestro proyecto proponemos solo el uso de este último.</p> <p>Debido a sus altos precios en el mercado el gobierno de Panamá crea la ley 69 del 12 de Octubre de 2012, donde el artículo 35, establece que los vehículos eléctricos o híbridos no pagaran impuesto hasta el 31 de Diciembre de 2017 y un 5% a partir del 1 de enero del 2018, para impulsar el uso de estos vehículos en el país<sup>78</sup>.</p> <p>En la actualidad, Panamá se suma a otros países latinoamericanos (como México, Costa Rica, Colombia y Chile) que ya disponen de un carro 100% eléctrico en el mercado, se trata del BMWi3, lanzado el mes de septiembre de 2016, en ciudad de Panamá. El incentivo fiscal para vehículos ecológicos ha favorecido la llegada de este compacto de cuatro plazas, espacioso por dentro, y con 170 caballos de fuerza, el vehículo está pensado para uso urbano y tiene una autonomía de unos 168-170 km con una carga completa de la batería, aunque puede variar según el modo de conducción que se escoja<sup>79</sup>.</p>

<sup>77</sup> Mapa tecnologico Movilidad Electrica, 2012

<sup>78</sup> Ley 69 del 12 de Octubre de 2012

<sup>79</sup> [http://www.prensa.com/tecnologia/ecologico-carro-automovil-vehiculo-emisiones-transporte-lujo\\_0\\_4565543431.html](http://www.prensa.com/tecnologia/ecologico-carro-automovil-vehiculo-emisiones-transporte-lujo_0_4565543431.html)

	Existen empresas que por iniciativa propia han importado vehículos eléctricos al país como por ejemplo la Autoridad del Canal de Panamá.
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Los vehículos eléctricos pueden mejorar la seguridad energética, ya que pueden reducir la dependencia de la gasolina importada. La eficiencia energética de los coches eléctricos es de aproximadamente 2,5 veces mejor que sus homólogos de los combustibles fósiles, que es la razón principal por la que los coches eléctricos pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de tráfico por carretera y reducir la demanda de petróleo. La mejora global de la calidad del aire sin embargo, está determinado por la forma en que la electricidad utilizada se produce, por ejemplo, plantas de energía alimentadas combustibles fósiles pueden tener emisiones sustanciales de NOx y hollín, cuando no se toman las medidas adecuadas. El tráfico rodado es responsable de la mayoría del ruido en las ciudades. Los vehículos eléctricos son muy silenciosos y pueden ayudar a reducir los niveles de ruido en las ciudades. A largo plazo, los vehículos eléctricos son importantes para los países que tratan de descarbonizar el sector del transporte. A continuación se destaca el importante papel que el sector del transporte jugará en un futuro sistema energético que limite el aumento de la temperatura global a 2°C el año 2050 bajo el escenario "2DS" EAI. En este escenario, el sector del transporte participación potencial de reducciones de CO <sub>2</sub> sería de 21% para el año 2050. Para cumplir con este objetivo del 75% de todas las ventas de vehículos en 2050 tendría que ser <i>plug-in</i> eléctrica.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	La emisión real de gases de efecto invernadero asociados con el uso de vehículos eléctricos de batería depende en gran medida de la forma en que la electricidad requerida se ha producido. En el empleo de plantas eléctricas de carbón para generar la electricidad las emisiones de CO <sub>2</sub> serán marginalmente reducidas de un vehículo eléctrico en comparación con los vehículos de tamaño similar con un motor de combustión interna. Sin embargo, el uso de electricidad renovable reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero considerablemente. Los vehículos eléctricos podrían incluso proporcionar una manera de hacer que el sector eléctrico sea más sostenible, si las baterías de los vehículos podrían ser utilizados para almacenar la salida variable del viento y la generación de energía a base de energía solar (Nieuwenhout et al, 2009). Los vehículos eléctricos no tienen emisiones por el tubo de escape con contaminantes atmosféricos tales como el NOx y hollín, lo que significa que pueden contribuir sustancialmente a la mejora de la calidad del aire local, especialmente en las zonas urbanas.
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	El modelo BMWi3 con la configuración más básica ronda los 54 mil dólares, y las más equipada los 59 mil 900 dólares. Panamá es un mercado pequeño aún, pero la compañía tiene previsto vender entre 12 y 15 unidades anuales. También existen precios de modelos más sencillos con precios que van de 7000 a 27000 dólares.

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 13: Vehículos más eficientes**

<b>Tecnología:</b>	Pilas de combustible para aplicaciones móviles.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	Las pilas de combustible se utilizan para producir electricidad. Ellos son considerados una tecnología prometedora para reemplazar los motores de combustión convencionales en vehículos. Las pilas de combustible también pueden reemplazar las baterías en equipos electrónicos portátiles. Los tipos más ampliamente utilizados de pilas de combustible para dispositivos móviles son células de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM FC) que se utilizan a menudo en vehículos, y pilas de combustible de metanol directo, usados en aplicaciones portátiles. Células de combustible PEM utilizan hidrógeno o ciertos alcoholes tales como metanol como combustible.
<b>Estatus y potencial en el país</b>	Empresas como Chevrolet® está lanzando una flota de prueba de 100 Equinox SUV con pilas de combustible de hidrógeno. Esta flota llegará a las calles de Nueva York, Washington DC y Los Ángeles como parte del "Proyecto Driveway", que es el primer mercado de prueba a gran escala con conductores reales en el mundo real. Equinox es un automóvil eléctrico propulsado por pilas de combustible de tercera generación de GM, su sistema para las pilas de combustible es el más avanzado hasta la fecha <sup>80</sup> . Honda presentará la versión de producción de su vehículo de pila de combustible, denominado provisionalmente como Honda FCV (Fuel Cell Vehicle), de momento la marca japonesa no ha querido ofrecer especificaciones, ni tampoco adelantan el nombre definitivo del modelo que llegará finalmente al mercado <sup>81</sup> .
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Sistemas de pilas de combustible son más eficientes que los motores de combustión interna. El balance global de CO <sub>2</sub> depende en gran medida de cómo se produce el hidrógeno requerido. Una ventaja importante del uso de pilas de combustible PEM en aplicaciones de transporte sería el hecho de que los vehículos impulsados por pilas de combustible no emiten ningún contaminantes atmosféricos locales, como el NOx, CO o partículas. Esto mejoraría la calidad del aire local, especialmente en las ciudades. PEMFC también no emiten ruido significativo durante el funcionamiento. Para aplicaciones portátiles, DMFC podría convertirse en una alternativa para las baterías de litio o pilas alcalinas. El metanol es un alcohol simple que puede ser producida por procesos simples. Sin embargo, tiene que ser manejado con cuidado, ya que es altamente tóxico.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	Las pilas de combustible de hidrógeno no utilizan gasolina, no producen emisiones y además reducen nuestra dependencia del petróleo.
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	Aún no definido para el mercado automotriz en Panamá.

