

**MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO**

TÍTULO

**FUENTES MÓVILES EN RUTA DE GUATEMALA Y LOS
GASES DE EFECTO INVERNADERO, AÑO BASE 2013
(UNA PERSPECTIVA Y UNA APROXIMACIÓN)**



**CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA
15 DE SEPTIEMBRE DE 2015**

**MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO**

TÍTULO

**FUENTES MÓVILES EN RUTA DE GUATEMALA Y LOS
GASES DE EFECTO INVERNADERO, AÑO BASE 2013
(UNA PERSPECTIVA Y UNA APROXIMACIÓN)**

ABELARDO PÉREZ ZAMORA

**CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA
15 DE SEPTIEMBRE DE 2015**

El presente informe fue elaborado por Abelardo Pérez Zamora, como un aporte para la gestión ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

La información y los juicios contenidos en este informe pertenecen al autor, salvo los indicados entre comillas que pertenecen y son propias de los documentos citados en cada pie de página y la bibliografía correspondiente. Así mismo, no necesariamente refleja la opinión o punto de vista del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de su contenido.

Este informe en su impresión constituyó un número limitado de ejemplares.

Portada: Fuentes Móviles en Ruta contiguo Puentes Gemelos del Trébol de la Ciudad de Guatemala, por Abelardo Pérez Zamora.

ÍNDICE GENERAL

	Página
PRESENTACIÓN	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO 1. TRANSPORTE	1
1.1 Transporte motorizado	1
1.2 Gases de efecto invernadero del transporte motorizado	3
1.3 Designaciones del transporte	4
1.4 Emisiones de gases de efecto invernadero del sector transporte motorizado	4
1.5 Antecedente del Transporte motorizado y las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero emitidos por el Transporte, Transporte Terrestre y por las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala	5
CAPÍTULO 2. PARQUE VEHICULAR, FUENTES MÓVILES EN RUTA DE GUATEMALA Y SUS EMISIONES, AÑO BASE 2013	9
2.1 Parque vehicular de Guatemala	9
2.2 Número de Fuentes Móviles en Ruta y su combustible	10
2.3 Combustibles y emisiones de gases de efecto invernadero	11
2.4 Diseño del motor de las Fuentes Móviles en Ruta y emisiones de gases de efecto invernadero	20

2.5	Emisiones de gases de efecto invernadero emitidos por las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala en escenario bajas emisiones, año base 2013	23
CAPÍTULO 3. INCERTIDUMBRE DE LAS EMISIONES		31
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA		33
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		39
5.1	Incremento del Parque Vehicular y de las Fuentes Móviles en Ruta	39
5.2	Las Fuentes Móviles en Ruta año base 2013 y sus emisiones	40
5.3	Escenario de emisiones de dióxido de carbono en las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala año base 2013	42
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES		45
CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES		49
CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA		51
CAPÍTULO 9. GLOSARIO		55
ÍNDICE DE GRÁFICAS		
Gráfica No. 1	Parque Vehicular 2005 a 2011 y las Emisiones de CO ₂ del Transporte, Transporte Terrestre y de las Fuentes Móviles en Ruta años 2005, 2010 y 2011	7
Gráfica No. 2	Parque Vehicular de Guatemala años 2005 a 2013	9
Gráfica No. 3	Número de unidades y subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala año 2013	11

Gráfica No. 4	Número de unidades y subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala año 2013 por tipo de combustible utilizado	13
Gráfica No. 5	Gases de efecto invernadero emitido por las Fuentes Móviles en Ruta 2013	14
Gráfica No. 6	Emisiones de CO ₂ de las Fuentes Móviles en Ruta Año Base 2011 y 2013	15
Gráfica No. 7	Subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala año 2013 y sus emisiones de CO ₂	17
Gráfica No. 8	Emisiones de CO ₂ de las Fuentes Móviles en Ruta por tipo de combustible utilizado año 2013	18
Gráfica No. 9	Emisiones de CO ₂ por tipo de combustibles y subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta año 2013	19
Gráfica No. 10	Emisiones de CO ₂ proveniente de las Fuentes Móviles en Ruta año 2013 respecto al diseño del motor	22
Gráfica No. 11	Emisiones de CO ₂ de las Fuentes Móviles en Ruta año 2013 en Condición Normal y Escenario de Bajas Emisiones	25
Gráfica No. 12	Emisiones de CO ₂ de las Fuentes Móviles en Ruta de Gasolina y Diesel año 2013 en Condición Normal y Escenario Bajas Emisiones	26

Gráfica No. 13	Emisiones de CO ₂ de las Fuentes Móviles en Ruta a Gasolina año 2013 en Condiciones Normales y Escenario Bajas Emisiones	27
Gráfica No. 14	Emisiones de CO ₂ de las Fuentes Móviles en Ruta a Diesel año 2013 en Condiciones Normales y Escenario Bajas Emisiones	28
Gráfica No. 15	Emisiones de CO ₂ de las Fuentes Móviles en Ruta año 2013 y escenario tendencial bajas emisiones año 2015	29

PRESENTACIÓN

El informe denominado FUENTES MÓVILES EN RUTA DE GUATEMALA Y LOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, AÑO BASE 2013 (UNA PERSPECTIVA Y UNA APROXIMACIÓN), presenta los gases de efecto invernadero y un probable escenario de bajas emisiones de dióxido de carbono (CO₂), resultantes de las Fuentes Móviles en Ruta por la utilización de combustibles fósiles.

La metodología utilizada para estimar las emisiones, participa en la métrica para establecer emisiones de gases de efecto invernadero en las Fuentes Móviles en Ruta.

En cuanto a la información básica y sustantiva utilizada, se agradece al MEM, SAT, CIV y al MARN, por la información que fuera compartida para la elaboración de este informe.

Por otra parte, se reconoce a las instituciones como: CEPAL, BID, IPCC, IEA, GARSOUND, CONADUR, PNUMA, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología, Lents, et al, Pérez A., por utilizar sus publicaciones como referencias bibliográficas y particularmente a ISSRC por utilizar su Modelo.

Finalmente, este informe no compite con otros inventarios de emisiones; sin embargo puede contribuir a la parte informativa del sector transporte y de las Fuentes Móviles en Ruta, particularmente hacia una movilidad intergeneracional.

Guatemala 15 de septiembre 2015.

Abelardo Pérez Zamora
Dirección de Cambio Climático
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

INTRODUCCIÓN

Las Fuentes Móviles en Ruta juegan un papel importante en el desarrollo económico de un país, transportando o movilizandoo personas y mercancías. Ese mismo desarrollo, trae consigo el incremento de la adquisición y utilización de estas unidades.

Por otra parte, la utilización de las Fuentes Móviles en Ruta conlleva inherentemente el uso y combustión de combustibles fósiles, como la gasolina y diesel. La combustión de combustible gasolina y diesel, generan emisiones de gases de efecto invernadero en esta categoría de fuente.

Los gases de efecto invernadero emitidos por las Fuentes Móviles en Ruta, contribuyen al cambio climático, constituyendo este un problema y amenaza mundial, según reconocimiento de organismos internacionales especializados con el tema, como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Banco Internacional de Desarrollo, entre otros.

Los registros respecto al Parque Vehicular de Guatemala, se encuentran en los documentos de la Superintendencia de Administración Tributaria -SAT-; estos registros fueron proporcionados por la SAT el cual señala, que en el año base 2013 se tienen documentados un total 2,562,925 unidades.

De la cantidad de unidades registradas por la SAT en el año 2013, el 98.67 % constituyen Fuentes Móviles en Ruta y únicamente el 1.33 % está conformado por unidades haladas y unidades que no circulan por la vía pública.

Las Fuentes Móviles en Ruta, según los registros de la SAT el 99.999 % combustionan gasolina y diesel, como resultado de la quema de combustible se generan emisiones de gases de efecto invernadero, entre otros contaminantes.

Para el año base 2013, las Fuentes Móviles en Ruta emitieron 12,434,057 toneladas métricas de gases de efecto invernadero; de los cuales el 99.801 % corresponden a emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Las Fuentes Móviles en Ruta que más predominan, lo constituyen las unidades que utilizaron gasolina como combustible; sin embargo predominantemente las emisiones de dióxido de carbono, provino de las unidades que utilizaron diesel como combustible.

Tomando en cuenta la cantidad de emisiones de CO₂ emitidas por las Fuentes Móviles en Ruta en el año base 2013, se consideró importante modelar las emisiones para el escenario de bajas emisiones en el año 2013 y 2015.

Los escenarios de bajas emisiones que se presentan, toman en cuenta las fuerzas controladoras; es decir las variables que pueden contribuir en la reducción de emisiones de CO₂. Los resultados del modelamiento en el escenario de bajas emisiones, presentan reducción de emisiones de CO₂ para el año base 2013, en el orden 3,586,437 toneladas métricas año.

Para establecer la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero emitidos por las Fuentes Móviles en Ruta año 2013, en condiciones normales y en escenarios de emisiones, se utilizó el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares.

Finalmente los resultados contenidos en este informe, constituyen una perspectiva, en virtud que existen otras metodologías para estimar emisiones; así mismo una aproximación, debido a la cantidad de emisiones que generan las Fuentes Móviles en Ruta. El proceso de estimar emisiones, constituye metodología inherente en la realización de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

CAPÍTULO 1. TRANSPORTE

1.1 Transporte Motorizado.

El Transporte, es un medio de movilización de personas, bienes y mercancías entre un punto y otro; dentro de la categoría transporte se encuentra el transporte terrestre, que a su vez se puede clasificar en transporte motorizado y no motorizado.

El transporte motorizado constituye una unidad equipada con motor de autopropulsión, es decir que utiliza un combustible como la gasolina o el diesel, entre otros combustibles.

El Transporte juega un papel importante en el desarrollo de los pueblos, en este sentido el documento EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MOVILIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Una hoja de ruta para la sostenibilidad, señala: “El desarrollo económico tradicionalmente viene acompañado de una transformación importante en la movilidad de personas y mercancías”¹, por otra parte manifiesta que “La mayoría de la movilidad en nuestros días, a pesar de los esfuerzos, depende inherentemente del consumo de combustibles fósiles”².

El documento EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MOVILIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, hace notar “Dada la importancia de la movilidad como una de las principales actividades consumidoras de combustibles fósiles, y en consecuencia también como fuente de emisiones y otras externalidades”³. En este sentido se reconoce al transporte como una las fuentes principales de emisiones y particularmente emisiones de gases de efecto invernadero.

¹ La eficiencia energética y la movilidad, pág. 21, segundo párrafo.

² La eficiencia energética y la movilidad, pág. 21, tercer párrafo.

³ La eficiencia energética y la movilidad, pág. 21, cuarto párrafo.

En cuanto al incremento de transporte en los países y particularmente en los países de Latinoamérica y el Caribe, el documento Estrategias de Mitigación y Métodos para la Estimación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte señala: “A medida en que los países de ALC [América Latina y el Caribe] se modernizan y desarrollan, las tendencias sugieren que ello estará acompañado por un aumento en la adquisición y el uso de automotores”⁴.

Por otra parte y en consonancia con los aspectos que se manifiestan en el párrafo anterior, el informe La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe, en su abordaje relacionado con el crecimiento económico y las bajas emisiones de carbono señala: “este mayor dinamismo económico y sus consecuentes logros sociales plantean también riesgos y paradojas importantes, según los cuales resulta difícil sostener el actual estilo de desarrollo en el largo plazo, pues se basa en cimientos aún frágiles que tal vez ya se estén debilitando...”. “Estas pautas de consumo inciden de manera significativa en la dinámica económica y ocasionan considerables externalidades negativas, tales como la generación de residuos, la contaminación atmosférica, el deterioro o la destrucción del medio ambiente, una mayor explotación de los recursos naturales renovables y no renovables, y la producción de gases de efecto invernadero que ocasionan el cambio climático”⁵.

Relacionado al destino de los gastos en la adquisición de hidrocarburos y transporte motorizado, el informe La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible señala: “esta concentración del gasto se condice con la marcada tenencia de automóviles particulares entre los grupos de ingresos medianos y altos. En este contexto, destaca la rápida expansión de la flota vehicular, que en varias ciudades de la región se traduce en un veloz crecimiento de la

⁴ Urgencia del problema que enfrentamos, pág. 12.

⁵ La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe, La senda hacia un crecimiento económico basado en la igualdad y bajas emisiones de carbono, pág. 73.

tasa de motorización. Por ende es posible que la tenencia de automóviles y su uso intensivo se vayan transmitiendo a otros sectores sociales”⁶.

En relación al consumo de combustible de parte del transporte motorizado, el documento OIL Medium-Term Market Report 2014 -IEA-⁷ señala que el transporte por carretera utiliza predominantemente gasolina, le sigue el diesel y pequeña cantidad utiliza gas licuado de petróleo.

Respecto a las externalidades del uso del transporte, el informe La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe puntualiza: “el transporte en las zonas urbanas de América Latina, basado cada vez más en vehículos privados y el consiguiente aumento del consumo de gasolina, configura una compleja red de externalidades negativas, como los costos asociados a los accidentes de tránsito, la congestión vehicular, la construcción de una infraestructura específica proclive a las emisiones de CO₂”⁸.

1.2 Gases de efecto invernadero del transporte motorizado.

El informe Cambio Climático 2007 Bases de Ciencia Física, define en cuanto a gases de efecto invernadero en los términos siguientes: “componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropogénico, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación térmica emitida por la superficie de la tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. ..el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son los principales gases de efecto invernadero primario de la Atmósfera”⁹.

⁶ La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe, La senda hacia un crecimiento económico basado en la igualdad y bajas emisiones de carbono, pág. 76.

⁷ Sector Transporte. pág. 43. Agencia Internacional de Energía.

⁸ La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe La senda hacia un crecimiento económico basado en la igualdad y bajas emisiones de carbono. pág. 81.

⁹ Anexo I Glosario, pág. 145.

Los gases de efecto invernadero antropogénico contribuyen al cambio climático, según el informe La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe, en su apartado Desarrollo sostenible y estrategias de mitigación en el contexto de una economía global, señala: “que el cambio climático es un problema mundial que ocurre en el contexto de una economía global”, así mismo el informe señala que “el cambio climático constituye una externalidad negativa global”¹⁰.

