

Emisión de dióxido de carbono de vehículos automotores en la ciudad de Loja, Ecuador

Carbon dioxide emissions from motor vehicles in the city of Loja, Ecuador

Marco Vinicio Rojas Moncayo^a, Miguel Angel Caraballo Núñez^{a,*}, Orlando Hilarion Álvarez Hernández^b, Santiago Vivanco Pinta^c

^aCarrera de Ingeniería Electromecánica, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

^bCarrera de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

^cCarrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

Resumen

El presente trabajo tiene el propósito de contribuir a mejorar el conocimiento de la calidad del aire en la ciudad de Loja a través del análisis de la emisión de dióxido de carbono (CO₂) de los vehículos automotores, para lo cual se caracterizó al parque automotor mediante encuestas, aforo vehicular y recopilación de información en entidades públicas y privadas. Obtenida la información base, se estimó la emisión de CO₂ en toneladas por año para la flota registrada en el año 2017 por el Centro de Matriculación Vehicular de Loja-CMVLM y la Unidad Municipal de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial-UMTTSV, aplicando la fórmula general desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos-EPA, que utiliza tres variables: número de vehículos, actividad vehicular y factor de emisión. Los resultados muestran que, en la ciudad de Loja, el parque automotor emitió 208.920 toneladas de CO₂ durante el año 2017. El transporte particular con 60 % es el que principalmente contribuyó a la emisión de CO₂ a la atmósfera, seguido del transporte público bajo regulación de la UMTTSV con el 33 % y un 7 % correspondientes a nuevos vehículos, motos y vehículos del estado. Los factores que inciden para que se emita mayor cantidad de CO₂ a la atmósfera, son principalmente el número de vehículos y las horas de operación vehicular en la zona de estudio. Por otro lado, los factores que contribuyen al incremento vehicular son la ampliación del perímetro urbano y el aumento de la actividad económica de la ciudad. *Palabras claves:* Caracterización vehicular; Gases contaminantes; Emisión de CO₂; Fuentes móviles; contaminación ambiental.

Abstract

This study aims to improve our knowledge concerning the air quality by analysing carbon dioxide (CO₂) emissions emanating from motor vehicles. The vehicle fleet was characterized by means of surveys, vehicular seating capacity, and collection of information from both public and private entities. After obtaining the information, the CO₂ emissions in tons per year were estimated for the vehicular fleet in 2017 according to data from the Vehicle Registration Center of Loja-CMVLM, and the Municipal Transport Traffic and Road Safety Unit –UMTTSV and after applying a universal formula developed by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA), which uses three main variables: number of vehicles, vehicular activity and emission factor. The results show that in the city of Loja the vehicular fleet emitted 208,920 tons of CO₂ in 2017. Private transportation with 60 % is the one that mainly contributed to the emission of CO₂ into the atmosphere, followed by public transport under UMTTSV regulation with 33 % and 7 % corresponded to new vehicles, motorcycles and government vehicles. The main factors that determine vehicle CO₂ emissions into the atmosphere are: the number of vehicles and the number of hours of vehicular operation in the area of investigation. On the other hand, vehicular increase is due to: the enlargement of the urban perimeter and activity pertaining to the local economy. *Keywords:* Vehicular characterization; Pollutant gases; CO₂ emission; Mobile sources; Atmospheric pollution.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: miguel.caraballo@unl.edu.ec (Miguel Angel Caraballo Núñez)

Recibido el 16 de noviembre de 2018

Aceptado el 07 de diciembre de 2018

1. Introducción

La emisión de gases hacia la atmósfera representa un impacto ambiental, provocando la acumulación de gases y el consecuente aumento de la temperatura media global, lo que representa una amenaza contra la calidad de vida (Aguirre et al., 2000; Herrera and Vales, 2013).

Las emisiones de CO₂ se originan por diversas actividades tanto antropogénicas como naturales, resultando las fuentes móviles las principales generadoras de contaminantes atmosféricos en centros urbanos, producto de un crecimiento acelerado del parque automotor (Romero et al., 2006; GEO Ecuador, 2008; Echeverri, 2013).