<sup>80</sup> <http://www.chevrolet.com.pa/experiencia/go-green.php>

<sup>81</sup> <http://chatmotor.com/panama/2015/09/30/honda-fcv-la-pila-de-combustible-a-produccion/>

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 14: Transporte no motorizado**

<b>Tecnología:</b>	Ciclovías.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	Ciclovía, carril bici, bicicarril, biciesenda, ciclorruta, vía ciclista, o ciclopista, es el nombre genérico dado a parte de la infraestructura pública u otras áreas destinadas de forma exclusiva o compartida para la circulación de bicicletas. La ciclovía puede ser cualquier carril de una vía pública que ha sido señalado apropiadamente para este propósito o una vía independiente donde se permite el tránsito de bicicletas. Las ciclovías recreativas o calles abiertas (Open Streets o Ciclovía en inglés) es un movimiento internacional por la cual las calles son libres de vehículos motorizados que permiten, durante varias horas del día, principalmente los domingos y días festivos, el paseo gratuito y seguro en bicicleta, a pie o en patines, de miles de personas.
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>Para esto la Alcaldía de Panamá ha establecido proyectos estratégicos que consoliden distintos procesos urbanos en varios puntos de la ciudad, entre ellos implementar un Programa de ciclovías.</p> <p>Por ejemplo para el Corregimiento de Calidonia, La Alcaldía de Panamá tiene proyectos de sostenibilidad para el establecimiento de ambientes adecuados para mejorar la conectividad por medio de corredores verdes, infraestructura peatonal y para bicicletas y señalización homogénea.</p> <p>El Decreto N° 304 del 25 de marzo de 2014 establece la ruta de la “Ciclovía Temporal”<sup>82</sup>, en donde se dictan algunas disposiciones y se adoptan medidas de seguridad. Esta Ciclovía Temporal consiste en la separación de carriles por medio de iconos con ruta pre definida, en los días domingos, para uso exclusivo de bicicletas. Siendo esta iniciativa una puerta para el futuro establecer Ciclovías permanentes, con las adecuaciones de sostenibilidad para establecer ambientes convenientes para ser utilizada de manera diaria y permita tener la opción de ciclovías como un medio de transporte no solo para actividades recreativas sino también para ser una alternativa más para que la bicicleta sea un componente integrado del sistema de transporte urbano.</p>
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	<p>Las ciclovías incentivan las actividades de ciclismo, el cual puede hacer una contribución importante, no sólo para el sistema de transporte, sino también para el medio ambiente, la economía y el tejido social de las comunidades. Los beneficios sociales incluyen: Asequibilidad: Una bicicleta ofrece un alto nivel de movilidad personal a muy bajo costo. En Chile, el costo de una bicicleta es el mismo que el costo de los billetes de transporte durante dos meses (Rogat, 2010). Además, no necesita costos de combustible o estacionamiento y no hay impuestos por su uso. Esto da a los individuos más ingresos disponibles para gastar en otras cosas. Equidad por medio de localidades: El ciclismo puede proporcionar altos niveles de movilidad personal a un costo insignificante en asentamientos dispersos, incluidas las zonas rurales o peri-urbanas, donde la densidad de población hacen que el transporte público económicamente sea menos viables. Salud: resultados como la inactividad física aumenta problemas de salud como la obesidad, enfermedades del corazón, la diabetes, el estrés y la presión arterial alta. El ciclismo aumenta los niveles de actividad física y reduce el coste económico de los problemas de salud. Un estudio realizado en Australia encontró que la inactividad física costó al sistema de salud \$ 1.5</p>

<sup>82</sup> Decreto N° 304 de 25 de marzo de 2014, Alcaldía de Panamá

	<p>mil millones por año (Medibank 2007). Contaminación del tráfico también afecta a la salud. En Europa 310.000 personas mueren anualmente de enfermedades respiratorias y circulatorias causadas por emisiones de vehículos (Rogat, 2010). Educación: en muchas zonas rurales los niños caminan largas distancias hasta la escuela como el transporte público y la bicicleta puede mejorar significativamente el acceso de los niños a las oportunidades de educación.</p> <p>Contribución de la tecnología para el desarrollo económico (incluyendo el apoyo al mercado de la energía): Los beneficios económicos incluyen: La eficiencia del transporte: bicicleta y caminar son los modos de transporte más eficientes para viajes cortos.</p> <p>Alto beneficio para la relación coste de la inversión en las instalaciones: el costo de la construcción de instalaciones para los ciclistas es pequeño, en comparación con los de los coches, pero el beneficio económico puede ser significativo. Beneficios incluyen la reducción de la infraestructura vial, la congestión y la contaminación; mejora de la seguridad vial para los peatones y ciclistas; y el ahorro en los costes de transporte corriendo privadas y públicas.</p>
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	<p>Una bicicleta no emite gases de efecto invernadero o contaminación del aire local cuando está en operación y emite mucho menos GEI que un coche cuando se fabrica. El ruido y la congestión: las bicicletas son mucho más silenciosas que los vehículos de motor y ocupan menos espacio.</p>
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	<p>Costo para el plan maestro de ciclovías para la Ciudad de Panamá, 1,400,000 USD.<sup>83</sup></p>