1.3 Designaciones del transporte.

Para el abordaje de la cuantificación y categorización de las unidades de transporte y particularmente orientado a las emisiones que estas generan, se utilizan varias designaciones, tales como Transporte Terrestre¹¹ (Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero), Transporte Público y Privado¹² (Ley de Cambio Climático), Fuentes Móviles en Ruta¹³, Parque Vehicular¹⁴, entre otros.

1.4 Emisiones de gases de efecto invernadero del transporte motorizado.

El Transporte motorizado y particularmente las Fuentes Móviles en Ruta contribuyen en las emisiones de gases de efecto invernadero, en ese sentido el documento Estrategias de Mitigación y Métodos para la Estimación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte señala: “..la propia comunidad encargada de las políticas del transporte se enfrenta al desafío de tener que responder al hecho de que el transporte no solamente ocupa el segundo lugar entre los factores que

¹⁰ Desarrollo sostenible y estrategias de mitigación en el contexto de una economía global, pág. 69 y 71.

¹¹ Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Cuadro 4.1, 1A3b, pág. 4.8.

¹² Correspondiente al capítulo mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, Decreto 7-2013, pág. 12.

¹³ Lents et al, se refieren a la categoría de fuentes de emisión (capítulo 6.1.4.2).

¹⁴ Categorización de las unidades registradas por la Superintendencia de Administración Tributaria.

contribuyen a las emisiones de GEI en los países de ALC, sino se trata además del sector de más rápido crecimiento en dichas emisiones”¹⁵.

En cuanto a las emisiones de las Fuentes Móviles en Ruta, Lents, et al., señala: “Las emisiones provenientes de vehículos en ruta que contribuyen al calentamiento global incluyen: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O)... “La cantidad de dióxido de carbono en el gas de escape es un resultado directo del uso de combustible, “Sin embargo, los factores predominantes que determinan las tasas de emisión de CO₂ son el tamaño y diseño del motor y el tipo de combustible utilizado”¹⁶, adicionalmente “existe una relación cercana entre la demanda de potencia de un vehículo y las emisiones que éste produce”¹⁷.

1.5 Antecedente del Parque Vehicular y las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero emitidos por el Transporte, Transporte Terrestre y por las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala.

El Transporte, Transporte Terrestre o las Fuentes Móviles en Ruta, independientemente de la manera de su designación o concepto que se utilice al respecto, estas unidades contribuyen a las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero; estas emisiones se encuentran relacionadas directamente con la cantidad, categoría (tamaño y tipo), diseño de motor características y tipo de combustible, recorrido e indirectamente con otras condiciones en que circula esta categoría de fuente.

En cuanto a la información o estadística, respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte motorizado en Guatemala, se identificaron algunos

¹⁵ Urgencia del problema que enfrentamos, pág. 13.

¹⁶ Teoría de Operación del Modelo (IVE), capítulo 6.2.5.2.

¹⁷ Teoría de Operación del Modelo (IVE), capítulo 6.2.5.2.

documentos elaborados por organismos internacionales relacionados con el tema y particularmente información o estudios de carácter nacional.

En el ámbito internacional, la Agencia Internacional de Energía en su documento CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS, señala que las emisiones de CO₂ en el 2010 en el sector transporte en Guatemala fue de “5.6 millones de toneladas”¹⁸.

En el ámbito nacional, el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero Año Base: 2005¹⁹, en la subcategoría Transporte Terrestre reporta 5,755.896 Giga gramos de Dióxido de Carbono (CO₂), 0.9407 Giga gramos de Metano (CH₄) y 0.0484 Giga gramos de Óxido Nitroso (N₂O).

Por otra parte, en el informe de emisiones de las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala presentado por Pérez A., 2013²⁰, indica que las emisiones de gases de efecto invernadero proveniente de esta categoría de fuente ascendieron a 10,763,298 toneladas métricas de Dióxido de Carbono (CO₂), 17,790 toneladas métricas de Metano (CH₄) y 67 toneladas métricas de Óxido Nitroso (N₂O), para el año base 2011.

Las emisiones de gases de efecto invernadero documentadas en cada uno de los informes señalados anteriormente, se realizaron considerando definiciones y conceptos distintos como “Transporte”²¹, “Transporte Terrestre”²² y “Fuentes Móviles en Ruta”²³, incluso metodologías diferentes.

¹⁸ Emisiones de CO₂ por sector 2010, pág. 71.

¹⁹ Informe de las Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero de Guatemala.

²⁰ Estimación de las emisiones de las Fuentes Móviles en Ruta año base 2011 (Recalculado).

²¹ Término empleado por la Agencia Internacional de Energía, edición 2012.

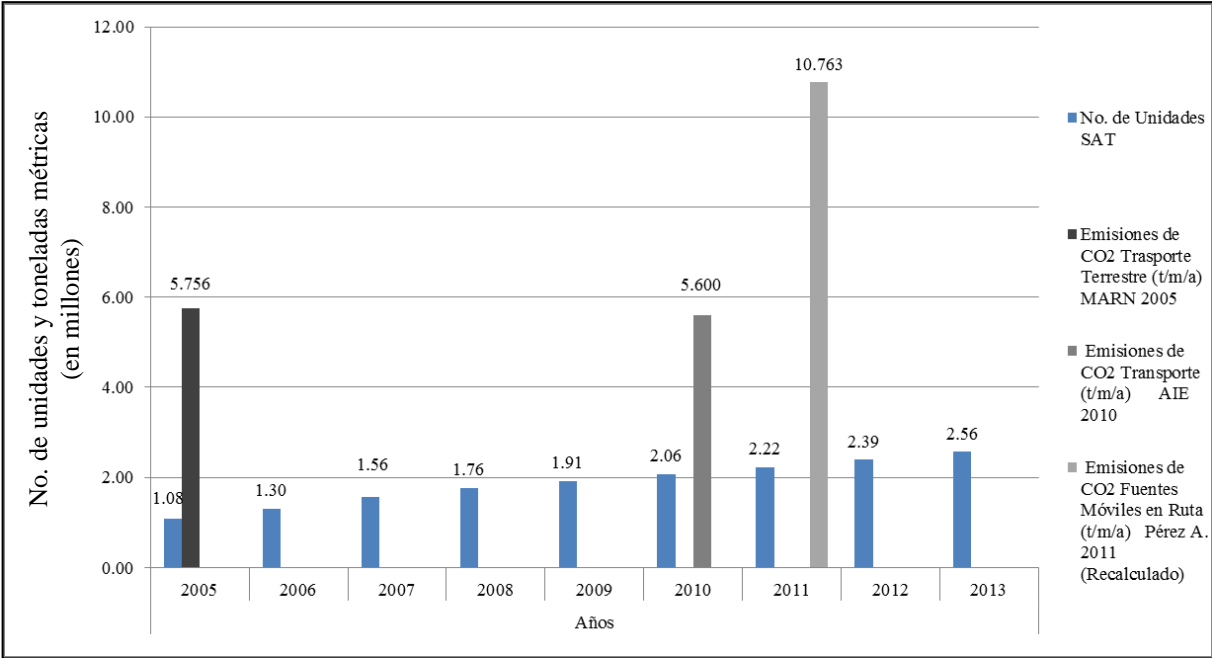
²² Término utilizado en el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero Año Base: 2005, Anexo No. 1 Sector Energía, pág. 27.

²³ Término y concepción metodológica acogido por Pérez A. 2013.

Respecto a la cantidad de unidades y las emisiones del Transporte, Transporte Terrestre y Fuentes Móviles en Ruta, en la siguiente gráfica se compara la cantidad de unidades denominadas por la Superintendencia de Administración Tributaria como Parque Vehicular y las emisiones de CO₂ por cada tipo de fuente de información señalada y el año correspondiente. Gráfica No. 1.

Gráfica No. 1

Parque Vehicular 2005 a 2011 y las Emisiones de CO₂ del Transporte, Transporte Terrestre y de las Fuentes Móviles en Ruta años 2005, 2010 y 2011



Fuente: Por elaboración propia con datos de las fuentes indicadas.

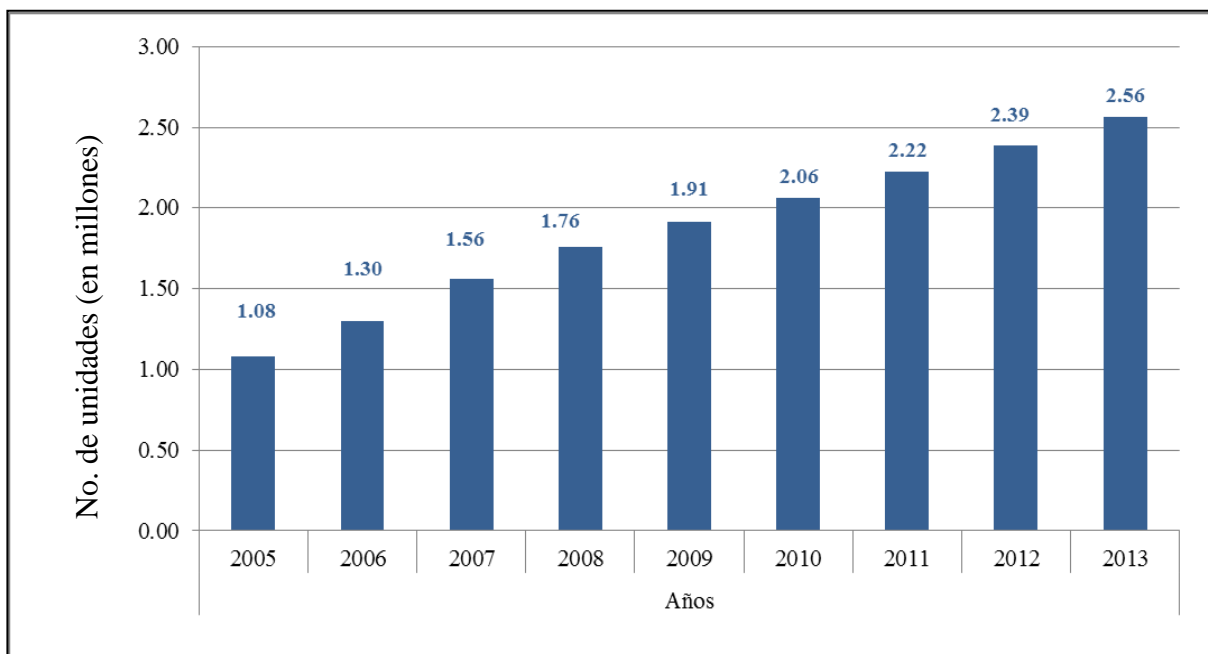
CAPÍTULO 2. PARQUE VEHICULAR, FUENTES MÓVILES EN RUTA DE GUATEMALA Y SUS EMISIONES, AÑO BASE 2013

2.1 Parque vehicular de Guatemala.

En Guatemala los datos en cuanto a la cantidad de unidades de transporte motorizado, se encuentran en los registros de la Superintendencia de Administración Tributaria -SAT-.

En los documentos de la -SAT- de Guatemala, se tienen registrados 2,562,925 unidades de transporte motorizado y las unidades haladas en el año 2013; particularmente en su información Parque Vehicular, Clasificado por Departamento. Para los propósitos de este informe se presenta la cantidad del Parque Vehicular en los años 2005 a 2013. Gráfica No. 2.

Gráfica No. 2
Parque Vehicular de Guatemala años 2005 a 2013



Fuente: Por elaboración propia con datos de la SAT.

2.2 Número de Fuentes Móviles en Ruta y su combustible.

Tal como se hace referencia en este capítulo en cuanto al parque vehicular, para el efecto de este informe se utiliza la denominación Fuentes Móviles en Ruta como “cualquier fuente que normalmente opere en carreteras públicas. Esto incluye autos de pasajeros, camiones, buses, motocicletas y vehículos de tres ruedas”²⁴. Es oportuno resaltar que las Fuentes Móviles en Ruta cuentan con “dispositivo mecánico de autopropulsión”²⁵.

Dentro de la cantidad del parque vehicular, existen unidades haladas; es decir unidades que no cuentan con motor de combustión interna y otras unidades que por su tipo y funcionamiento no circulan en la vía pública como en el interior de fincas, industrias, etc.

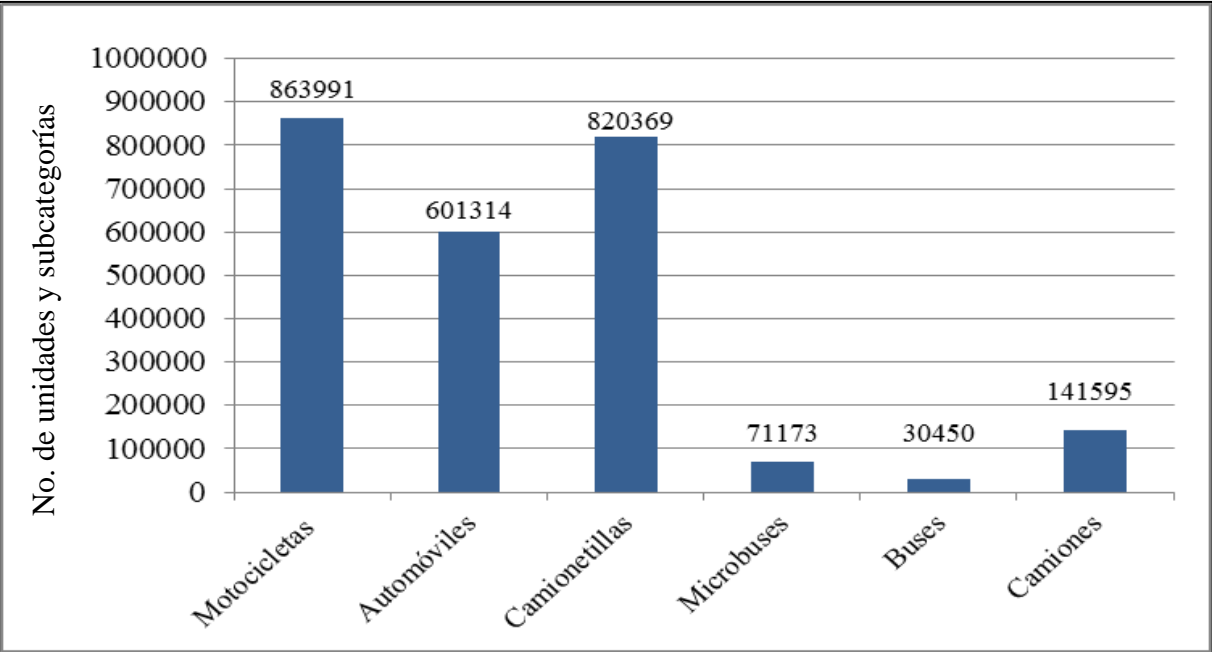
De la información Parque Vehicular Activo a Diciembre 2013 de la SAT, el 98.67 % (2,528,892 unidades) constituyen Fuentes Móviles en Ruta y únicamente el 1.33 % (34,033 unidades) corresponde a Fuentes Móviles Fuera de Ruta, es decir esta última categoría corresponde a unidades que no circulan en vía pública y/o no cuentan con motor de combustión interna.