A nivel planetario se están realizando inventarios de emisiones de vehículos automotores, en especial de CO₂ que es el más abundante y uno de los causantes del cambio climático (Medina, 2010), con la finalidad de conocer la cantidad de contaminantes que aporta cada categoría vehicular a la atmósfera, información que es indispensable para la modelación de la calidad del aire, permitiendo establecer límites geográficos y zonas de mayor impacto (Escobar et al., 2008) y con base en ello proponer alternativas eficientes tanto de control como de prevención (Pesántez, 2009; EPA, 2018).

En la ciudad de Loja, en los últimos años, es notorio el aumento del parque automotor (Centro de Matriculación Vehicular del Municipio de Loja, 2017), por lo cual y debido a los problemas que origina el mismo, dentro del proyecto de investigación “Diagnóstico y prospectiva del sistema energético que interactúa en la zona 7 del Ecuador” de la Universidad Nacional de Loja (UNL), se desarrolló el presente estudio de la emisión de CO₂ proveniente de los vehículos automotores que tiene como base la aplicación de la fórmula general desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, misma que utiliza tres variables: número de vehículos, actividad vehicular y factor de emisión.

El estudio debe servir para la toma de decisiones en el establecimiento de normativas de obligatorio cumplimiento, como por ejemplo al momento de realizar la verificación vehicular durante la matriculación en cada año, en el control de la composición de la gasolina que se expende en las gasolineras, etc.

2. Material y Métodos

El trabajo investigativo se desarrolló en la ciudad de Loja, la cual tiene un área de 52 Km². Está localizada en la región siete, al Sur del Ecuador, entre los 03 39' 55" y 04 30' 39" de latitud Sur y 79° 05' 58,6" y 79° 32' 42,1" de longitud Oeste. Tiene una altitud de 2064 msnm, temperatura promedio de 16,2 °C, 75 % de humedad relativa y una precipitación promedio anual de 900 mm.

Para caracterizar el parque automotor de la ciudad de Loja se revisó información primaria consistente en la aplicación de la técnica de la encuesta, logrando recopilar información relacionada con el tipo de vehículo, combustible usado, kilómetros recorridos al día, entre otros (Anexo 1). Las encuestas se aplicaron directamente a los propietarios de los vehículos en proporción a las muestras, correspondiendo el mayor número (82 %) a

propietarios de transporte privado. Se considera además información secundaria consistente en aforo vehicular que se realizó en ocho puntos de la ciudad de Loja (Figura 1), los cuales fueron seleccionados con base en la observación directa, haciendo contraste con la revisión de literatura relacionada y puntos de vista de técnicos de la Unidad Municipal de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial (UMTTTSV). Los puntos seleccionados para la observación se exponen a continuación:

Punto 1: Bolívar y Lourdes

Punto 2: Av. Pio Jaramillo y Chile (Tebaida)

Punto 3: Bernardo Valdivieso y 10 de Agosto (Parque Central)

Punto 4: Av. 8 de Diciembre y Leónidas Plaza (Pitas)

Punto 5: 10 de Agosto y Av. Universitaria

Punto 6: Av. Universitaria y Colón (Parque Bolívar)

