



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniero en Automotriz.**

AUTOR:
Freddy Mauricio Hayashi Granja

TUTOR:
Ing. Freddy Santiago Viteri Arias

**ANALISIS DEL NIVEL DE CONTAMINACION
ATMOSFERICA OCASIONADA POR LA EMISION
DE GASES DE ESCAPE DE LAS MOTOCICLETAS
EN LA CIUDAD DE QUITO**

Certificación o Acuerdo de Confidencialidad

Yo **Freddy Mauricio Hayashi Granja** declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad Intelectual, reglamento y leyes

Mauricio Hayashi

Mauricio Hayashi

Yo, Ing. Freddy Santiago Viteri Arias certifico que el siguiente trabajo “Análisis del nivel de contaminación atmosférica ocasionada por la emisión de gases de escape de las motocicletas en la ciudad de Quito” fue realizado por el estudiante: Freddy Mauricio Hayashi Granja, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y de su autenticidad, como de su contenido.

Freddy Viteri

Ing. Freddy Viteri

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mi adorada familia especialmente a mi papa Mauricio Granja y mi mama Jhanet Viteri quienes siempre estuvieron para apoyarme y guiarme siendo el apoyo más importante en mi vida ya que gracias a ellos soy lo que soy, a mi madre María José Granja quien siempre estuvo para guiarme y apoyarme ayudándome a tomar buenas decisiones en mi vida y siendo una persona incondicional en mi vida, a mi tío Mauricio Granja gracias a sus palabras de aliento para continuar y poder culminar con éxito mi carrera universitaria.

- Freddy Mauricio Hayashi Granja

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo a Dios, que me ha permitido en estos 4 años de carrera universitaria tener junto a mí a toda mi familia con salud y vida para poderme guiar y apoyar, con cada consejo que han logrado guiarme para ser lo que soy hoy en día.

A mi padre Mauricio Granja, que fue uno de los pilares más importantes en mi vida que siempre me apoyo en todo sentido, guiándome para que no falle y cada paso que daba sea un paso firme lleno de éxito.

A mi madre Jhanet Viteri, la luz que guía mi camino, por apoyarme en cada etapa de mi vida, por ser mi cómplice de vida, por estar en cada minuto de mi vida a mi lado siempre apoyándome y cuidándome para ser mejor cada día.

A mi madre María José Granja, la mujer que siempre estuvo para mí, que con sus consejos y enseñanzas me ayudo a ser lo que soy, que cuando más la necesitaba estuvo para mí, para apoyarme y guiarme, la mujer que me llena de felicidad y que cada momento a su lado es un momento de felicidad y paz.

A mi tío Mauricio Granja, que siempre estuvo para mí en las buenas y en las malas, que siempre tenía un consejo para mí, para que sea mejor y no cometa errores, gracias a él que me apoya y me guía con su ejemplo.

- Freddy Mauricio Hayashi Granja

NDICE DE CONTENIDOS

Certificación o Acuerdo de Confidencialidad.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
2.1. Parque automotor en Ecuador	11
2.2. Antecedentes del parque automotor en Quito	11
2.3. Contaminación ambiental.....	12
2.4. Emisiones contaminantes en motores de combustión interna.....	12
2.4.1. Motos de dos tiempos y cuatro tiempos.....	13
2.4.2. Motor de dos tiempos.....	13
2.4.3. Motor de cuatro tiempos	13
2.5. Contaminación ambiental en el D.M. Quito	13
2.6. Control de emisiones de gases contaminantes	14
3. METODOLOGÍA	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	19
4.1. Resultados	19

4.2. Discusiones.....	20
5. CONCLUSIONES	20
6. REFERENCIAS.....	22
ANEXOS INTRODUCCIÓN.....	24
ANEXOS MARCO TEÓRICO	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medios de transporte por clase	16
Tabla 2 Medios de transporte por clase y provincia	17
Tabla 3 Promedio de emisiones en motocicletas	19

ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA OCASIONADA POR LA EMISIÓN DE GASES DE ESCAPE DE LAS MOTOCICLETAS EN LA CIUDAD DE QUITO.

Ing. Freddy Viteri A, Freddy Hayashi G.

*Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, frviteriar@uide.edu.ec
Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, frhayashi@uide.edu.ec*

RESUMEN

La actividad del transporte particular y comercial, por sus características es una actividad que genera contaminación ambiental debido a la combustión de combustibles fósiles generado por los diferentes medios de transporte dando énfasis a las motocicletas de 4 tiempos de combustión interna, que son los más comercializados actualmente, esos niveles de contaminación son más altos en zonas urbanas y de desarrollo económico, como es el caso del Distrito Metropolitano de Quito, es así que se ha realizado el análisis de las emisiones contaminantes en la ciudad de Quito, provocado por las motocicletas, para lo cual se ha determinado el marco conceptual relacionado, así como los estándares de componentes de emisiones que se generan los motores de combustión, y los registros de emisiones determinados por los fabricantes y estudios comparativos relacionados, con ello y su relación con el crecimiento del parque automotor se pudo inferir el nivel de contaminación, así como los tipos y cantidades de emisiones que se generan como efecto del uso de motocicletas como medio de transporte, es así que se pudo determinar que existe un alto impacto a la atmósfera por parte de las emisiones de contaminantes en un promedio de recorrido de 164 kilómetros, donde se contabilizan las emisiones en 48279,42 CO (g/km); 13850,65 HC(g/km); 3561,59 NO_x(g/km) y 2582949,29 (g/km) determinadas en el parque automotor de motocicletas exclusivamente.

Palabras clave: emisiones, combustión interna, motor de cuatro tiempos, contaminación ambiental.

ABSTRACT

The activity of private and commercial transport, because of its characteristics, is an activity that generates environmental pollution due to the combustion of fossil fuels generated by the different means of transport, emphasizing 4-stroke internal combustion motorcycles, which are the most commercialized today. These pollution levels are higher in urban and economically developed areas, as it is the case of the Metropolitan District of Quito, so the analysis of polluting emissions in the city of Quito, caused by motorcycles, has been carried out to which the related conceptual framework has been determined, as well as the emission component standards that are generated by combustion engines, and the emission records determined by the manufacturers and related comparative studies, with it and its relationship with the growth of the park it was possible to infer the level of contamination, as well as the types and quantities of emissions that are generated as an effect of the use of motorcycles as a means of transport, so it was possible to determine that there is a high impact on the atmosphere by the emissions of pollutants in an average of 164 kilometers, where the emissions are counted. emissions in 48279.42 CO (g/km); 13850.65 HC (g/km); 3,561.59 NO_x (g/km) and 2,582,949.29 (g/km) determined exclusively in the motorcycle fleet.

Keywords: emissions, internal combustion, four-stroke engine, environmental pollution.

1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades de movilidad terrestre en Ecuador se han incrementado acorde al crecimiento poblacional, que se ha visto impactado por la migración de otros países, en ese contexto es cada vez más alto el número de automotores que circulan diariamente en las zonas urbanas y rurales de las diferentes ciudades del país.

Este concepto de aumento del parque automotor trae consigo también el incremento sin control de las emisiones de CO₂ y como consecuencia sus efectos en la capa de ozono y el cambio climático, esto debido al indiscriminado consumo de combustibles fósiles, que son parte de las tendencias de consumo de las sociedades. Debido a este aspecto se debe identificar y cuantificar las causas principales del incremento de CO₂ en el parque automotor del Distrito Metropolitano de Quito.

En el Distrito Metropolitano de Quito, se calcula que al 2021 existen alrededor de 513000 vehículos en distintas modalidades y el 10% de todos los vehículos está representado por las motocicletas que son unas 51950 motocicletas, que al ser matriculadas son aquellas que emiten emisiones de CO₂ (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2021).

Se debe manifestar además que la Huella de Carbono de Ecuador ha sido de 40,007 Megatoneladas (Mt) de CO₂ en el año 2019 y de 33,270 Mt en el 2020, sin embargo, estos valores ubican a Ecuador en el ranking número 116 de países con mayor cantidad de emisiones por CO₂ (Expansión, 2021).

Esta concentración de CO₂ que es más alta en las zonas urbanas, debido a la concentración del parque automotor e industrias, así como de los gases de efecto invernadero, crean la huella de carbono, que afecta de manera negativa la salud y calidad de vida de los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito, en ese contexto se manifiesta además que de las emisiones un 56% proviene del sector del transporte, un 20% del sector residencial y comercial, un 13% de residuos y un 11% del sector industrial, lo que determina la diversidad de factores que inciden en la huella de carbono en Quito.

A pesar de este criterio es importante conocer la realidad de los sectores relacionados con el transporte público y privado, que bajo sus distintas modalidades aportan a esta consecuencia negativa para el ambiente, es así que en este estudio se busca determinar el impacto de la combustión de combustibles fósiles por las motocicletas dentro del Distrito Metropolitano de Quito, a través del análisis inferencial de emisiones contaminantes de CO₂ al ambiente y su relación con el parque automotor de motocicletas.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Parque automotor en Ecuador

En Ecuador existe un parque automotor con un total de 2.7 millones de vehículos hasta mayo del 2021, entre livianos, suburbanos, pesados y comerciales según la AEADE (Asociación de empresas automotrices del Ecuador) (2021). Sin embargo, no todos estos autos son medianamente nuevos obviamente, al contrario la mayoría sobrepasan los 10 años desde su fabricación.

Las tres provincias que encabezan la lista según la AEADE con más autos en sus vías hasta mayo del 2021 son; Pichincha con 912 mil vehículos, Guayas con 826 mil vehículos y Cuenca con 188 mil vehículos. Estas tres provincias ocupan más del 50 % del parque automotor en el país, pero también son las que más autos nuevos evidencian (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2021).

La AEADE confirma nuestra teoría y expresa que en Ecuador el 55% del parque automotor en Ecuador sobrepasa los 10 años. Llegando a más de 300 mil autos que sobrepasan los 36 años de antigüedad. Alrededor de 1.7 millones de autos sobrepasan los 10 años de antigüedad en Ecuador (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2021).

2.2. Antecedentes del parque automotor en Quito

Entre enero y febrero de 2022, se vendieron 19.918 unidades o vehículos en todo el país. Esto representan un incremento del 20% con respecto a igual periodo de 2021.

Según información de AEADE, uno de los mayores motores de ese crecimiento fue las ventas de autos chinos (36% del total). Otro factor importante fue un mayor acceso a crédito de consumo. Desde los bancos privados, los préstamos totalizaron los \$388 millones, solamente en los dos primeros meses de este año.

El vertiginoso aumento de vehículos matriculados en Pichincha muestra cómo cada año circulan más automotores en Quito.

Hace una década el parque automotor tenía 320 000 vehículos, hoy supera los 500 000. Debido a esto, los problemas de movilidad se agudizan. En promedio cada año 35 000 nuevos vehículos circulan en la capital.

Entre enero y noviembre de 2021 se vendieron 150.734 motos, es así que la proyección del sector es llegar a cerca de 160.000 unidades vendidas al cierre de las cuentas de 2021. Es decir, ese segmento presentará un aumento de 23% frente a 2020, mientras que en comparación con 2019 el crecimiento será de 11%. La mayor demanda de motocicletas se debe a la recuperación del comercio, impulsado por las entregas a domicilio (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2021).

2.3. Contaminación ambiental

América Latina está inmersa, como muchas otras regiones, en la problemática de la contaminación del aire como consecuencia del alto índice de urbanización, donde el 72% de la población reside en centros urbanos. Los países que se han convertido en un país altamente urbano, ya que son precisamente en las grandes ciudades que se genera mayor contaminación del aire exterior y esta contaminación tiene una repercusión principalmente en la salud de niños y adultos (Tapia, Vasquez, & Espinoza, 2018).

El transporte vehicular es el principal responsable de la contaminación ambiental. Entre los principales contaminantes emitidos por los vehículos motorizados se encuentran el Dióxido de carbono (CO₂), Dióxido de azufre (NO₂) y Material Particulado (PM₁₀), PM_{2.5}. (Organización de las Naciones Unidas, 2012)

Estudios en megaciudades han demostrado que el PM_{2.5} y NO₂ constituyen los principales contaminantes con riesgos para la salud y se estima que la contaminación del aire exterior se convertirá en la mayor causa ambiental de muerte prematura en las próximas décadas (Thomson, 2012).

2.4. Emisiones contaminantes en motores de combustión interna

Las normas de emisiones de vehículos son las herramientas de políticas técnicas primarias disponibles para mitigar las emisiones de los vehículos. Los procedimientos de prueba de emisiones para los vehículos ligeros se basan en un ciclo de transición que representa el patrón de conducción de un país en particular. Los ciclos para vehículos ligeros de servicio son FTP-75 y NEDC que se utilizan en los Estados Unidos y los procedimientos de ensayo europeos, respectivamente (Pathak, Sood, Singh, & Channiwalla, 2016).

Los factores de emisión son la cantidad promedio de contaminantes emitidos por un tipo de vehículo (Binder, Macfarlane, Garrow, & Bierlaire, 2014). Estos se expresan en términos de masa de contaminante emitido por unidad de distancia recorrida o por unidad de combustible consumido. La determinación de estos factores representa grandes desafíos para las autoridades ambientales (Huertas, Mendoza, & Córdoba, 2013).

Se debe tomar en cuenta la condición de ajuste en la inyección de combustible que viene dada por los resultados del cálculo de la relación aire/combustible (A/C), con los datos del sensor de oxígeno (Cise Electronics, 2011), en condiciones de mezcla rica, el tiempo de apertura de los inyectores disminuye. Cuando la altitud aumenta la masa de oxígeno disminuye, sin importar la temperatura ambiental (Huertas, Mendoza, & Córdoba, 2013), influyendo en la relación A/C de tal modo que el incremento de altura determina un ángulo de encendido mayor. De lo expuesto, tanto el ángulo de encendido y la altura son determinantes en el consumo de combustible, el par motor y los gases emitidos.

2.4.1. Motos de dos tiempos y cuatro tiempos

En un motor 2 tiempos se produce una combustión por cada vuelta de cigüeñal mientras que en un motor 4 tiempos se produce una combustión por 2 vueltas de cigüeñal, lo que significa que a misma cilindrada se genera mucha más potencia (Entre un 30% y 50%), pero también un mayor consumo de combustible. En la actualidad los motores de cuatro tiempos con mucho más populares entre los usuarios de motos ya que este ofrece características diferentes, estos motores son más amigables con el medio ambiente y son más eficientes, los motores de dos tiempos los encontraremos en ciclomotores con potencia reducida o en modelos específicos como motocross (Expansión, 2021).

2.4.2. Motor de dos tiempos

En este tipo de motores su composición y funcionamiento es mucho más sencillo comparado con un motor de cuatro tiempos, sin embargo, al ser una composición más sencilla el combustible pasará por todas las partes del ciclo y se mezclará con el aceite para poder lubricar, al ser así, el aceite se quemará y producirá olores fuertes y altos niveles de emisiones contaminantes. Este motor experimentara un mayor régimen de giro, lo que va producir un mayor desgaste en sus piezas, pero como un punto a favor estos motores son más económicos de fabricar y su mantenimiento es bastante reducido (Huertas, Mendoza, & Córdoba, 2013).

2.4.3. Motor de cuatro tiempos

En este tipo de motor la gasolina y el aceite no entran en contacto a diferencia del motor de dos tiempos, está compuesto por una mayor cantidad de piezas como, por ejemplo, un cilindro, una bujía, una biela, etc. Piezas que favorecen a su correcto funcionamiento. Estos motores tienen la zona de lubricación separada de la zona de combustión lo que quiere decir que el aceite y el combustible son introducidos por separado, esto nos ofrece una ventaja ya que al ser introducidos por separado evitamos la quema innecesaria de aceite y por ende reducimos los niveles de emisiones contaminantes al exterior y el nivel de olor producido por la quema del aceite, siendo así, estamos generando un considerable ahorro de aceite ya que al no quemarse no es necesario llevar un control del nivel tan seguido como es el caso en un motor de dos tiempos. (Huertas, Mendoza, & Córdoba, 2013)

2.5. Contaminación ambiental en el D.M. Quito

Para determinar la calidad del aire, la Secretaría monitorea las emisiones sobre todo del Material Particulado (PM 2,5) y del dióxido de nitrógeno (NO₂). Ambos se emiten por los vehículos y por motores de combustión interna.

El PM son partículas diminutas, casi mil veces más pequeñas que 1 milímetro, por lo que su comportamiento, es similar al de un gas: permanece en el aire por más tiempo. El NO₂ se forma en los procesos de combustión a altas temperaturas

Desde septiembre ya se notó un incremento sostenido y se ubicó en 17 microgramos por lo que, oficialmente, Quito regresó a los niveles de esmog previos a la pandemia (INEC, 2021).

La industria de ensamblaje de motos en el Ecuador, ha crecido sustancialmente en los últimos años, y esto es debido a que más del 80% de motos que se venden aquí, son de hasta 150cc (las de trabajo) (Secretaría del Ambiente del Municipio del D.M. Quito, 2020).

Durante todo el 2020 se importaron 53.117 unidades (37%), en el mismo período se ensamblaron en Ecuador 88.741 (63%), el mercado de las motos de Ecuador, particularmente el segmento de trabajo crece a un ritmo mayor comparado con el resto de segmentos: recreación, o viajes (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2021).

Relacionado con el mayor segmento de ventas de motocicletas en Ecuador y en el Distrito Metropolitano de Quito, en un estudio realizado por la AEADE según los fabricantes de motocicletas, para una motocicleta de 150cc, se estima un promedio de consumo de combustible de 130 a 164 kilómetros por galón, de la misma forma se menciona que la prueba dinámica de acuerdo a los fabricantes determina que se genera 1.22 CO (g/km), 0.35 HC(g/km), 0.09 NOx(g/km) y 65.27 CO₂ (g/km) (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2021).

En este contexto, se ha identificado de acuerdo a la página web de la Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2021), que los niveles de contaminación registrados a nivel general en la ciudad se consideran de acuerdo a la siguiente tabla:

Contaminante	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SO₂	97.48	98.23	95.83	95.14	77.72	97.38
CO	97.38	98.06	96.22	96.71	72.92	97.32
O₃	97.50	98.01	96.23	97.38	77.71	97.14
NO₂	96.62	97.32	96.69	97.22	75.74	98.20
PM_{2.5}	96.95	97.96	97.00	96.93	76.91	95.29

Fuente: (Secretaría del Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2021)

2.6. Control de emisiones de gases contaminantes

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito ha implementado un proceso para el desarrollo de un plan de acción de cambio climático de la ciudad, en el que se detalla el camino a seguir para lograr que Quito sea una ciudad neutra de emisiones de GEI y resilientes frente al clima hacia el 2050.

Entendiendo el desafío del cambio climático y el impacto en los ciudadanos, así como las oportunidades que la planificación de cambio climático presenta para un desarrollo sostenible y equitativo, el Comité de Cambio Climático para el Gobierno Autónomo Descentralizado del Distrito Metropolitano de Quito reafirma su compromiso con la Fecha Límite 2020, para diseñar un plan que permitirá lograr la neutralidad climática de la ciudad de Quito para el año 2050.

Específicamente, en el marco del Plan de Acción de Cambio Climático y de acuerdo con sus responsabilidades y atribuciones, los miembros del Comité de Cambio Climático se comprometen a:

- Proponer y coordinar la implementación de políticas públicas que contribuyan a la adaptación y mitigación al cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito.
- Evaluar y dar seguimiento a la implementación del Plan de Acción Climático 2050 del Distrito Metropolitano de Quito.
- Coadyuvar y coordinar, con las diferentes entidades municipales, la implementación de sistemas de medición, evaluación y reporte de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Apoyar el establecimiento de un marco institucional y de gobernanza robusto, que sea liderado por la Unidad de Cambio Climático (UCC), en el que se establezcan los roles de cada institución municipal y se asegure el cumplimiento de los objetivos vinculados a la planificación de cambio climático (Secretaría del Ambiente del Municipio del D.M. Quito, 2020).

3. METODOLOGÍA

Se llevo a cabo una metodología de investigación cuantitativa basado en los análisis de contenido de documentos, textos y papers, por lo cual el análisis de emisión de gases en el distrito metropolitano de Quito producidas por el incremento de motocicletas que, aumentado en una gran magnitud, y lo que pretende este estudio es realizar un análisis de las emisiones de gases para incrementar el conocimiento del problema y en un futuro buscar soluciones orientadas a mejoras en los procedimientos de prevención y control de emisiones.