²⁴ Lents et al, se refieren a la categoría de fuentes de emisión (capítulo 6.1.4.2).

²⁵ Definiciones contenidas el Acuerdo Gubernativo 379-2010.

Respecto a la distribución de las Fuentes Móviles en Ruta, desde la perspectiva de categoría (tipo y tamaño) y la cantidad de unidades correspondientes en cada subcategoría, estos se presentan en la Gráfica No. 3.

Gráfica No. 3
Número de unidades y subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta
de Guatemala año 2013



Fuente: Por elaboración propia con datos de la SAT.

2.3 Combustibles y emisiones de gases de efecto invernadero.

La movilidad a través de Fuentes Móviles en Ruta, conlleva el uso de combustibles fósiles como la gasolina y el diesel, particularmente en la combustión de dichos combustibles se generan emisiones de gases de efecto invernadero.

Las emisiones de gases de efecto invernadero emitidos por las Fuentes Móviles en Ruta se encuentran influenciadas por el tipo de combustible que utilizan, en este sentido la base de datos proporcionado por la SAT, indica específicamente dos tipos de

combustibles (gasolina y diesel) utilizados por las Fuentes Móviles en Ruta en el año 2013.

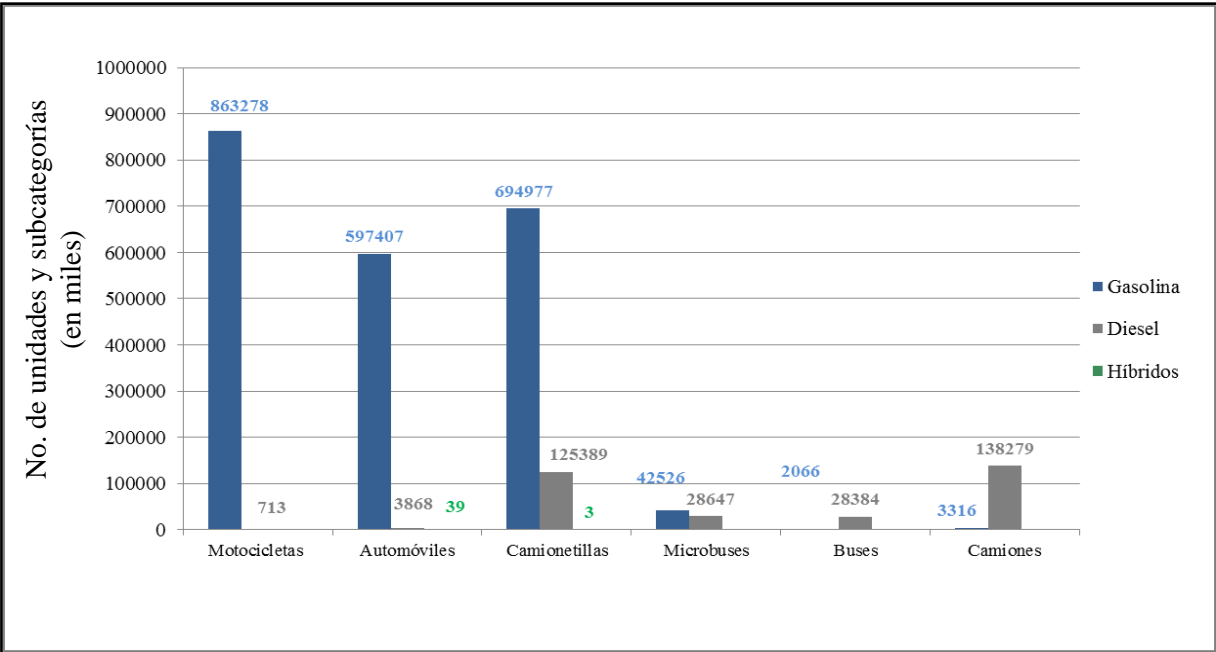
Por otra parte, la base de datos de la SAT indica que existen algunas unidades Híbridas, se entiende por Fuentes Móviles en Ruta Híbridos, aquellos “Vehículos eléctricos híbridos... se impulsan utilizando una combinación de motor de combustión interna y motor eléctrico..... El motor de combustión se apaga y vuelve a encenderse automáticamente al girar en ralentí.... Los vehículos híbridos utilizan energía de batería para prestar asistencia al motor cuando es necesario”²⁶.

²⁶ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Manual para una Flota Limpia, relativo a los vehículos avanzados disponibles actualmente, modulo 13.

Para comparar la cantidad y las subcategorías de las Fuentes Móviles en Ruta respecto al tipo de combustible utilizado, se muestra en la Gráfica No. 4 la cantidad y subcategoría que utilizaron gasolina (87.14 %), diesel (12.86 %) y 42 unidades híbridas; es decir la cantidad de Fuentes Móviles en Ruta está compuesto principalmente por unidades a gasolina y las subcategorías predominantes, lo constituyen las motocicletas y las camionetillas.

Gráfica No. 4

Número de unidades y subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala año 2013 por tipo de combustible utilizado

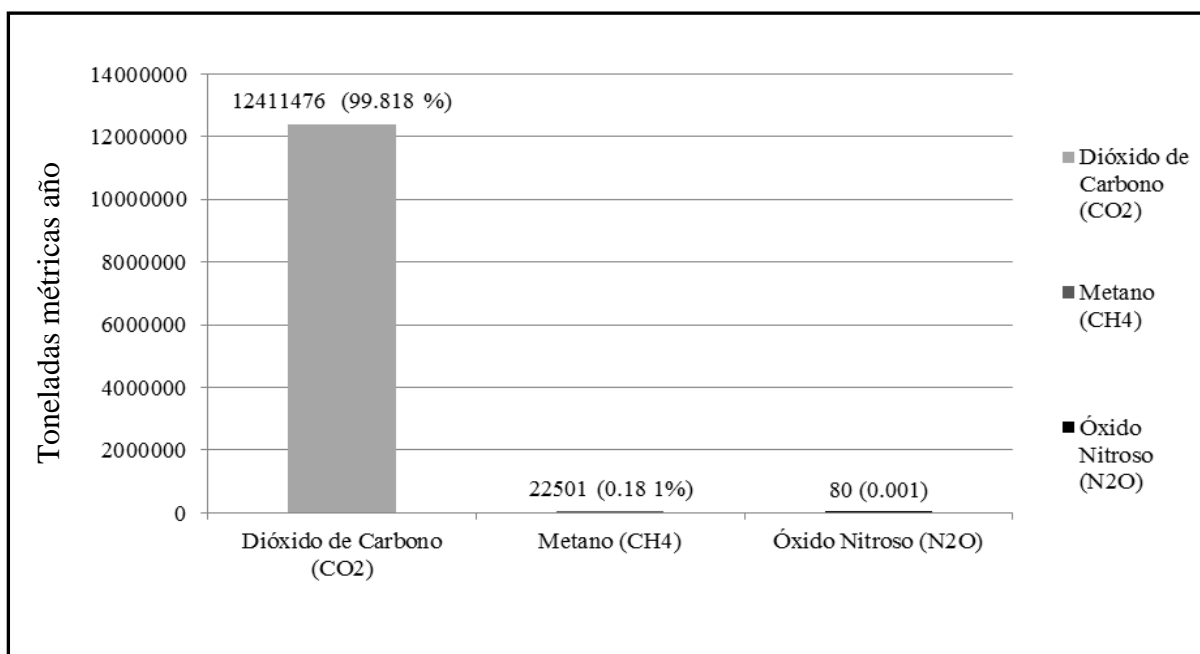


Fuente: Por elaboración propia con datos de la SAT.

En relación a la cantidad emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2 , CH_4 y N_2O) emitido por las Fuentes Móviles en Ruta en el año 2013, estas emisiones ascendieron a 12,434,057 toneladas métricas año; de dicha cantidad el 99.801 % corresponden a emisiones de dióxido de carbono, el 0.181 % corresponden a emisiones de metano y 0.001% corresponden a emisiones de óxido nitroso (Gráfica No. 5).

Gráfica No. 5

Gases de Efecto Invernadero emitido por las Fuentes Móviles en Ruta 2013



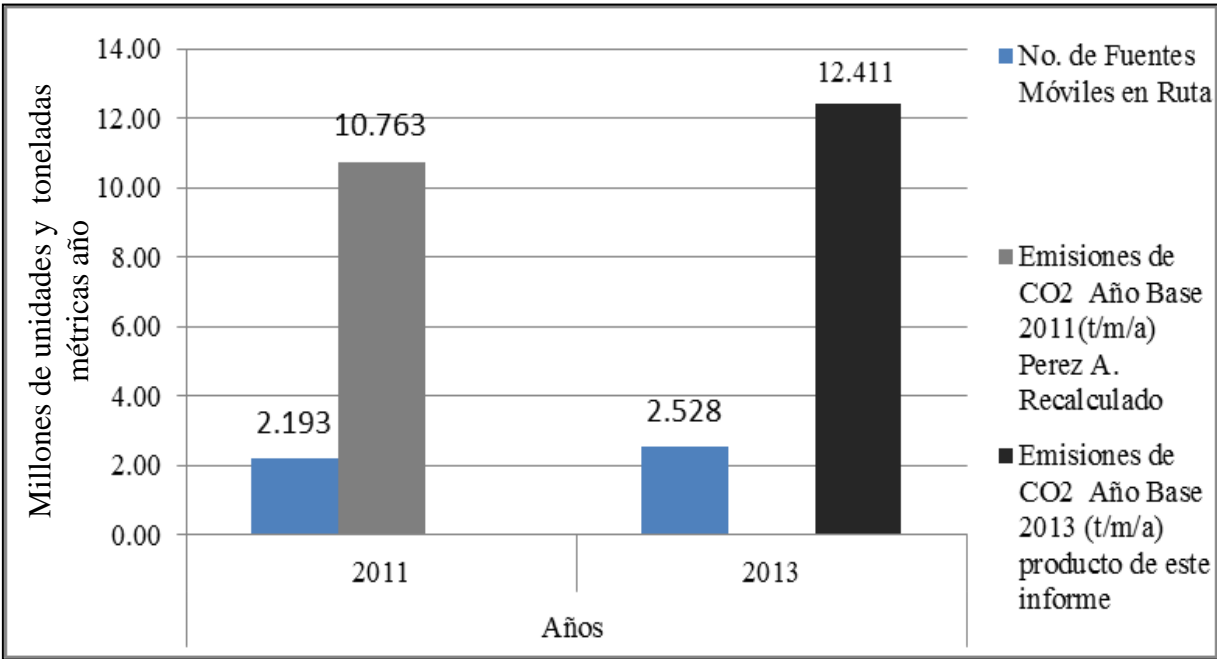
Fuente: Resultado de las emisiones de gases de efecto invernadero como resultado de la corrida del Modelo.

En cuanto a las emisiones de CO₂ emitidas por las Fuentes Móviles en Ruta en los años base 2011 y 2013, en la Gráfica No. 6 se puede observar que existe un cambio hacia el incremento de estas emisiones en el orden de 15.31 % respecto al año base 2011.

Es de notar que las emisiones de las Fuentes Móviles en Ruta de los años 2011 y 2013 citadas en este informe, se estimaron utilizando el mismo Modelo (Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares), con la diferencia que para el año 2013 se contó con mayor información de la velocidad y recorrido de las unidades; adicionalmente el tipo y las subcategorías de unidades se sub clasificaron dependiendo del diseño del motor.

Gráfica No. 6

Emisiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta Año Base 2011 y 2013



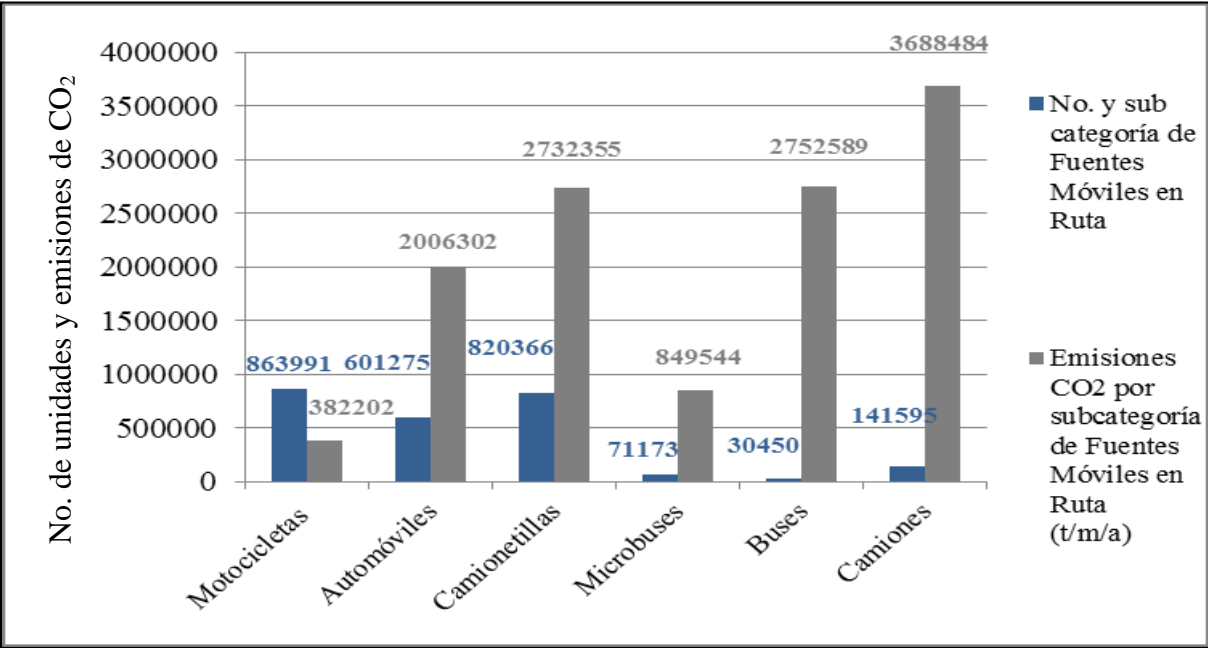
Fuente: Resultado de las emisiones de gases de efecto invernadero como resultado de la corrida del Modelo.