<sup>83</sup> Plan de Acción Municipio de Panamá

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 15: Transporte no motorizado**

<b>Tecnología:</b>	Bulevares (peatonales).
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	<p>Un bulevar es un tipo de avenida ancha y arbolada, si está al lado del mar, también se llama paseo marítimo. En un primer sentido, un bulevar es una vía de comunicación basada en antiguas defensas, puesto que la palabra procede del holandés bolwerk. Permitiría pues rodear una ciudad por el exterior como un cinturón periférico. El bulevar es una vía por lo general importante (cuatro vías de circulación o más) con amplias avenidas peatonales en sus laterales. Su origen se sitúa en las vías que se colocaban alrededor de las fortalezas defensivas de las ciudades.</p> <p>En el urbanismo moderno y actual, los bulevares son una vía vertebradora de la ciudad que surgen como prolongación de los existentes o como nuevos trazados siendo muchas ciudades atravesadas totalmente por ellos convirtiéndose en los transitados accesos y salidas de las grandes urbes<sup>84</sup>. Caminar es una forma económica, eficiente y saludable para viajar distancias cortas, y para enlazar con el transporte público para viajar distancias más largas. En el entorno adecuado, caminar también puede ser un modo muy agradable de transporte, y las ciudades que cuentan con buenas instalaciones peatonales y altos niveles de caminar normalmente son lugares muy agradables para vivir. Además, caminar no produce gases de efecto invernadero y sin contaminación local, y no es un peligro para nadie más en la forma en que el transporte motorizado puede ser. Sin embargo, con el fin de caminar para ser una opción de transporte agradable y práctico, y con el fin de animar a más gente a caminar, con ciertos requisitos se han de cumplir. Bien diseñados, seguro y pasillos bien conectados y los pasos de peatones deben planificarse y proporcionado. En particular, los pasillos deben estar conectados a las estaciones de tránsito y de las principales zonas residenciales y sitios de la actividad humana. Y si las zonas urbanas son bastante densas y se han mezclado los usos del suelo, el caminar se convierte en un modo de transporte razonable para muchos de los viajes de la gente hace a medida que avanzan en su vida cotidiana.</p>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>En el Plan de Acción “Panamá Metropolitana: Sostenible, humana y global” se contempla el desarrollo de un manual de diseño del espacio público, este manual tiene como objetivo generar espacios públicos de calidad que contribuyan a unificar la imagen urbana y fortalecer la identidad de la ciudad. Este manual deberá integrar las mejores prácticas urbanas existentes en el área metropolitana e incorporar lineamientos globales aplicables al diseño urbano de la Ciudad de Panamá. Asimismo, deberá establecer los criterios de diseño de los elementos transversales tales como aceras, calles compartidas y peatonales.<sup>85</sup></p>
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	<p>Caminar promueve la salud física y mental. Se reduce o previene los trastornos de obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes, depresión y trastornos del sueño. Como las personas cambian de coches o motos a pie, en bicicleta y el transporte público, el asma y otras enfermedades respiratorias agravadas por la contaminación vehículo de motor también se reducen (Hook, 2003). Las buenas instalaciones para caminar se combinan con un buen transporte público una amplia gama de destinos están al alcance práctico, seguro y asequible. Contribución de la</p>

<sup>84</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Bulevar>

<sup>85</sup> Plan de Acción “Panamá metropolitana: sostenible, humana y global”, Alcaldía de Panamá y la Iniciativa de Ciudades Emergentes y sostenibles (ICES) del BID.

	<p>tecnología para el desarrollo económico (incluyendo el apoyo al mercado de la energía) superior: Buenas instalaciones para caminar pueden ahorrar tiempo y dinero. La mayoría de los viajes - incluso aquellos en vehículos privados - implican caminar un poco. Teniendo en cuenta que el caminar es un modo lento de viajes, rutas indirectas resultantes de una falta de aceras y cruces, y velocidades de marcha muy lenta causadas por pasillos congestionados, representan una gran pérdida de tiempo y, por tanto, un coste económico importante para las personas y las ciudades de los países en desarrollo . Esto puede conducir a la gente a elegir vehículos motorizados en lugar, pero para media y las familias de menores ingresos, el costo de ese tipo de viajes vehículo puede comer una gran proporción de los ingresos familiares o viajes importantes no se pueden tomar porque son demasiado caros (Vasconcellos, 2001). El caminar no produce gases de efecto invernadero y es completamente no contaminantes. Buenas instalaciones para caminar alientan y permiten a la gente a utilizar el transporte público, y cada persona que camina o utiliza el transporte en lugar de utilizar un coche convencional u otro vehículo motorizado reduce la producción de contaminantes, gases de efecto invernadero y el ruido, y ayuda a conservar el no renovable mundo recursos. Además, como un peatón ocupa sólo una sexta parte del espacio de un coche, pasarelas ocupa mucho menos espacio que las carreteras y permitir así a densidades urbanas mayores a alcanzar, y éstas a su vez tienen muchas otras ventajas ambientales.</p>
<p><b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b></p>	<p>Caminar es un modo de transporte que no produce emisiones de gases de efecto invernadero en absoluto. Un viaje a pie de 2 kilómetros (una distancia muy factible) reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en 419 gramos de CO2 eq si sustituye a un viaje en coche (Gehl y Hook, 2010).</p>
<p><b>Costos y requerimientos financieros</b></p>	<p>Proyecto piloto de Mejoras de Caminabilidad en Calle 50, costo de inversión 200,000 USD</p>

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 16: Transporte no motorizado**