La Agencia Europea del Medio Ambiente publicó un informe donde se afirmaba que la contaminación atmosférica es el principal riesgo para la salud en Europa, que reduce la esperanza de vida y contribuye a la aparición de enfermedades respiratorias, cardíacas y cáncer, además del importante efecto económico a la sociedad.

Desde el 2015 se han publicado diversas normas aplicables a cada tipo de vehículo, las sucesivas normas han sido más exigentes y han ido reduciendo los límites permitidos. Los automóviles

fabricados en 2015 y años posteriores deben cumplir la norma Euro 6, y las motocicletas y ciclomotores fabricados a partir de 2017 el Euro 4 (Conbici, 2018).

Comparando las emisiones de una moto y de un vehículo que tengan una antigüedad de once años (antigüedad media del parque de motos y vehículos de la ciudad de Barcelona). Una moto fabricada en 2005 (recordemos que los datos estadísticos referentes a 2016) podría emitir 5.500 mg de CO por cada kilómetro recorrido (la moto debería cumplir la norma Euro 2), mientras que el vehículo podría emitir 2.200 mg / km si fuera de gasolina (el vehículo debería cumplir la norma Euro 3). La misma moto podría emitir 300 mg / km de NOx y el vehículo únicamente 150 mg / km (Conbici, 2018).

Tabla 1

Medios de transporte por clase

CLASE	TOTAL	USO			
		Estado	Alquiler	Particular	Otros
TOTAL	2.361.175	32.548	168.862	2.158.933	832
AUTOMÓVIL	699.134	2.114	58.566	638.347	107
AUTOBÚS	23.797	1.104	20.952	1.740	1
CAMIÓN	106.028	2.274	37.086	66.639	29
CAMIONETA	426.683	10.614	20.038	395.961	70
FURGONETA	42.697	347	7.695	34.641	14
SUV	396.708	4.944	480	390.813	471
MOTOCICLETA	629.581	7.498	5.035	617.028	20
TANQUERO	3.021	384	1.462	1.173	2
TRAILER	13.404	209	10.526	2.666	3
VOLQUETA	12.312	1.311	5.642	5.357	2
OTRA CLASE	7.810	1.749	1.380	4.568	113

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC (2021)

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito - ANT 2021

Tabla 2
Medios de transporte por clase y provincia

PROVINCIA	TOTAL	CLASE										
		Automóvil	Autobús	Camión	Camioneta	Furgoneta	Suv	Motocicleta	Tanquero	Trailer	Volqueta	Otra Clase
TOTAL	2.361.175	699.134	23.797	106.028	426.683	42.697	396.708	629.581	3.021	13.404	12.312	7.810
AZUAY	152.676	48.645	1.602	6.365	32.174	2.379	38.506	20.893	114	666	807	525
BOLÍVAR	26.687	5.707	401	2.144	6.716	186	2.959	8.184	26	125	166	73
CAÑAR	43.084	12.193	569	2.565	11.238	580	7.101	7.831	81	429	350	147
CARCHI	22.596	7.441	363	2.019	5.146	288	4.000	2.621	55	491	99	73
CHIMBORAZO	71.703	26.010	991	4.769	17.702	1.089	11.745	8.371	97	263	409	257
COTOPAXI	72.339	18.932	1.375	6.231	19.946	1.027	10.934	12.242	163	728	438	323
EL ORO	114.558	25.460	980	5.826	21.339	1.451	15.015	42.521	101	656	908	301
ESMERALDAS	51.156	10.496	378	2.071	8.198	599	5.367	23.431	51	115	332	118
GALÁPAGOS	2.310	230	51	113	603	21	213	1.049	6	4	2	18
GUAYAS	512.592	168.120	3.253	20.269	70.357	13.908	77.747	151.418	540	3.398	1.817	1.765
IMBABURA	58.140	19.730	1.005	2.767	11.069	1.150	12.181	9.442	31	307	318	140
LOJA	66.994	21.444	770	3.363	15.528	713	12.234	11.851	67	271	561	192
LOS RÍOS	141.284	19.336	1.098	5.521	21.489	1.431	9.354	81.833	37	520	449	216
MANABÍ	230.504	56.281	1.626	6.210	42.930	2.884	22.598	94.948	450	787	1.279	511
MORONA SANTIAGO	14.669	2.930	256	914	3.703	153	2.337	3.991	19	31	224	111

NAPO	9.585	2.200	132	442	2.216	101	1.515	2.782	8	31	116	42
ORELLANA	19.050	2.558	245	1.016	3.334	158	1.657	9.299	67	341	254	121
PASTAZA	12.039	3.712	197	600	2.330	198	2.047	2.701	11	28	156	59
PICHINCHA	473.957	174.745	4.788	17.993	73.781	10.324	124.148	60.882	558	2.878	1.974	1.886
SANTA ELENA	32.378	10.467	491	1.417	5.060	725	3.419	10.283	133	113	139	131
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	84.906	15.606	866	4.635	14.863	971	10.819	36.067	154	294	452	179
SUCUMBÍOS	29.044	3.800	344	1.401	4.895	323	2.242	15.194	70	297	305	173
TUNGURAHUA	107.456	40.233	1.855	6.493	29.269	1.912	16.934	9.343	158	448	452	359
ZAMORA CHINCHIPE	11.468	2.858	161	884	2.797	126	1.636	2.404	24	183	305	90

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC (2021)

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito - ANT 2021

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

Sin embargo para el presente estudio se ha tomado en cuenta las motocicletas y sus emisiones en la provincia de Pichincha, donde se observa que hay un total de 60882 motocicletas matriculadas en el periodo de estudio, si bien esto no infiere la población total de motocicletas, se define el número de motocicletas legales en la provincia, de los cuales un 65% de las motocicletas están registradas en el Distrito Metropolitano de Quito, a lo que se debe sumar el estándar de emisiones emitido por los fabricantes para una motocicleta promedio de 150c, que son alrededor del 95% del total de motocicletas, que se ha contrastado con estudios de campo para consumos de combustibles y emisiones, de lo que se infiere los siguientes resultados:

Tabla 3

Promedio de emisiones en motocicletas

Promedio emisiones motocicletas / 164 kilómetros por galón				
Indicador	Valor	Unidades matriculadas en Pichincha	Unidades matriculadas en el Distrito Metropolitano de Quito	Emisiones D.M. Quito
		60882	39573	
CO (g/km)	1,22			48279,426
HC(g/km),	0,35			13850,655
NOx(g/km)	0,09			3561,597
(g/km)	65,27			2582949,3

4.2. Discusiones

Las emisiones generadas dentro del Distrito Metropolitano de Quito por motocicletas infieren un alto impacto a la salud de los habitantes del mencionado espacio geográfico, en este contexto, el incremento del parque automotor en sus distintas modalidades genera un aporte a esta contaminación que se determinan como factores contaminantes por emisiones de macropartículas, que se detallan en el estudio.

Infiriendo estos criterios técnicos con los datos relacionados al parque automotor y sus clases, se toma en cuenta la referencia de las motocicletas de mayor venta en el país y por ende en el Distrito Metropolitano de Quito, donde se ha determinado que la motocicleta de mayor venta es para trabajo o paseo, en la denominación de 150 cc., con ello se puede determinar el impacto de las emisiones contaminantes a la atmósfera de Quito, lo que puede generar información para tomar decisiones acerca de las regulaciones ambientales necesarias para mitigar el impacto de las emisiones por motocicletas en el distrito, ello implica una serie de regulaciones desde el tipo de motores que se permiten, así como las características técnicas y ambientales que deben poseer los motores de la nuevas motocicletas que entran al mercado.

Desde al aspecto académico, se puede mencionar que las políticas de restricciones vehiculares han aportado en muy baja manera a la reducción de las congestiones vehiculares y el tráfico como tal, para ello se deberían trabajar en reformas estructurales que apoyen a la renovación del parque automotor en todas sus modalidades, desde el estado se pueden genera políticas de financiamiento y de normativa técnica que permita acceder a motocicletas con mejor tecnología de emisiones y que circulen dentro de los parámetros exigibles en normas ambientales como la Norma Euro 4 mencionada en el contexto del estudio.

Por estos criterios es importante priorizar el uso de fuentes de energía alternativas para la movilidad de las personas, los medios de movilización eléctricos están actualmente en auge y son una buena alternativa para reducir los niveles de emisiones contaminantes a la atmósfera, los medios eléctricos no generan emisiones y por tanto, no contaminan el aire de las ciudades, pero su implementación requiere mayores esfuerzos económicos, a pesar de las exenciones tributarias que permiten un mejor acercamiento a la compra de estos medios de movilización.

5. CONCLUSIONES

- Se describió la contaminación generada por las motocicletas, enunciando así los principales gases contaminantes, además de describir la cantidad global de los gases que producen las motocicletas.
- Se dio a conocer la cantidad de gases que puede producir las motocicletas y como se puede mezclar la gasolina con el aceite para generar una mayor emisión de gases contaminantes en motocicletas de 2 tiempos.

- Se estableció una comparativa de niveles de contaminación con todos los tipos de vehículos, concluyendo que las motocicletas generan un 10% de contaminación en relación a todo el parque automotor.
- Dentro del estudio se pudo determinar que entre enero y febrero de 2022, se vendieron 19.918 unidades o vehículos en todo el país. Esto representan un incremento del 20% con respecto a igual periodo de 2021, definiendo que se ha reactivado de manera vertiginosa la industria automotriz, y por ende también se incrementa en distinta medida el impacto que se pueda generar al medio ambiente.
- En este mismo contexto de la Aeade, que es uno de los mayores grupos automotrices de ese crecimiento fue las ventas de autos chinos (36% del total). Otro factor importante fue un mayor acceso a crédito de consumo. Desde los bancos privados, los préstamos totalizaron los \$388 millones, solamente en los dos primeros meses de este año, en este contexto se evidencia el vertiginoso aumento de vehículos matriculados en Pichincha.
- Para generar la relación en este contexto del segmento de motocicletas en un ámbito específico, el mayor segmento de ventas de motocicletas vendidas en Ecuador y en el Distrito Metropolitano de Quito es de las motocicletas de 150cc, se estima un promedio de consumo de combustible de 164 kilómetros por galón, de la misma forma se menciona que la prueba dinámica de acuerdo a los fabricantes determina que se genera 1.22 CO (g/km), 0.35 HC(g/km), 0.09 NO_x(g/km) y 65.27 CO₂ (g/km)
- Por tanto, en relación al consumo determinado por las motocicletas, que se observa hay un total de 60882 motocicletas matriculadas en el periodo de estudio, si bien esto no infiere la población total de motocicletas, se define el número de motocicletas legales en la provincia, de los cuales un 65% de las motocicletas están registradas en el Distrito Metropolitano de Quito, a lo que se debe sumar el estándar de emisiones emitido por los fabricantes para una motocicleta promedio de 150c, que son alrededor del 95%

6. REFERENCIAS

- Agencia Metropolitana de Tránsito. (25 de 11 de 2021). *Dirección de Operaciones y Coordinaciones Zonales*. Recuperado el 20 de 06 de 2022, de <http://www.amt.gob.ec/informacion/coordinacion-general-de-operaciones/>
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (12 de 2021). *Carga vehicular en Ecuador*. Recuperado el 25 de 06 de 2022, de https://www.cinae.org.ec/wp-content/uploads/2021/02/Parque_automotor_diciembre20-2.pdf
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (11 de 12 de 2021). *Pruebas dinámicas de fabricantes de vehículos*. Obtenido de https://www.cinae.org.ec/wp-content/uploads/2021/02/caracteristicas_tecnicas_motocicletas.pdf
- Binder, S., Macfarlane, G., Garrow, L. A., & Bierlaire, M. (2014). An application of targeted marketing data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 122 - 133. doi:doi:10.1016/j.tra.2013.11.005,
- Cise Electronics. (12 de 2011). *Que es el combustible*. Recuperado el 15 de 06 de 2022, de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/318-que-es-el-ajuste-de-combustible-?-fuel-trim.html>, acceso
- Conbici. (04 de 02 de 2018). *Lo mucho que contaminan las motos*. Obtenido de <https://conbici.org/noticias/sanidad-y-seguridad/lo-mucho-que-contaminan-las-motos>
- Expansión. (14 de 02 de 2021). *Energía y medio ambiente*. Recuperado el 01 de 06 de 2022, de <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/ecuador>
- Huertas, J., Mendoza, E., & Córdoba, J. (2013). Use of the information gathered during I/M programs to estimate emissions from gasoline vehicles. *Rev. Fac. Ing. Antioquia*, 59 - 68.
- INEC. (12 de 2021). *Contaminación por gases de efecto invernadero*. Obtenido de <https://www.aeade.net/boletin-sector-automotor-en-cifras/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2012). Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. *ONU-Habitat*.
- Pathak, S., Sood, V., Singh, Y., & Channiwala, S. (2016). Real world vehicle emissions: Their correlation with driving parameters. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 157 - 176. doi:doi: 10.1016/j.trd.2016.02.001

- Secretaría del Ambiente del Municipio del D.M. Quito. (2020). *Plan de Acción de Cambio Climático de Quito 2020 DMQ Neutralidad Climática*. Recuperado el 02 de 06 de 2022, de <https://www.wwww.quitoambiente.gob.ec>
- Secretaría del Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (10 de 12 de 2021). *Red de Monitpreo Atmosférico*. Recuperado el 12 de 07 de 2022, de <http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php/politicas-y-planeacion-ambiental/red-de-monitoreo>
- Tapia, V. C., Vasquez, V., & Espinoza, C. (2018). Reordenamiento vehicular y contaminación ambiental por material particulado (2,5 y 10), dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en Lima Metropolitana, Perú. *Rev. Perú. med. exp. salud pública*, 77 - 91.
- Thomson, B. (2012). La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. *Revista de la CEPAL.*, 76 - 109.

ANEXOS INTRODUCCIÓN

Ecuador disminuye sus emisiones de CO2

En 2020, **las emisiones de CO2 en Ecuador** han caído 6,728 megatoneladas, un 16,82% respecto a 2019.

Las emisiones de CO2 en 2020 han sido de 33,279 megatoneladas, con lo que **Ecuador es el país número 116 del ranking de países por emisiones de CO2**, formado por 184 países, en el que se ordenan los países de menos a más contaminantes.

Además de sus emisiones totales de CO2 a la atmósfera, que lógicamente dependen entre otras variables de la población del país, es conveniente analizar el comportamiento de sus emisiones por habitante. En la tabla vemos que **las emisiones per cápita de CO2 en Ecuador, han descendido** en 2020, en el que han sido de 1,92 toneladas por habitante.

En cuanto a la evolución de las emisiones de CO2 por cada 1.000 dólares de PIB, que mide, para un mismo país, la "eficiencia medioambiental" con la que se produce a lo largo del tiempo. En el último periodo, Ecuador, ha emitido 0,18 kilos por cada 1.000\$ de PIB, una cifra menor que en 2019.

En la tabla podemos ver la evolución de las emisiones de CO2, que han disminuido desde 2010, al igual que lo han hecho las emisiones per cápita y al igual que las emisiones de CO2 por cada 1000\$ de PIB.

Las emisiones totales de dióxido de carbono han disminuido también respecto a 2015, aunque en este plazo han aumentado las emisiones por habitante.

Clica en el siguiente enlace para ver el ranking de emisiones de CO2 por países y en Economía de Ecuador para ver toda la información que publicamos sobre Ecuador.

Ecuador - Emisiones de CO2

Fecha	CO2 Totales Mt	CO2 Kg/1000\$	CO2 t per capita
2020	33,279	0,18	1,92
2019	40,007	0,20	2,34
2018	41,116	0,21	2,44
2017	39,670	0,20	2,39
2016	40,914	0,21	2,50
2015	42,583	0,22	2,64
2014	43,688	0,23	2,75
2013	40,489	0,22	2,59
2012	38,774	0,22	2,51
2011	38,599	0,23	2,54
2010	38,633	0,25	2,59

Fecha	CO2 Totales Mt	CO2 Kg/1000\$	CO2 t per capita
2009	34,944	0,23	2,38
2008	32,111	0,22	2,22
2007	31,525	0,22	2,22
2006	30,046	0,22	2,15
2005	28,378	0,22	2,07
2004	26,363	0,21	1,95
2003	23,690	0,21	1,78
2002	23,651	0,21	1,81
2001	23,277	0,22	1,81
2000	21,891	0,21	1,73
1999	20,345	0,20	1,64
1998	24,530	0,23	2,02
1997	24,982	0,24	2,09
1996	23,985	0,24	2,05
1995	20,818	0,21	1,82
1994	18,970	0,20	1,69
1993	18,097	0,20	1,65
1992	18,556	0,21	1,73
1991	17,620	0,20	1,68
1990	17,587	0,21	1,72
1989	16,219		1,63
1988	16,077		1,65
1987	14,280		1,50
1986	15,545		1,68
1985	14,809		1,64
1984	13,765		1,56
1983	13,354		1,55
1982	14,212		1,69
1981	14,111		1,72
1980	12,819		1,61
1979	12,180		1,57
1978	11,240		1,48
1977	10,006		1,36

Fecha	CO2 Totales Mt	CO2 Kg/1000\$	CO2 t per capita
1976	8,609		1,20
1975	7,521		1,08
1974	6,939		1,02
1973	5,682		0,86
1972	4,493		0,70
1971	4,489		0,72
1970	5,033		0,83

ANEXOS MARCO TEÓRICO





Boletín Parque Automotor Circulante

CINAE

Parque automotor circulante

Edad del parque automotor

Principales marcas

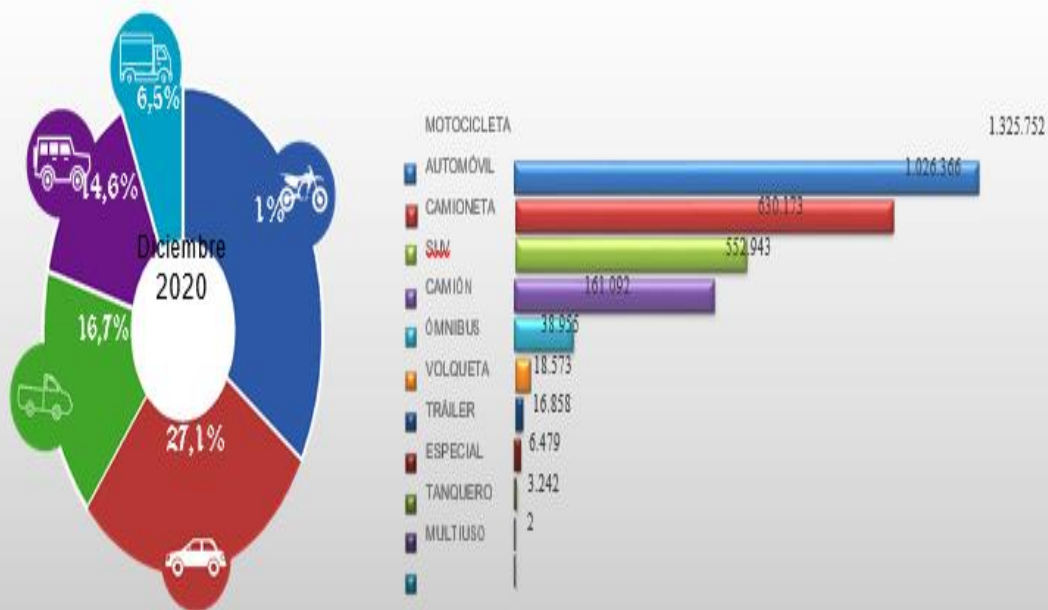
Distribución de marcas en función de vehículos