Por otra parte, tomando en consideración la cantidad de emisiones de CO₂ proveniente de las Fuentes Móviles en Ruta, se presentan las emisiones de CO₂ respecto a las subcategorías y número de Fuentes Móviles en Ruta; al combinar estas variables, se puede apreciar que la mayor cantidad de CO₂ se presenta en las unidades denominados camiones y la menor cantidad se observa en las unidades denominadas motocicletas (Gráfica No. 7).

Particularmente, las emisiones de CO₂ en las Fuentes Móviles en Ruta año base 2013, se produjeron de manera distinta en las 6 subcategorías, la mayor cantidad de emisiones se produjeron en las subcategorías camiones, buses y camionetillas. (Gráfica No. 7).

Respecto al número de unidades y la cantidad de emisiones de CO₂, se puede apreciar que la subcategoría motocicleta cuenta con mayor número de unidades, sin embargo sus emisiones son menores comparado con las que emiten otras subcategorías; las subcategorías buses y camiones cuenta con pocas unidades, sin embargo la cantidad de emisiones es elevada respecto a las otras subcategorías. (Grafica No. 7).

Gráfica No. 7
Subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta
de Guatemala año 2013 y sus emisiones de CO₂ (t/m/a)

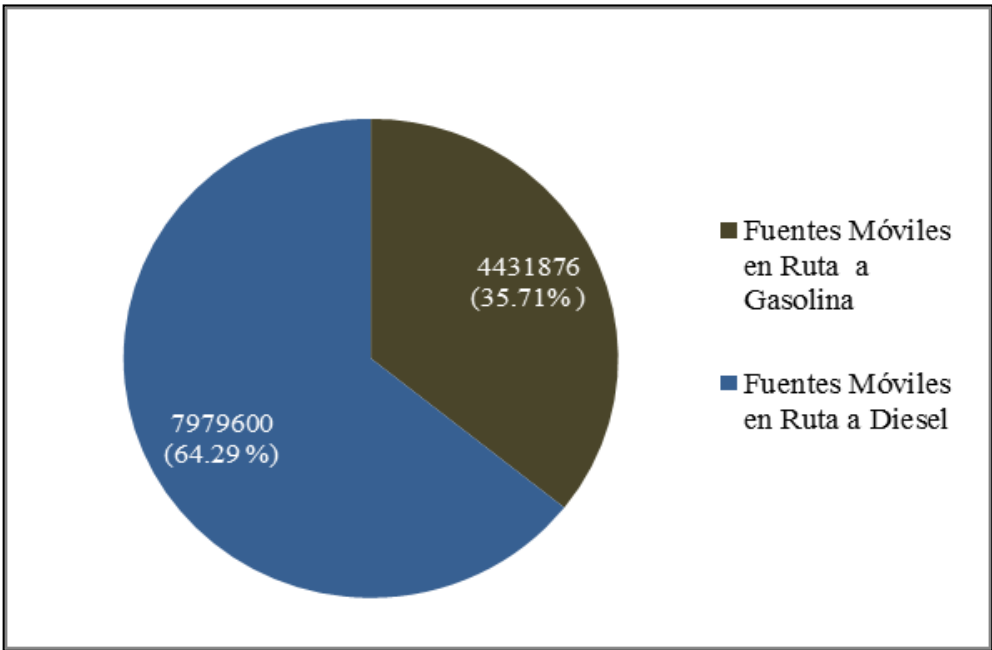


Fuente: Por elaboración propia con datos de la SAT y resultado de las emisiones de la corrida de Modelo IVE, respectivamente.

Considerando lo manifestado en uno de los párrafos anteriores, en cuanto que las emisiones dependen de otras variables, en tal sentido se presentan las emisiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta respecto al tipo de combustible que utilizaron durante su recorrido en el 2013.

La comparación de las emisiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta año base 2013 por tipo de combustibles utilizado, muestra que las unidades a gasolina emitieron 4,431,876 toneladas métricas de CO₂ y las Fuentes Móviles en Ruta a diesel emitieron 7,979,600 toneladas métricas de CO₂ (Gráfica No. 8).

Gráfica No. 8
Emisiones de CO₂ (ton/m/a) de las Fuentes Móviles en Ruta
por tipo de combustible utilizado año 2013

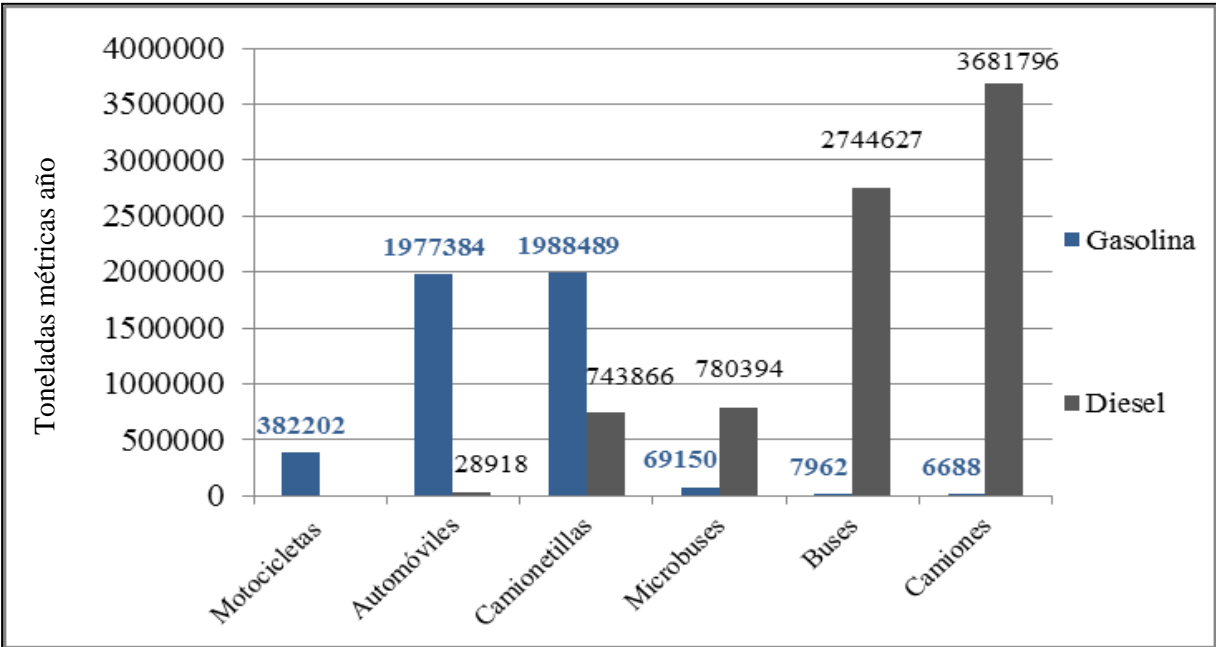


Fuente: Resultado de las emisiones de la corrida del Modelo.

Particularmente, las emisiones de CO₂ por tipo de combustible utilizado por las Fuentes Móviles en Ruta, estas emisiones se produjeron de manera distinta en las 6 subcategorías. La mayor cantidad de emisiones de CO₂ se produjeron en las subcategorías camiones y buses a diesel, seguido por las subcategorías automóviles y camionetillas a gasolina (Gráfica No. 9).

La subcategoría motocicletas constituye unidades de menor cantidad de emisiones de CO₂ respecto a la totalidad de las subcategorías (Gráfica No. 9).

Gráfica No. 9
Emisiones de CO₂ por tipo de combustibles y subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta año 2013



Fuente: Resultado de las emisiones de la corrida del Modelo.

2.4 Diseño del motor de las Fuentes Móviles en Ruta y emisiones de gases de efecto invernadero.

La cantidad de emisiones de CO₂ proveniente de las Fuentes Móviles en Ruta, se encuentra relacionada con el diseño del motor, es decir la forma en que se combustionan los combustibles fósiles. En este sentido Lents, et al., indica: “Los motores de combustión interna a menudo se clasifican según la forma en que se quema el combustible en la cámara de combustión”²⁷. Así mismo el mismo autor señala que las emisiones se encuentran relacionadas con los “Sistemas de Despacho de Combustibles”²⁸.

El sistema de despacho de combustible, se refiere a la relación/aire combustible mediante dispositivo carburador o sistema de inyección, tanto en gasolina como en diesel en las Fuentes Móviles en Ruta.

Para estimar las emisiones de las Fuentes Móviles en Ruta en relación con la forma de alimentación del combustible y al sistema de despacho de los mismos, se utilizó como criterio el cambio de tecnología, tomando como referencia la distribución de edad del parque vehicular del año 2010.

En el informe Perfil de la Caracterización del Parque Vehicular de Guatemala año base 2010²⁹, se señala que la edad del parque vehicular se distribuye de la manera siguiente: “25.46 % más de 20 años, 28.96 % edad de 10 a 20 años, 44.80 % comprendido entre la edad de 10 años y el 1 % son vehículos de reciente ingreso al país”.

²⁷ Diseño de Motores y Combustibles, capítulo 6.2.1.

²⁸ Diseño de Motores y Combustibles, capítulo 6.2.1.

²⁹ Registro vehicular, grafica No. 9, pág. 10.

Tomando en consideración la estadística citada en el párrafo anterior, se asume que el avance del cambio tecnológico en cuanto al diseño del motor, guarda estrecha relación con la edad de las Fuentes Móviles en Ruta en Guatemala.

Partiendo de la consideración presentada en el párrafo anterior, se sub clasificaron las Fuentes Móviles en Ruta a gasolina en carburados, inyección monopunto e inyección multipunto, las unidades a diesel en preinyección e inyección directa y las motocicletas en dos y cuatro tiempos.

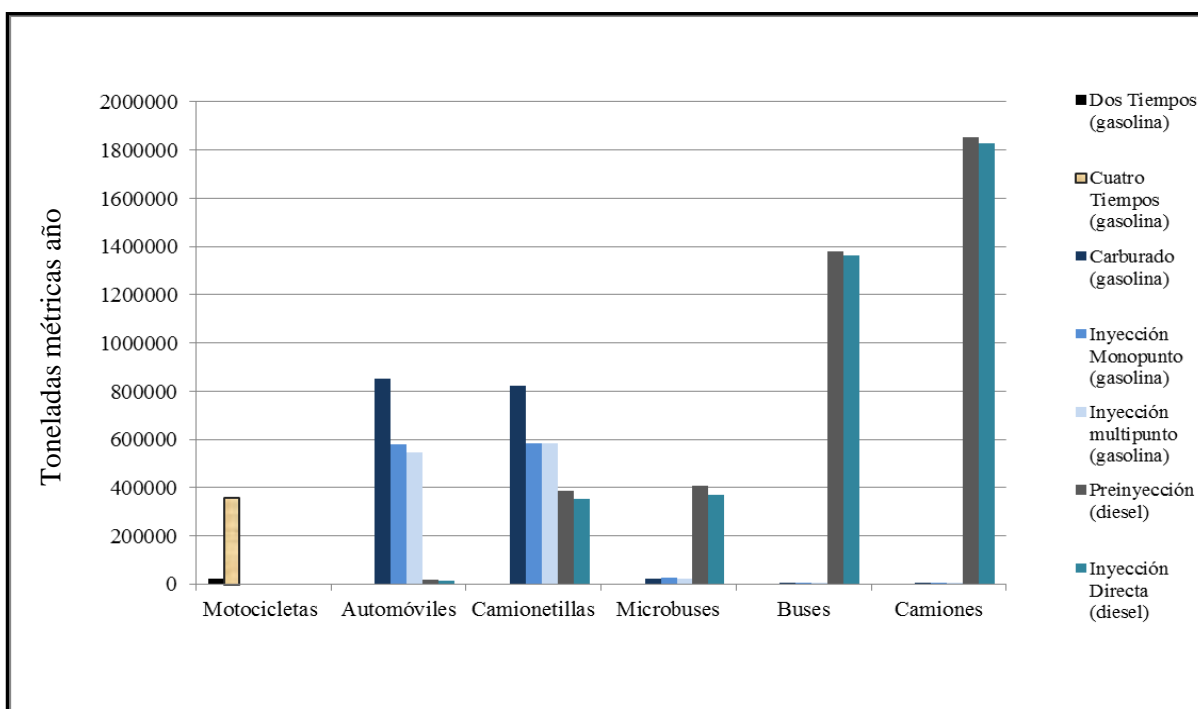
Como resultado de relacionar los elementos del diseño tecnológico del motor y las subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta, se estimaron las emisiones de dióxido de carbono, cuyos resultados se presentan comparativamente en la Gráfica No. 10.

En la Gráfica No. 10, se observa menor cantidad de emisiones de dióxido de carbono en las unidades de inyección directa, comparado con las de preinyección para el caso de Fuentes Móviles en Ruta a diesel; en las unidades a gasolina, se observa menos emisiones de dióxido de carbono que en las unidades de inyección multipunto comparado con los carburados; es decir que el diseño del motor influye en la cantidad de CO₂ emitido.

En cuanto a las motocicletas, en la Gráfica No. 10 se observa mayor cantidad de emisiones de CO₂ en las unidades de cuatro tiempos comparado con las de dos tiempos. Las unidades de dos tiempos en vez de emitir mayor cantidad de CO₂ emiten mayor cantidad de monóxido de carbono y otros contaminantes, derivado del diseño del motor y de la mezcla del combustible con otros elementos.