<b>Tecnología:</b>	Reducción de las necesidades de viaje.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	Una forma importante de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que el transporte produce es alentar y permitir a la gente a viajar menos. La gente viaja menos en general cuando cambian de vehículo privado al transporte público, a pie o en bicicleta. Viajan menos si su trabajo está más cerca; si las tiendas, los servicios de salud y educación están más cerca; y si la familia, los amigos y las actividades de ocio también. Viajan menos si varios efectos de los viajes se pueden cubrir en un solo viaje, que es más probable si los lugares que necesitan para visitar están más cerca. Viajan menos si pueden utilizar la tecnología para comunicarse con la gente y para realizar tareas de al menos una parte del tiempo, en lugar de viajar en algún lugar para hacer esto. Y pueden viajar menos si viven en un ambiente agradable, y por lo tanto tienen menos necesidad de ir a otro lugar para encontrar lugares satisfactorios para realizar sus actividades.
<b>Estatus y potencial en el país</b>	La ciudad de Panamá se compone por cuatro distritos: Panamá, San Miguelito, Chorrera y Arraiján, este conjunto se le llama Área Metropolitana de Panamá (AMP). Los distritos colindantes a Panamá son nodos de demanda de transporte ya que estos tienen poca actividad socio económica comparado con el centro de la ciudad de Panamá. Así que grandes flujos de personas acuden a diario a la ciudad por motivos de trabajo, estudios u otros. El rápido crecimiento de la población ha afectado la movilidad del AMP, lo que más afecta a la movilidad es el alto grado de urbanización y concentración de la población en la provincia de Panamá, últimamente sobre todo en las afueras próximas de la ciudad en núcleos de viviendas con nulos o pocos servicios. Lo que provoca un congestionamiento o “tranque” de las vías de acceso, debido a la poca o nula planificación en la urbanización y en la construcción de vías de acceso, junto con la proliferación de las periferias de la ciudad se dan continuas situaciones de tráfico muy denso en la ciudad y sus accesos. <sup>86</sup> Por lo cual el potencial de implementación es algo para realizar ciudades compactas y reducir las necesidades de viaje a lo máximo.
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Las medidas para la reducción de los viajes son: transportes que mueven mayor densidad, uso mixto de la tierra y comunidades autosuficientes y un mayor uso de Tecnologías de información y comunicación (TIC) y reducen las emisiones de GEI y mejora la calidad de vida.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	Al utilizar otros medios masivos o hacer ciudades más sostenibles (ciudades compactas) la reducción de emisiones es evidente.
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	Con respecto a los costos de tecnología de la información y las comunicaciones, el hardware, el software y los servicios son los costos privados, con una variación suficiente para permitir que incluso las personas de bajos ingresos a participar en algún grado, y los costos de infraestructura también varían en gran medida de manera que los diferentes niveles de la tecnología pueden ser implementado para adaptarse a los presupuestos gubernamentales.

<sup>86</sup> Análisis de las vías interurbanas de acceso a la ciudad de Panamá, UTP 2014

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 17: Transporte no motorizado**

<b>Tecnología:</b>	Influir en opciones de viajes.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	<p>Los viajes son complejos en el mundo moderno, especialmente en las ciudades. Hay un gran número de formas de moverse: los coches y taxis y <i>auto-rickshaws</i>; <i>bicicletas</i>, <i>scooters</i> de motor y motocicletas; autobuses, trenes, tren ligero y transbordadores; y por supuesto a pie. Estos son sólo los modos más comunes de transporte; muchos otros son variantes de o adicional a éstos. De particular interés es la cuestión de cómo fomentar el uso de modos de transporte, bajo en emisión de carbono, en particular, el transporte público, en bicicleta o a pie. Influir opciones de viaje es un método de gestión de la demanda de vehículos privados, junto con métodos tales como las políticas de aparcamiento, así como planes de participación colectiva de coches. Los viajeros tienden a escoger una o un par de modos de transporte y seguir con ellos. Llegan a conocer bien los inconvenientes de estos modos de viaje: las rutas que pueden viajar, cómo toman los viajes largos, cuánto cuestan, la frecuencia con que operan, y así sucesivamente. Ellos rutinariamente tendrán los mismos modos de transporte cada vez que van a trabajar, o la escuela, o para las tiendas. Los gobiernos y los líderes nacionales deben preguntarse cómo los viajeros pueden ser asistidos y persuadidos para cambiar al modo más adecuado de transportarse para cada viaje. Las opciones de viaje se centran en: 1) la provisión de información, sobre todo acerca de las rutas, horarios y costos de los servicios de transporte público, y sobre rutas en bicicleta, 2) programas de cambio de comportamiento, que emplean una variedad de métodos para alentar y ayudar a la gente a utilizar el transporte más sostenible bajo en carbono, 3) peaje integrado para los diferentes modos de transporte público, que hacen que los viajes multimodal sean más fácil. Modernos sistemas de suministro de información, programas de cambio de comportamiento. Hasta la fecha, este tipo de medida, se aplica más en los países desarrollados que en los en vías de desarrollo. Esto es en parte debido a que el problema de la dependencia del coche es mucho peor en los países desarrollados, lo que lleva a mucho mayores emisiones de gases de efecto invernadero por viajero, y se requieren esfuerzos concertados para alentar el cambio a otros modos.</p>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>En Panamá se contempla dentro del Plan estratégico de gobierno actual, el mejoramiento de la calidad de vida de la población y dentro de las necesidades sociales básicas se contempla la movilidad sostenible; transporte eficiente. El Metro de Panamá implementa un proceso educativo para promover el uso y cultura del metro, como una medida sostenible de transporte.</p>
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	<p>Sistemas de información, programas de cambio de comportamiento e integrado de venta de entradas de todo, de diferentes maneras, ayudan a los viajeros a cambiar a las opciones de viaje más sostenibles. Entre ellos, aumentar la conciencia acerca de estas opciones, alentar y viajeros de apoyo, ya que ellos prueben y, en forma permanente, puedan utilizar los sistemas a menudo complejas con relativa facilidad a fin de satisfacer sus necesidades de transporte. De las opciones basadas en la información, el cambio de comportamiento de viaje (comunidad de marketing social basado) ofrece el retorno de la inversión más fuerte. Medidas para facilitar la menor dependencia del automóvil puede conducir a una mejor salud, de un aumento de pie y en bicicleta, desde menos accidentes y de la contaminación reducida. Barrios en los que hay un menor uso del coche también tienden a tener niveles más altos de interacción social.</p>