Por lugar de venta y años de antigüedad

Principales orígenes



Participación por clase de vehículos en porcentaje y unidades a diciembre 2020

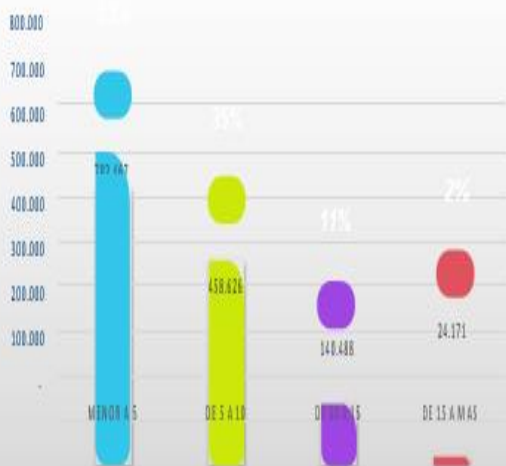


Fuente: Registro de Vehículos Base SRI
 Elaboración: CINAE

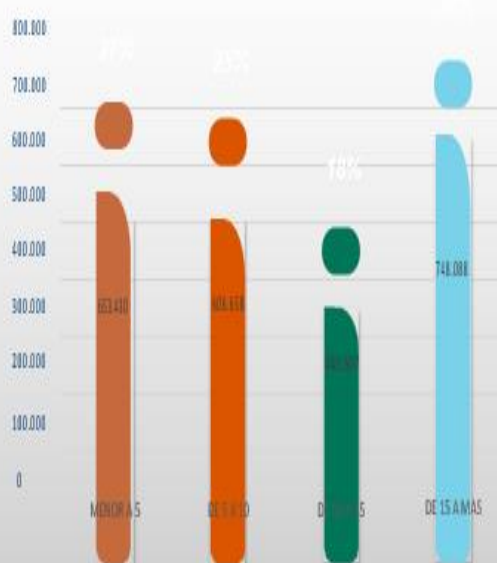


Edad del Parque Automotor Circulante

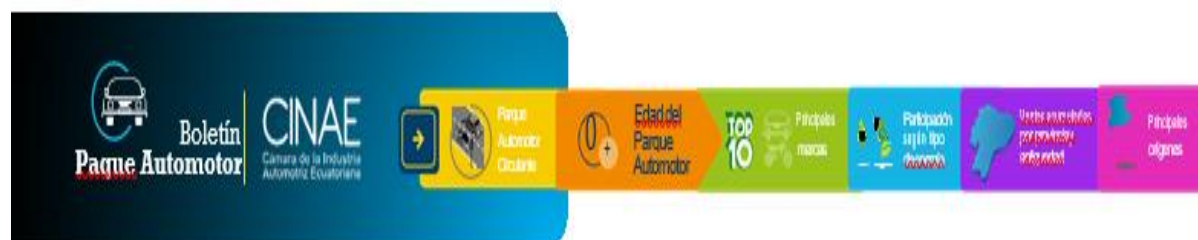
Edad de motocicletas en porcentaje y unidades a diciembre 2020



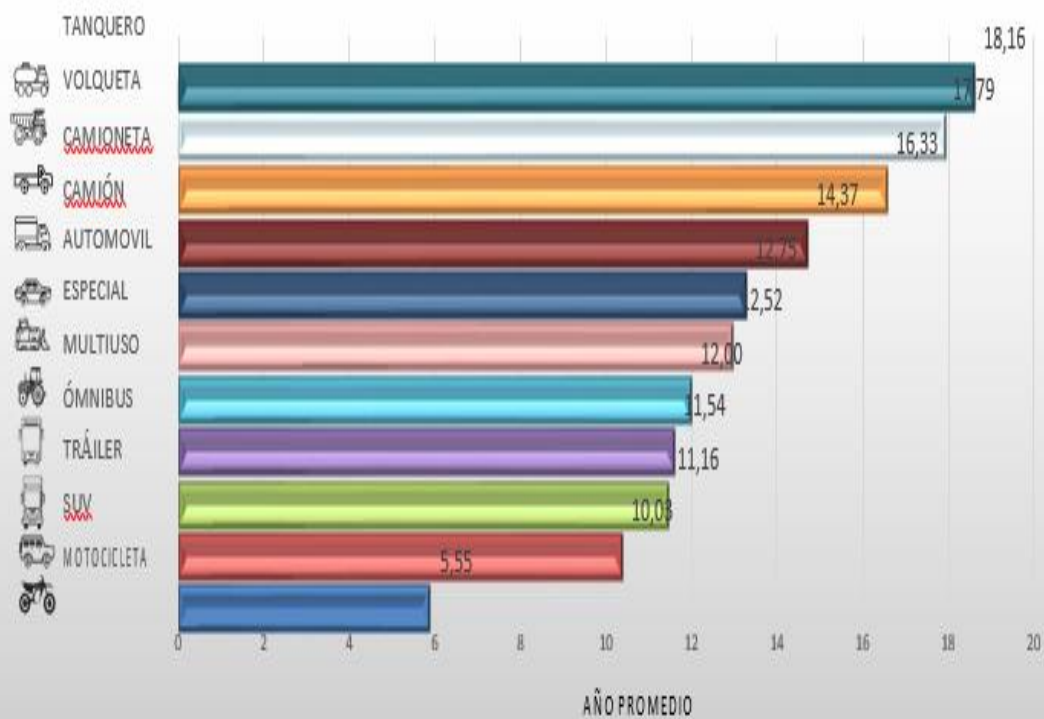
Edad de vehículos en porcentaje y unidades a diciembre 2020



Fuente: Registro de Vehículos Base IRI/
Elaboración: CINAE



Edad promedio del Parque Automotor Circulante a diciembre 2020 por clase

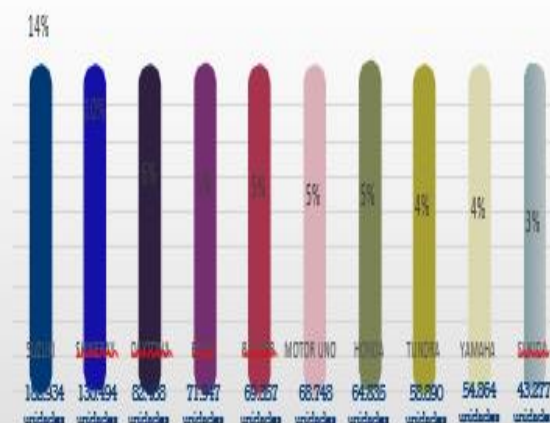


Fuente: Registro de Vehículos Base SRI
Elaboración: CVAE



TOP 10 Principales marcas de vehículos en porcentaje y unidades

TOP 10 Principales marcas de motocicletas en porcentaje y unidades

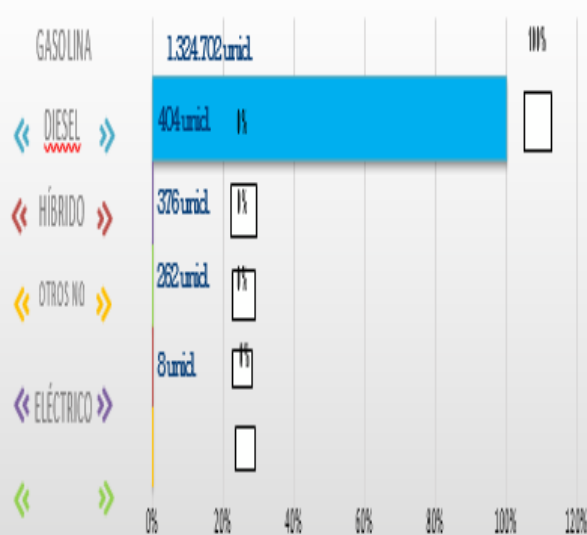
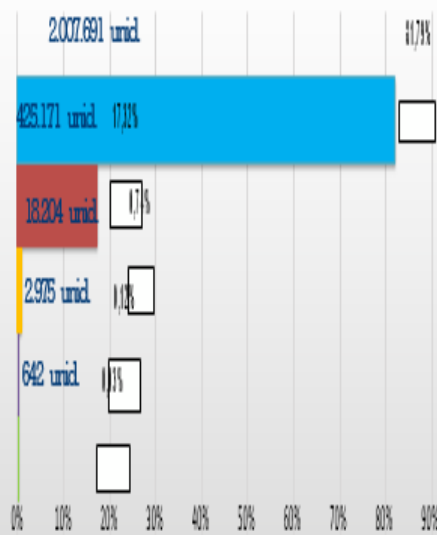


Fuente: Registro de Vehículos Base SRI
Elaboración: CINAE



Participación según tipo de energía en vehículos

Participación según tipo de energía en motocicletas



Fuente: Registro de Vehículos Base SRI
 Elaboración: CINAE



CINAE
Cámara de la Industria
Automotriz Ecuatoriana



Por lugar de
venta y años
de antigüedad
en vehículos
en unidades

PROVINCIA	Menos de 1	de 1 a 5	de 5 a 10	de 10 a 15	de 15 a 20	de 20 a 25	de 25 a 30	de 30 a 35	más de 35	TOTAL GENERAL	% POR PROVINCIA
AZUAY	9.181	30.857	30.614	27.484	19.323	14.070	10.892	3.115	6.431	151.967	6%
BOLIVAR	276	1.784	2.539	3.594	1.854	1.176	1.120	347	896	13.686	1%
CAÑAR	771	4.499	5.639	7.269	5.642	4.878	4.073	1.459	3.230	37.460	2%
CARCEI	429	2.449	4.384	4.805	3.306	2.254	2.410	1.162	2.423	23.622	1%
CEMBORAZO	3.233	11.334	14.026	11.768	6.437	4.720	4.382	1.396	3.892	61.188	2%
COTOPAXI	1.296	6.702	10.602	11.125	7.383	5.874	5.789	1.945	4.526	55.242	2%
EL ORO	2.066	11.262	14.587	15.393	6.799	5.271	5.121	1.919	6.114	68.532	3%
ESMERALDAS	545	4.382	6.918	6.565	3.061	2.757	2.400	1.001	3.965	31.594	1%
GALÁPAGOS	32	334	309	499	164	58	38	11	48	1.493	0%
GUAYAS	35.133	144.205	152.365	102.463	39.664	39.127	37.654	12.598	45.867	609.076	25%
IMBABURA	3.482	11.599	14.525	11.119	6.300	3.797	3.530	1.346	3.033	58.731	2%
LOJA	2.485	9.281	11.089	11.100	5.819	3.733	2.829	884	1.999	49.219	2%
LOS RÍOS	1.012	6.029	7.260	7.554	3.816	4.743	5.649	2.486	11.956	50.505	2%
MANABÍ	5.240	23.234	22.651	18.348	10.608	11.147	11.677	4.472	24.757	132.134	5%
MORONA SANTIAGO	136	1.174	2.033	2.081	1.228	840	631	244	463	8.830	0%
NAPO	143	1.030	1.706	1.329	646	422	345	138	238	5.997	0%
ORELLANA	363	2.120	3.354	2.329	894	552	416	142	334	10.504	0%
PASTAZA	195	1.564	1.888	1.953	905	646	582	259	518	8.510	0%
PICHINCHA	48.362	217.794	253.795	163.686	77.875	45.586	35.403	10.319	23.600	876.420	36%
SANTA ELENA	367	2.626	5.769	4.077	1.771	1.798	1.889	662	2.280	21.239	1%
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	572	5.594	7.392	7.042	4.289	3.621	3.305	1.318	4.538	37.871	2%
SUCUMBIOS	319	2.336	3.629	3.012	1.317	893	679	261	671	13.117	1%
TUNGURAHUA	7.412	26.677	28.019	20.342	12.648	8.880	7.984	2.909	6.478	121.349	5%
ZAMORA CHINCHIPE	186	1.328	1.565	1.570	744	457	385	146	316	6.697	0%
TOTAL	123.238	630.194	806.858	448.507	222.480	187.300	149.180	50.539	158.570	2.454.883	100,00%
% POR AÑOS	5%	22%	25%	18%	9%	7%	6%	2%	6%		

Fuente: Registro de Vehículos Dots-VI
Elaboración: CINAE



CINAE
Cámara de la Industria
Automotriz Ecuatoriana



Por lugar de
venta y años
de antigüedad
en motocicletas
en unidades

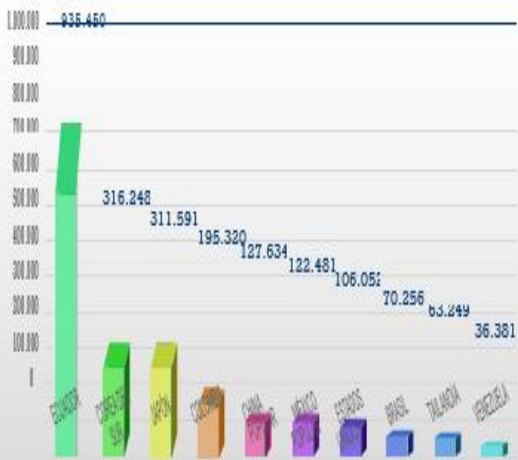
PROVINCIA											
AZUAY	8.153	24.145	11.497	2.603	662	100	101	34	141	47.436	4%
BOLIVAR	773	2.271	2.663	972	127	10	13	16	21	6.866	1%
CAÑAR	2.167	9.459	6.662	1.864	211	24	31	15	46	20.479	2%
CARCEI	188	2.078	3.724	1.583	102	12	20	7	12	7.726	1%
CEIMBORAZO	2.647	7.280	4.914	1.286	175	27	32	20	31	16.412	1%
COTOPAXI	3.313	8.459	9.903	3.005	395	57	65	41	69	23.307	2%
EL ORO	8.267	33.520	30.871	9.877	1.331	45	78	67	214	84.270	6%
ESMERALDAS	4.562	19.581	21.234	7.032	530	35	55	54	84	53.167	4%
GALÁPAGOS	4	331	295	439	188	15	12	7	10	1.301	0%
GUAYAS	45.178	171.756	122.651	33.948	3.288	486	378	214	940	378.839	29%
IMBABURA	2.613	7.775	7.837	2.227	322	45	62	28	46	20.955	2%
LOJA	2.924	8.899	7.146	1.414	247	17	17	14	18	20.696	2%
LOSÍOS	13.482	55.063	48.010	19.506	2.018	85	111	175	484	138.934	10%
MANABI	15.339	53.912	46.849	20.754	1.586	112	198	245	765	139.760	11%
MORONA SANTIAGO	904	4.337	3.162	713	155	11	7	11	9	9.309	1%
NAPO	738	3.218	2.670	420	53	4	2	1	3	7.109	1%
ORELLANA	1.685	6.433	7.916	2.525	311	8	5	5	7	18.895	1%
PASTAZA	597	2.897	2.417	606	95	7	8	6	14	6.647	1%
PICHINCHA	20.153	74.422	64.374	15.393	2.647	431	369	174	305	178.268	13%
SANTA ELENA	1.954	9.159	7.883	2.062	81	8	8	11	34	21.200	2%
SANTO DOMINGO DE LOS RÍOS	7.398	27.337	19.876	6.138	635	45	75	66	135	61.705	5%
SUCUMBÍOS	2.474	12.610	18.385	4.056	348	11	14	3	10	37.911	3%
TUNGURAHUA	2.763	6.406	6.041	1.725	471	84	92	44	58	17.648	1%
ZAMORA CHINCHIPE	880	1.963	1.646	340	41	1	2	1	2	4.876	0%
TOTAL	149.168	553.31	458.82	140.48	18.019	1.880	1.755	1.259	3.458	1.325.752	100%
% POR AÑOS	11%	42%	35%	11%	1%	0%	0%	0%	0%		

*Nota explicativa: La información contenida en esta tabla es de carácter confidencial y no debe ser divulgada.

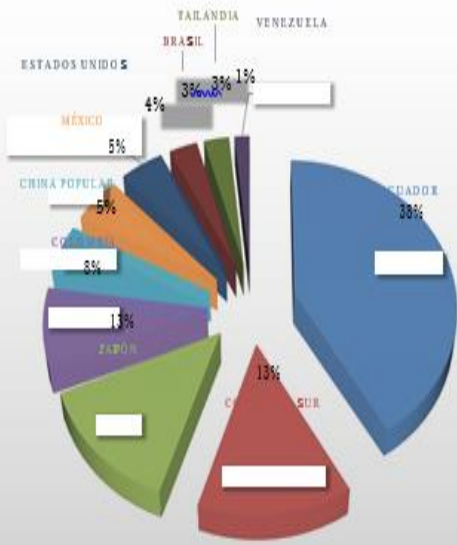
Fuente: Registro de Vehículos Base SRI
Elaboración: CINAE



Principales orígenes de vehículos en unidades a diciembre 2020



Principales orígenes de vehículos en porcentaje a diciembre 2020



Fuente: Registro de Vehículos - Base DRI / Elaboración: CINAE



ORDENANZA METROPOLITANA No. 0194

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

En Ecuador, gracias al nuevo ordenamiento jurídico nacional y al proceso de descentralización a partir del 2008, en varias ciudades se han construido vías y senderos para bicicletas. En la actualidad se cuenta con leyes, reglamentos, planes y políticas para el transporte en general; sin embargo, la toma de decisión e implementación por parte de las autoridades sobre movilidad sostenible aún es escaso. A nivel nacional, el país se encuentra en un estado inicial en políticas públicas de movilidad sostenible, donde ciudades como Cuenca, Loja, Manta y Quito¹ han dado sus primeros pasos.

En la ciudad de Quito, particularmente, el proceso inició en el año 2003, cuando un grupo de ciudadanos preocupados por la contaminación ambiental se reunieron en el Seminario Taller "*Ciclovías para Quito*", sentando así las bases para lo que sería el Ciclopaseo, espacio dominical que perdura hasta la actualidad en la capital. En el Plan Maestro de Movilidad 2009 se consideró por primera vez a la bicicleta como un medio de transporte en la ciudad.² A partir de estas acciones, en el año 2012 se implementó el primer sistema de bicicleta pública BiciQ con el objetivo de promover el uso de medios no motorizados, conseguir ciudades más humanas y reconocer como medios prioritarios a los peatones y bicicletas. Posteriormente el Centro Austriaco de Investigación para la movilidad, entregó una certificación de reconocimiento internacional de Planificación de Políticas de Calidad para el Tráfico de Bicicletas (BYPAD)

Un eje fundamental en la seguridad de los peatones y la promoción del uso de la bicicleta a nivel nacional ha sido la participación activa de colectivos de peatones y ciclistas, estas iniciativas han sido reflejadas en la Constitución de 2008.

El 22 de septiembre de 2014, la ciudad de Quito suscribió la Carta Internacional del Caminar a través de la cual la ciudad se comprometió a incrementar la movilidad integral, diseñar, gestionar espacios y lugares para las personas, mejorar la integración de las redes peatonales, desarrollar planes de uso de suelo que beneficien a las redes peatonales, reducir el peligro de atropellos y seguridad personal, aumentar el apoyo de las instituciones y desarrollar una cultura del caminar.

Del mismo modo, el 25 de septiembre de 2015, 193 líderes mundiales, incluido el Ecuador, ratificaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, los cuales representan un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de

¹ Nataly Pinto Alvaro, Frank Fuentes, David Alcivar. La situación de la bicicleta en Ecuador: avances, retos y perspectivas. (2015). Friedrich Ebert Stiftung.

² <http://www.flacsoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=52558>



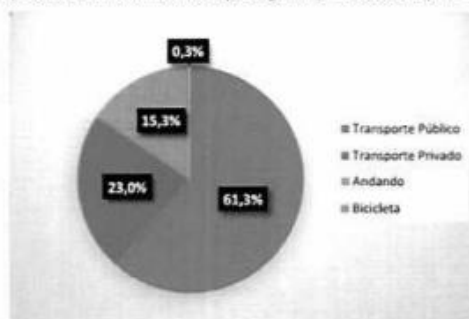
ORDENANZA METROPOLITANA No. 0194

Tabla No. 1
Número de viajes en los diferentes modos de transporte proyectados al 2014

Motorizado	Transporte Público ⁴	2.800.000	61,3%
	Transporte Privado ⁵	1.050.000	23,0%
No Motorizados	Peatonal	700.000	15,3%
	Bicicleta	15.000	0,3%
		4.565.000	100,0%

Elaboración Propia. Fuente: Estudio de movilidad - proyecto Metro de Quito - 2011

Figura No. 1
Proporción de la distribución modal de viajes desglosada por modos de transporte - 2014



Elaboración Propia. Fuente: Estudio de movilidad - proyecto Metro de Quito - 2011

Del cuadro anterior, se desprende que existe una baja participación correspondiente a los viajes en bicicleta en la distribución modal de los viajes en el DMQ, pues apenas llega al 0,3% (14.500 viajes/día), situación que refleja que este modo de transporte aún no se ha masificado.

A partir de la implementación del servicio de bicicleta pública - "bici-Quito" en agosto del 2012 con 25 estaciones y 425 bicicletas, poco a poco ha incrementado la baja participación de viajes en bicicleta en el total de número de viajes diarios que se realizan en la ciudad. Ello también ha contribuido para que la ciudadanía empiece a pensar en la bicicleta como un modo de transporte.