Gráfica No. 10

Emisiones de CO₂ proveniente de las Fuentes Móviles en Ruta año 2013
respecto al diseño del motor



Fuente: Resultado de las emisiones de la corrida del Modelo.

2.5 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero emitidos por las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala en escenario de bajas emisiones, año base 2013.

Al hacer uso del Modelo IVE y la posibilidad de sustituir las variables de entrada en dicho Modelo, se realiza el ejercicio en escenario de bajas emisiones, con el objeto de comparar las emisiones resultantes de las Fuentes Móviles en Ruta año base 2013 en condiciones normales y los resultados del escenario para esta categoría de fuente y para el mismo período; es decir el modelado en condiciones normales y el modelado en el escenario de bajas emisiones de CO₂ respectivamente.

Las condiciones normales, se refieren a las emisiones de CO₂ generadas por las Fuentes Móviles en Ruta año base 2013, tal como se obtuvo la información de las fuentes citadas en la bibliografía para el período; en tanto que las emisiones en el escenario de bajas emisiones de CO₂ corresponden a la sustitución de datos de las condiciones normales, por parámetros o variables influyentes en las emisiones en dicho escenario.

El escenario de bajas emisiones de CO₂ se presenta bajo los “supuestos sobre las fuerzas controladoras”³⁰, este caso sobre algunos parámetros como la velocidad de recorrido de las unidades, recorrido medio, diseño de motor tanto a gasolina como a diesel y particularmente combustible a diesel para las subcategorías buses y camiones.

Considerando los elementos citados en el documento Estrategias de Mitigación y Métodos para la Estimación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte, en cuanto al señalamiento “atenuar la circulación del tránsito a una velocidad moderada, se logra reducir las emisiones de CO₂”³¹, la mejor cantidad de reducción de emisiones se logra a velocidad de 50 km/hora aproximadamente; tal como

³⁰ Glosario de Términos IPCC “E”, <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>.

³¹ Como afectan las estrategias de transporte a las emisiones de GEI, pág. 31.

se muestra en la Figura No. 9 Factores de corrección de velocidad para vehículos ligeros provenientes de la herramienta TEEM, contenido en el documento citado en este párrafo.

Desde la perspectiva de escenario de bajas emisiones y considerando las fuerzas controladoras, se sustituyen la velocidad de las Fuentes Móviles en Ruta en kilómetros/hora en 50 (km/h), las unidades a gasolina cambiarían a cuatro tiempos (motocicletas) e inyección multipunto y los motores a diesel cambiarían a inyección directa, de recorrido medio anual “80-161K km”³² y los vehículos de mayor tamaño como los buses y camiones sus combustibles serían únicamente a diesel.

Con respecto a la velocidad de la subcategoría motocicletas, este no se modifica en el escenario de bajas emisiones, en virtud que su velocidad en condiciones normales se encuentra por encima de los 50 kilómetros/hora.

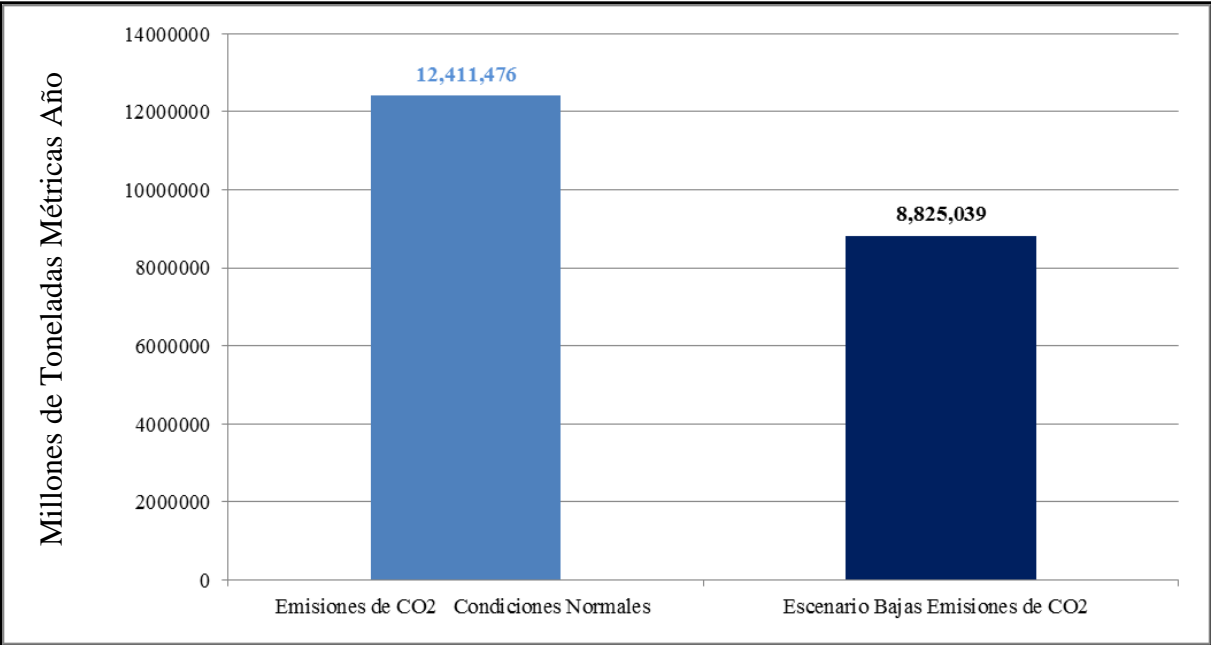
Por otra parte, las emisiones en el escenario de bajas emisiones de CO₂ corresponden al dióxido de carbono que pudo haberse emitido por las Fuentes Móviles en Ruta del año base 2013, considerando los supuestos establecidos.

³² Rango de la “edad del vehículo en términos del odómetro en miles de kilómetros recorridos”, según el Manual del Usuario del Modelo IVE Versión 2.0.

En la Gráfica No. 11, se muestran los resultados de comparar las emisiones de CO₂ en el año base 2013 o condiciones normales respecto al escenario de bajas emisiones para el mismo período y categoría de fuente, los resultados señalan una reducción de 3,586,437 toneladas métricas de CO₂ entre las denominadas condiciones normales (12,411,476 toneladas métricas) y escenario de bajas emisiones (8,825,039 toneladas métricas).

Gráfica No. 11

Emisiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta año 2013 en Condición Normal y Escenario de Bajas Emisiones



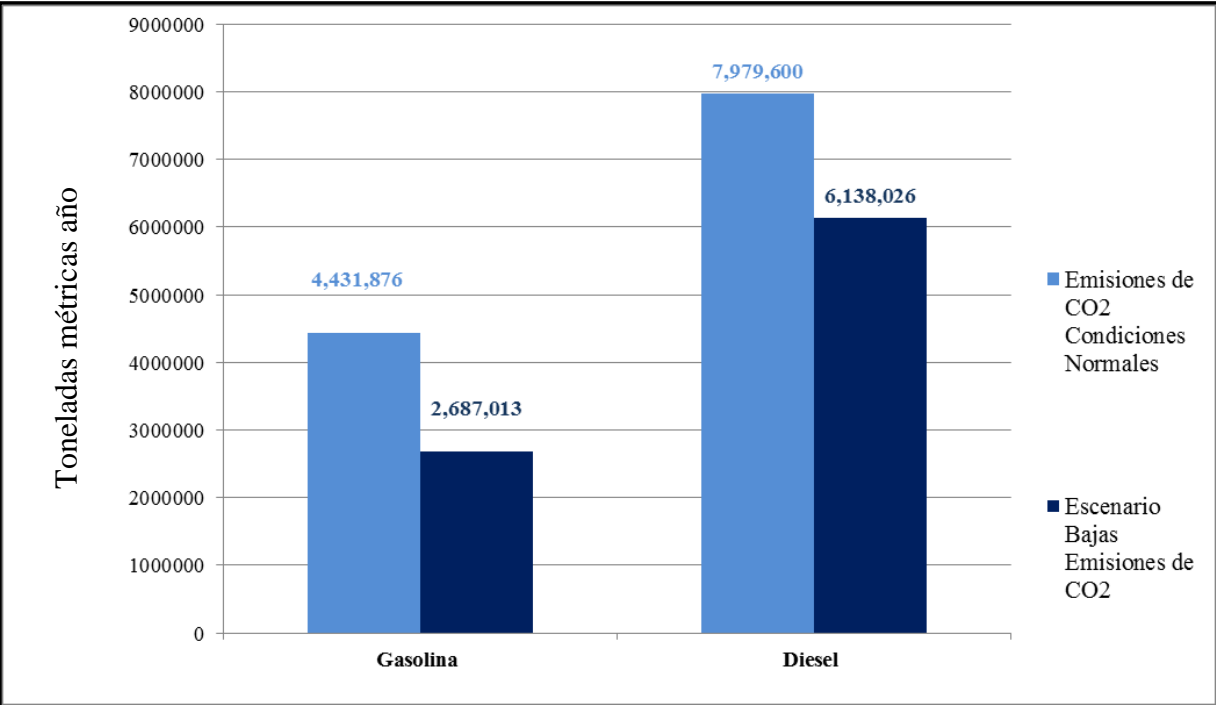
Fuente: Resultado de las emisiones a partir de la corrida del Modelo.

En la Gráfica No. 12 se presentan comparativamente las emisiones de CO₂ en condición normal y escenarios de bajas emisiones por tipo de combustible utilizado por las Fuentes Móviles en Ruta; las unidades a gasolina presentan una reducción de 1,744,863 toneladas métricas de CO₂, las unidades a diesel presentan una reducción de 1,841,574 toneladas métricas de CO₂ entre las condiciones normales y el escenario de bajas emisiones respectivamente.

Particularmente en el escenario de bajas emisiones, las Fuentes Móviles en Ruta a diesel presentan mayor cantidad de reducción de emisiones de CO₂ comparado con las unidades a gasolina; sin embargo la diferencia entre ambas reducciones de emisiones entre las unidades a diesel y a gasolina es mínima (Gráfica No. 12).

Gráfica No. 12

Emissiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta de Gasolina y Diesel año 2013 en Condición Normal y Escenario Bajas Emisiones (ton/m/a)



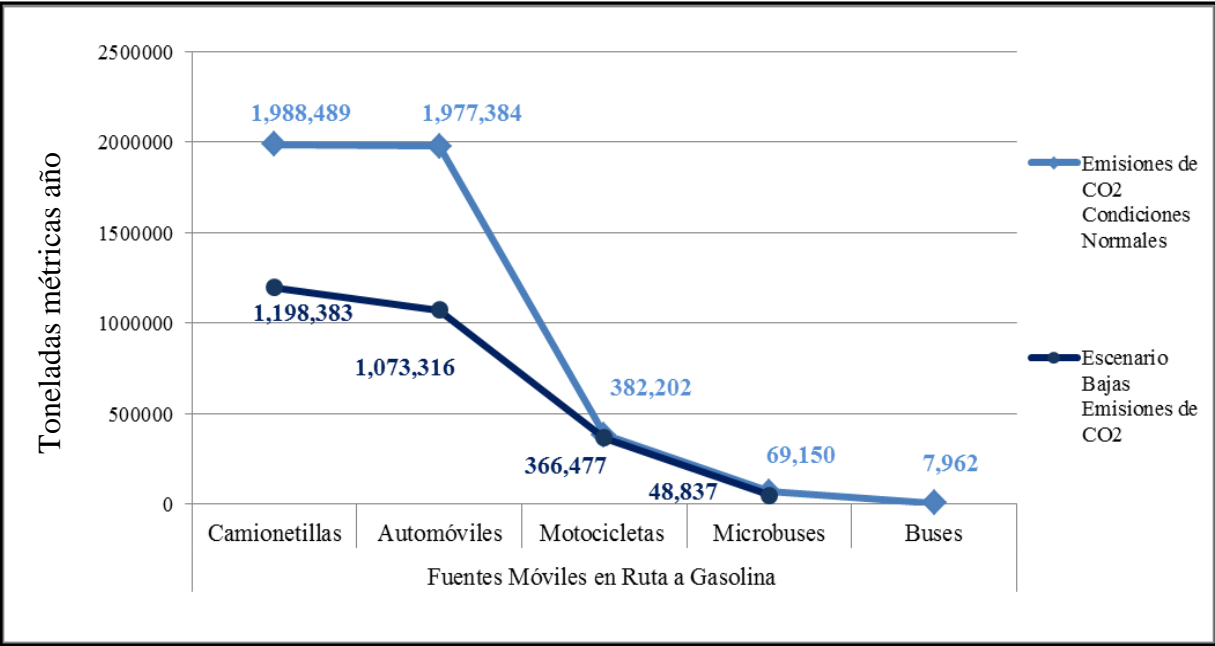
Fuente: Resultado de las emisiones de la corrida del Modelo.

En cuanto a las emisiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta a gasolina y por subcategoría motocicletas, automóviles, camionetillas, microbuses, buses y camiones; en la subcategoría automóviles se aprecia cantidad significativa de reducción de emisiones en el escenario de bajas emisiones y la subcategoría motocicletas presenta escasa reducción de emisiones en el escenario de bajas emisiones (Gráfica No. 13).

En la Gráfica No. 13, no se presentan valores para escenario de bajas emisiones para las subcategorías buses y camiones, en virtud que estas unidades en dicho escenario cambiarían a motores diesel; es decir que las emisiones se estiman en la subcategoría de Fuentes Móviles en Ruta a diesel.