	<p>Un mayor uso del transporte público, a pie y en bicicleta, y las reducciones en los viajes innecesarios, significa menos dinero gastado en el transporte por las personas y sociedades enteras. Además, aquellos que no pueden pagar el transporte privado pueden participar más plenamente en el trabajo y la educación si tienen la oportunidad y la capacidad de utilizar otros modos de transporte. Influir opciones de viaje puede llevar a la reducción de la contaminación local, las emisiones de gases de efecto invernadero, el ruido, la congestión y el uso de recursos finitos.</p>
<p><b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b></p>	<p>Si la gente viaja menos porque eliminan desplazamientos innecesarios o caminan o ciclo, entonces se ahorra 130-170 gramos de CO<sub>2</sub> e por cada kilómetro no recorrido en coche. Si cambian de tránsito que reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la mitad o un tercio de lo que hubiera sido en un coche. De hecho, la reducción puede ser mucho más debido a 'apalancamiento de tránsito'.</p>
<p><b>Costos y requerimientos financieros</b></p>	<p>Varía según las opciones de viaje a implementar.</p>

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 18: Gestión inteligente de transporte**

<b>Tecnología:</b>	Gestión de tráfico.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	La gestión adecuada del tráfico puede garantizar que el tráfico fluya sin problemas y eficientemente; existe un acceso equitativo para los diferentes modos de transporte; carreteras y calles que son seguras para todos los usuarios; las carreteras llenas de tráfico motorizado no constituyen barreras que bloquean el movimiento entre áreas; congestión, contaminación local y el ruido se reducen al mínimo; barrios, zonas peatonales y el carácter general de las localidades están protegidas por el impacto negativo de los altos niveles de tráfico; y reducción de los gases efecto invernadero .
<b>Estatus y potencial en el país</b>	Dentro del Programa integrado de movilidad urbana sostenible (PIMUS) uno de los productos es la programación de inversión en infraestructura de movilidad urbana, en el cual requerirá los siguiente insumos: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planeamiento de la infraestructura vial que se requiere en el horizonte de proyecto para satisfacer las necesidades de movilidad</li> <li>2. Plan de implementación de los proyectos definidos indicando: plazo, costo estimado, fuentes de financiamiento, población beneficiada</li> <li>3. Se asumirá de forma sistemática la evaluación del impacto “antes y después” de la implantación de las acciones planteadas, principalmente aquellas que tocan la seguridad de vehículos y peatones.</li> </ol>
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Cuando está bien gestionado el tráfico, zonas urbanas son más seguras, más saludables y más agradable para vivir. Hay menos tráfico en los barrios y otros espacios sociales. Las personas con bajos recursos tienen mejores servicios de transporte, porque el transporte público, la bicicleta y caminar es mejor y existe acceso seguro a los viajes y así convertirse en alternativas más viables al uso del vehículo privado (Trubka et al., 2010). Si está bien gestionados el tráfico, vehículos viajan con más facilidad y hay menos retrasos. Esto significa que se ahorra tiempo y hay menos desgaste en los vehículos. Hay menos costos para la salud derivados de la contaminación y los accidentes. Y como el transporte público, caminar y bicicleta ganar una mayor participación de todos los viajes realizados, el costo total de transporte para la sociedad en su conjunto se cae (Newman y Kenworthy, 1999). Que fluye sin problemas de tráfico, siempre y cuando se asocia con un mayor uso de tránsito, peatones y ciclistas, que reducirá la producción de contaminación y gases de efecto invernadero. Si se lleva a cabo mediante la construcción de bastante más capacidad vial sólo puede aumentar el uso del vehículo privado y por lo tanto aumentar el carbono del transporte. Además, cuando la congestión del tráfico se reduce al aumentar otros modos y tráfico motorizado calmante hay menos ruido y un uso más equilibrado y sociable de los espacios públicos.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	El potencial de ahorro de gases de efecto invernadero de las medidas de gestión de tráfico es un tema complejo y polémico. La reducción de la congestión del tráfico mediante el aumento de la capacidad vial dará lugar a la reducción de gases de efecto invernadero de los vehículos individuales, ya que pueden viajar de manera más eficiente, pero no llevar a reducciones en general, ya que atrae más vehículos en las carreteras (Newman y Kenworthy, 1988). Un automóvil que viaja sin problemas a una velocidad moderada puede ser más eficiente que uno dedica a los viajes de parada y arranque, pero si este tráfico más suave conduce a un aumento en el número de vehículos en la carretera el resultado es un aumento neto de las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, si la congestión del tráfico se puede aliviar al

	<p>mismo tiempo, reducir el uso del vehículo privado <i>-a continuación, la reducción de gases de efecto invernadero se puede lograr-</i> por medio de calmar el tráfico, la reducción de espacio vial para estos vehículos, y una serie de medidas de gestión de la demanda.</p>
<p><b>Costos y requerimientos financieros</b></p>	<p>Medidas de gestión de tráfico varían mucho su costo, dependiendo de lo que se hace, sobre qué área o longitud de carretera o vía (si se trata de una medida física), y el grado de cambio necesario. Son cambios o modificaciones de los caminos para agilizar el tráfico, creación de carriles exclusivos para autobuses y bicicletas, un mejor control y seguridad en las intersecciones, de educación vial, y una aplicación más estricta. Estos podrían ser financiados en parte por impuestos y tasas sobre los vehículos privados.</p> <p>Los costos en Panamá van de</p>

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 19: Gestión inteligente de transporte**