En atención a los argumentos esgrimidos, las experiencias internacionales, y la realidad presente en el Distrito Metropolitano de Quito es necesario establecer un nuevo marco normativo que tenga por objeto plantear mecanismo y herramientas que permitan aplicar, dentro del Distrito Metropolitano de Quito, conceptos de desarrollo sostenible propuestos para la nueva agenda urbana, para disminuir brechas de desigualdad e



ORDENANZA METROPOLITANA No. 0194

5. **Eficiencia:** Maximizar desplazamientos en modos de transporte sostenibles ágiles y asequibles, optimizando los recursos disponibles, sin que su diseño y operación produzcan externalidades negativas desproporcionadas a sus beneficios.
6. **Calidad:** Procurar que los componentes del sistema de movilidad cuenten con los requerimientos y las propiedades aceptables para cumplir con su función, producir el menor daño ambiental, ofrecer un espacio apropiado y confortable para las personas y encontrarse en buen estado, en condiciones higiénicas, de seguridad, y con mantenimiento regular, para proporcionar una adecuada experiencia de viaje.
7. **Participación ciudadana y corresponsabilidad:** Establecer un sistema de movilidad basado en soluciones colectivas, que resuelva los desplazamientos de toda la población y en el que se promuevan nuevos hábitos de movilidad, a través de los aportes de los actores sociales, en el ámbito de sus capacidades y responsabilidades.
8. **Planificación integrada:** Ofrecer a los diferentes grupos de usuarios opciones de servicios y modos de transporte integrados, que proporcionen disponibilidad, velocidad y accesibilidad que permitan reducir la dependencia del uso del automóvil particular. La planificación de infraestructura y servicios de transporte deben integrar a los modos de transporte sostenible, tomando en cuenta las implicaciones ambientales, económicas, urbanísticas y sociales.
9. **Integridad ambiental:** Solucionar los desplazamientos de personas y sus bienes, con los mínimos efectos negativos sobre la calidad de vida y el ambiente, al incentivar el uso de transporte público y el transporte en bicicleta y caminata, así como impulsar el uso de tecnologías sustentables en los medios de transporte.
10. **Innovación tecnológica:** Emplear soluciones tecnológicas que permitan almacenar, recopilar y procesar información con el fin de mejorar la gestión y calidad de la movilidad sostenible, tendiente a la automatización y eliminación del error subjetivo, así como a la reducción de las externalidades negativas de los desplazamientos.
11. **Capacitación, formación, sensibilización, promoción:** Promover la importancia de desplazarse sosteniblemente mediante campañas, foros, redes de conocimiento, debates, conferencias dirigidas a la ciudadanía, funcionarios públicos y tomadores de decisiones.

Artículo 10.- Planificación de la movilidad.- La planificación de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito, observará los siguientes criterios:

1. Procurar la integración física, operativa, informativa, de imagen y de modo de pago para garantizar que los horarios, transferencias modales, frecuencias de paso y demás infraestructura y condiciones en las que se proporciona el servicio de

**ORDENANZA METROPOLITANA No. 0194**

11. En coordinación con la secretaría encargada del ambiente; en el ámbito de sus respectivas atribuciones, promover, impulsar, y fomentar el uso de vehículos limpios, no motorizados y/o eficientes, sistemas con tecnologías sustentables, así como el uso de otros medios de transporte amigables con el ambiente, utilizando los avances científicos y tecnológicos;
12. Establecer políticas que estimulen el uso racional del automóvil particular y planificar alternativas de transporte de mayor capacidad y/o no motorizada, así como establecer zonas peatonales o pacificadas a efectos de reducir las externalidades negativas de su uso;
13. En coordinación con las secretaría encargada del territorio, hábitat y vivienda, promover en los nuevos desarrollos urbanos, la construcción de vías peatonales, accesibles a personas con discapacidad, y vías ciclistas, basada en los estudios correspondientes que para tal efecto se realicen, a fin de fomentar entre la población la utilización de los modos de transporte sostenibles;
14. Instrumentar programas y campañas permanentes de cultura de movilidad, encaminados a mejorar las condiciones en que se realizan los desplazamientos, fomentar cambios de hábitos de movilidad y la sana convivencia entre los distintos usuarios de la vía, así como la prevención accidentes, en coordinación con otras dependencias;
15. Promover la investigación y el desarrollo tecnológico en materia de movilidad, transporte, vialidad y tránsito;
16. Evaluar los estudios de impacto de movilidad de su competencia y, emitir opiniones técnicas o dictámenes para la realización de proyectos, obra y actividades por parte de particulares, de conformidad con la normativa aplicable;
17. Fomentar la movilidad no motorizada y el uso racional del automóvil particular mediante la coordinación con las organizaciones de la sociedad civil, empresas públicas, privadas y de la economía popular y solidaria, asociaciones de hecho y de derecho de representación barrial, escuelas públicas y privadas y ciudadanía en general;
18. Mantener información actualizada respecto de la implementación de políticas públicas que promuevan la movilidad en bicicleta y caminata y su respectivo sistema de indicadores, que permitan dar seguimiento y evaluación a las autoridades municipales y a la ciudadanía;
19. Publicar y actualizar la información respecto de la implementación de políticas públicas que promuevan la movilidad en bicicleta y caminata en el portal de gobierno abierto de la Municipalidad garantizando su difusión y fácil acceso




ORDENANZA METROPOLITANA No. 0194

Dada, en la Sala de Sesiones del Concejo Metropolitano de Quito, el 14 de diciembre de 2017.


Abg. Diego Cevallos Salgado
SECRETARIO GENERAL DEL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO


CERTIFICADO DE DISCUSIÓN

El infrascrito Secretario General del Concejo Metropolitano de Quito, certifica que la presente ordenanza fue discutida y aprobada en dos debates, en sesiones de 19 de octubre y 14 de diciembre de 2017.- Quito, 18 DIC. 2017



Abg. Diego Cevallos Salgado
SECRETARIO GENERAL DEL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO

ALCALDÍA DEL DISTRITO METROPOLITANO.- Distrito Metropolitano de Quito,
22 DIC. 2017

EJECÚTESE:


Dr. Mauricio Rodas Espinel
ALCALDE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

CERTIFICO, que la presente ordenanza fue sancionada por el Dr. Mauricio Rodas Espinel, Alcalde del Distrito Metropolitano de Quito, el 22 DIC. 2017
.- Distrito Metropolitano de Quito, 22 DIC. 2017


Abg. Diego Cevallos Salgado
SECRETARIO GENERAL DEL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO

DSCS

Esquema

Reflejos

Resumen

Palabras clave

1. Introducción

2. Datos

3. Metodología

4. Resultados

5. Validación

6. Análisis de políticas

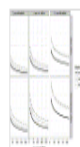
7. discusiones y conclusiones

Referencias

Mostrar esquema completo 

Citado por (9)

Figuras (1)



Investigación de Transporte Parte A: Política y Práctica

Volumen 59, enero de 2014, páginas 122-133



Asociaciones entre las características del hogar, las características del vehículo y las fallas en las emisiones: una aplicación de datos de marketing dirigidos

Stefan Binder ^{a, b}, Gregory S. Macfarlane ^a, Laurie A. Garrow ^{a, b}, Michel Bierlaire ^bMostrar más 
[+ Añadir un Mendeley](#) [Cuota](#) [Citar](#)
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.11.005>
[Obtener derechos y contenido](#)
Artículos recomendados 

Nanotubos de carbono alineados vertical...

Thin Solid Films, Volumen 549, 2013, págs. 42-45

 Descargar PDF
Ver detalles 

Estudios preliminares de rendimiento de ...

Catálisis aplicada A: General, Volumen 480, 20...

 Descargar PDF
Ver detalles 

Modelado del cambio climático y acciden...

Investigación de Transporte Parte D: Transport...

 Descargar PDF
Ver detalles 
[1](#) [2](#) próximo 

reflejos

- Modelamos las fallas de uso de emisiones las características del vehículo y del hogar.
- Las fallas se correlacionan con hogares de bajos ingresos y escasos.

Resumen

Muchas ciudades de los EE. UU. utilice programas de prueba de emisiones de vehículos para mejorar la calidad del aire mediante la identificación de vehículos altamente contaminantes y el requisito de que sus propietarios realicen reparaciones relacionadas con las emisiones. Todos los vehículos que cumplen ciertos criterios deben pasar una prueba de emisiones como parte del proceso de registro del vehículo. Los estados utilizan diferentes criterios para determinar qué vehículos deben someterse a prueba; sin embargo, se desconocen los impactos de equidad asociados con varios criterios de selección. Esto se debe a las dificultades a las que se han enfrentado a los investigadores al vincular las características del vehículo y del hogar. Investigamos la influencia relativa de las características de los vehículos y los hogares en las fallas de emisiones en Atlanta, Georgia, al vincular subbase de datos de pruebas de emisiones a una base de datos de marketing dirigida; este último contiene información sobre los propietarios de los vehículos. Usamos modelos de conteo y obstáculos para predecir fallas en las emisiones de los vehículos. Nuestro modelo encuentra una relación entre las características sociodemográficas y las fallas de emisiones después de controlar las características del vehículo; es decir, dados dos vehículos idénticos, es más probable que el que pertenezca a un hogar minoritario o de bajos ingresos no cumpla con las emisiones. Usamos nuestro modelo para investigar los impactos de diferentes políticas de pruebas de emisiones por ingresos y grupos étnicos.

[<](#) Artículo **anterior** en edición

Próximo artículo en edición [>](#)



Inicio
Capacitación
Cursos Online
Productos
Empresa
Descargas
Notas Técnicas
Contacto

Jueves, 03 de Febrero de 2011 01:02

Que es el ajuste de combustible ? Fuel trim

por Fernando Augeri

[tamaño fuente](#) | [Imprimir](#) | [E-mail](#) | [SHARE](#)

Vota este artículo  (86 votos)

Qué es exactamente el "Ajuste de Combustible ?" (Fuel Trim)

El término "Ajuste de Combustible corto SFT y largo LFT, está apareciendo hoy en día en una mayor cantidad de publicaciones, aplicaciones y conversaciones.

Pero "Qué es el ajuste de combustible?", cómo es usado?, qué es lo que se necesita saber sobre él para poder reparar vehículos?

- Ajustar la proporción de combustible, de una forma ú otra, ha estado siempre presente en motores de combustión interna. El antiguo cebador o starter manual era un primitivo pero efectivo medio de ajuste de combustible. Pero con la llegada de los motores con gestión electrónica,, se puede rápidamente calcular, activar y controlar los resultados del reparto de nafta o gasolina.

- La tabla de chequeo indica el valor del tiempo, determinado en milisegundos, para encender los inyectores con el motor en ciertas condiciones (de carga, temperatura, velocidad, etc.). Una vez que el combustible es repartido y se lleva a cabo la combustión, el PCM chequea los resultados del cálculo de aire/combustible en el sensor de oxígeno. Si el valor obtenido indica una condición pobre, el procesador usará su estrategia de ajuste de combustible para encender por más tiempo los inyectores, en la misma condición.

- Si la condición existe, el procesador recontará la duración del pulso de los inyectores. Este proceso es muy usual y se lleva a cabo rápidamente. Debido a la velocidad y eficiencia de esta estrategia, se han establecido límites que indican cuanto el PCM tiene permitido recontar o compensar la proporción aire/combustible. Esto se hace para evitar que el PCM enocubra otros temas relacionados dentro del motor base y el sistema de inyección.

Una entrada de aire indeseada puede causar muy altas temperaturas internas en el motor y dañar componentes costosos. Si el ajuste de combustible no es controlado, puede afectar uno o dos cilindros por las entradas de aire. El constante ajuste de combustible es normal y es el mejor medio para controlar emisiones y proveer eficiencia y economía.

Cuando el ajuste de combustible alcanza su limite de adaptación para esta calibración, el MIL se ilumina y un código apropiado es archivado en la memoria del PCM.

- Por ejemplo, se puede ajustar de -25% hasta +25%.

Si una situación de demanda particular necesita 10 ms. del inyector en término, el código se establecerá en 12.5 ms. para pobre y a 7.5 ms para rico.

El reparto de combustible con cálculos por debajo o por arriba apunta hacia diversos argumentos:

- El cálculo de combustible es inexacto debido a entradas de señales de sensores incorrectos (Sensores MAF y ECT).
- Los resultados son inexactos debido a la degradación del sensor de oxígeno.
- La cantidad de nafta repartida es más alta debido a alta presión, mal funcionamiento del inyector, o por perdidas en el regulador de presión.
- La cantidad de combustible inyectado es más bajo debido a presión baja, malfuncionamiento del inyector o de restricciones en el volumen de combustible y por mala pulverización.
- El cálculo de combustible es correcto pero la cantidad de aire entrante al motor no está siendo medida correctamente, como cuando el aire entra a través de cualquier conexión de vacío o junta.
- La mejor explicación para códigos pobres es: Mucho aire o no la suficiente cantidad de combustible como peribido por la tabla de ajuste de combustible del PCM. Lo opuesto es lo correcto para códigos ricos.



ConBici
COORDINADORA EN DEFENSA DE LA BICI

QUIÉNES SOMOS	QUÉ HACEMOS	NOTICIAS	ESTADO DE LA BICI	MOVERSE EN BICI	CICLOTURISMO	APOYA CONBICI	OTRAS ENTIDADES
---------------	-------------	----------	-------------------	-----------------	--------------	---------------	-----------------

USTED ESTÁ AQUÍ: INICIO / NOTICIAS / SANIDAD Y SEGURIDAD / LO MUCHO QUE CONTAMINAN LAS MOTOS

Lo mucho que contaminan las motos

04/02/2018 POR MANUEL

[f Compar](#) [Tuitea](#)

Las motos también contaminan. Y mucho

Fuente: ECOdiari. Traducido por Google Tradlate

CYCLING WITH CLEAN AIR

SOMOS CENTRO COORDINADOR EUROVELO

CENTRO DE DOCUMENTACIÓN DE LA BICIETA

[Inicio](#)
[RSS](#)
[Twitter](#)
[Facebook](#)
[LinkedIn](#)
[YouTube](#)
[Instagram](#)
[Google+](#)
[WhatsApp](#)



Foto: <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/272621-el-6-de-septiembre-las-motocicletas-no-podran-circular>

Desde el primero de diciembre de 2017, en caso de episodios de contaminación habrá restricciones a la circulación de vehículos en la ciudad de Barcelona. Así, Barcelona, se añadirá a la ya larga lista de ciudades que toman medidas sobre el tráfico para reducir las emisiones de los gases contaminantes y perjudiciales para el salud humana y el medio ambiente

[Un artículo de Xavier Bohigas. Doctor en Física y profesor jubilado de la UPC. 26/01/2018]

Durante muchos años varios grupos han alertado de que la contaminación atmosférica de las ciudad es un problema muy grave de salud pública. Está bien demostrada la incidencia negativa de la contaminación en la salud humana. Es ampliamente aceptado que la contaminación atmosférica tiene incidencia en el agravamiento de las enfermedades cardíacas y respiratorias y que puede provocar varios tipos de cáncer (pulmón, pero también de riñón, vejiga y colon), también están claros los efectos que produce la contaminación en las capacidades cognitivas de los niños.

La Agencia Europea del Medio Ambiente publicó un informe donde se afirmaba que la contaminación atmosférica es el principal riesgo para la salud en Europa, que reduce la esperanza de vida y contribuye a la aparición de enfermedades respiratorias, cardíacas y cáncer, además del importante efecto económico a la sociedad. La Agencia estima en casi 500.000 muertes prematuras 2014 asociadas a la contaminación en 41 estados de Europa.

Barcelona no escapa a este situación, todo lo contrario. La contaminación atmosférica es la causa de la muerte prematura de 3,500 personas anualmente en el Área Metropolitana de Barcelona. Además, un estudio realizado por la Agencia de Salud Pública de Barcelona, confirma la relación entre episodios de contaminación con un mayor ingresos hospitalarios de urgencias y mayor número de muertes por infarto.

Medidas restrictivas en Barcelona



COMPRA NUESTRO LIBRO



EMPRESAS COLABORADORAS



CONBICI PERTENECE A:



Medidas restrictivas en Barcelona

La contaminación en áreas urbanas se debe, fundamentalmente, a los vehículos propulsados por combustibles fósiles. La solución a este problema parece clara: reducción drástica de la circulación de estos vehículos.

El Ayuntamiento de Barcelona, finalmente, ha tomado conciencia y se ha decidido a dictar medidas para afrontar este grave problema. Las medidas implican que, cuando se superen determinados valores de los principales contaminantes (NOx, CO y partículas pequeñas) se prohibirá la circulación a los turismos sin etiqueta de la DGT (automóviles de gasolina anteriores al 2000 y diesel de antes de 2006) y las furgonetas matriculadas antes de 1997, entre las siete de la mañana y las ocho de la tarde, de lunes y viernes, en las llamadas Zonas de Bajas Emisiones. Estas medidas sólo se aplicarán en casos de episodio de contaminación. Y a partir del uno de enero de 2020 la prohibición será permanente para todos estos vehículos.

Hay una serie de vehículos que están excluidos de estas medidas restrictivas. Es el caso de los vehículos de emergencias (bomberos, ambulancias, etc.) y transporte público. Exclusiones que son fácil de entender. Pero sorprende que estas medidas de restricción de circulación no se apliquen a las motos y ciclomotores, ya que, como veremos a continuación, son vehículos tan contaminantes, o más, que determinados automóviles.

La Unión Europea, con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes perjudiciales para la salud de las personas, estableció unos límites a las emisiones de determinados gases que no podían superar los vehículos nuevos. Son las conocidas normas Euro, la primera de ellas se estableció en 1988 y se conoce como Euro 0. Desde ese año se han publicado diversas normas aplicables a cada tipo de vehículo, las sucesivas normas han sido más exigentes y han ido reduciendo los límites permitidos. Los automóviles fabricados en 2015 y años posteriores deben cumplir la norma Euro 6, y las motocicletas y ciclomotores fabricados a partir de 2017 el Euro 4.

Los cambios en los límites de las diferentes normas Euro son notables. Por ejemplo, el límite de emisiones de monóxido de carbono (CO) permitido a un automóvil de gasolina fabricado

EUROPEAN CYCLISTS' FEDERATION

RECIBA NUESTRO NEWSLETTER

¡SUSCRIBIRTE!

combustible por kilómetro recorrido. Pero no es así.

Límites de las emisiones de CO y NOx

Los principales contaminantes de los motores de explosión son el CO y NOx y las partículas pequeñas. Para comparar las emisiones contaminantes de coches y motos nos fijaremos únicamente con los NOx, para simplificar.

Un automóvil fabricado en 2015 debe cumplir la norma Euro 6, esto quiere decir que si el coche es de gasolina sus emisiones de NOx no pueden superar los 60 mg / km, y si el coche es diesel no puede superar los 80 mg / km. Una motocicleta fabricada el mismo año 2015 debe cumplir la Euro 3, por lo que el límite de emisiones de NOx no debe superar los 150 mg / km. Es decir, podemos afirmar que una moto fabricada en 2015 que haga un recorrido de un kilómetro puede emitir dos veces y media más NOx que un coche de gasolina y casi el doble de un coche diesel que recorran la misma distancia, fabricados también el mismo año 2015.

Evidentemente todos los vehículos no emiten exactamente la misma cantidad de gases contaminantes, esto depende de tipo de vehículo, del fabricante, y del estado del vehículo. Las emisiones también dependen del tipo de conducción.

El famoso fraude de las emisiones reales de algunos coches diesel, conocido como dieselgate, nos hace sospechar que, muy probablemente, las emisiones reales de otros vehículos también sean superiores a las permitidas por las diferentes normas Euro. La literatura científica nos puede orientar un poco. Hay varios trabajos académicos donde se estudian las emisiones de gases en conducción real. Las principales conclusiones son que las emisiones dependen fuertemente del tipo de conducción (urbana, autopista, etc.), que las emisiones son mayores si el motor está frío, que las motos emiten más contaminantes que los automóviles (por kilómetro recorrido) y que en ocasiones se superan las emisiones permitidas. Y finalmente que los motores de dos tiempos (típicamente los ciclomotores) emiten hasta tres veces más gases contaminantes que los motores de cuatro tiempos (turismos y motocicletas).