Punto 7: Terminal Terrestre

Punto 8: 18 de Noviembre y Rocafuerte

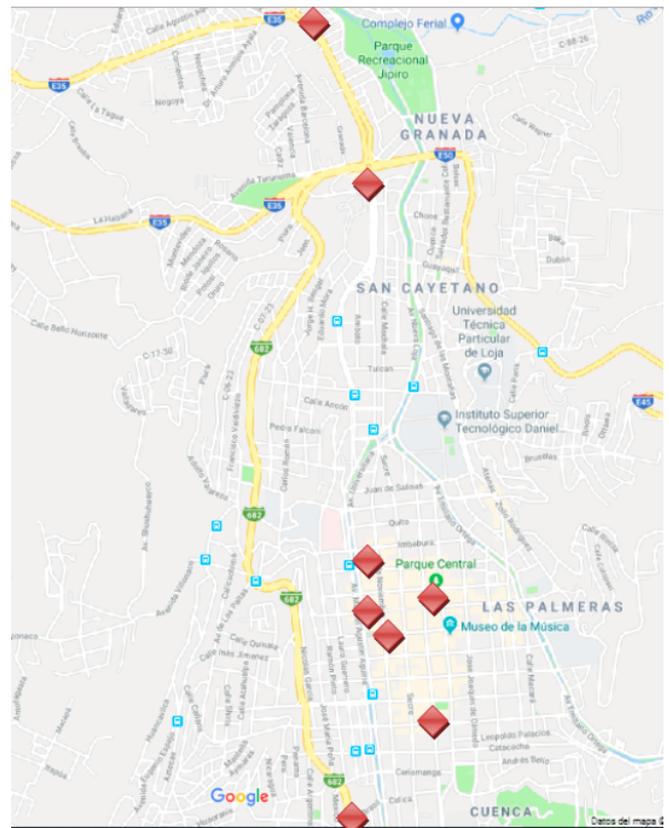


Figura 1: Puntos de aforo vehicular en la ciudad de Loja.

En cada punto se realizaron tres repeticiones en horarios distintos, el primero de 6:45 a 7:45, el segundo de 12:00 a 13:00 y el tercero de 17:30 a 18:30; la técnica que se usó para el aforo vehicular fue la grabación en video, para luego revisar los mismos, contabilizando el número de vehículos por categoría vehicular que circulan en 1 hora, para ello se empleó una matriz de aforo vehicular (Anexo 2). Los aforos se realizaron en los meses de junio y julio de 2015, una semana en cada uno de los puntos indicados, con un total de ocho semanas de muestreo. El número de encuestas estuvo en función del número de vehículos de cada categoría, registrados por la UMTTTSV y

del Centro de Matriculación Vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja (GADML).

Para el cálculo del número de encuestas se aplicó la siguiente fórmula, sugerida por Torres et al. (2006):

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q} \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la Población (42543)

Z = Nivel de Confianza (95 %)

p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada (95 %)

q = Probabilidad de fracaso (5 %)

d = Precisión (5 %)

El nivel de confianza se escoge de 95 % teniendo en cuenta la calidad de los informantes, debido a que las encuestas se aplican directamente a los propietarios de los vehículos. Por idénticas razones, la probabilidad de éxitos y fracasos se estiman en un 95 % y 5 % respectivamente, considerando que el nivel de información que se tiene asegura una gran fiabilidad de los resultados.

$$n = \frac{42543 \times 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}{0,05^2 \times (42543 - 1) + 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}$$

$$n = \frac{7763,08}{106,54} = 73$$

Obtenida la información de campo se elaboró una base de datos que sirvió tanto para la caracterización, como para la estimación del CO₂ por vehículos. La fórmula que se empleó para estimar el CO₂ es la siguiente:

$$E = NU \times DA \times FE \quad (2)$$

Donde:

E = Emisión de CO₂ [kg/día]

NU = Número total de vehículos de interés (automóvil, taxi, bus, etc.)

DA = Actividad vehicular, expresada como la distancia total recorrida por los vehículos de interés en un tiempo determinado

FE = Factor de emisión para el contaminante de interés, para el tipo de vehículo en cuestión expresado en g/km.

Para establecer el número total de vehículos de interés, se solicitó información a la UMTTTSV. Los datos sobre el tipo de sistema del vehículo (carburador/inyección) y la actividad vehicular (recorrido diario, expresado en km/día) se obtuvo de las encuestas. Para estimar la emisión en promedio de cada tipo de vehículo se utilizó como referencia los factores de emisión de las Tablas 1 y 2. Aunque en la tabla original solo se presentan los modelos hasta 2012, según la Agencia Estadounidense de Protección del Medio Ambiente (EPA, 2018), las emisiones se han mantenido constantes desde el 2004, por lo que se ha mantenido esa cifra para modelos posteriores a 2012. Para hacer la conversión en dólares invertidos en combustible se ha tomado como referencia el precio del combustible en Ecuador del 2017: gasolina extra 1,48 USD/galón, gasolina super 2,00 USD/galón y diésel 1,03 USD/galón.

Tabla 1: Factores de emisión por tipo de automóvil (a partir de Palermo, 2014).