<b>Tecnología:</b>	Sistema de transporte inteligentes.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) dónde se aplican tecnologías de la información y comunicación para vehículos y para el transporte de la infraestructura. Esto puede aumentar la fiabilidad, la seguridad, la eficiencia y la calidad de los sistemas de transporte. Un aumento en la eficiencia del sistema de transporte por lo general también conduce a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero asociados. Algunas aplicaciones de SIT, ya están siendo utilizados en los sistemas de información al viajero y vía electrónica. Sistemas avanzados de gestión del tráfico, asistencia eco-conductor, gestión intermodal de mercancías y el transporte público se están desarrollando y se manifiestan en todo el mundo.
<b>Estatus y potencial en el país</b>	En Panamá las aplicaciones móviles son parte del día a día del conductor de vehículos privados y se han presentado como una excelente estrategia para organizar los tiempos de viaje y seleccionar las rutas más cortas para llegar hasta un destino. La empresa Mi Bus realizó el lanzamiento de la herramienta Google Transit, en donde los usuarios podrán conocer las rutas y horarios en que pasará el Metrobús La aplicación móvil es parte del plan de estabilización del sistema de transporte, con esta aplicación los usuarios podrán organizar su tiempo, sabrán la ubicación del bus y la hora en que pasará, con esta implementación, Panamá se convierte en el primer país en Centroamérica y Caribe en tener la información del transporte público en Google Transit <sup>87</sup> , la aplicación aún se encuentra en su fase beta y no aporta información funcional para la fecha. A su vez, el equipo de Tecnologías de la Información del Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), desarrollo un demo funcional de una aplicación que combina dos de las rutas más transitadas en Panamá y brinda alternativas de recorrido a los usuarios para trasladarse tanto en metro, como metrobus o a caminando, y esperan implementarlo para las principales ciudades del país. Aplicaciones como Waze o Google Maps son ampliamente utilizadas en Panamá por los conductores de vehículos privados para obtener información sobre densidad del tráfico y opciones de rutas más rápidas, lo que incentiva la reducción de emisiones GEI por reducción de tiempo de viaje. El potencial de implementar sistemas de transporte inteligentes es muy viable en Panamá.
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Mejora la seguridad vial, el alivio de la congestión y el aumento de la eficiencia del transporte (just-in-time, el uso óptimo de las carreteras). Beneficios económicos: Un mejor sistema de gestión de transporte se traduce directamente en un ahorro de combustible, reduciendo así la dependencia de importación de combustible. Hay menos costos para la salud derivados de la contaminación y los accidentes. El coste de la infraestructura de transporte adicional (por ejemplo, nuevas carreteras, pasos elevados) podría evitarse. Beneficios sociales: Un sistema de transporte eficiente logrado hace que las áreas urbanas más seguro, más sano, lo que aumenta la calidad de vida. Se prevé un uso más equilibrado y sociable de los espacios públicos. Beneficios ambientales: Un buen sistema de gestión de transporte reduce la contaminación del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la reducción de las congestiones de tráfico tráfico motorizado calmante ayuda a

<sup>87</sup> <http://www.diaadia.com.pa/el-pa%C3%ADs/lanzan-sistema-google-transit-para-el-metrob%C3%BAs-299450>

	controlar la contaminación acústica.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) se aplican tecnologías de la información y la comunicación a los vehículos y las infraestructuras de transporte. Esto aumenta la eficiencia de los sistemas de transporte que conducen a una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero asociados. Su también tiene un papel de apoyo para la implementación exitosa de las estrategias de reducción de emisiones de transporte, como los combustibles bajos en carbono, vehículos de bajo consumo de energía, el transporte público y no motorizado, en su mayoría mediante el apoyo a una organización más eficiente del sistema de transporte. En Santiago de Chile, un proyecto que consiste electrónicos Sistema CBTC en una línea de metro, lo que permite determinar la posición exacta y la velocidad de los trenes de metro se puso en práctica. Esto aumentó la eficiencia de las operaciones del tren, lo que resulta en 16 ktCO <sub>2</sub> -eq reductions 16 de emisión / año.
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	A pesar de no contar con información precisa, y por la variedad de costos de implementación, se estima que es una de las tecnologías que requeriría de un menor costo de inversión dentro de la gestión inteligente del transporte.

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 20: Gestión inteligente de transporte**

<b>Tecnología:</b>	Gestión de demanda de vehículos privados.
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	<p>Reducir el uso del vehículo privado, o restringir su crecimiento, es de vital importancia si nuestro objetivo es reducir los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Existen ejemplos de otros países y demuestran que se puede lograr. Está medida generalmente es exitosa cuando otras opciones de transporte son buenas, y cuando los viajeros se les ayuda a darse cuenta de que no tienen que depender de los coches u otros vehículos privados para desplazarse.</p> <p>La gestión demanda de vehículos privados se puede alcanzar estableciendo medidas tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de cambio de hábitos, como por ejemplo los taxis colectivos, vehículos privados compartidos, restricción de circulación a vehículos privados</li> <li>• Políticas de aparcamiento</li> <li>• Desincentivos</li> <li>• Áreas de restricción para que no viajen vehículos privados</li> <li>• Diseño de calles</li> </ul>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>En el caso de Waze y Google Maps, son ampliamente utilizadas en Panamá por los conductores de vehículos privados para obtener información sobre densidad del tráfico y opciones de rutas más rápidas para reducción de tiempo de viaje. Uber, Cabify, TuChofer, son empresas de tecnología que prestan servicios de transporte en vehículos privados, este tipo de medidas disminuye el número de vehículos que hay en las calles, descongestionando el tráfico, ya que en un mismo vehículo movilizará a muchas más personas, y estas dejarán sus vehículos en casa. Uber en Panamá tiene dos años, es un servicio mundial que pretende simplificar el alquiler de autos con conductor. Funciona de forma similar a la de las taxis convencionales, pero con conductores particulares no profesionales. De este modo, el proyecto permite que cualquier conductor ofrezca su vehículo particular para transportar a otras personas<sup>88</sup>. Hay otros mecanismos de gestión de demanda de vehículos privados que consisten en prohibir el tránsito de las placas que terminen en números específicos durante algunos días de la semana, medida incluida en ordenanzas de transporte. El proyecto PIMUS busca mejorar el sistema de transporte público para así apoyar a la gestión de la demanda de vehículos privados y las personas tengan una opción alternativa de transporte.</p>
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	<p>Disminuir el uso del vehículo privado reduce la contaminación local y global del aire, tierra y agua, incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero. El ruido y la congestión también se reducen y menos recursos finitos se consumen.</p>
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	<p>Reducciones de gases de efecto invernadero procedentes de la gestión de la demanda de vehículos privados no son fáciles de estimar, pero potencialmente la elasticidades de demanda de uso del automóvil están calculadas para los cambios de precio de combustible y gastos de aparcamiento, por lo que estos pueden ser utilizados para estimar las reducciones en el uso del coche, pero invariablemente éstos cálculos utilizan datos de los países desarrollados. Las elasticidades de precio de los</p>