Volvemos a las medidas adoptadas para combatir la contaminación en Barcelona y hacemos más comparaciones. La restricción de circulación que aplicará el Ayuntamiento de Barcelona

La contaminación de las motos

Comparamos las emisiones de una moto y de un coche que tengan una antigüedad de once años (antigüedad media del parque de motos y coches de la ciudad de Barcelona). Una moto fabricada en 2005 (recordemos que los datos estadísticos referentes a 2016) podría emitir 5.500 mg de CO por cada kilómetro recorrido (la moto debería cumplir la norma Euro 2), mientras que el coche podría emitir 2.200 mg / km si fuera de gasolina (el coche debería cumplir la norma Euro 3). La misma moto podría emitir 300 mg / km de NOx y el coche únicamente 150 mg / km.

Otra comparación. Si calculamos el potencial contaminante del total de turismos y de motos (sin contar los ciclomotores) teniendo en cuenta su antigüedad, obtenemos que las motos tienen un potencial contaminador que representa el 38% del potencial contaminador total de turismos y motos, aunque representan el 28% del número total de turismos y motos. Esto significa que la contribución del parque de motocicletas a la contaminación atmosférica no es despreciable, al contrario. Si añadimos los ciclomotores, el potencial contaminador de los vehículos de dos ruedas aumentará significativamente, ya que estos vehículos son aún más contaminantes.

Las estadísticas nos indican que, en los últimos años, no hay reducción significativa del uso del vehículo privado para desplazarse por Barcelona. Esto nos permite suponer que, cuando ya se restrinja la circulación de ciertos automóviles, sus propietarios opten por utilizar una motocicleta o un ciclomotor que no estará sometida a ninguna restricción. Así, si se cumpliera esta posibilidad, paradójicamente, en aplicar las medidas contra la contaminación se aumentarían las emisiones de gases perjudiciales.

Por lo que hemos explicado más arriba, parece claro que para reducir las emisiones de gases contaminantes es necesario restringir la circulación no sólo de los coches, sino también las motocicletas y ciclomotores. Ya que la contribución de estos dos tipos de vehículo a la contaminación atmosférica de las ciudades no es nada despreciable. Por lo tanto, es necesario revisar la exclusión de motos y ciclomotores en las medidas de restricción del tráfico que ha aplicado el Ayuntamiento de Barcelona.

contaminación atmosférica de las ciudades no es nada despreciable. Por lo tanto, es necesario revisar la exclusión de motos y ciclomotores en las medidas de restricción del tráfico que ha aplicado el Ayuntamiento de Barcelona.

La restricción de la movilidad de las motocicletas y ciclomotores conllevaría, además de la reducción de la emisión de gases perjudiciales para la salud, otros beneficios. Por un lado se reduciría el nivel de ruido en la ciudad (Barcelona es una de las ciudades del mundo con unos índices de ruido más altos) y, por otra parte, se reduciría de forma significativa las personas accidentadas en la ciudad (durante el año 2017 28% de personas accidentadas en Barcelona iba en moto o ciclomotor).

Sólo conseguiremos la reducción de la contaminación en la ciudad si reducimos las fuentes, que en la ciudad son fundamentalmente los motores de explosión. La restricción a la circulación de vehículos privados (coches, motos y ciclomotores) es necesaria, no sólo en episodios de alta contaminación, si queremos una ciudad menos contaminada. Estas restricciones deben ir acompañadas de una política clara de mejora del transporte público (más eficiente, más limpio, más rápido, más accesible y a precios populares). Hay que fomentar que ir a pie o circular en bicicleta en hacer recorridos cortos y medios y utilizar el transporte público para largas distancias. Hacen falta decisiones drásticas, nos jugamos la salud.

Artículo relacionado: <http://www.formulamoto.es/zona-eco/2017/02/09/etiquetas-medioambientales-motos-caso-abierto/17520.html>

PUBLICADO EN: SANIDAD Y SEGURIDAD

Use of the information gathered during I/M programs to estimate emissions from gasoline vehicles

Uso de la información recolectada durante los programas de I/M para estimar emisiones de vehículos a gasolina

Jorge Ignacio Huertas¹, E. Mendoza, Jorge Córdoba²

¹Centro de Investigación en Mecatrónica Automotriz- CIMA. Tecnológico Monterrey. Eduardo Monroy Cárdenas N.º 2000, San Antonio Buenavista, Toluca, México 50110. ²Universidad de Antioquia, Apartado Aéreo 1226, Medellín, Colombia

(Recibido el 20 de febrero de 2009. Aceptado el 25 de agosto de 2009)

Abstract

Currently, most of the vehicular emissions inventories developed for large cities are based on the emissions factors developed by the US EPA. Trying to use the US EPA MOBILE tool, the local environmental authorities concentrate their efforts in modifying those emissions factors to take care of the particular characteristics of each city. However, there is still a need for a methodology based on experimental tests to improve the accuracy of the emissions inventories developed for large cities. To address this need, the present work proposes a methodology to improve the accuracy of the vehicular emissions inventory using the information gathered during the inspection and maintenance (I/M) programs where the emissions of 100% of the vehicular fleet is evaluated using the ASM 5015, ASM 2525 or similar type of tests. Experimental work on road and on a chassis dynamometer was developed to explore the feasibility of implementing such methodology for the case of the constant speed mode of operation in a particular type of car. Preliminary results show that the proposed methodology has the potential to be implemented for the case of constant speed mode of operation.

----- *Keywords:* Emission factors, exhaust gas emissions, I/M programs

Resumen

Actualmente, la mayoría de los inventarios de emisiones realizados para los grandes centros urbanos están basados en los factores de emisión

* Autor de correspondencia: teléfono: +52 + 722 279 99 90 Ext. 2113, fax: + 52 + 722 + 274 11 78. correo electrónico: jhuertas@iteam.mx (J. Huertas).

recomendados por la US EPA. Buscando usar la herramienta MOBILE de esta agencia, las autoridades ambientales concentran su esfuerzo en modificar esos factores de emisión para que tomen en cuenta las características particulares de cada ciudad. Sin embargo aun permanece la necesidad de una metodología que basada en datos experimentales mejore la precisión de los inventarios de emisiones realizados para los grandes centros urbanos. Para atender esta necesidad, el presente trabajo propone una metodología que se basa en la información recolectada en los programas de inspección y mantenimiento (I/M) donde el 100% de la flota vehicular es evaluada usando los protocolos de pruebas ASM 5015, ASM 2525 o similares. Se realizó trabajo experimental en pista y sobre dinamómetro de chasis para explorar la posibilidad de implementar la metodología propuesta para el caso de un vehículo operando a condiciones de estado estable. Los resultados experimentales muestran que la metodología propuesta tiene el potencial de ser implementada para el caso de velocidad constante.

---- *Palabras clave:* Factores de emisión, emisiones vehiculares, programas de inspección y mantenimiento

Introduction

It has been found that mobile sources are the main contributors to the air pollution in large cities such as Mexico, Bogotá and Sao Paulo [1,2]. These conclusions arise from studies of emissions inventories that are based on the emissions factors developed by the US EPA and the use of the US EPA MOBILE methodology [3,4]. A great deal of effort is spent finding estimates of modifying emission factors that allow to account for the particular characteristics of the city in terms of fuel type, technical specification of the vehicular fleet, driving habits of the citizens, and the governmental programs implemented to control the vehicular emissions. However, in most of the cases, those efforts are limited to analytical approximations. Therefore, there is still a need for a standard methodology, based on experimental tests, that allows improving the accuracy of the emissions inventories developed for large cities, either by modifying the US emissions factors or by proposing new ones. To address this need, the present work proposes to use the information gathered during the inspection and maintenance programs (I/M programs) implemented in most of the large cities, where the emissions of 100% of the vehicular fleet is evaluated using the ASM 5015, ASM 2525 or similar type of tests [5,6].

Proposed methodology to estimate vehicular emissions using the information gathered in the I/M programs

The emissions factors are the average amount of pollutants emitted by a type of vehicle when a sample of that type of vehicles follow the typical driving cycle of the city. They are expressed in terms of mass of pollutant emitted per unit of distance traveled or per unit of fuel consumed. This definition represents two challenges for the environmental authorities. To obtain the typical driving cycle of the city and to test the emissions of a large number of vehicles following standard procedures and using extremely expensive equipment. Several works have been developed to address the first challenge of finding the typical driving cycle for each city [7,8,9]. Even though there are still some issues unresolved, it can be said that there are methodologies to obtain typical driving cycles at reasonable costs.

On the other hand, the inspection and maintenance programs implemented in most of the large cities as a measure to control vehicular emissions look for testing the emissions levels of 100% of the vehicles that move around the city. In some cases the emissions levels are verified using the ASM 5015, ASM 2525 or similar types of standard

tests, which are dynamic tests and involve the use of a chassis dynamometer. Therefore here it is proposed to develop fundamental work that allows using the information gathered during the vehicular emissions inspection program to modify the emissions factors and therefore to obtain more accurate vehicular emissions inventories.

Any driving cycle can be approximated by a set of segments of operational modes. As an example, figure 1 shows a driving cycle and illustrates its approximation by segment of different operational modes. Initially the operational modes being considered are idle, constant velocity, constant acceleration and constant des-acceleration on roads without any slope. Assuming that for a given type of vehicle there exist functions f_i 's that estimate the mass emission of a given pollutant as a function of the variable that describes each operational mode, the total mass emitted by the vehicle when it follows the driving cycle is:

$$m_i = \sum_{j,k} f_{ij}(v_{jk}) \Delta t_k \quad (1)$$

Where

- m_i Mass of pollutant i emitted when the vehicle follows the driving cycle
- f_i Function that estimate the mass flow rate emission of pollutant i when the vehicle operates under mode j
- v_{jk} Value that describes the mode of operation j at segment k
- Δt_k Elapsed time of segment k

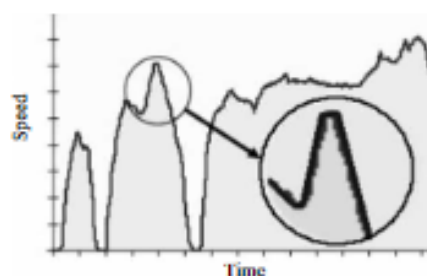


Figure 1 Driving cycle and its approximation by segments of different operational modes

Fundamental work has to be developed to obtain the general shape of the functions f_i 's that estimate the mass emission of a given pollutant for each operational mode and for each type of vehicle. Car manufactures will provide these functions once a standard methodology to obtain them will be established by the environmental authorities. It is expected that, within the same type of vehicle, these functions will change depending on the age of the vehicle and other particular conditions of use. However the general shape of these functions will remain and the results of the dynamic test, performed for each vehicle during the development of the I/M program, can be used to calibrate or to obtain the exact functions, for each particular vehicle. Finally, the information gathered by all vehicular verification centers needs to be consolidated to obtain the emissions inventory. Currently, most of the environmental authorities of large cities collect the information gathered by all its authorized verification centers.

Implementation of the proposed methodology for the case of constant speed mode of operation

To explore the feasibility of implementing the methodology described above, for the case of constant speed operational mode, a set of experimental tests were conducted in a gasoline fueled sedan type vehicle. In the following section the technical specification of the vehicle, the instrumentation used, the test performed and the main results obtained are described.

Vehicle

Table 1 shows the relevant technical specifications of the vehicle used in this work.

Fuel and environmental conditions

All the tests were performed using regular gasoline with the specifications described in table 2. Table 3 shows the average values of the meteorological conditions present during the development of the tests.

Table 1 Technical specifications of the vehicle used to evaluate the feasibility of implementing the proposed methodology [10]

Vehicle	Type	Sedan 4 doors
	Fuel	Gasoline
	Year	2002
	Kilometers	90000
	Weight (kg)	1530
	Fuel economy (Km/l)	16.3
	Displacement (l)	1.6
	Number of cylinders and disposition	4L
	Bore and stroke (mm)	79,5 x 80,5
	Number of valves	16 (DOHC)
Engine	Maximum torque (lb-pie @ rpm)	107 @ 3,750
	Compression ratio	10:1
	Maximum Power (hp @ rpm)	110 @ 5,750
	Type	Manual
Gearbox	1ª	3.363
	2ª	1.863
	3ª	1.321
	4ª	1.029
	5ª	0.795
	Final ratio	4.066
Emissions control technology	EGR valve	
	3 way catalytic converter	
	Lambda sensor	

Table 2 Gasoline used during the tests [11]

Name	Pemex Magna
Octane number	87
Sulphur contents (ppm)	1000

Table 3 Mean environmental conditions of the area where the tests were conducted [12]

Altitude	2680 msnm
Average Temperature	12.6 °C
Atmospheric Pressure	738 mbar
Relative Humidity	70 %

On board instrumentation

The vehicle was instrumented similarly to reference 13. A fifth wheel was used to register the distance traveled, speed and acceleration of the vehicle. Reference 14 describes the technical characteristics of this instrument. The fifth wheel was calibrated following the manufacturer instructions. To monitor the loads imposed to the engine the signals registered by the Engine Speed (RPM), Throttle Position Sensor (TPS) and Manifold Absolute Pressure (MAP) sensors were acquired. Again these sensors were calibrated. Additionally, the fuel consumption was monitored by registering the injector pulse frequency and the time duration of each pulse injection. Equation 2 was used to calculate fuel consumption as function of these two parameters.

$$\dot{Q} = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} AC f n \Delta t \quad (2)$$

Where:

ΔP Pressure difference between the injector and the manifold at the moment of injection

ρ Fuel density

A Cross sectional area of the injector

C Discharge coefficient

f Injector pulse frequency

Use of the information gathered during I/M programs to estimate emissions from gasoline vehicles

Δt Time duration of each pulse injection directly from the car's manufacturer. f and Δt were obtained using a standard oscilloscope. Exhaust gas emissions were monitored using a standard, portable, five gases analyzer. Table 4 describes the technical specification of the gas analyzer.

n number of cylinders

ΔP was obtained by measuring gauge pressure at the injector's common rail. A and C were obtained

Table 4 Technical specifications of the gas analyzer used in this work

Sensor	Range	Resolution	Accuracy
Temperature	0 - 1100°C	0.1°C	1°C \pm 3% of reading
Pressure Difference	\pm 150mbar	0.01mbar	\pm 0.05 full scale
Oxygen (O ₂)	0-25%	0.1%	-0.1% -0.2%
Carbon Monoxide (CO)	0-10,000 ppm	1ppm	\pm 5% of reading
Nitric Oxide (NO)	0-5,000ppm	1ppm	\pm 5% of reading
Nitrogen Dioxide (NO ₂)	0-1,000ppm	5ppm	\pm 5% of reading
Sulphur Dioxide (SO ₂)	0-5000 ppm	1ppm	\pm 0.5% full scale
Carbon Dioxide (CO ₂)	0-20%	0.01%	\pm 0.3% of reading
Hydrocarbons (HC)	0-3000 ppm (propane)	10ppm	\pm 5% of reading

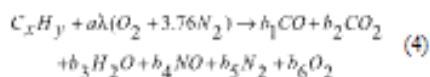
The analyzer's probe was adapted to the vehicle tailpipe using a stainless steel extension tube. A Pitot tube and temperature sensor were also adapted to the extension tube. Equation 3 was used to obtain the instantaneous pollutants mass emissions from the data obtained with the gas analyzer, the Pitot tube and the temperature sensor.

$$\dot{m}_i = \rho V A C_i \quad (3)$$

Where:

- \dot{m}_i Mass flow of pollutant i
- ρ Density of the combustion products mixture
- V velocity of the exhaust gases
- A Cross sectional area of the exhaust gas pipe
- C_i Mass fraction of pollutant i in the exhaust gases mixture

To estimate each of these variables the following global reaction was considered:



Where:

- x Equivalent number of carbons of the fuel
- y Equivalent number of hydrogen of the fuel
- α Stoichiometric coefficient
- b_1, \dots, b_6 Number of moles of each byproduct
- $(1-\lambda)$ Percentage of excess air

x and y coefficients define the equivalent gasoline composition. In this case it was taken as C_8H_{18} [15]. α is obtained balancing equation 4 for stoichiometric conditions, λ and b 's are unknown. They can be calculated solving simultaneously the mass conservation equations for C , H , O , and N , and the dry gas measurements for CO , O_2 and NO provided by the gas analyzer. Then, the molar fraction (y) of each species in the products can be calculated as

$$y_i = \frac{b_i}{\sum b_i} \quad (5)$$

Then, the molecular weight of the exhaust gas mixture (M) is calculated from the molecular weight of the each species (M_i) as

$$M = \sum y_i M_i \quad (6)$$

Finally the mass fraction of each species is calculated as:

$$C_i = \frac{y_i M_i}{M} \quad (7)$$

The density of the exhaust gases mixture (ρ) is calculated using the ideal gases equation with the following gas constant (R), where R^0 is universal gas constant.

$$R = \frac{R^0}{M} \quad (8)$$

Finally, the velocity of the exhaust gases (V) is calculated as:

$$V = K \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (9)$$

Where:

ΔP pressure difference measured in the Pitot tube

K Pitot tube calibration factor

Laboratory instrumentation

Laboratory tests were carried out on an electromagnetic chassis dynamometer described on table 5. The dynamometer was calibrated prior to each set of tests.

Table 5 Chassis dynamometer technical specifications

Item	Description
Speed Rating	Up to 225 mph (362 km/h)
Control Accuracy	± 0.1 mph (0.2 km/h)
Maximum Wheel Power	1000 hp (750 kW)
Maximum Wheel Torque	1000 lb-ft (1350 N-m)
Roll Diameter	30 in (76cm)

On road tests

The purpose of the on road tests was to determine the mass emissions of pollutants and the engine operational conditions when the vehicle is driven at constant speed on a flat surface. It was made sure that the engine reached its normal operating temperature prior to the start of each test. TPS, MAP and RPM sensors were monitored for different constant speeds. Figure 2 shows the results obtained for the case of NO_x mass emissions. Similar results were obtained for CO and CO₂.

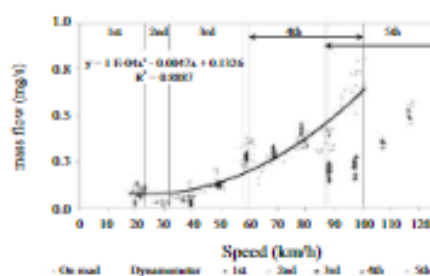


Figure 2 Comparison of the results obtained during the on road tests and the ones obtained on the chassis dynamometer for the case of NO_x mass emissions under steady state conditions

As expected NO_x mass emissions increase with speed and decrease at every change of gear. It is also observed a significant dispersion of the data. However this dispersion can be due to normal changes in the external variables such as changes in the atmospheric conditions and the presence of small slopes on the road. Therefore the present analysis should include the presence of such dispersion. Since the present methodology look for predicting the pollutant emissions of the vehicle starting from information gathered on a chassis dynamometer, it is necessary to record the parameters that characterize the load requested to the engine during the constant speed on road tests and then impose the same load to the engine when the vehicle is being tested on the chassis

functions were evaluated. For the NO_x mass emission case a exponential function showed to best fit the experimental data obtained during the on road tests. Figure 2 shows the exponential function obtained. The same type of function was used to fit the data obtained with the ASM tests. Figure 7 compares these two curves. Figure 7 shows that the function obtained for the ASM tests predict well the on road mass emissions, especially at lower speeds. This demonstrates that the information gathered in the vehicular emissions verification centers can be used to estimate the emissions of each vehicle at any speed under steady state conditions. However the error of the predicting function increases as speed increases. This error can be reduced changing the ASM protocol test to include a third steady state condition around 75 Km/hr.

Conclusions

This paper describes a methodology to improve the accuracy of the vehicular emissions inventories developed in large urban cities based in the information gathered in the vehicular emissions verification centers during the execution of the inspection and maintenance program (I/M programs) implemented by the environmental authorities of the city. The methodology consists of approximating the typical driving cycle of the city in segments of constant speed and constant acceleration (operational modes). The total mass of pollutants emitted by a vehicle during the driving cycle is the sum of the mass emitted during each segment. This methodology assumes that there exist functions that predict the mass emissions of pollutants as function of speed and acceleration for each type of vehicle. It also assumes that 100% of the vehicular fleet is evaluated using ASM 5015, ASM 2525 or similar type of tests during the execution of the I/M programs and that those type of tests provide enough information to obtain the exact mass emission functions for each particular vehicle.