Factores de emisión para vehículos a gasolina en g/km				
Modelo	Automóvil	Camioneta	Pesado	Moto
<1992	303,78	345,20	506,30	189,86
1993 – 1997	303,78	345,20	506,30	189,86
1998 – 1999	303,78	303,78	506,30	189,86
2000 – 2002	253,15	303,78	345,20	151,90
2003 – 2004	216,98	253,15	345,20	151,90
2005 – 2012	216,98	253,15	271,23	151,90
Factores de emisión para vehículos a diésel en g/km				
Modelo	Automóvil	Camioneta	Pesado	Bus
<1990	402,60	402,60	559,17	503,25
1991 - 1995	335,50	335,50	559,17	503,25
1996 - 1999	335,50	335,50	503,25	503,25
2000 - 2003	287,57	287,57	457,50	457,50
2004 - 2012	251,63	287,57	457,50	457,50

Tabla 2: Factores de emisión del transporte liviano (Taxi) por tipo de vía (a partir de Caballero, 2011).

Tipo de vía	Promedio g/km
Corredor	208,05
Céntrico	383,06

En cuanto a la información secundaria, se utilizó la información de trabajos de Tesis de Grado (Giraldo, 2005; Kravovich, 2007; Pesántez, 2009; Caballero, 2011; Aldeán Andrade and Vivanco Villavicencio, 2013; Palermo Zeballos et al., 2014; Vivanco Pinta, 2015), especialmente relacionadas con temas de ruido, realizadas en el casco urbano de la ciudad, donde se evidencia el número de vehículos, y los sitios con mayor flujo vehicular, así como en otras ciudades de Ecuador y de otros países.

3. Resultados

3.1. Caracterización del parque automotor de la ciudad de Loja

Según los datos oficiales de matriculación de 2017, Loja cuenta con 36.190 vehículos en circulación, distribuidos tal como evidencia la Figura 2. El total de vehículos matriculados en 2008 fue de 19.840, lo que supone un incremento de 16.350 vehículos en nueve años.

El 11,7 % del parque automotor de Loja tiene sistema a carburador y el 88,3 % a inyección, lo que corrobora la actualidad del parque automotor en la ciudad y con ello una menor contaminación a la atmósfera lojana.

De acuerdo con las encuestas, un vehículo particular en la ciudad de Loja recorre al día aproximadamente 33 km, consumiendo aproximadamente \$2,00 de combustible, a excepción de los taxis que recorren en promedio 297,6 km/día con un consumo aproximado de \$14,70 y los buses 256,6 km/día, necesitando diariamente \$13,00 de combustible.

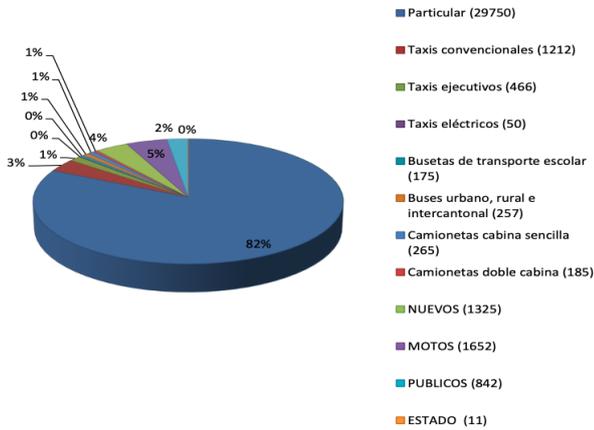


Figura 2: Número de vehículos en Loja según estadísticas oficiales de matriculación de 2017 correspondientes a cada categoría.

La velocidad promedio de circulación por los vehículos en la ciudad de Loja es de 45 km/h respetando el límite máximo de velocidad en zona urbana, que es máximo 50 km/h, tal como lo menciona la ley de tránsito.

En la ciudad de Loja existen siete sistemas de transporte público y comercial, con 2.610 unidades al servicio de los lojanos (Figura 4).