Gráfica No. 13

Emisiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta a Gasolina año 2013 en Condiciones Normales y Escenario Bajas Emisiones

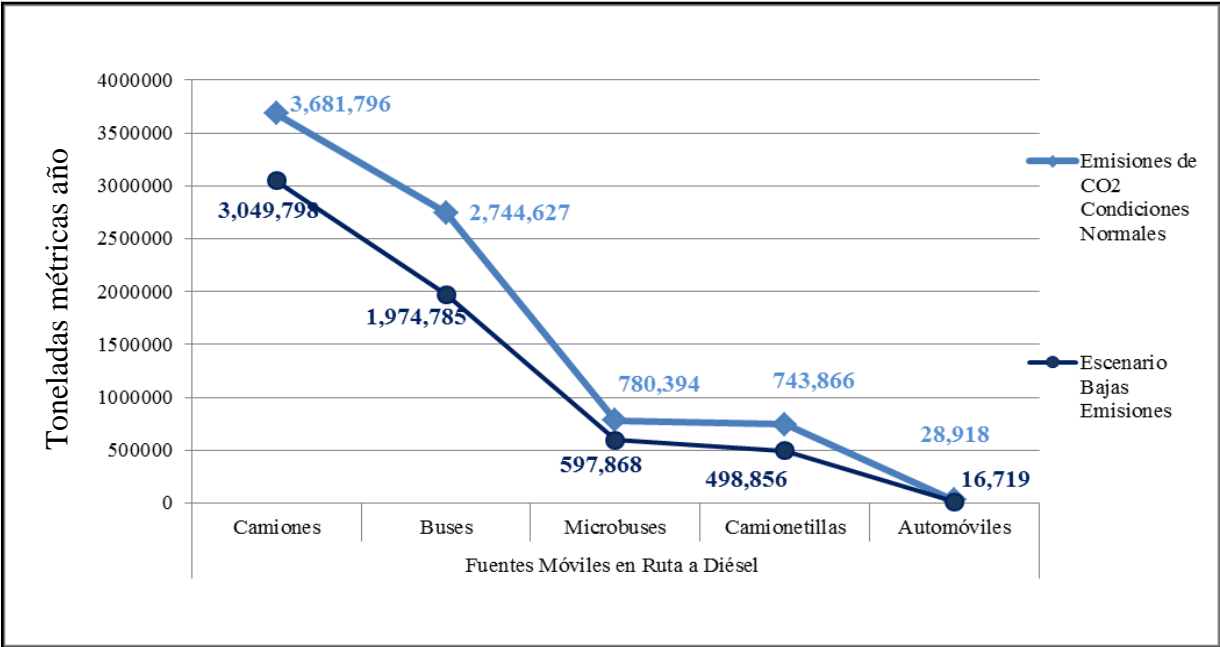


Fuente: Resultado de las emisiones de la corrida del Modelo.

Respecto a las emisiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta a diesel y por subcategoría automóviles, camionetillas, microbuses, buses y camiones; en las subcategorías de buses y camiones se aprecia la mayor cantidad de reducción de emisiones en el escenario de bajas emisiones y las subcategorías microbuses, camionetillas y automóviles, presentan poca reducción de emisiones en el escenario de bajas emisiones. (Gráfica No. 14).

Gráfica No. 14

Emisiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta a Diesel año 2013 en Condiciones Normales y Escenario Bajas Emisiones

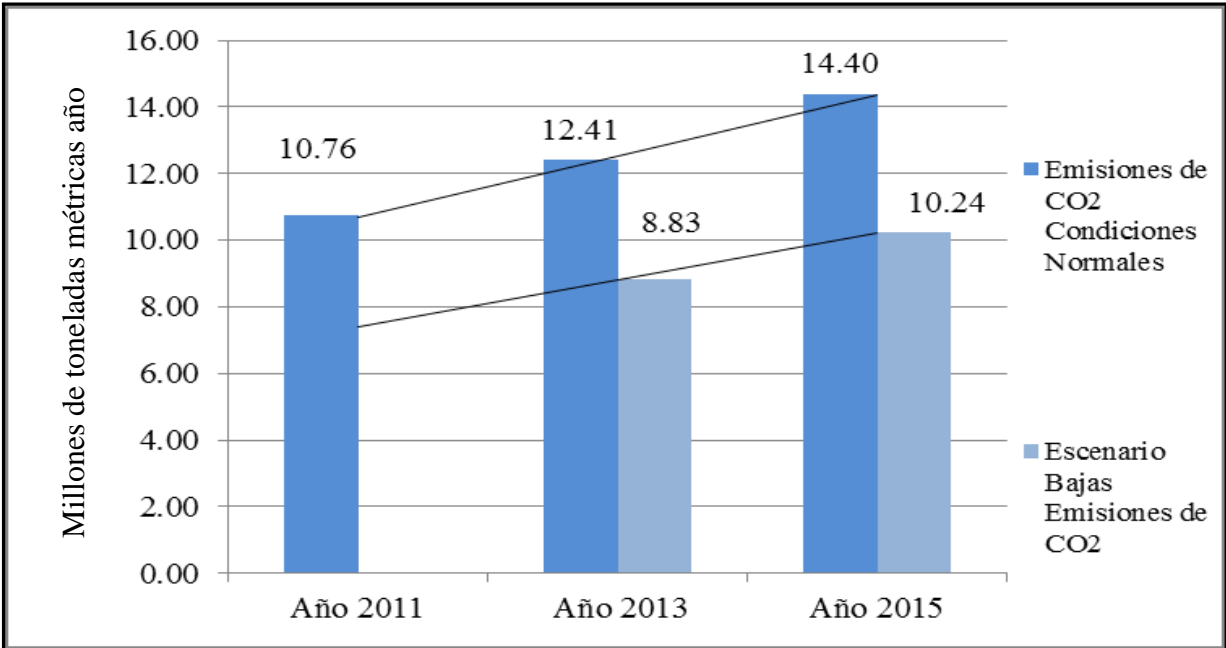


Fuente: Resultado de las emisiones de la corrida del Modelo.

Finalmente, en la Gráfica No. 15 se presentan comparativamente las emisiones de CO₂ emitidas por las Fuentes Móviles en Ruta de los años 2011 y 2013, y las que se asume que se emitirían en el año 2015 por esta categoría de fuente en condiciones normales; así mismo las que se pudieron haber emitido en el año 2013 y las que se emitirían en 2015 en el escenario de bajas emisiones de CO₂.

Gráfica No. 15

Emissiones de CO₂ de las Fuentes Móviles en Ruta año 2013 y escenario tendencial bajas emisiones año 2015



Fuente: Por elaboración propia con datos de los años bases 2011 y 2013 y con información 2013 se establece el escenario 2015.

CAPÍTULO 3. INCERTIDUMBRE DE LAS EMISIONES

Las Directrices del IPCC (siglas en inglés del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) 2006, hace referencia a la incertidumbre en los inventarios de gases de efecto invernadero; particularmente en el Glosario se refiere a la incertidumbre como la “Falta de conocimiento de valores verdadero de una variable que puede describirse como una función de densidad de probabilidad, que caracteriza el rango y la probabilidad de los valores posibles”³³.

Por otra parte, Lents, J. et al, en cuanto a la precisión de un inventario señala: “La calidad de una base de datos de emisiones dependerá de la calidad de los datos que sean ingresados a ella”³⁴ así mismo indica: “Es dudoso que cualquier base de datos de un inventario disponible en la actualidad pueda ser confiable que esté cercano al 20 % de las emisiones reales”³⁵.

Respecto a la calidad de la base de datos, se utilizó información sustantiva local obtenida de las diversas fuentes que se citan en la bibliografía y básicamente centrada en el período de análisis.

En cuanto a los resultados de un inventario de emisiones de CO₂ emitidas por las Fuentes Móviles en Ruta, Lents, J. et al, puntualiza: “Por ejemplo, las estimaciones de emisiones de CO₂ para el inventario de fuentes móviles combinadas pueden ser comparadas al total utilizado en la región de análisis para ver que los resultados son razonables”³⁶.

³³ Glosario Directrices del IPCC de 2006, pág. G.9.

³⁴ Precisión del inventario, capítulo 6.1.7.

³⁵ Precisión del inventario, capítulo 6.1.7.

³⁶ Precisión del inventario, capítulo 6.1.7.

Respecto a la precisión y la comparabilidad de los resultados a nivel local, no se pudo comparar; en virtud que los últimos datos de emisiones de CO₂ respecto a las Fuentes Móviles en Ruta data del año base 2005, información contenida en el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero año base 2005, informe elaborado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Referente a la estimación de la incertidumbre, este se encuentra por debajo del 10 %, en virtud que utilizó información local, con mayor cantidad de datos, fuentes de información y especificidad en las clasificaciones de las categorías de fuente; estos aspectos mejora el conocimiento de valores verdadero respecto a las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

Para establecer la cantidad de Fuentes Móviles en Ruta año 2013, se tuvo acceso al archivo digital denominado “Parque Vehicular Activo a Diciembre 2013: Base de Datos (Access 2007)”³⁷, esta base de datos fue proporcionado por la Superintendencia de Administración Tributaria -SAT-.

De la base de datos referida, se obtuvo la cantidad de unidades que por definición constituyen Fuentes Móviles en Ruta, es decir las unidades con motor de autopropulsión que circulan en vías públicas; de igual forma se obtuvo la información concerniente al tipo de unidad y combustible que utilizaron estas unidades.

Tal como se ha venido mencionando, la cantidad y el tipo de emisiones emitidas por las Fuentes Móviles en Ruta se encuentran relacionadas con las variables como el número de unidades, diseño del motor, tipo y calidad del combustible utilizado, velocidad de circulación, condiciones de circulación, entre otros.

Las variables consideradas en la corrida del modelo para la estimación de las emisiones, se describen en este informe y en su defecto la fuente bibliográfica que cita dicho dato o información.

Para el efecto de este informe, las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala año 2013 se agruparon en 6 subcategorías: Motocicletas, Automóviles, Camionetillas, Microbuses, Buses y Camiones. En la subcategoría motocicletas se incluyeron las unidades denominadas motos, trimotos y cuatrimotos; en la subcategoría automóvil se incluyeron los automóviles propiamente dicho; en la subcategoría camionetilla se incluyeron las unidades denominadas ambulancias, camionetillas, camionetas,

³⁷ Base de datos de los vehículos registrados en Guatemala por la Superintendencia de Administración Tributaria.

camionetas agrícolas, camionetas escolares, camionetas sport, carros fúnebre, casas rodante, coches vivienda, jeeps, limusinas, paneles, pick ups y vehículos rústicos; en la subcategoría microbuses se incluyeron las unidades denominadas microbuses, microbuses escolares y minibuses; en la subcategoría buses se incluyeron los autobuses, autobuses escolares, buses, buses escolares y ómnibuses y en la subcategoría camiones se incluyeron las unidades denominadas arañas, camiones grúas, camiones mezclador, camiones perforador, camiones bombero, camiones volteo, camiones chasis, mezcladoras, camiones furgón, cabezales, camiones cisterna, grúas volquetas y tractores camión.

Para complementar el total del registro contenido en el archivo Parque Vehicular Activo a Diciembre 2013, se hace referencia a las unidades consideradas como Fuentes Móviles Fuera de Ruta, en la que se incluyen las unidades denominadas Barrenadora industrial, grúa hidráulica, carreta-carretón, jaula cañera, carro para golf, low boy, mini tractor, chasis, monta carga, palangana, perforadora, cisterna, esparcidora, furgón, go kart, góndola, granelera, plataforma, rastra, porta contenedor, remolque, retroexcavadora, semirremolque, tacuasina, tanque, tolva, tractor, tractor agrícola, tractor construcción, tráiler y scooter.

Por otra parte, las Fuentes Móviles en Ruta se clasificaron por tipo de hidrocarburo utilizado por dichas unidades; es decir unidades a gasolina y a diesel, así mismo las unidades denominadas híbridas que constituyeron únicamente 42 unidades del total de Fuentes Móviles en Ruta en el año 2013.

Con el interés de reducir la incertidumbre del total de emisiones desde la perspectiva del diseño del motor, las Fuentes Móviles en Ruta abordadas en este informe se subclasificaron de la siguiente manera: motocicletas de cuatro tiempos y de dos tiempos; los automóviles, camionetillas, microbuses, buses y camiones a gasolina se subclasificaron en carburados, inyección monopunto e inyección multipunto; los

automóviles, camionetillas, microbuses, buses y camiones a diesel se subclasificaron en inyección precámara e inyección diesel.

Particularmente la distribución de las Fuentes Móviles en Ruta desde el punto de vista del diseño del motor, se estimó³⁸ que las motocicletas de cuatro tiempos constituyen el 90 % y las motocicletas de dos tiempos constituyen el 10 % del total de estas unidades respectivamente; los automóviles, camionetillas, microbuses, buses y camiones a gasolina, el 33 % carburados, el 34 % inyección monopunto y el 33 % inyección multipunto respectivamente. En cuanto a los automóviles, camionetillas, microbuses, buses y camiones a diesel, el 50 % preinyección precámara y el restante 50 % inyección diesel respectivamente.

Respecto al tipo de combustible que utilizaron las Fuentes Móviles en Ruta año 2013, la información se obtuvo de la base de datos Parque Vehicular Activo a Diciembre 2013 de la SAT, cada unidad consignada en dicho informe corresponde a un tipo de combustible utilizado.

En cuanto a la calidad de los combustibles utilizados, la información se obtuvo de la tabla “Características de los combustibles importados en el año 2013”³⁹, que se refiere a la limpieza, contenido de oxígeno, azufre, entre otros, como características de los combustibles fósiles.

La velocidad de circulación (kilómetros/hora) de las Fuentes Móviles en Ruta, varía según la subcategoría a que pertenece la unidad y el área o lugar de circulación. En tal sentido, lo relativo a la velocidad de circulación, se obtuvo de diferentes fuentes como

³⁸ Por observación en la vía pública y revisión de algunos portales de empresas que proveen este tipo de unidades (documentado) y de la distribución de la edad del Parque Vehicular contenida en Perfil de la caracterización del parque vehicular de Guatemala año base 2010, Grafica No. 9, pág., consideradas por el autor.

³⁹ Característica de los combustibles, Dirección General de Hidrocarburos Guatemala 2013.

de la “Velocidad por Categoría”⁴⁰ que consta de 121,518 registros (datos) válidos captados en diferentes puntos de la red vial del país, comprende diferentes subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta y en los doce meses del año 2011; del portal electrónico de la Municipalidad de Guatemala⁴¹; de la observación y registros del autor que se refieren a muestras: velocidad de la subcategoría de Bus 2013 (Ciudad de Guatemala- Mixco y carretera interamericana Chimaltenango-Guatemala); en carreteras de departamentos del interior del país para la subcategoría camionetilla, moto y bus; velocidad de todas la subcategorías dentro y fuera de la Ciudad de Guatemala 2013, transporte terrestre internacional de bus 2013 (Valle Nuevo-Ciudad de Guatemala) y Encuesta de vehículos 2013 (Encuesta de Amigos y otros), muestreo dirigido a conductores trabajadores del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.