Experimental work on road and on chassis dynamometer was developed to explore the feasibility of implementing such methodology for

the case of the constant speed mode of operation in a particular type of car. Results show that the mass of pollutant emitted increases with the speed of the vehicle and that an exponential function fit well ($R^2 > 0.97$) the experimental data obtained during on road tests at constant speed. It was also found that, for speeds lower than 90 km/h, tests on a standard chassis dynamometer under steady state conditions reproduce the performance of the vehicle in terms of the mass of pollutant emitted on road at constant speed. At higher speeds the effect of the drag force on the vehicle becomes important and therefore the test on dynamometer cannot reproduce the operational conditions on the engine when the vehicle moves at constant speed on road. Finally, it was found that the exponential function to estimate mass emissions of pollutants, obtained from the ASM type of tests, predict well ($R^2 > 0.84$) the performance of the vehicle when it moves at constant speed on road. This demonstrates that the information gathered in the vehicular emissions verification centers can be used to estimate the emissions of each vehicle at any speed under steady state conditions.

Work is underway to reproduce the work reported in the present document on a sample of light duty vehicles looking for demonstrating the validity of the present conclusions to the general case of this segment of vehicles.

References

1. B. Onursal, S. Gutzam. "Contaminación Atmosférica por Vehículos Automotores". Experiencias recogidas en siete centros urbanos de América Latina. Banco Mundial. USA. 1997.
2. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. "Segundo Informe de la situación del medio ambiente en México". *Compendio de Estadísticas Ambientales* 2005. México 2005.
3. Environmental Protection Agency and Sierra Research Inc. "MOBILE6 On-Road Motor Vehicle Emissions Model". USA 2001.
4. H. Rakha, K. Ahn, A. Trani. "Comparison of MOBILE6, MOBILE6, VI-MICRO, and CMEM Models for Estimating Hot-stabilized Light Duty

- Gasoline Vehicle Emissions". *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2003.
5. Degobert, P. *Automobiles and Pollution*. Society of automotive engineers. France. 1999.
 6. Norma Oficial Mexicana NMX-011-1993-SCF *Método de Prueba para la Evaluación de Emisiones de Gases del Escape de los Vehículos Automotores Nuevos en Planta que usen Gasolina como Combustible*. México. 1999.
 7. J. I. Huertas, A. Valdés. "Desarrollo de Ciclos Típicos de Conducción para el Municipio de Neusalpan". *V Simposio de Contaminación Atmosférica*. México. Agosto 2005.
 8. E. Booth, T. Munson, J. Kubie, W. Kirby. "A Review of Vehicular Emission Model and Driving Cycles". *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*. Wilson Applied Science & Technology. USA. 2002.
 9. M. André. "Driving Cycle Development Characterization of the Methods". *SAE International spring fuels and lubricants meeting*. USA. 1996.
 10. <http://www.missargentina.com.mx>. 2007.
 11. <http://www.pemex.com/> México. 2007.
 12. <http://www.ama.df.gob.mx> México. 2007.
 13. H. Frey, A. Uenal, N. Roughail, J. Celyar. "On-road Measurement of Vehicle Tailpipe Emissions Using a Portable Instrument". *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2003.
 14. J. I. Huertas, E. Garcia, J. Diaz "Development of a Fifth Wheel to Evaluate the Performance of Vehicles by on Road Tests". *CARS & POF* 2004. 2004.
 15. J. B. Heywood. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. 1988. pp 915.



SECTOR AUTOMOTOR

en cifras

Publicación
exclusiva para los
afiliados de AEADE

Noviembre 2021 - No.63

Publicado el 23 de diciembre del 2021

Wuñtz De Vela E-3-13 y Atahualpa
Edificio Torre del Puente, Piso 10
Teléfono: 02 226 9052 / 226 9056
226 4925 / 226 4927
Quito - Ecuador



**Fabricación de
vehículos**

Actividad	# trabajadores
Fabricación de vehículos, carrocerías, remolques y semirremolques	8.728
Fabricación de autopartes	2.645
Subtotal	11.373



Generación de puestos de trabajo 2019

Total de empleos 2019: 182.491

Fuente: Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU), 2019

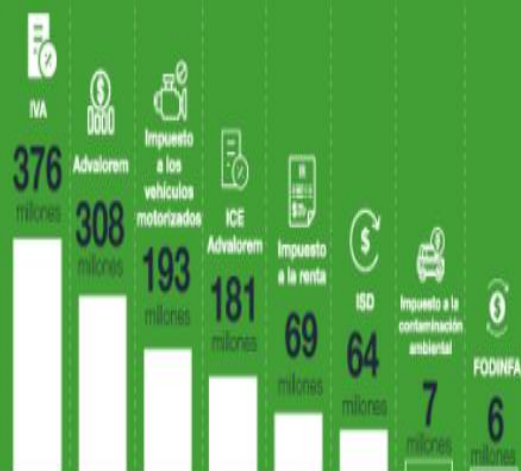


**Comercio y reparación de
vehículos y motocicletas**

Actividad	# trabajadores
Venta de vehículos	16.662
Mantenimiento de vehículos	110.552
Venta de autopartes	32.531
Venta y mantenimiento de motocicletas	11.373
Subtotal	171.118

**Tributos (empresas importadoras
y ensambladoras)**

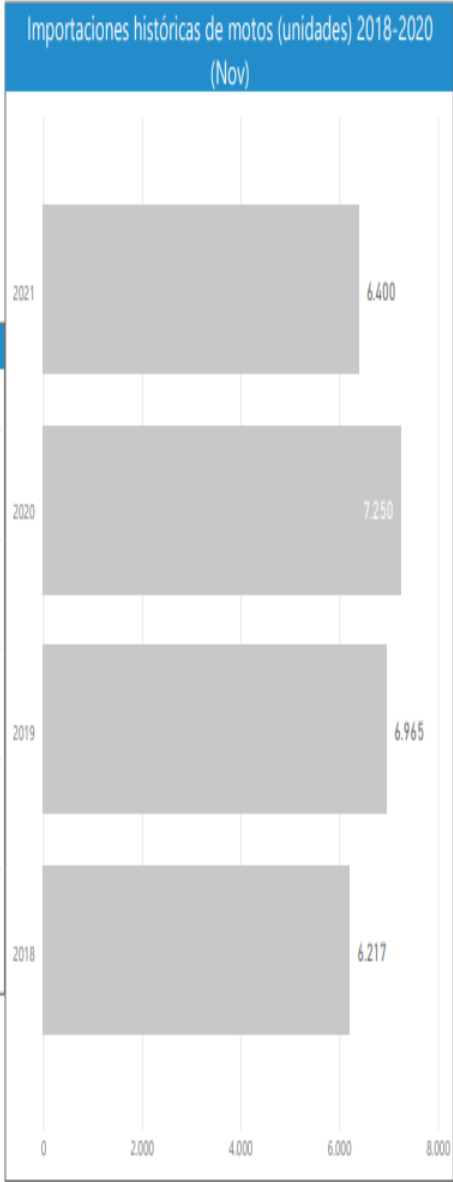
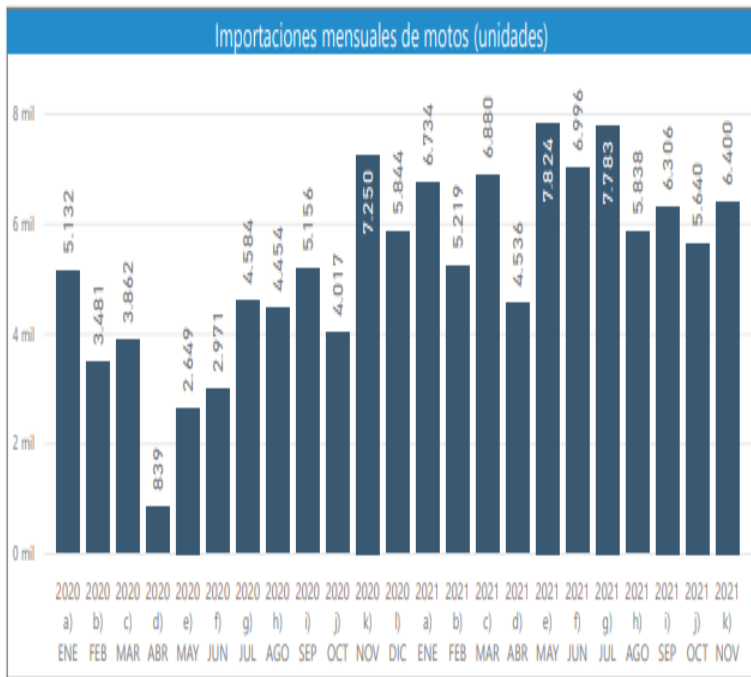
2013	1.180 millones
2014	1.317 millones
2015	1.111 millones
2016	895 millones
2017	1.221 millones
2018	1.633 millones
2019	1.554 millones
2020	1.204 millones



¹ Fuente: Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador (SENAE), 2021.
Servicio de Rentas Internas (SRI), 2021



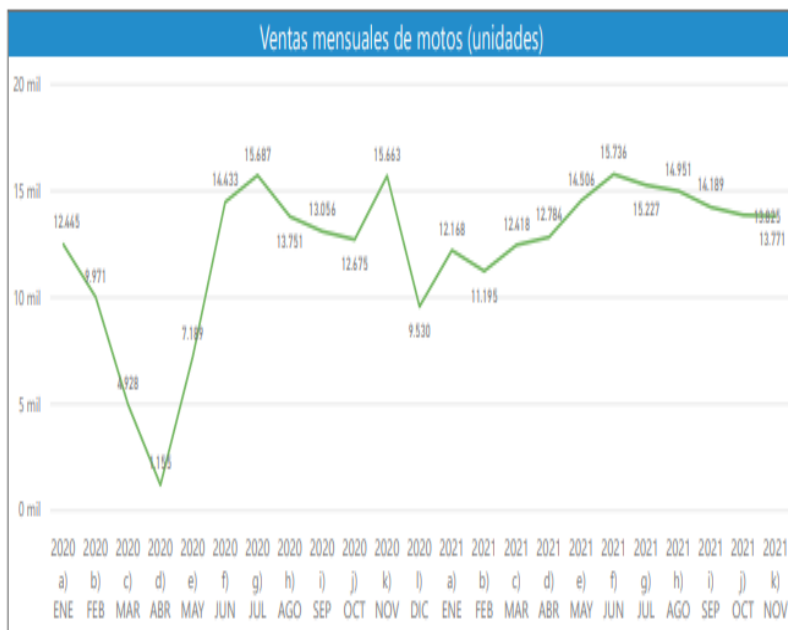
Importación de motos



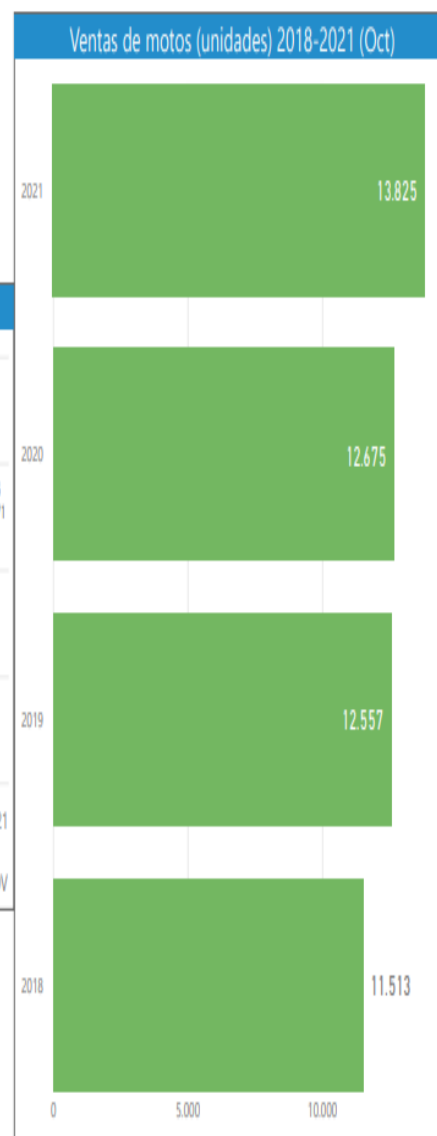
Fuente: SENAE- Servicio Nacional de Aduana del Ecuador



Ventas de motos



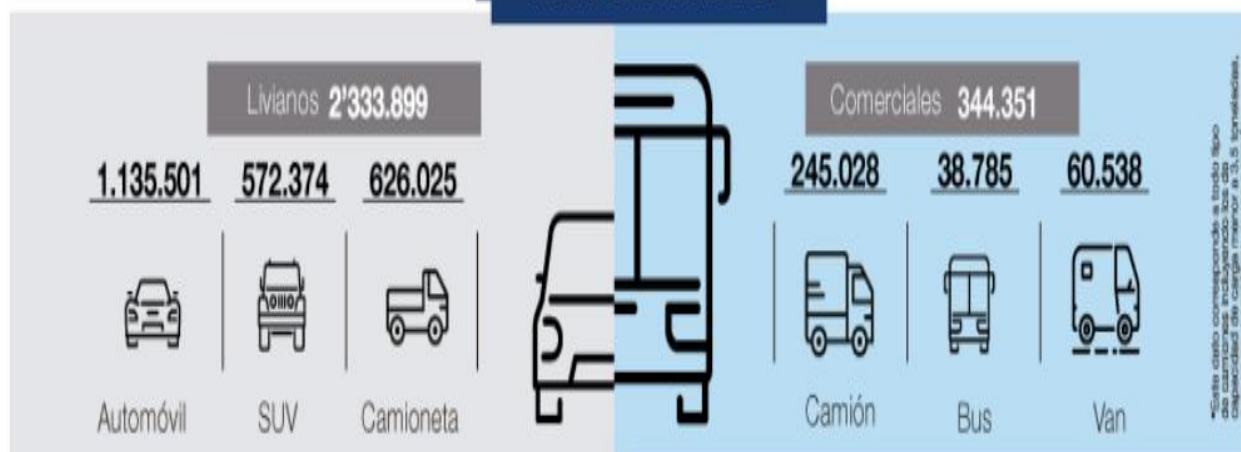
Nota: La cifra de noviembre 2021 es provisional





PARQUE AUTOMOTOR ECUATORIANO 2020

Número de vehículos



Ubicación geográfica

PICHINCHA	912.843	CARCHI	22.137
GUAYAS	896.890	BOLIVAR	14.168
AZUAY	188.903	ORELLANA	9.759
TUNGURAHUA	157.728	SUCUMBIOS	9.100
MANABI	123.545	PASTAZA	9.304
IMBABURA	80.567	MORONA SANTIAGO	5.105
EL ORO	71.516	NAPO	4.941
CHIMBORAZO	70.087	SANTA ELENA	5.152
LOJA	62.075	ZAMORA CHINCHIPE	3.992
LOS RIOS	57.693	GALAPAGOS	652
COTOPAXI	57.216		
SANTO DOMINGO	51.837		
CAÑAR	36.543		
ESMERALDAS	26.899		

Fuente:

Base de matriculación del Servicio de Rentas Internas (SRI), 2020
Estimaciones de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (Aeade), 2020
AutoPlus, 2020

 Ver PDF


Accede a través de tu institución

 Comprar PDF

Vista previa del artículo



[Resumen](#)
[Fragmentos de sección](#)
[Referencias \(48\)](#)
[Citado por \(100\)](#)
[Artículos recomendados \(6\)](#)


Investigación de Transporte Parte D: Transporte y Medio Ambiente



Volumen 44 , mayo de 2016 , páginas 157-176


Emisiones de vehículos en el mundo real: su correlación con los parámetros de conducción

 Sunil Kumar Pathak ^a , Vineet Sood ^a , Yograj Singh ^a , S.A. Channiwala ^b 
[Mostrar más](#) 
[+](#) Añadir a Mendeley  [Cuota](#)  [Citar](#)
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.02.001>
[Obtener derechos y contenido](#)

Resumen

Se espera que la población vehicular en los países en desarrollo prolifere en la próxima década, centrándose en las ciudades de Nivel II y Nivel III en lugar de las grandes metrópolis. WLTP se está introduciendo como un instrumento global para la regulación de emisiones para reducir la brecha entre los procedimientos de prueba estándar y las condiciones reales de la carretera. Este trabajo tiene como objetivo cuantificar y discernir la brecha entre el WLTC y las condiciones del mundo real en una ciudad urbana en un país en desarrollo sobre la

 FEEDBACK 

 Ver PDF

Accede a través de tu institución

Comprar PDF

Vista previa del artículo

[Resumen](#)[Fragmentos de sección](#)[Referencias \(48\)](#)[Citado por \(100\)](#)[Artículos recomendados \(6\)](#)

base de los parámetros del ciclo de conducción y las emisiones simuladas para automóviles de pasajeros ligeros alimentados con gasolina. Los patrones de conducción del mundo real se registraron en diferentes rutas y condiciones de tráfico variables utilizando la técnica de persecución de automóviles integrada con monitoreo GPS y sensores de velocidad. Se utilizaron patrones de conducción y condiciones ambientales del mundo real para simular las emisiones utilizando el modelo de emisiones vehiculares internacionales para la tasa promedio (g/km) y el modelo integral de emisiones modales para el análisis de emisiones instantáneas (g/s). Los parámetros del ciclo se calcularon matemáticamente para comparar el WLTC y los viajes por carretera. Los análisis revelaron una gran diferencia entre el WLTC y las condiciones de la carretera. Se predijo que las emisiones de CO serían un 155 % más altas que las del WLTC y las emisiones de HC y NOx se estimaron que serían un 63 % y un 64 % más altas, respectivamente. Estas brechas se correlacionaron con diferentes parámetros del ciclo de conducción. Se observó que la conducción en carretera ocurre a velocidades promedio más bajas con mayor frecuencia y magnitudes de aceleraciones. La energía cinética positiva requerida por los ciclos de carretera, fue un 100% más alto que el WLTC y la Aceleración positiva relativa (RPA) exigida por los ciclos de carretera resultó ser un 60% más alta en los patrones de conducción del mundo real y, por lo tanto, contribuyó a mayores emisiones.

Fragmentos de sección

FEEDBACK 

 Ver PDF


Accede a través de tu institución

Comprar PDF

Vista previa del artículo

[Resumen](#)
[Fragmentos de sección](#)
[Referencias \(48\)](#)
[Citado por \(100\)](#)
[Artículos recomendados \(6\)](#)

Fragmentos de sección

Antecedentes y perspectiva histórica

La proporción de la población mundial que vive en ciudades crecerá hasta casi el 70 % para 2050 y se espera que el consumo de energía para las necesidades de transporte en las ciudades sea mucho mayor, ya que se ha duplicado en los últimos 30 años (Dulac, 2012). Los vehículos livianos seguirán impulsando el crecimiento y actualmente consumen alrededor del 20% del total de petróleo consumido en el sector del transporte (Dulac, 2012). El alto consumo de combustible y las emisiones afectan la calidad del aire y, en consecuencia, la salud humana y el medio ambiente. Pobre...

Metodología

La metodología en el flujo de las actividades de este trabajo se da en la Fig. 1...

Comparación WLTC y MIDC

MIDC se está empleando actualmente en India como el estándar para la certificación de emisiones y se deriva de NEDC con velocidades máximas más bajas, mientras que India está contribuyendo al desarrollo del Procedimiento de prueba de vehículos ligeros armonizados en todo el mundo, que se espera que represente las condiciones de conducción en carretera. Sin embargo, debido a los aportes de diferentes geografías, la brecha de cada área en particular aumenta. La Tabla 6 compara diferentes

 FEEDBACK

 Ver PDF


Accede a través de tu institución

Comprar PDF

Vista previa del artículo

[Resumen](#)
[Fragmentos de sección](#)
[Referencias \(48\)](#)
[Citado por \(100\)](#)
[Artículos recomendados \(6\)](#)

Conclusiones

- The study evaluated the gap between driving patterns experienced by a light passenger car in a typical Tier-II Indian city and the standard test cycles....
- Simulated emissions for HC, CO and NO_x for WLTC were respectively 0.77 g/km, 0.039 g/km and 0.22 g/km. The emissions in road cycles for same pollutants were respectively 155%, 63% and 64% higher....
- Among greenhouse emissions, CO₂ was estimated to be 31% higher on road driving. However, toxics like benzene were simulated to be around 300% higher than...