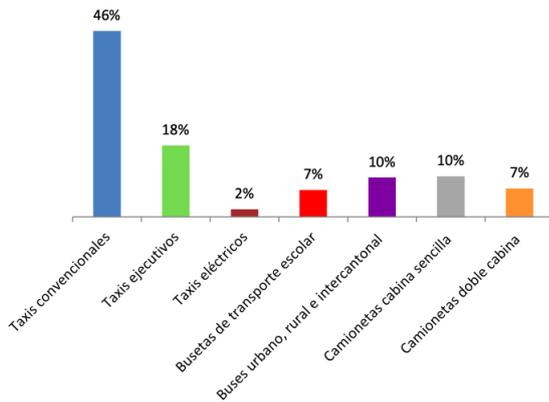


Figura 3: Número de vehículos en Loja según estadísticas oficiales de matriculación de 2017 correspondientes a cada categoría.

En la ciudad de Loja operan nueve líneas de transporte público, con un total de 234 buses urbanos pertenecientes a cuatro operadoras, dos de ellas son cooperativas llamadas 24 de Mayo y Cuxibamba y las otras dos son las compañías Urbasur y Urbaexpress; de estos, el 78,63 % de los vehículos tienen capacidad de 75 pasajeros y el 21,37

En la ciudad de Loja se movilizan diariamente en los buses urbanos 149.739 usuarios, de los cuales el 27 %, es decir, 40.030 pasajeros/día es atendida por la línea denominada “Saucés - Argelia” seguida por la línea “Motupe – Punzara” con el 14 %.

Con base en la campaña de medición en los ocho puntos

seleccionados de la ciudad, se determinó que los vehículos que circulan en mayor cantidad son autos privados (45 %); no obstante, los taxis con el 30 % también representan una participación importante de ocupación en las vías. El sector donde hay mayor flujo vehicular con el 23 % es en el Terminal (Tabla 3).

3.2. Emisión de CO2 derivado del funcionamiento de los vehículos automotores en la ciudad de Loja

El parque automotor de la ciudad de Loja emitió durante el año 2017 a la atmósfera 208.920 ton CO2/año, y al día 572,4 ton CO2 (Tabla 4).

El transporte privado es el mayor contribuyente de CO2 a la atmósfera lojana con el 60 %, seguido del transporte público bajo regulación del UMTTSV que aporta un 33 % de CO2, y un 7 % correspondiente a nuevos vehículos matriculados durante el año 2017, motos y vehículos del estado.

Un vehículo automotor particular en promedio emite al día 11,6 kg de CO2, un taxi 88 kg de CO2 y un bus urbano 124,4 kg de CO2, entre los más significativos (Tabla 5).

Las horas de operación vehicular también representan un factor importante a la hora de estimar la emisión de CO2, siendo el promedio de operación diaria para los taxis de doce horas y para los buses de diez horas, mientras que para un vehículo particular es de dos horas.

4. Discusión

Como se señaló en los resultados, en los últimos 9 años, el parque automotor de la ciudad de Loja, creció de 19.480 vehículos en el año 2008 a 36.190 para el año 2017. Cabe mencionar que este incremento se da a pesar de que en la actualidad se suma solamente la cantidad de vehículos cuyos propietarios residen en el cantón Loja.

Los estudios de Geo Loja (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente and Municipio de Loja y Naturaleza y Cultura Internacional, 2007) y los trabajos de Aldeán Andrade and Vivanco Villavicencio (2013) han permitido establecer que los factores que contribuyen al incremento vehicular en la ciudad de Loja son la ampliación del perímetro urbano, lo que hace que los habitantes requieran más transporte para su movilización, y la pujante actividad económica de la ciudad. A esto se agrega la falta de un sistema de transporte público masivo que cumpla estándares de seguridad y confort, siendo esta una de las causas que motiva a los ciudadanos a adquirir vehículos particulares para contrarrestar el problema de movilidad, influyendo para que el transporte privado emita mayor cantidad de CO2 que el transporte público. Esto se ha confirmado en los trabajos de Lara et al. (2009) realizados en México.

De acuerdo con (Kravarovich, 2007), estudios realizados en Guayaquil indican que los factores que influyen para que los clientes prefieran una marca de vehículo son los costos de los vehículos, su durabilidad y su comercialización en el mercado; no obstante, esta propensión ha estado cambiando en los últimos años, los factores ambientales son más valorados y cada vez son más los consumidores que toman en cuenta el ahorro de combustible, el cual está directamente relacionado con

Tabla 3: Cantidad promedio de vehículos en una hora en las mediciones realizadas en ocho sectores de la ciudad.