<sup>88</sup> <http://www.capital.com.pa/como-funciona-uber-en-panama/>

	<p>combustibles sugieren que un aumento del 10% en el precio dará lugar a una disminución del 3% en el uso de combustible en un año más o menos, y el 5% en 5 a 10 años. Es probable que los cambios debido a los precios serán muy inelástica en las ciudades en desarrollo, donde las alternativas al uso del automóvil son dramáticamente más difíciles (autobuses altamente concurridos, caminos ciclo peligrosos y senderos muy ocupado) . Por lo tanto, es una razón más para asegurar que se introducen estas políticas de gestión de la demanda sólo si las opciones mejor de tránsito, en bicicleta o caminando se están proporcionando a la vez. No es posible estimar el potencial de reducción de gases de efecto invernadero de las otras medidas consideradas en esta descripción de la tecnología.</p>
<p><b>Costos y requerimientos financieros</b></p>	<p>No se ha estimado para Ciudad de Panamá, varía según el tipo de tecnología de gestión a aplicar.</p>

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 21: Programas de capacitación**

<b>Tecnología:</b>	: Programa integral educativo en seguridad vial a todos los niveles (primaria, secundaria, universitaria y adulta).
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	<p>La conducción eficiente es un nuevo estilo de conducción, que contribuye a reducir el consumo de combustible, las emisiones a ambiente y que además, mejora la seguridad en la conducción. En los últimos años, la tecnología de los vehículos ha evolucionado de forma significativa, sin embargo, la forma de conducirlos ha permanecido invariable. La conducción eficiente viene a corregir este desajuste, aportando un nuevo estilo de conducción acorde con estas modernas tecnologías. Aunque algunas de las técnicas de la conducción eficiente pueden aplicarse a todos los vehículos, en realidad están concebidas para vehículos de fabricación posterior al año 1994 aproximadamente (con inyección electrónica). La conducción eficiente ofrece importantes beneficios a los conductores de coches privados, coches de empresa, camiones y autobuses y también a las flotas de vehículos, por medio del ahorro en costes, mejora de la seguridad, mejora del confort en la conducción y reducción de sus emisiones ambientales. La comprobación de la presión de los neumáticos no constituye normalmente una prioridad en los hábitos del conductor, pero una pérdida de presión en los mismos respecto a la recomendada por el fabricante incide de forma importante en el consumo de combustible. Como dato orientativo, una pérdida de presión de 0,3 bares en los neumáticos del vehículo respecto a la recomendada por el fabricante, supone un aumento de consumo de carburante del orden del 3%<sup>89</sup>.</p>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>Panamá presenta gran potencial para la aplicación de esta tecnología, cuenta con La ley 34 de 1998, y el decreto ejecutivo 640 de 2006, regula todo lo concerniente al sistema de transporte terrestre en Panamá<sup>90</sup>, de igual forma, el Gobierno Nacional de la República de Panamá acordó la elaboración de un Plan Nacional de Seguridad Vial, con la cooperación técnica de la OPS/OMS, alineado con la resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas del 2 de marzo de 2010, donde se proclamó el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020. En Panamá, en los últimos años han fallecido en accidentes de tránsito en promedio 434 personas por año y han resultado lesionadas en promedio 10.765 personas por año. Más del 50% de los fallecidos fueron usuarios vulnerables como peatones, ciclistas y motociclistas. En el 2010, el 48% de los accidentes fueron por vehículos livianos, 37% por camiones, buses y microbuses, 9% por bicicletas y motocicletas y 6% otros. En términos de tasa, la mortalidad por accidentes de tránsito es 12,04 por cada 100.000 habitantes, para el 2010 (cerca al promedio de los países de ingresos altos, que es 10,3) y de 1066 accidentes de tránsito.</p> <p>Panamá para abordar este desafío ha desarrollado importantes esfuerzos tales como intensificación y modernización de controles policiales, desarrollo de la infraestructura vial, cambios en el sistema de transporte público y cambios legislativos como por ejemplo la aprobación Ley Número 21 sobre de accidentes de tránsito menores. El censo de 2010 indica que la población de la República de Panamá alcanzó 3.405.813 de habitantes, con una expectativa de crecimiento durante el decenio del 14% (4.1 millones de habitantes para el 2020). Un 65% habita en áreas</p>

<sup>89</sup> [http://www.database.tech-action.org/media/k2/attachments/ref28x10\\_35.pdf](http://www.database.tech-action.org/media/k2/attachments/ref28x10_35.pdf)