Alcance del trabajo futuro

Los ciclos de conducción en carretera y los diferentes parámetros de conducción se pueden utilizar para crear un ciclo de conducción más realista que represente las condiciones de las ciudades indias de nivel II con mayor precisión. Este ciclo se puede usar para pruebas de laboratorio de emisiones y los datos se pueden comparar con las emisiones registradas en la conducción en el mundo real. A partir de este análisis, puede ser posible llenar el vacío entre los ciclos de conducción del mundo real y el WLTC....

[FEEDBACK](#)


 Ver PDF


Accede a través de tu institución

Comprar PDF

Vista previa del artículo

[Resumen](#)
[Fragmentos de sección](#)
[Referencias \(48\)](#)
[Citado por \(100\)](#)
[Artículos recomendados \(6\)](#)

Reconocimiento

Se agradece el apoyo financiero de CSIR – Instituto Indio del Petróleo , Dehardun, India. Además de los autores principales, varias personas clave participaron en la realización de estas mediciones, incluidos Pradeep Pawar, Ramesh Kawleh y Chander Singh....

Referencias (48)

K. Zhang *et al.*

[Emisiones vehiculares en congestión: comparación de zona de trabajo, hora pico y condiciones de flujo libre](#)
atmósfera Reinar. (2011)

Y. Wu *et al.*

[Análisis sensible de las tasas de emisión en MOVES para desarrollar una base de datos de emisiones específica del sitio](#)
transporte Res. Parte D (2014)

H.Wang *et al.*

[Inventario de emisiones de vehículos de carretera y su análisis de incertidumbre para Shanghái, China](#)
ciencia Entorno Total. (2008)

P. Wang *et al.*

[Caracterización de patrones de conducción de vehículos y desarrollo de ciclos de conducción en ciudades chinas](#)
transporte Res. Parte D (2008)

HDTung *et al.*

[Desarrollo de factores de emisión e inventarios de emisiones para motocicletas y vehículos livianos en la región urbana de Vietnam](#)

 FEEDBACK 



artículos — búsqueda de artículos —

sumario anterior próximo autor materia búsqueda home alfab

[Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica](#)

versión impresa ISSN 1726-4634

Rev. peru. med. exp. salud publica vol.35 no.2 Lima abr./jun. 2018

<http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3250>

ARTÍCULO ORIGINAL

Reordenamiento vehicular y contaminación ambiental por material particulado (2,5 y 10), dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en Lima Metropolitana, Perú

Traffic regulation and environmental pollution by particulate material (2.5 and 10), sulfur dioxide, and nitrogen dioxide in Metropolitan Lima, Peru

Vilma Tapia^{1,a}, Luz Carbajal^{2,b}, Vanessa Vásquez^{1,c}, Rocío Espinoza^{3,d}, Cinthya Vásquez-Velásquez^{1,e}, Kyle Steenland^{4,f}, Gustavo F. Gonzales^{1,g}

¹ Departamento de Ciencias Biológicas y Fisiológicas, Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

² Departamento de Estadística, Demografía, Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

³ Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA). Ministerio de Salud. Lima, Perú.

⁴ Department of Environmental Health, Rollins School of Public Health, Emory University. Atlanta, GA, USA.

^a Obstetriz, magister en Epidemiología; ^b Licenciada en Estadística, doctora en Ciencias de la Salud Pública; ^c Licenciada en Administración de Empresas, magíster en Economía y Mercados Emergentes; ^d Médico Cirujano; ^e Licenciado en Biología; ^f PhD en Epidemiología; ^g Médico Cirujano, doctor en Ciencias y doctor en Medicina.

Servicios Personalizados

Revista ▾

SciELO Analytics

Google Scholar H5M5 (2017)

Artículo ▾

Español (pdf)

Artículo en XML

Referencias del artículo

Como citar este artículo

SciELO Analytics

Traducción automática

Enviar artículo por email

Indicadores ↵

Links relacionados ↵

Compartir ▾

Otros

+ Otros

Permalink

RESUMEN

Objetivos. Evaluar el cambio en los niveles ambientales de material particulado (2,5 y 10) ($PM_{2,5}$ y PM_{10}), dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de nitrógeno (NO_2), posterior al reordenamiento vehicular en la avenida Abancay, entre 2013-2015 respecto a 2007-2009, comparando con otras dos avenidas sin implementación de un reordenamiento, la avenida Guillermo de La Fuente en el distrito de Comas y la avenida César Vallejo en el distrito de El Agustino. **Materiales y métodos.** Los datos ambientales fueron colectados por tres monitores de Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria del Ministerio de Salud como parte de la red de Vigilancia de la calidad del aire de la ciudad de Lima. El coeficiente beta de la regresión lineal permitió evaluar el cambio en la concentración de cada contaminante. **Resultados.** El reordenamiento de la Av. Abancay redujo 62% los niveles de $PM_{2,5}$; 55% los niveles de PM_{10} ; 65% los niveles NO_2 ; y 82% los de SO_2 . En las otras dos avenidas evaluadas no se observó disminución. Una reducción significativa de $PM_{2,5}$ (β : -53,11 $\mu g/m^3$; IC 95%: -63,92 a -42,30), PM_{10} (β : -47,95 $\mu g/m^3$; IC 95%: -62,61 a -33,37), NO_2 (β : -41,71 $\mu g/m^3$, IC 95%: -48,18 a -35,23) y SO_2 (β : -28,59 $\mu g/m^3$; IC 95%: -35,23 a -21,95) fueron observados en la Av. Abancay, respecto a las otras dos avenidas, posterior al reordenamiento vehicular. **Conclusiones.** El reordenamiento vehicular puede contribuir con la disminución continua de diversos contaminantes ambientales. La extensión de esta medida podría mejorar la calidad de aire y estado de salud de la población residente en la ciudad de Lima.

Palabras clave: Salud ambiental; Contaminación del aire; Contaminantes atmosféricos; Material particulado; Perú (Fuente: DeCS BIREME).

ABSTRACT

Objective. To assess the change in environmental levels of $PM_{2.5}$, PM_{10} , SO_2 , and NO_2 , after the application of a traffic regulation plan in Abancay Avenue between the years 2013-2015 vs. to 2007-2009, and comparing it against two other avenues, in which no traffic regulation was implemented: Guillermo de La Fuente Avenue in the district of Comas and Cesar Vallejo Avenue in El Agustino. **Materials and Methods.** Environmental data were collected by three air monitors from the Ministry of Health's Environmental Health and Food Safety General Directorate (Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria) that are part of the Air Quality Surveillance network of the city of Lima. The beta coefficient of the linear regression allowed to assess change in the concentration of each pollutant. **Results.** The traffic regulation plan of Abancay Av. reduced the levels of $PM_{2.5}$ by 62%; 55% for PM_{10} levels; 65% for the NO_2 levels, and 82% for the SO_2 levels. In the other two avenues assess, this reduction was not observed. A significant reduction in $PM_{2.5}$ (β : -53.11 $\mu g/m^3$; 95% CI: -63.92 to -42.30), PM_{10} (β : -47.99 $\mu g/m^3$; 95% CI: -62.61 to -33.37), NO_2 (β : -41.71 $\mu g/m^3$; 95% CI: -48.18 to -35.23), and SO_2 (β : -28.59 $\mu g/m^3$; 95% CI: -35.23 to -21.95) was observed in Abancay Av., with respect to the other two avenues, after the traffic regulation plan was implemented. **Conclusions.** Traffic regulation can contribute to the continuous reduction of different air pollutants. The expansion of this measure could improve air quality and the health status of the residents of Lima.

Keywords: Environmental health; Air pollution; Air pollutants; Particulate matter; Peru (Source: MeSH NLM).

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que en 2012 la contaminación del aire en el mundo generó tres millones de muertes prematuras al año ⁽¹⁾, siendo su efecto mayor en las megaciudades ⁽²⁾. En Lima, la capital del Perú con más de diez millones de habitantes, el 80% de la contaminación del aire proviene del parque automotor ⁽³⁾, y en los últimos 20 años la cantidad de vehículos motorizados se ha incrementado notoriamente ⁽⁴⁾.

Según la Encuesta de Recolección de Información Básica de Transporte Urbano en el área metropolitana de Lima y Callao, realizada el 2012 por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) ⁽⁵⁾, el número de viajes que se realizan al día es de 22,3 millones, de ellos 16,9 millones corresponden a vehículos motorizados, y se estima que las cifras aumenten junto con las emisiones de gases vehiculares.

Las autoridades tratando de mitigar este problema implementaron estrategias orientadas a reducir las emisiones. La eliminación del plomo de la gasolina determinó una drástica reducción de la contaminación de plomo ⁽⁶⁻⁸⁾. Igualmente, se estableció la reducción del contenido de azufre en el diésel ⁽⁹⁾, la obligatoriedad de las revisiones técnicas vehiculares ⁽¹⁰⁾, y una disminución de la antigüedad permisible para la circulación vehicular ⁽¹¹⁾. A pesar de ello, la OMS en 2014 reportó que Lima es la ciudad con mayor contaminación en América Latina ⁽¹²⁾, lo que hace pensar que estas estrategias no fueron suficientes para reducir la contaminación o que las causas procedan de otras fuentes.

Asimismo, el Congreso de la República e instituciones gubernamentales peruanas han realizado estrategias para aminorar los problemas de contaminación del aire. Mediante los incisos 7.1 a 7.7 del artículo 161° de la Ley Orgánica de Municipalidades (Ley 27972), se acordó planificar, regular y gestionar el transporte público, privado, motorizado menor y no motorizado; así como también, se estableció un monitoreo de los sistemas de señalización, terminales terrestres, tránsito peatonal, entre otros ⁽¹³⁾.

Una de las estrategias iniciales fue el plan de ordenamiento del tráfico vehicular, como parte del Comité de Gestión de Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao (CGIALLC), que consistió en ordenar la circulación de vehículos en función de la estructura urbana, para mejorar la fluidez del tránsito vehicular ⁽¹⁴⁾. El plan de ordenamiento de las principales avenidas inició entre noviembre y diciembre de 2011 con las avenidas Túpac Amaru y Abancay, respectivamente, y años posteriores en las avenidas Tacna, Canadá, y Javier Prado, entre otras. Otros proyectos ejecutados para reducir la congestión vehicular fueron Vía Parque Rímac, Túnel Santa Rosa, Remodelación de la Av. Canadá y obras de mantenimiento vial (150 km) ⁽¹⁵⁾.

MENSAJES CLAVE

Motivación para realizar el estudio. La transformación en el sistema de transporte es tema de gran interés para los gobiernos, debido a que el crecimiento de las ciudades debe ir de la mano con un ordenamiento vial para que el avance sea sostenible.

Principales hallazgos. Se evidencia aspectos positivos del reordenamiento en la avenida Abancay en la ciudad de Lima, que se asocia con una disminución de contaminantes ambientales.

Implicancias. Los aspectos positivos del reordenamiento vial en la contaminación ambiental pueden servir de base para continuar con diferentes políticas e intervenciones para beneficio de toda la población.

con el propósito de disminuir la congestión vehicular y la contaminación ambiental.

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue analizar los niveles de concentración de los contaminantes ambientales como material particulado 2,5 (PM_{2,5}), material particulado 10 (PM₁₀), dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de nitrógeno (NO₂) antes y después del reordenamiento vehicular de la Av. Abancay y comparar estos resultados con dos avenidas sin dicha intervención.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio ecológico que evaluó las concentraciones promedio de contaminantes ambientales, empleados como parámetros de calidad del aire, en tres zonas de Lima Metropolitana: Lima Centro, Este y Norte. La zona Lima Centro se encuentra bajo un proceso de ordenamiento vehicular desde diciembre de 2011. Las zonas de estudio fueron escogidas por la presencia de monitores ambientales con datos suficientes y cercanos a la Av. Abancay, Av. Guillermo de La Fuente, y Av. César Vallejo.

Los datos de las mediciones ambientales fueron proporcionados por la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) para el periodo del estudio comprendido entre 2007 y 2015.

ÁMBITO DEL ESTUDIO

El Cercado de Lima (Lima Centro) alberga una población de 282 800 habitantes ⁽¹⁷⁾, es recorrida por la Av. Abancay que presenta gran afluencia vehicular en sus once cuadras de distancia. En su trayecto se ubican oficinas gubernamentales, depósitos, tiendas, etc.; siendo una de las vías de mayor contaminación ambiental y sonora de la urbe. Según un estudio realizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en 2009 ⁽¹⁸⁾, midió el flujo vehicular de la Av. Abancay a la altura del puente Ricardo Palma, entre las 07:00 y 11:00 a. m., observando 16 485 vehículos circulando y para el 2011, el flujo vehicular se redujo un 25%.

Comas (Lima Norte) es un distrito emergente de la migración interna en los años 60 con una población de 541 200 habitantes ⁽¹⁷⁾. La Av. Guillermo de La Fuente es de regular afluencia vehicular, en sus 12 cuadras de recorrido existen establecimientos comerciales, centros de salud y colegios. En esta zona se encuentran avenidas de gran circulación vehicular como la Av. Universitaria y la Av. Túpac Amaru. El flujo vehicular en la Av. Universitaria a la altura de la Av. Belaúnde fue de 6 229 vehículos según el estudio del MTC ⁽¹⁸⁾.

Por su parte, el distrito de El Agustino (Lima Este) con 196 900 habitantes ⁽¹⁷⁾, incluye dentro de su jurisdicción a la Av. César Vallejo. En sus 14 cuadras de recorrido se localizan tiendas, el hospital Hipólito Unanue, colegios, entre otros. En esta zona se encuentra un tramo de la carretera Panamericana conocida como vía de Evitamiento (gran flujo vehicular). El cruce con la vía de Evitamiento se encuentra aproximadamente a 500 metros del monitor ambiental. En 2009, el flujo vehicular por esta vía a la altura de Puente Huáscar (cruce con Av. César Vallejo) era de 6 229 vehículos en la mañana ⁽¹⁸⁾ y en el 2011, el flujo vehicular se redujo un 7%.

MEDICIONES AMBIENTALES

El Ministerio de Salud, a través de la DIGESA cuenta en Lima Metropolitana con cinco estaciones fijas con equipos activos y automáticos, y una estación meteorológica. Se incluyeron en el estudio los registros de tres de ellos:

a. Estación CONACO/Congreso de la República: ubicada en el Cercado de Lima, en la segunda cuadra de la Av. Abancay. Inicialmente se localizó en el segundo piso de las instalaciones de la Corporación Nacional de Comercio (CONACO) y en el 2010 fue reubicado frente al edificio CONACO, en el parque Bolívar. Se registran una vez por semana las concentraciones de PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ y SO₂ desde el 2001.

b. Estación Santa Luzmila: localizada dentro del Centro de Salud Santa Luzmila en el distrito de Comas, al norte de la ciudad de Lima, en la cuadra 3 de la Av. Guillermo de La Fuente. Se registran las concentraciones de PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ y SO₂, una vez por semana desde el 2007.

c. Estación Hipólito Unanue: instalada dentro del Hospital Nacional Hipólito Unanue en el distrito de El Agustino, al este de la ciudad de Lima, en la cuadra 13 de la Av. César Vallejo. Se registran las concentraciones de PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ y SO₂, una vez por semana desde el 2007.

RESULTADOS

En la [Figura 1](#) se muestran las concentraciones de contaminantes ambientales en los monitores Ab, SL y AG. Se presentan promedios anuales para el periodo 2007-2009 y 2013-2015.

Aunque los valores pre-intervención (2007-2009) de $PM_{2,5}$, PM_{10} , NO_2 y SO_2 son más altos en Ab que en SL y AG, los valores de NO_2 y SO_2 estuvieron por debajo del valor de referencia según la ECA Nacional. Sin embargo, si se considera los límites de referencia referidos por la OMS, considerando a NO_2 como $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual y SO_2 como $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24 horas, los valores promedios basales de los contaminantes ambientales en Ab para el periodo 2007-2009, superan la directriz recomendada por OMS.

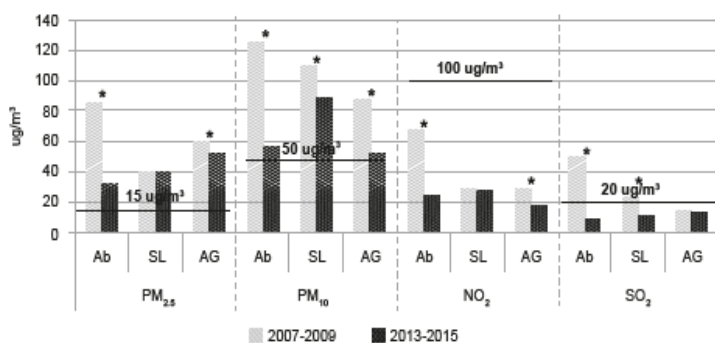


Figura 1. Concentración promedio de los contaminantes del aire en los periodos de estudio pre (2007-2009) y post (2013-2015) ordenamiento vehicular en tres zonas de Lima Metropolitana.

Estándar de Calidad Ambiental (ECA) anual nacional: Material particulado 2,5 ($PM_{2,5}$)=15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Material particulado 10 (PM_{10})=50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Dióxido de nitrógeno (NO_2)=100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Dióxido de azufre (SO_2)=20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas).

Ab: Av. Abancay; SL: Av. Guillermo de la Fuente; AG: Av. César Vallejo.

* Valor de $p < 0,001$.

Al evaluar y comparar las concentraciones promedio en cada periodo del estudio se puede observar una reducción significativa en el promedio de concentración de los contaminantes estudiados ($p < 0,001$) en Ab para el periodo 2013-2015, en cambio en SL solo se observó una reducción de los niveles de PM_{10} y SO_2 ($p < 0,001$).

Asociado a la intervención se observó una reducción del 60% en la concentración promedio de $PM_{2,5}$ en Ab y 35% en AG. Para PM_{10} , una reducción de 55%, 19% y 40% fue observado en Ab, SL y AG, respectivamente. Para NO_2 , una reducción de 65%, 6% y 37% para las zonas de Ab, SL y AG. Finalmente, para SO_2 , una reducción de 82% en Ab versus 50% en SL ([Figura 1](#)).

Se graficó la dispersión ([Figura 2](#)) de cada contaminante para observar su distribución en los años. En la [Figura 2A](#) se observa una reducción de los niveles de $PM_{2,5}$ en los años 2013-2015 en Ab, a diferencia de AG mientras que en SL no se visualiza esta disminución. Referente a los demás contaminantes PM_{10} , NO_2 y SO_2 también se observa el mismo patrón, una disminución moderada en Ab, a diferencia de las otras dos avenidas ([Figura 2B](#), [Figura 2C](#) y [Figura 2D](#)).

En la [Tabla 1](#) se muestra los cambios de las concentraciones de los contaminantes. Para $PM_{2,5}$, se observa una reducción significativa (β_1 : -53,18; IC 95%: -61,49 a -44,87) en Ab, una menor reducción en AG (β_1 : -20,75; IC 95%: -27,51 a -14,00), y ausencia de cambios en SL, por efecto de la intervención (variable indicadora). El coeficiente de regresión obtenido para Ab es significativamente diferente a los de las otras dos avenidas. La misma diferencia se observa para los coeficientes de regresión de PM_{10} , SO_2 y NO_2 ($p < 0,001$).

diferencia se observa para los coeficientes de regresión de PM_{10} , SO_2 y NO_2 ($p < 0,001$).