Sector	Categoría						Porcentaje
	Motos	Autos	Camionetas	Taxis	Camiones	Bus	
Bolívar y Lourdes	44	727	162	298	20	13	9
Av. Pio Jaramillo y Chile (Tebaida)	33	847	251	524	41	50	13
Bernardo Valdivieso y 10 de Agosto (P. Central)	30	370	98	108	13	0	5
Av. 8 de Diciembre y Leónidas Plaza (Pitas)	73	937	406	505	134	45	15
10 de Agosto y Av. Universitaria	51	749	249	507	39	54	12
Av. Universitaria y Colón (P. Bolívar)	73	887	279	658	51	76	15
Terminal	89	1117	456	1136	105	162	23
18 de Noviembre y Rocafuerte	45	533	143	381	20	1	8
Porcentaje	3	45	15	30	3	3	

Tabla 4: Aporte de Dióxido de Carbono por categoría vehicular en la ciudad de Loja en 2017.

Distribución	Ton CO2/día	Ton CO2/año
Particular (29750)	344,64	125.794
Taxis convencionales (1212)	106,604	38.910
Taxis ejecutivos (466)	40,988	14.961
Taxis eléctricos (50)	0,000	0
Busetas de transporte escolar (175)	2,193	800
Buses urbano, rural e intercantonal (257)	31,981	11.673
Camionetas cabina sencilla (265)	4,369	1.595
Camionetas doble cabina (185)	3,050	1.113
NUEVOS (1325)	15,350	5.603
MOTOS (1652)	6,775	2.473
PUBLICOS (842)	16,273	5.940
ESTADO (11)	0,162	59
Total	572.385	208920

la eficiencia energética y a su vez con las emisiones de CO₂, (Gordillo, 2013).

El parque automotor de la ciudad de Loja es relativamente nuevo, siendo el promedio de vida útil de nueve años, comparado con otras ciudades; por ejemplo, en México la edad promedio del parque vehicular es de 17 años (Gordillo, 2013). La actualidad del transporte público en Loja se debe a las diferentes resoluciones emitidas por la Agencia Nacional de Tránsito de Loja. El parque automotor nuevo trae un impacto positivo al ambiente, reduciendo la emisión en aproximadamente 1 tonelada de CO₂ por vehículo al año.

La categoría vehicular que se encuentra en mayor porcentaje en las calles de la ciudad de Loja son los autos con un 45 %, seguido de los taxis con el 30 % de actividad vehicular. En cuanto al transporte liviano de pasajeros, el valor recomendado a nivel mundial es de 3 taxis por cada 1000 habitantes (Giraldo, 2005). Sin embargo, en la ciudad de Loja existen 7,7 taxis por cada 1000 habitantes, que explica una mayor actividad vehicular de taxis en las vías en comparación a otras ciudades del mundo, y la sobreoferta de taxis que existe para satisfacer la necesidad de movilidad de los ciudadanos de Loja.

Además, se corrobora con los resultados del flujo vehicular medidos en ocho puntos de la ciudad de Loja, resultando la relación cuatro a uno, es decir, por cada cuatro vehículos parti-

Tabla 5: Emisión de Dióxido de Carbono por vehículo en la ciudad de Loja en 2017.

Categoría	Kg CO2/día	Ton CO2/año
Particular (29750)	11,6	4,2
Taxis convencionales (1212)	88,0	32,1
Taxis ejecutivos (466)	88,0	32,1
Taxis eléctricos (50)	0,0	0,0
Busetas de transporte escolar (175)	12,5	4,6
Buses urbano, rural e intercantonal (257)	124,4	45,4
Camionetas cabina sencilla (265)	16,5	6,0
Camionetas doble cabina (185)	16,5	6,0
NUEVOS (1325)	11,6	4,2
MOTOS (1652)	4,1	1,5
PUBLICOS (842)	19,3	7,1
ESTADO (11)	14,7	5,4

culares, pasa un taxi.