De la información obtenida y revisada de la velocidad de circulación, se obtuvo el valor promedio de velocidad de circulación de las Fuentes Móviles en Ruta en el año 2013, según los registros indicados en el párrafo anterior la velocidad promedio de circulación de esta categoría de fuente es de 40.1 kilómetros por hora; sin embargo las emisiones aquí reportadas, es producto en parte de la velocidad de circulación de cada subcategoría de Fuentes Móviles en Ruta en particular.

En cuanto a la distancia de recorrido de las Fuentes Móviles en Ruta año 2013, se tomó como base las distancias de recorrido por cada subcategoría citados por Pérez A. 2013⁴², y adicionalmente la incorporación de datos provenientes de la “encuesta de amigos realizados con conductores trabajadores del MARN y otros registros”⁴³ obtenidos de parte del autor. De dicha cuenta, se obtuvo los mejores valores en lo que corresponde a automóviles a gasolina, camionetillas a diesel y buses a diesel.

⁴⁰ Tabla elaborada por el autor con datos del Formato de uso de radares de velocidad de PROVIAL.

⁴¹ Sistema de transporte colectivo masivo para la ciudad de Guatemala.

⁴² Se refiere a la velocidad de circulación de las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala, tesis de maestría.

⁴³ Velocidad de las Fuentes Móviles en Ruta, realizado mediante encuesta llevada a cabo por el autor.

Para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero, se pueden utilizar varias técnicas en las que se incluyen los modelos, en ese sentido para estimar las emisiones de las Fuentes Móviles en Ruta año base 2013, se utilizó el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE siglas en inglés).

El Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares, fue “diseñado para estimar las emisiones de vehículos motorizados..”⁴⁴, y “El modelo IVE está diseñado para utilizar factores de emisión nuevos o existentes y datos locales de fácil recolección...”⁴⁵.

Por otra parte, el Modelo para estimar las emisiones toma en cuenta las clasificaciones de las Fuentes Móviles en Ruta; es decir el combustible que se utiliza, tamaño, tecnología de diseño del motor, estándares de emisiones americanos y europeos, entre otros. Es importante resaltar que el Modelo IVE prioriza y toma en cuenta la distancia de recorrido de las Fuentes Móviles en Ruta, para estimar la cantidad de emisiones; es decir no por consumo de combustible.

Respecto al escenario de bajas emisiones de gases de efecto invernadero de las Fuentes Móviles en Ruta, se asumió cambio de velocidad a 50 km/h, recorrido medio, diseño de motor y cambio de las unidades pesadas como los buses y camiones a combustibles diesel.

El escenario de bajas emisiones, se basa en el supuesto que en el país se desarrollaría un conjunto de acciones, relacionadas a la reducción de emisiones y particularmente en las Fuentes Móviles en Ruta, en respuesta a la serie de leyes, normas, iniciativas y planes existentes.

⁴⁴ Introducción. Manual del Usuario del Modelo IVE. Versión 2.0, pág. 1.

⁴⁵ Arquitectura del Modelo. Manual del Usuario del Modelo IVE. Versión 2.0, pág. 9.

Particularmente en el escenario de bajas emisiones de CO₂ que serían las emisiones de las Fuentes Móviles en Ruta para el año 2015, se fundamenta en el mismo porcentaje (28.90 %) de reducción de emisiones modelado para el año 2013.

Finalmente, los párrafos indicados entre comillas provienen de los documentos citados en el capítulo de bibliografía y adicionalmente es para reconocer y resaltar lo manifestado por cada autor en su respectivo escrito.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Incremento del Parque Vehicular y de las Fuentes Móviles en Ruta.

Según los datos presentados, la información del Parque Vehicular de Guatemala entre los años 2005 y 2013 tuvo un incremento de 1.482 millones de unidades; es decir un incremento de 137.22 % respecto a la cantidad de unidades del año 2005.

Como se puede observar las unidades se incrementaron en más del 100 % entre los años 2005 y 2013, este incremento tiene relación con la afirmación contenida en el documento Estrategias de Mitigación y Métodos para la Estimación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte; el cual señala que el progreso es seguido con el incremento del número y utilización de vehículos automotores.

Al comparar la cantidad de unidades consideradas como Parque Vehicular con respecto a la cantidad de unidades como Fuentes Móviles en Ruta, esta representa el 98.67 % del Parque Vehicular; es decir que únicamente 1.33 % constituyen Fuentes Móviles Fuera de Ruta, del total del denominado Parque Vehicular.

Centrándose en la información sobre Fuentes Móviles en Ruta del año base 2011 citadas por Pérez A., 2013⁴⁶, y las Fuentes Móviles en Ruta del año 2013 que se reporta en este informe; se puede establecer que existe un incremento de las Fuentes Móviles en Ruta entre el año 2011 (2,193,303 unidades) y 2013 (2,528,892 unidades) en el orden de 335,589 unidades, que representa un incremento de 15.30 % respecto al año base 2011.

⁴⁶ Pérez A., total de Fuentes Móviles en Ruta, pág. 52

Por otra parte, a pesar que las Fuentes Móviles Fuera de Ruta constituyen una pequeña parte del denominado Parque vehicular, en términos de números estos equivalen a 34,033 unidades y pueden ser significativos en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero, si estas unidades se contabilizaran como Fuentes Móviles en Ruta.

En cuanto a la categoría y número de Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala, la subcategoría motocicletas fueron las unidades que más predominaron (34.16 %), seguidos por las subcategoría camionetillas (32.44 %), subcategoría automóviles (23.78%) y subcategoría con menos unidades lo conforman los buses (1.20 %).

Con respecto a las unidades que más predominan, se puede indicar que las unidades consideradas como de tamaño pequeño a liviano, conforman la mayor parte de las Fuentes Móviles en Ruta y las unidades de mayor tamaño representan únicamente el 9.62 % de esta categoría de fuente.

5.2 Las Fuentes Móviles en Ruta año base 2013 y sus emisiones.

El uso de Fuentes Móviles en Ruta conlleva consumo de combustibles fósiles y por lo tanto generación de emisiones de gases de efecto invernadero, estas emisiones están relacionadas con factores como el tipo de combustible consumido, subcategoría de fuente, entre otros. En este sentido las Fuentes Móviles en Ruta en el año base 2013 utilizaron como combustible de alimentación gasolina y diesel, adicionalmente se reporta algunas unidades híbridas.

Particularmente las unidades que utilizaron gasolina principalmente fueron motocicletas, automóviles y camionetillas; es decir Fuentes Móviles en Ruta de tamaño pequeño a tamaño liviano. En tanto que las unidades que principalmente utilizaron diesel fueron los microbuses, buses y camiones; es decir Fuentes Móviles en Ruta de mayor tamaño.

Al comparar las emisiones de dióxido de carbono emitidas por las diferentes subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta, las subcategorías camiones, camionetas y buses respectivamente constituyen los principales emisores de este gas de efecto invernadero; la subcategoría que menos emisiones de dióxido de carbono emitieron fueron las motocicletas. Es de resaltar, que las motocicletas constituyen las unidades que más predominan y que representan el 34.16 % del total de Fuentes Móviles en Ruta en el año 2013.

Respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero emitidas por las Fuentes Móviles en Ruta del año 2013, más del 99 % de las emisiones constituyó dióxido de carbono (12,411,476 toneladas métricas año); las emisiones de metano y óxido nitroso fueron en pequeñas proporciones.

Por otra parte, las emisiones de dióxido de carbono proveniente de las Fuentes Móviles en Ruta entre el año 2011 y 2013, presentan cambio hacia el incremento en el orden 1.648 millones toneladas métricas respectivamente.

En cuanto a las emisiones de CO₂ emitidas por las distintas subcategorías de Fuentes Móviles en Ruta año 2013, las unidades a gasolina sus emisiones ascendieron a 35.71 % (4,431,876 toneladas métricas año) en tanto que las unidades a diesel sus emisiones ascendieron a 64.29 % es (7,979,600 toneladas métricas año).

Es importante mencionar que las unidades a diesel únicamente representan el 12.86 % del total de las Fuentes Móviles en Ruta, una de las variables que influye en la mayor cantidad de emisiones de las unidades a diesel, es la distancia de recorrido anualmente.

Desde la perspectiva del nivel tecnológico de las Fuentes Móviles en Ruta, es decir el diseño de motor; el mejor nivel tecnológico presenta menor emisiones de CO₂, situación que se derivada de la mejor combustión del combustible utilizado.

En la subcategoría camionetillas de las Fuentes Móviles en Ruta, se ilustra en mejor medida la participación de las tecnologías; los carburados presentan más emisiones de CO₂ comparado con los de inyección multipunto y los preinyectados a diesel presentan más emisiones de CO₂ comparado con los de inyección directa a diesel.

5.3 Escenario de Emisiones de Dióxido de Carbono en las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala año base 2013.

Los escenarios de emisiones y particularmente el escenario de bajas emisiones, constituyen valores evolutivos en relación a las variables de las Fuentes Móviles en Ruta, estas variables se presentan bajo los “supuestos sobre las fuerzas controladoras”⁴⁷. En este caso, la influencia o cambio de las variables como la velocidad de recorrido, recorrido medio, diseño del motor tanto a gasolina como a diesel de las Fuentes Móviles en Ruta y particularmente cambio a combustible diesel para las subcategorías buses y camiones, dentro de esta misma categoría de fuente de emisión.

El escenario de bajas emisiones de CO₂, son supuestos de emisiones, se fundamenta en estudios técnicos científicos y de las fuerzas controladoras sustituidas para este propósito.

Según los datos presentados, en las gráficas de Emisiones de CO₂ de Fuentes Móviles en Ruta a Gasolina año 2013 en condiciones normales y escenario en bajas emisiones; todas las subcategorías a gasolina y diesel analizadas, presentan reducción de emisiones de CO₂ para el escenario de bajas emisiones. Estas reducciones alcanzan el 28.90 % respecto a las condiciones normales para el mismo año base.

⁴⁷ Glosario de Términos IPCC “E”, <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>.

En cuanto a la reducción de emisiones de CO₂ en el escenario de bajas emisiones, la mayor cantidad de reducciones de CO₂ se aprecia en las Fuentes Móviles en Ruta a gasolina en la subcategoría automóviles y camionetillas respectivamente; en las unidades a diesel, la mayor cantidad de reducción de CO₂ se aprecia en la subcategoría buses y camiones respectivamente.

En términos generales, en el escenario de bajas emisiones la mayor cantidad de reducción de emisiones de CO₂ se reduce en las unidades a diesel.

Por otra parte, la comparación entre las emisiones de las Fuentes Móviles en Ruta año base 2013 tanto en el escenario de las condiciones normales como en escenario de bajas emisiones, refleja que se pudo haber reducido más 3.5 millones de toneladas métricas anuales de CO₂ para el escenario de bajas emisiones. Para el año 2015, la comparación de las emisiones en condiciones normales con el escenario de bajas emisiones, se podría reducirse más de 4 millones de toneladas métricas anuales de CO₂.

El tema de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y particularmente en las Fuentes Móviles en Ruta, se encuentra considerada en normas jurídicas y Planes de Guatemala como la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero⁴⁸, Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales⁴⁹, Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático⁵⁰; así como el Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032 (Resumen Ejecutivo)⁵¹, Programa Estratégico de Movilidad en el Área Central de la República de Guatemala -PEMACRG-⁵², las Contribuciones

⁴⁸ Decreto Ley 7-2013, Congreso de la República de Guatemala.

⁴⁹ Acuerdo Gubernativo Número 50-2015 del Organismo Ejecutivo de Guatemala.

⁵⁰ Iniciativa que se encuentra en su formulación y se deriva del Decreto Ley 7-2013.

⁵¹ Prioridad: Adaptación y mitigación frente al cambio climático. Pág. 79.

⁵² Presentación (ppt) del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda.

Determinadas a Nivel Nacional⁵³ conocido como INDC (siglas en inglés), entre otros; es decir, existen mandatos y planes para su gestión e implementación respectivamente.

⁵³ Referido en el Taller AILAC-Guatemala, 2015.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

- 6.1 El crecimiento del parque vehicular de Guatemala y de las Fuentes Móviles en Ruta entre los años 2005 y 2013, 2011 y 2013 respectivamente, es de carácter lineal ascendente y de acrecentamiento acelerado.
- 6.2 La cantidad de Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala año base 2013, no es equivalente a la cantidad del denominado parque vehicular, registrado por la Superintendencia de Administración Tributaria para el mismo período.
- 6.3 Las categorías predominantes de las Fuentes Móviles en Ruta, lo constituyen las unidades de menor tamaño y tamaño moderado como las motocicletas, automóviles y camionetillas.
- 6.4 Más del 80% de las Fuentes Móviles en Ruta utilizan combustible gasolina, y levemente por encima del 10 % utilizan diesel.
- 6.5 La penetración de las unidades híbridas, son insignificantes dentro del total de Fuentes Móviles en Ruta año base 2013.
- 6.6 Los informes nacionales indicados en este informe que reportan emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte, no pueden ser comparativas, en virtud de las metodologías utilizadas por cada una, excepto la del año base 2011 con los resultados del presente informe que siguieron la misma metodología y uso del mismo Modelo.

- 6.7 La información de la Agencia Internacional de Energía, en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte para Guatemala reportado en este informe, se encuentra por debajo al dato reportado por el informe nacional 2005, sin embargo el parque vehicular entre los años 2005 y 2010 aproximadamente se duplicó.
- 6.8 Es inherente el consumo de gasolina y diesel en el 99.999 % de las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala año base 2013, por consiguiente la generación de emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.
- 6.9 Del total de emisiones de gases de efecto invernadero emitido por las Fuentes Móviles en Ruta año base 2013, el CO₂ representan más del 99 %.
- 6.10 Del total de CO₂ emitidos por las Fuentes Móviles en Ruta, más del 60 % provienen de las Fuentes Móviles en Ruta, que utilizaron diesel como combustibles.
- 6.11 Las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero emitidos por las Fuentes Móviles en Ruta, constituyen y contribuyen a las externalidades negativas en el “sistema climático”⁵⁴.
- 6.12 Entre las emisiones de CO₂ emitidos en condiciones normales y en el escenario de bajas emisiones, comparativamente los escenarios de bajas emisiones, presentan reducciones de emisiones significativamente de 3 a 4 millones de toneladas métricas anuales, entre el año base 2013 y para el año 2015 respectivamente.