<sup>90</sup> <http://www.elpais.cr/2015/05/08/educacion-vial-en-panama/>

	<p>urbanas y un 35% en áreas rurales. El parque vehicular de Panamá para el 2010 era de 612.000 vehículos aproximadamente, es decir, una tasa de motorización de un vehículo por cada 4.8 habitantes. Cabe señalar que el número absoluto del parque vehicular se ha duplicado desde el año 2001, pues en dicho año este indicador correspondió a 314.229. Respecto a la tasa de motorización de vehículo por habitante para ese año la cifra alcanzó 9.6 habitantes por cada vehículo registrado. Lo anterior indica que ha habido un crecimiento explosivo del parque vehicular y por tanto crece la exposición al riesgo de todos los usuarios del sistema de transporte terrestre. Panamá cuenta con una red vial cuya extensión al año 2011 alcanza 13.726 kilómetros de carretera, de los cuales 70% están pavimentados, por tal razón, entra en vigor el Plan Nacional Para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 De la República de Panamá<sup>91</sup> que con el apoyo del Diagnóstico Sobre Movilidad Urbana realizado por el PIMUS, da las bases necesarias para ejecutar un programa integral de capacitación vial a nivel nacional y en todos los niveles educativos, así como lo establece su programa de participación ciudadana para la movilidad urbana: i) Talleres de socialización de los resultados del plan con la comunidad, ii) Estrategia de incorporación ciudadana y campaña de difusión extendida.</p>
<p><b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b></p>	<p>La conducción eficiente supone un ahorro considerable de combustible y por lo tanto, reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> del tráfico. El Programa Europeo de Cambio Climático (PECC) calculó en 2001 un potencial de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> con la conducción eficiente de al menos 50 millones de toneladas métricas, equivalentes a las emisiones anuales de 15 millones de vehículos. La conducción eficiente resulta, pues, una opción de bajo costo y fiable, que ayuda al ahorro energético a alcanzar los objetivos de Kyoto y a mejorar la calidad del aire.</p>
<p><b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b></p>	<p>Con la conducción eficiente se obtienen unos ahorros medios de carburante del orden del 15% y una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en la misma proporción. De la mano de la reducción del consumo viene la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que por cada litro de gasolina o de gasóleo que se consume, se emiten a la atmósfera 2,35 y 2,6 kg de CO<sub>2</sub> respectivamente, luego al reducir el consumo de carburante, se reducen en la misma proporción las emisiones de CO<sub>2</sub>.</p>
<p><b>Costos y requerimientos financieros</b></p>	<p>Programas implementados por la ATTT orientados a la seguridad vial para un periodo de ejecución de un año se ha estimado en alrededor de US\$957 mil dólares.</p>

<sup>91</sup> Plan Nacional, Para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020 de la República de Panamá

**ANEXO I: FICHAS DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN EN EL SUBSECTOR TRANSPORTE**

**FICHA DE TECNOLOGÍA 22: Programas de capacitación**

<b>Tecnología:</b>	Programas de capacitación: Formación de profesionales en gestión de transporte eficiente urbano (Ingenieros de Tránsito).
<b>Introducción y características de la tecnología</b>	<p>Los programas de capacitación y educación superior en gestión de transporte eficiente urbano busca primordialmente proporcionar al especialista una formación exhaustiva para el análisis, evaluación, planificación y gestión del transporte, según las potencialidades e integración de los distintos modos, su funcionamiento e inserción a escala nacional y el posicionamiento del país en la región y el mundo, considerando los impactos en lo económico, social y ambiental en las múltiples dimensiones de la movilidad urbana, interurbana y regional de personas y cargas. Otros objetivos a alcanzar es el:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Conocimiento del diseño y funcionamiento de las infraestructuras para el intercambio modal, tales como puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias y centros logísticos de transporte.</li> <li>II. Capacidad para la realización de estudios de ingeniería y planificación del transporte, funciones y modos de transporte, el transporte urbano, la gestión de los servicios públicos de transporte, la demanda, los costes, la logística y la financiación de las infraestructuras y servicios de transporte.</li> <li>III. Capacidad para analizar y diagnosticar la presencia de las infraestructuras en el territorio y su ordenación incluyendo condicionantes económicos, ambientales, sociales y culturales desde la perspectiva del desarrollo sostenible.</li> <li>IV. Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.</li> </ol> <p>El crecimiento económico, la evolución de la sociedad y las expectativas de desarrollo territorial originan una demanda de funcionalidad, calidad y sostenibilidad del transporte y de la ciudad. La creciente necesidad de que la actividad social y económica sea sostenible ambiental, social y económicamente demanda una mejora constante de la concepción funcional de las infraestructuras y su calidad, de los servicios que prestan y de la concepción de la ciudad y el territorio donde se implementan. Los Máster profundizan en el conocimiento conexo en las materias de urbanismo y territorio, así como en sus sistemas de transporte, tanto terrestre como marítimo. En las primeras, fundamentalmente profundiza en los aspectos relacionados con la planificación; en cuanto al transporte, además de los aspectos de carácter planificador, se avanza en aspectos de diseño, explotación y gestión. La Universidad de Buenos Aires oferta la Maestría en Planificación y Gestión del Transporte, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, una Maestría en Ingeniería del Transporte y la Universidad Politécnica de Valencia tiene un Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo, y la Universitat Politècnica de Catalunya, la cátedra de Planificación y Gestión del Transporte en el Territorio.</p>
<b>Estatus y potencial en el país</b>	<p>En la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Panamá acaba de entrar en vigencia el Curso de la Carrera de Licenciatura en Mecánica Automotriz, fomentándose la capacitación de profesionales en el tema a nivel nacional.</p> <p>Se cuenta con la disposición del personal, infraestructura, y logística necesaria para las capacitaciones en las universidades nacionales, como la Universidad Tecnológica de Panamá y la Universidad de Panamá. El programa de participación ciudadana para</p>

	la movilidad urbana del PIMUS establece la realización de talleres de socialización de los resultados del plan con la comunidad, estrategia de incorporación ciudadana y campaña de difusión extendida, estrategias similares se muestran en el Plan Nacional para el decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 de la República de Panamá.
<b>Beneficios económico, sociales y ambientales</b>	Las formación de profesionales en gestión eficiente del transporte fomenta la transferencia tecnológica y la posible puesta en marcha de un sistema de proyectos que crearan empleos y traerán beneficios sociales, económicos y ambientales en el país.
<b>Beneficios de mitigación del cambio climático</b>	Todas estas acciones conllevan a la reducción de emisiones de GEI, mas por su naturaleza se hace difícil de estimar a precisión.
<b>Costos y requerimientos financieros</b>	Aproximadamente de USD \$2000 a \$3000 es el costo de capacitación por estudiante.