Es importante mencionar que, en el presente estudio, no se determinó el nivel de CO₂ por sitio de aforo, sino que se hizo de manera general para la ciudad de Loja, ya que la fórmula empleada no aplica para aforo vehicular. Sin embargo, con base en el resultado obtenido, que a mayor número de vehículos en circulación mayor es la contaminación, se puede deducir que en el sector de la Terminal Terrestre hay más contaminación de CO₂ en comparación a los demás sectores.

No obstante, la contaminación generada por un vehículo que circule por el centro histórico de Loja, debido a las condiciones de conducción (arranques - frenadas), también es significativa. Uno de los factores que influyen para que suceda es el congestionamiento vehicular, para esto el Municipio debe buscar soluciones, entre las más relevantes pueden ser el sistema de semaforización del centro histórico y la eliminación del parqueo tarifado en algunas vías.

En relación a la emisión de dióxido de carbono, los vehículos automotores emiten en la ciudad de Loja en total 208.920 toneladas al año. Al comparar con otros estudios, desarrollados en cantones con un número de vehículos automotores similar al del cantón Loja, se evidencia que en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura, el parque automotor emite en total 238.172 toneladas de CO₂ al año (Ministerio del Ambiente, 2014). Cabe señalar que estos resultados son con base en la cantidad de

vehículos que registran los centros de matriculación vehicular para los cantones.

Uno de los retos es reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), en especial el CO₂, principal gas emitido por la combustión de los vehículos automotores en la ciudad de Loja, puesto que las fuentes energéticas e industriales son insignificantes (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente and Municipio de Loja y Naturaleza y Cultura Internacional, 2007). Conscientes que a nivel mundial el CO₂ es el responsable de 1,3 millones de muertes al año según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), surge la necesidad, en la ciudad de Loja, de generar trabajos investigativos relacionados a la estimación de CO₂, logrando de esta manera aportar con información de primera mano que sirva como base para que las instituciones tomadoras de decisiones, como es el caso del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja (Institución competente en tema de transporte), desplieguen políticas como estrategias encaminadas a disminuir la concentración de CO₂ en la atmósfera y los efectos colaterales transferibles a la sociedad.

Referencias

Aguirre, R., Solórzano Ochoa, G., et al. (2000). Metodología para la determinación de la emisión de gases invernadero de sitios de disposición final de residuos sólidos municipales. In *Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 27, pages 1–7. ABES.

Aldeán Andrade, J. A. and Vivanco Villavicencio, P. J. (2013). Propuestas de solución al impacto ambiental generado por las emisiones de co₂ provenientes de motores a gasolina vehiculares en la ciudad de cuenca. B.S. thesis, Universidad del Azuay.

Caballero, M. A. (2011). Análisis de emisiones de vehículos livianos según ciclos de conducción específicos para la región metropolitana. B.S. thesis, Universidad de Santiago de Chile.

Centro de Matriculación Vehicular del Municipio de Loja, . (2017). Estadística de matriculación 2017. Technical report, CMVML.

Echeverri, C. A. (2013). Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de montería (córdoba, colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9):85–96.

EPA, U. E. P. A. (2018). Report tables and appendices for co₂ and fuel economy trends. Technical report, EPA, U.S.

Escobar, J., Jorquera, H., Bordones, J., Pfeng, C., Palacios, R., Tardón, M., Daroch, P., Miranda, M., and Oyaneder, E. (2008). Actualización del inventario de emisiones atmosférica en las comunas de temuco y padre las casas. *Informe técnico celebrado entre Comisión Nacional del Medio Ambiente Región de la Araucanía y DICTUC SA*.

GEO Ecuador, . (2008). Informe sobre el estado del medio ambiente: Estado del aire, cap. 2 (en línea). Technical report, GEO Ecuador.

Giraldo, L. A. (2005). Estimación del inventario de emisiones de fuentes móviles para la ciudad de bogotá e identificación de variables pertinentes. (b.s thesis), Universidad de los Andes.

Gordillo, J. (2013). Emisiones contaminantes de co₂ por vehículos y papel de cibanco, dirección de análisis económico y administración integral de riesgo. Technical report.