⁵⁴ Climático 2007, Base de Ciencia Física, Anexo I Glosario, pág. 152.

- 6.13 Las fuerzas controladoras como la velocidad de recorrido, diseño de motor y la transición de unidades buses y camiones a combustible diesel consideradas en el escenario de bajas emisiones en las Fuentes Móviles en Ruta, constituyen variables influyentes en la reducción de emisiones de CO₂.
- 6.14 En el escenario de bajas emisiones se presentan reducciones sustantivas de CO₂, en el orden del 28.90 % respecto a las condiciones normales del año base 2013.
- 6.15 En el escenario de bajas emisiones, las unidades a diesel presentan mayor cantidad de reducción de emisiones de CO₂, comparado con las unidades a gasolina.
- 6.16 Las camionetillas y los automóviles a gasolina presentan la mayor cantidad de reducción de emisiones de CO₂ en el escenario de bajas emisiones, los camiones, buses y camionetillas a diesel presentan la mayor cantidad de reducción de emisiones de CO₂ en el escenario de bajas emisiones.
- 6.17 Las variables consideradas como fuerzas controladoras en el escenario de bajas emisiones de CO₂ en las Fuentes Móviles en Ruta, constituyen líneas indicativas para la reducción de emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en esta categoría de fuente.
- 6.18 La creciente emisión de CO₂ en las Fuentes Móviles en Ruta, se podrían reducir mediante la implementación de las fuerzas controladores como las que se describen en este informe, entre otras, coadyuvadas con otras acciones que se puedan considerar en la gestión integral del Transporte.

CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES

- 7.1 Se establezca el crecimiento de las Fuentes Móviles en Ruta, estimulando el uso de las subcategorías de uso masivo (transporte público de pasajeros).
- 7.2 Se promueva y se facilite la penetración de Fuentes Móviles en Ruta, con mejor diseño de motor.
- 7.3 Se actualicen los informes nacionales, que reportan emisiones de gases de efecto invernadero proveniente del transporte terrestre y de las Fuentes Móviles en Ruta, utilizando un mismo año base y reciente.
- 7.4 Se promueva el uso de energías y combustibles con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, en las diversas formas de transporte o movilidad de personas o mercancías.
- 7.5 Se fortalezcan las acciones orientadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero establecidos en el marco legal nacional, planes de acciones y proyectos respecto a las Fuentes Móviles en Ruta.
- 7.6 Se considere el escenario de bajas emisiones particularmente en cuanto a las fuerzas controladoras, como marco indicativo en las acciones de reducción de CO₂ y otros gases de efecto invernadero proveniente de las Fuentes Móviles en Ruta.
- 7.7 Se prioricen las acciones de intervención, en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en las Fuentes Móviles en Ruta, particularmente en las subcategorías camionetillas y automóviles a gasolina, camiones y buses a diesel.

- 7.8 Se mida directamente las emisiones de dióxido de carbono en las Fuentes Móviles en Ruta, para fortalecer otras iniciativas de reducción de emisiones.
- 7.9 Se apliquen otros Modelos para el estudio de las emisiones de gases de efecto invernadero de las Fuentes Móviles en Ruta, profundizando otros escenarios de bajas emisiones de gases de efecto invernadero en esta categoría de fuente.
- 7.10 Se impulse y regularice el tema de los estándares de consumo de combustibles de las Fuentes Móviles en Ruta de Guatemala, en coherencia con los avances tecnológicos.
- 7.11 Se aborde las Fuentes Móviles en Ruta y sus emisiones, en virtud de su contribución en el sector energía dentro de los inventarios de gases de efecto invernadero de Guatemala.
- 7.12 Se integre un Grupo de Trabajo de alto nivel, conformado por los diferentes actores y sectores de la sociedad Guatemalteca, relacionados con el tema de las emisiones de las Fuentes Móviles en Ruta y del Transporte en su integralidad.

CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA

- 8.1 Acuerdo Gubernativo 50-2015, *Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*, Organismo Ejecutivo de Guatemala, 4 de febrero de 2015.
- 8.2 Acuerdo Gubernativo 379-2010, *Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones*, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y vivienda, Guatemala, 23 de diciembre de 2010.
- 8.3 Banco Interamericano de Desarrollo, (Junio 2013), *Estrategias de Mitigación y Métodos para la Estimación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte*, Washington, DC, Estados Unidos de Norteamérica, Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo.
- 8.4 CARSOUND Convertidores Catalíticos, et al., *Referencia de Guía Técnica, Curso avanzado en Diagnóstico en Emisiones*. México.
- 8.5 Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Cooperación Alemana (Junio de 2014), *Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe. Una hoja de ruta para la sostenibilidad*, Santiago de Chile, Impreso en Naciones Unidas.
- 8.6 Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (noviembre de 2014), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible*, Santiago de Chile, Impreso en Naciones Unidas.

- 8.7 Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (2014), *Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032 (Resumen Ejecutivo)*, Guatemala, Guatemala, Coordinación proceso editorial: Segeplán.
- 8.8 Decreto 7-2013, *Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero*, Congreso de la República de Guatemala, 23 de septiembre de 2013.
- 8.9 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2006), *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, Kanagawa, Japón, publicado por el Instituto para las Estrategias Ambientales Globales.
- 8.10 International Energy Agency (2014), *OIL Medium-Term Market Report 2014*, Paris, France, <http://www.iea.org/termsandconditionsuseandcopyright/>.
- 8.11 International Energy Agency, (2012 EDITION), *CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS*, Paris, France, <http://www.iea.org/termsandconditionsuseandcopyright/>.
- 8.12 Investigación de Sistemas Sustentables Internacionales -ISSRC- (2008), *Manual del Usuario del Modelo IVE Versión 2.0*, California, Estados Unidos.
- 8.13 Lents, J., Walsh, M., He, K., Davis, N., Osses, M., Tolvett, S. y Liu H., *Handbook of Air Quality Management*, Recuperado el 21 de julio de 2015 de <http://www.aqbook.org/read/?language=Sp>.

- 8.14 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2012), *Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero Año Base: 2005*, Guatemala.
- 8.15 Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (2012), *Formato de Uso de Radars de Velocidad, año 2011*, Guatemala, Guatemala, Documento inédito.
- 8.16 Ministerio de Energía y Minas, (2014), *Características de los combustibles importados en el año 2013*, Guatemala, Guatemala, Documento inédito.
- 8.17 Ministerio de Relaciones Exteriores, et al. (29 de julio 2015), *Taller de Capacitación de la Asociación Independiente de Latinoamérica y el Caribe ILAC-Guatemala*, Guatemala.
- 8.18 Municipalidad de Guatemala, *Sistema de transporte colectivo masivo para la ciudad de Guatemala*, Recuperado <http://www.muniguate.com/index.php/transmetro/85-temas/5402-dictamentecnico>.
- 8.19 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, Anexo B. Glosario de términos, Recuperado de <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>.
- 8.20 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (2007), *Cambio Climático Base de Ciencia Física*, Nueva York, Estados Unidos de Norteamérica.
- 8.21 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (2007), *Mitigación del Cambio Climático*, Nueva York, Estados Unidos de Norteamérica.

- 8.22 Pérez A. (2014), *Encuesta de amigos realizados con conductores trabajadores del MARN en la Ciudad de Guatemala y Delegaciones del MARN 2013 y otros registros de viajes*”, Guatemala.
- 8.23 Pérez A. (2013), *Estimación de las emisiones provenientes de las Fuentes Móviles en Ruta año 2011*, Guatemala, Guatemala, Tesis de Maestría.
- 8.24 Pérez A. (2012), *Perfil de la caracterización del parque vehicular de Guatemala, año base 2010*, Guatemala, Guatemala.
- 8.25 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, *Manual para una Flota Limpia*, Recuperado de http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit_esp/ToolkitTextBook.pdf.
- 8.26 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología (2009), *Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas*. México: Distrito Federal.
- 8.27 Superintendencia de Administración Tributaria (2012), *Parque Vehicular 2013*, Guatemala (11 de julio 2014)[CD – MSAccess].

CAPÍTULO 9. GLOSARIO

Automóvil: “Automotor diseñado para transportar personas, pueden ser de uso particular o alquiler como los vehículos taxis”, constituye una de las categorías de Fuentes Móviles en Ruta contenido en este informe.

Bus: “Automotor diseñado para transportar personas en forma colectiva y comercialmente, que incluye a autobús, autobús escolar, bus, bus escolar, ómnibus”, y constituye una de las categorías de Fuentes Móviles en Ruta contenido en este informe.

Camionetilla: “Automotor destinado para el transporte de personas, carga o para trabajo agrícola, de baja capacidad, que incluye a pickup, ambulancia, camioneta, camioneta agrícola, camioneta escolar, camioneta sport, camionetilla, carro fúnebre, casa rodante, coche vivienda, jeep, limusina, panel”, constituye una de las categorías de Fuentes Móviles en Ruta contenido en este informe.

Camión: “Automotor destinado para transportar carga comercialmente, que incluye a camión, arañas, camión bombero, camión chasis, camión furgón, camión cisterna, grúa, camión mezclador, camión perforador, camión volteo, volqueta, mezclador, tractor camión, transporte de carga, cabezal”, constituye una de las categorías de Fuentes Móviles en Ruta contenido en este informe.

Carburador: Tecnología aire-combustible en el cual el “Sistema mecánico en donde las válvulas mariposas controlan el nivel de vacío en los inyectores de combustible, resultando un aumento o disminución del flujo del combustible hacia el motor”.

Categoría de Fuentes Móviles en Ruta: Clasificación orientada a inventario de emisiones, relativa a las unidades móviles con motor de combustión interna que circulan en la vía pública, desde la perspectiva de tamaño, tipo de unidad, su combustible y diseño de motor.

Condiciones normales: Situación sin cambio de las condiciones de categoría, circulación, combustibles, velocidad, etc., de las Fuentes Móviles en Ruta respecto al año y en escenario de emisiones en condiciones normales, en inglés se refiere particularmente a escenarios Business as usual, en otras palabras sigue las mismas condiciones sin cambio.

Diesel: Mezcla líquida derivada del petróleo, utilizado en el transporte automotor a diesel, su calidad se fundamentó en el Acuerdo Ministerial No. 399-2012 Nómina de Productos Petroleros con sus respectivas denominaciones, características y especificaciones de calidad.

Dióxido de carbono: “Gases de origen natural, subproducto también de la combustión de combustibles fósiles procedente de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo. Es el principal gas de efecto invernadero que afecta el equilibrio radiactivo de la Tierra”.

Emisiones (directa): “Se define en el punto de la cadena energética donde estas son liberadas y se atribuyen a ese punto en la cadena energética”, en este caso las emitidas por las Fuentes Móviles en Ruta durante la combustión de gasolina o diesel, durante su recorrido.

Fuentes Móviles en Ruta: “Todo transporte automotor que opere en carreteras o vías públicas, lo constituyen las motocicletas, automóviles, camionetillas, microbuses, buses y camiones” y que utilicen gasolina o diesel durante el recorrido.

Gas de Efecto Invernadero: “Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropogénica, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de ondas al espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre”.

Gasolina: Mezcla líquida derivada del petróleo utilizado en el transporte automotor a gasolina con encendido por chispa; su calidad se fundamentó en el Acuerdo Ministerial No. 399-2012 Nómina de Productos Petroleros con sus respectivas denominaciones, características y especificaciones de calidad.

Inyección Directa (diesel): Tecnología aire-combustible, en el cual “el combustible es inyectado en las válvulas de toma o directamente en la cámara de combustión”.

Inyección multipunto: Tecnología aire-combustible en el cual, el “combustible se inyecta cerca de las válvulas de toma en cada cilindro del motor. Puede tener controles más sofisticados que se basan en más de un sensor de oxígeno para variar la cantidad de combustible entregado”.

Inyección mono punto: Tecnología aire-combustible en el cual, “el combustible es inyectado después de la toma de aire antes de alcanzar el motor. La tasa de inyección normalmente es controlada al medir la razón de aire/combustible con un sensor de oxígeno”.

Metano: “Uno de los seis gases de efecto invernadero que se intentan reducir con el Protocolo de Kyoto. Es el componente fundamental del gas natural y está asociado a todos los combustibles de hidrocarburos, a la ganadería y a la agricultura”.

Microbús: “Automotor destinado para el transporte de personas de manera colectiva, se incluyen microbús, microbús escolar, minibús”, constituye una de las categorías de Fuentes Móviles en Ruta contenido en este informe.

Monóxido de carbono: “Gas que se forma de la combustión incompleta durante la quema de combustibles”.

Motocicleta de cuatro tiempos: Fuente Móvil en Ruta con “motor de combustión interna que precisa de cuatro carreras del pistón o émbolo (dos vueltas del cigüeñal), para completar el ciclo termodinámico (admisión, compresión, expansión y escape)”, contenido en este informe.

Motocicleta de dos tiempos: Fuente Móvil en Ruta con “motor de combustión interna que realiza las cuatro etapas del ciclo termodinámico (admisión, compresión, expansión y escape) en dos movimientos lineales del pistón (una vuelta del cigüeñal)”, contenido en este informe.

Motor de combustión interna: Material “frecuentemente descrito como una bomba de aire. El principio de la combustión interna es combinar un material combustible (combustible) con el oxígeno (aire) en un rango que producirá un nivel óptimo de potencia y economía de combustible”.

Óxido Nitroso: Gases de efecto invernadero que se emite durante la combustión de la gasolina o diesel en las Fuentes Móviles en Ruta.

Preinyección (diesel): Tecnología aire-combustible, constituye “la forma más antigua de control aire/combustible para motores diesel. El combustible es inyectado a un único punto en la toma de aire antes de llegar al motor”.

Transporte: Palabra compuesta que proviene del latín “trans” y portare, cuyo significado es “al otro lado y llevar” respectivamente. En este informe se asume su interpretación como unidades provistas con motor de combustión interna, que emiten gases de efecto invernadero.

Vía Pública: Espacio público destinado para la circulación y movilización de personas y Fuentes Móviles en Ruta.