Herrera, A. and Vales, N. (2013). Estimacion de las emisiones de gases contaminantes generadas por la actividad aerea en mexico. *PUBLICACION TECNICA*, (384).

Kravarovich, M. (2007). Análisis financiero y de mercado para una propuesta de eica: “paquete repago para el mantenimiento del vehículo durante el periodo de garantía”. B.S. thesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Lara, C., Mendoza, J., López, M., Téllez, R., Martínez, W., and Guzmán, E. (2009). Propuesta metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades de la república mexicana. Technical report, Sanfandila.

Medina, J. (2010). La dieta del dióxido de carbono (co₂). *Conciencia tecnológica*, (39).

Ministerio del Ambiente, . (2014). Inventario preliminar de las emisiones de contaminantes del aire, de los cantones ambato, riobamba, santo domingo de los colorados, latacunga, ibarra, manta, portoviejo, esmeraldas y milagro: Proyecto calidad del aire iii. Technical report, Ministerio del Ambiente, Quito, Ecuador.

OMS, . (2011). Calidad del aire y salud. Technical report, OMS.

Palermo Zeballos, F. M. et al. (2014). Procesamiento de parámetros físicos e inventario de emisiones atmosféricas antropogénicas en la cuenca hidrográfica del río napo. B.S. thesis, Quito, 2014.

Pesántez, T. L. (2009). Políticas ambientales locales para el control de alteraciones respiratorias por contaminación vehicular en los escolares del cantón cuenca, 2006. Master’s thesis.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, . and Municipio de Loja y Naturaleza y Cultura Internacional, . (2007). Perspectivas del medio ambiente urbano. Technical report, PNUMA.

Romero, M., Diego Olite, F., and Álvarez Toste, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 44(2):0–0.

Torres, M., Paz, K., and Salazar, F. (2006). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. *Boletín electrónico*, 2:1–13.

Vivanco Pinta, S. M. (2015). Emisión de dióxido de carbono de vehículos automotores en la ciudad de loja. B.S. thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja.

Anexo 1: Patrón de encuesta aplicada a los conductores de vehículos automotores en la ciudad de Loja.

Encuesta para realizar el Estudio de Emisión de Dióxido de Carbono por Vehículos Automotores en la Ciudad de Loja

Fecha: _____ No. de encuesta _____

Solicitamos nos colabore con su respuesta. Marque con una X en la respuesta que crea conveniente.

Encuesta realizada en:
 Gasolinera Estacionamientos Parada de taxis Parada de camionetas

1. ¿Características del vehículo?

<input type="checkbox"/> Motocicleta	<input type="checkbox"/> auto	<input type="checkbox"/> camioneta
<input type="checkbox"/> Vehículo pesado	<input type="checkbox"/> Bus urbano	<input type="checkbox"/> Transporte liviano

Marca Modelo Año Cilindraje

2. ¿Tecnología del vehículo?
 Carburador Inyección

3. ¿Cuál es el kilometraje acumulado?
 Exacto _____ Aproximado _____

4. ¿Promedio de kilómetros recorridos?
 Día _____ Semana _____

5. ¿Velocidad promedio de circulación?

6. ¿Cantidad de combustible consumido?
 Día _____ Semana _____

7. ¿Tipo de combustible?
 Gasolina Diesel

8. ¿Tiene aire acondicionado?
 Si No

9. ¿Frecuencia de uso de aire acondicionado?
 Regularmente En ocasiones
 Siempre Nunca

Gracias por su colaboración

Anexo 2: Matriz de aforo vehicular.

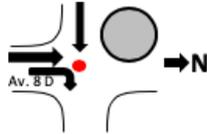
PROYECTO DE EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO POR VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN LOJA

Intersección:

Responsable:

Fecha (D/M/A):

Hora Inicial: Hora Final:



Categoría Vehicular		Total
Motocicleta		
Motocicletas 	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Vehículos Livianos		
Autos 	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Camionetas 	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Transporte Liviano		
Taxis 	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Camionetas 	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Vehículos Pesados		
Camiones 	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Autobuses 	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bus Urbano		
Bus 	<input type="text"/>	<input type="text"/>