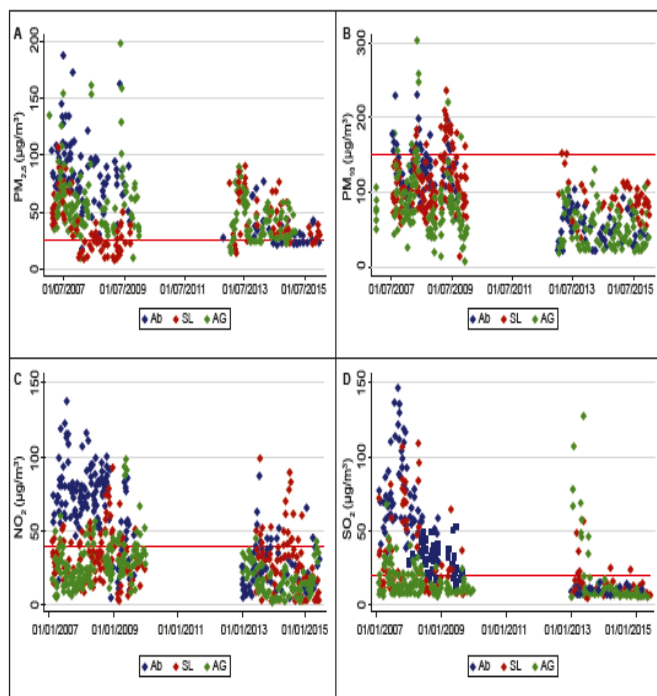


Figura 2. Distribución de los contaminantes ambientales. A. Material particulado 2,5 ($PM_{2.5}$), línea recta en color rojo valor referencial del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) promedio 24 horas ($PM_{2.5}=25 \mu g/m^3$). B. Material particulado 10 (PM_{10}), línea recta en color rojo valor referencial ECA promedio 24 horas ($PM_{10}=150 \mu g/m^3$). C. Dióxido de nitrógeno (NO_2), línea recta color rojo valor referencial ECA promedio 24 horas ($NO_2=40 \mu g/m^3$). D. Dióxido de azufre (SO_2), en línea recta color rojo valor referencial ECA promedio 24 horas ($SO_2=20 \mu g/m^3$).

Ab: Av. Abancay; SL: Av. Guillermo de la Fuente; AG: Av. César Vallejo.

Tabla 1. Coeficientes de regresión entre el valor de los contaminantes ambientales ($PM_{2.5}$, PM_{10} , SO_2 , NO_2) pre (2007-2009) post (2013-2015) ordenamiento vehicular en tres zonas de Lima Metropolitana.

Zona	$PM_{2.5}$		PM_{10}		SO_2		NO_2	
	β_1 (IC 95%)	Valor de p	β_1 (IC 95%)	Valor de p	β_1 (IC 95%)	Valor de p	β_1 (IC 95%)	Valor de p
Ab	-53,18 (-61,49 a -44,87)	0,001	-69,01 (-76,50 a -61,53)	0,001	-41,10 (-47,41 a -34,80)	0,001	-43,79 (-49,89 a -37,70)	0,001
SL	-0,06 (-6,53 a 6,39)	0,984	-21,01 (-32,77 a -9,26)	0,001	-12,51 (-16,99 a -8,03)	0,001	-2,08 (-6,35 a 2,17)	0,336
AG	-20,75 (-27,51 a -14,00)	0,001	-36,02 (-45,23 a -26,82)	0,001	-0,63 (-3,72 a 2,45)	0,688	-10,45 (-13,54 a -7,36)	0,001

$PM_{2.5}$: material particulado 2,5; PM_{10} : material particulado 10; SO_2 : dióxido de azufre; NO_2 : dióxido de nitrógeno; β_1 : coeficiente de regresión (diferencia post-pre ordenamiento vehicular); IC 95%: intervalo de confianza al 95%; Ab: Av. Abancay; SL: Av. Guillermo de la Fuente; AG: Av. Cesar Vallejo.

Para comparar los cambios de las concentraciones de los contaminantes observados en la Figura 2, a la regresión lineal se incorporó un término de interacción generada por las variables periodo y zona, obteniéndose una interacción por cada zona. Los resultados muestran que el cambio observado en la concentración de los contaminantes es diferente entre Ab para $PM_{2.5}$ (β_1 : -53,11; IC 95%: -63,92 a -42,30), PM_{10} (β_1 : -47,99; IC

DISCUSIÓN

América Latina está inmersa, como muchas otras regiones, en la problemática de la contaminación del aire como consecuencia del alto índice de urbanización, donde el 72% de la población reside en centros urbanos ^(12,22). El Perú se ha convertido en un país altamente urbano y donde el mayor grado de urbanización se encuentra en Lima, considerada una de las ciudades con mayor contaminación del aire exterior ⁽¹²⁾. Esta contaminación tiene una repercusión principalmente en la salud de niños y adultos ^(23,24).

El transporte vehicular es el principal responsable de la contaminación ambiental. Entre los principales contaminantes emitidos por los vehículos motorizados se encuentran el CO, NO₂ y PM₁₀, PM_{2,5}. Estudios en megaciudades han demostrado que el PM_{2,5} y NO₂ constituyen los principales contaminantes con riesgos para la salud y se estima que la contaminación del aire exterior se convertirá en la mayor causa ambiental de muerte prematura en las próximas décadas ⁽²⁾.

Tabla 2. Coeficientes de regresión que relaciona el valor del contaminante ambiental con términos de interacción periodo-zona.

Variables	PM _{2,5}		PM ₁₀		SO ₂		NO ₂	
	β1 (IC 95%)	Valor de p	β1 (IC 95%)	Valor de p	β1 (IC 95%)	Valor de p	β1 (IC 95%)	Valor de p
Periodo								
Pre	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Post	-0,06 (-7,15 a 7,01)	0,665	-21,01 (-32,16 a -9,87)	0,001	-12,51 (-18,86 a -6,05)	0,001	-2,08 (-6,50 a 2,33)	0,354
Zona								
Ab	45,83 (39,35 a 52,52)	0,001	15,27 (7,42 a 23,11)	0,001	26,86 (22,76 a 30,85)	0,001	38,16 (34,38 a 41,93)	0,001
SL	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
AG	21,55 (15,28 a 27,82)	0,001	-22,21 (-29,92 a -14,51)	0,001	-8,75 (-12,58 a -4,91)	0,001	-1,04 (-4,64 a 2,55)	0,569
Periodo-zona								
Periodo-Ab	-53,11 (-83,92 a -42,30)	0,001	-47,99 (-62,81 a -33,37)	0,001	-28,59 (-35,23 a -21,85)	0,001	-41,71 (-48,18 a -35,23)	0,001
Periodo-SL	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Periodo-AG	-20,69 (-30,18 a -11,19)	0,001	-15,00 (-28,91 a -1,10)	0,034	11,87 (5,67 a 18,08)	0,001	-8,36 (-14,42 a -2,30)	0,007

PM_{2,5}: material particulado 2,5; PM₁₀: material particulado 10; SO₂: dióxido de azufre; NO₂: dióxido de nitrógeno; β1: coeficiente de regresión (diferencia post-pre ordenamiento vehicular); IC 95%: Intervalo de confianza al 95%; Pre: pre-ordenamiento; Post: post-ordenamiento; Ab: Av. Abancay; SL: Av. Guillermo de la Fuente; AG: Av. César Vallejo; Periodo-Ab: Interacción entre periodo'Av. Abancay; Periodo-SL: Interacción entre periodo'Av. Guillermo de la Fuente; Periodo-AG: Interacción entre periodo'Av. César Vallejo; Ref: categoría referencial de la variable cuyo valor es cero.

El impacto de los contaminantes ambientales también estaría relacionado con la producción per cápita del país; así, en China ⁽²⁵⁾, se ha demostrado que la contaminación por PM_{2,5} causa alteraciones en las respiraciones durante el sueño, lo que ocasionaría un inadecuado descanso conllevando una disminución del rendimiento y producción de los trabajadores, especialmente en industrias ubicadas en avenidas con tránsito elevado.

Como en otras grandes ciudades, Lima no escapa de mostrar una gran variabilidad en los niveles de exposición ambiental ⁽²⁶⁾. El mayor nivel de contaminación en Lima se observa en la zona este y norte, aunque los niveles de PM_{2,5} ya se encuentran en valores que oscilan entre 20 y 30 µg/m³, que son valores más bajos que los observados a inicios del siglo XXI.

Los resultados del presente estudio muestran que las políticas de reordenamiento del tránsito vehicular son importantes en la reducción de los contaminantes ambientales. Sin embargo, aún resultan insuficientes según los valores de PM_{2,5}, PM₁₀, hallados durante el 2015 en la Av. Abancay, los cuáles continúan por encima del valor referencial nacional. Esto conlleva a plantear que no sólo las fuentes móviles son las que incrementan estos valores. En el caso del NO₂ y SO₂, se encontró una disminución significativa a valores por debajo del límite de referencia, hecho que podría estar asociado a su disminución de concentración en el diésel y control de fuentes puntuales. El SO₂ está asociado a la presencia de industrias en la ciudad y tiene efecto en la salud respiratoria ⁽²⁷⁾. La restricción del tránsito vehicular es un excelente modelo de reducción en corto plazo de CO, PM₁₀, NO₂ y O₃, tal

permite evaluar una intervención exitosa en términos de aplicar las medidas analizadas al reducir los niveles de $PM_{2,5}$, PM_{10} , SO_2 , y NO_2 , a pesar de la falta de acceso libre a datos históricos de contaminantes ambientales, tal como ha sido destacado en una reciente publicación ⁽²⁹⁾. Igualmente, en el tiempo examinado hasta 2015 persisten las intervenciones y en algunas cuadras de la Av. Abancay se observan policías, serenos o agentes del municipio que supervisan se cumplan las normas.

Los resultados del estudio son válidos para la avenida Abancay y no puede generalizarse para toda la ciudad. No obstante, para lograr dicho objetivo se deben medir los niveles de contaminantes atmosféricos en otros puntos representativos del área urbana (por ejemplo, con la metodología utilizada por el Ministerio de Salud y Swisscontact), para confirmar que la disminución en la Av. Abancay no sea sólo una redistribución de los compuestos en otras avenidas o calles. Las medidas de prohibición de giro en vías transitables pueden tener la consecuencia de que los automotores recorran distancias mayores por las calles internas, aumentando de este modo las emisiones en estas vías secundarias.

En conclusión, el reordenamiento vehicular, como medida de gestión municipal, podría estar contribuyendo con la disminución continua de diversos contaminantes, y en un futuro se esperaría, si las intervenciones se extienden, que el impacto hacia los habitantes de Lima Metropolitana sea cada vez menor, mejorando su calidad de vida y estado de salud.

Agradecimientos: A la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA).

Contribuciones de los autores: La idea fue desarrollada por GFG y VV. Participaron en colección de dato: VT, V y RE. Análisis de datos: VT, LC y KS. Redacción del artículo: VT, CVV y GFG. Revisión del manuscrito final: todos los autores.

Declaración: Las opiniones y afirmaciones contenidas en el artículo son propias de los autores y no reflejan ninguna posición oficial u opinión de ninguna entidad gubernamental.

Fuentes de financiamiento: El presente estudio fue financiado por el Grant U01TW010107 (1/2 Regional GEOHealth hub centered in Peru) de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos (Programa Fogarty).

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés con el presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- World Health Organization. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease. 1a ed. Ginebra: WHO; 2016. [[Links](#)]
- Wheida A, Nasser A, El Nazer M, Borbon A, Abdel Wahab M, Alfaro SC. Tackling the mortality from long-term exposure to outdoor air pollution in megacities: Lessons from the Greater Cairo case study. *Environ Res*. 2017;160:223-31. [[Links](#)]
- San Miguel R. Calidad del Aire de Lima Metropolitana - Foro de Monitoreo Atmosférico y Taller de Gestión Ambiental del Aire en América Latina. Lima: Municipalidad Metropolitana de Lima; 2006. [[Links](#)]
- Thomson J, Bull A. La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. *Revista de la CEPAL*. 2002;76:109-21. [[Links](#)]
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Encuesta de recolección de información básica del transporte urbano en el área metropolitana de Lima y Callao. Informe Final. Lima: Nippon Koei Co; 2013. [[Links](#)]
- Perú, Congreso de la República. Decreto Supremo N°. 039-2014-EM: Aprueban Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos. Lima: Congreso de la República; 2014. [[Links](#)]
- Mormontoy W, Gastañaga C, Gonzales GF. Blood lead levels among police officers in Lima and Callao, 2004. *Int J Hyg Environ Health*. 2006;209(6):497-502. [[Links](#)]
- Grández B, Marianella K, Gonzáles Portal VR. Contaminación atmosférica por emisión de gases de combustión de los grupos electrógenos de Electro Oriente en el área de influencia: período enero-octubre 2010, en Iquitos-Perú [Tesis de Maestría]. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2010. [[Links](#)]
- Perú, Congreso de la República. Ley N°. 28694: Ley que regula el contenido de azufre en el combustible diesel. Lima: Congreso de la República; 2006. [[Links](#)]
- Perú, Congreso de la República. Ley N°. 29237: Ley que crea el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares. Lima: Congreso de la República; 2008. [[Links](#)]
- Perú, Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Resolución Ministerial N° 395-2012-MTC/02: Cronograma del Régimen Extraordinario de Permanencia para vehículos destinados al servicio de transporte de personas de ámbito provincial de Lima Metropolitana. Lima: MTC, 2013. [[Links](#)]

S
recursos naturales e infraestructura**L** a congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales

Ian Thomson
Alberto Bull



NACIONES UNIDAS



División de Recursos Naturales e Infraestructura
Unidad de Transporte

Santiago de Chile, junio de 2001

Este documento fue preparado por Ian Thomson y Alberto Bull, Jefe y Consultor de la Unidad de Transporte, de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/L.1560-P
ISBN: 92-1-321865-6
Copyright © Naciones Unidas, junio de 2001 Todos los derechos reservados
N° de venta: S.01.II.G.105
Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

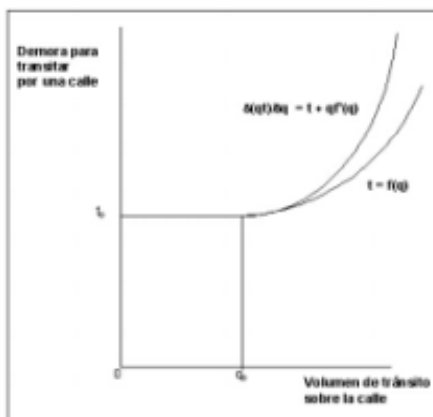
La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

B. Una explicación técnica

La causa fundamental de la congestión es la fricción entre los vehículos en el flujo de tránsito. Hasta un cierto nivel de tránsito, los vehículos pueden circular a una velocidad relativamente libre, determinada por los límites de velocidad, la frecuencia de las intersecciones, etc. Sin embargo, a volúmenes mayores, cada vehículo adicional estorba el desplazamiento de los demás, es decir, comienza el fenómeno de la congestión. Entonces, una posible definición objetiva sería: "la congestión es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás".

A medida que aumenta el tránsito, se reducen cada vez más fuertemente las velocidades de circulación. Véase la Figura 1, que presenta, mediante la función $t=f(q)$, el tiempo (t) necesario para transitar por una calle, a diferentes volúmenes de tránsito (q). La otra curva, $d(qt)/dt = t + qf'(q)$, se deriva de la anterior. La diferencia entre ambas curvas representa, para cualquier volumen de tránsito (q), el aumento del tiempo de viaje de los demás vehículos que están circulando, a causa de la introducción del vehículo adicional.

Figura 1
REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL CONCEPTO DE LA CONGESTIÓN DE TRÁNSITO



Puede observarse que las dos curvas coinciden hasta el nivel de tránsito $0q_c$; hasta allí, el cambio en el tiempo de viaje de todos los vehículos es simplemente el tiempo empleado por el que se incorpora, porque los demás pueden seguir circulando a la misma velocidad que antes. Por el contrario, de ahí en adelante, las dos funciones divergen, estando $d(qt)/dt$ por arriba de t . Eso significa que cada vehículo que ingresa experimenta su propia demora, pero simultáneamente aumenta la demora de todos los demás que ya están circulando. Ello tiene como consecuencia que un usuario individual percibe sólo parte de la congestión que causa, recayendo el resto en los demás vehículos que forman parte del flujo de ese momento. En el lenguaje especializado se dice que los usuarios perciben los costos medios privados, pero no los costos marginales sociales.

En estricto rigor, los usuarios tampoco tienen acabada noción de los costos medios privados, puesto que, por ejemplo, pocos automovilistas tienen una idea clara de cuánto les cuesta realizar un viaje adicional, en términos de mantenimiento, desgaste de neumáticos, etc. Por otra parte, si

C. El transporte individual tiene su lugar, pero no hay que exagerar

Una característica que dificulta el combate a la congestión es la marcada preferencia por usar el automóvil. En estas circunstancias, aunque las autoridades responsables del transporte urbano latinoamericano tuviesen ideas claras de cómo controlar el tránsito en la ciudad (lamentablemente, a veces no las tienen) difícilmente podrían llevarlas a la práctica porque los diputados o concejales, preocupados de perder votos entre los cada vez más numerosos propietarios de automóviles particulares, no les darían su visto bueno.

¿Es necesario proscribir el automóvil?

La preferencia por movilizarse en auto trae varias consecuencias, como las siguientes:

- la demanda entre los automovilistas por nuevos sistemas de transporte público de calidad corriente podría ser relativamente reducida; así, la gran mayoría de los usuarios de una nueva línea de Metro, provendría de los buses, más bien que del transporte particular;
- interesar a los automovilistas en el transporte público, requeriría ofrecerles una opción superior, no solamente en términos de su calidad objetiva (tarifa, tiempo de viaje y frecuencia), sino también en sus atributos subjetivos (aire acondicionado, asientos reclinables, entre otros) y;
- aunque se cobraran altos impuestos por el combustible, por el derecho de usar las calles, o por los estacionamientos, pocas personas se cambiarían del auto al transporte público, implicando que (i) estas medidas servirían más bien para recaudar dinero que para modificar la conducta de los viajeros, y; (ii) subir dichos valores, tendría como consecuencia una buena evaluación privada, pero produciría relativamente pocos beneficios sociales.

Contar con un automóvil para ir a un centro comercial, visitar a parientes o amigos en barrios lejanos, o salir de la ciudad, es uno de los frutos del desarrollo económico, los costos de lo cual están generalmente internalizados, en gran parte, por el dueño del vehículo, en la medida en que esos desplazamientos ocurren en horas de escasa congestión. Por otra parte, usarlo todos los días para ir a la oficina en el centro de la ciudad genera costos externos de congestión y contaminación, causando importantes perjuicios a la sociedad.

Conseguir un mejor equilibrio entre la propiedad y el uso del auto constituye uno de los mayores desafíos encontrados en el sector transporte en la América Latina de hoy. Es probable un cambio en la actitud de los automovilistas en el futuro y, de hecho, en algunas ciudades de mayor desarrollo cultural como Buenos Aires, donde la calidad del transporte público es también superior al promedio de las ciudades latinoamericanas, ya se observa una mayor disposición, que en algunas otras ciudades de la región, a desplazarse por medios públicos.

D. Se requiere una aproximación global

La congestión es un problema lo suficientemente serio y contundente como para suponer que emplear medidas unilaterales, erráticas o voluntaristas, pueda tener éxito en mitigarla. Por el contrario, para mantenerla bajo control y asegurar un mínimo de sostenibilidad de los niveles de vida urbanos, urge un esfuerzo multidisciplinario, que incluya el mejoramiento de los

¿Existe un enfoque que dé esperanzas de que algo puede lograrse?

hábitos de conducción, la provisión de mejor infraestructura (manejo de la oferta) y medidas de gestión de tránsito (manejo de la demanda).

Las vías urbanas latinoamericanas no tienen la capacidad suficiente para soportar el uso indiscriminado del automóvil particular, y no la van a tener nunca, aunque se tomen todas las medidas financieras, ambientales y políticamente factibles para ampliar dicha capacidad. La sola provisión de más infraestructura vial no resuelve el problema; en realidad, puede contribuir a empeorarlo, como es la experiencia de Caracas y otras urbes grandes que aplicaron esa estrategia. La presión que ejerce la demanda, más pronto que tarde es capaz de sobrepasar cualquier infraestructura disponible (Thomson).

Con todo, el mejoramiento de las vías y aun su ampliación son medidas potencialmente útiles, siempre que vayan acompañadas de otras que eviten su pronto atochamiento o que éste se traslade algunas cuadras más allá.

Mejores resultados pueden esperarse de la intervención simultánea y progresiva en una amplia gama de facetas que componen el sistema de transporte, como una apropiada demarcación y conservación de las calles, la coordinación de los semáforos, el mejoramiento de los hábitos de conducción, la racionalización del transporte público y de los estacionamientos, la consideración de los mayores volúmenes de tránsito generados por la construcción de edificios y centros comerciales, y muchos otros factores. Nunca debe perderse de vista que al implantar una medida se pueden generar repercusiones en otros aspectos de la circulación vehicular, los cuales deben anticiparse para prevenir efectos negativos.

En otros términos, es necesario aplicar un conjunto de medidas factibles para ampliar la capacidad mediante el mejoramiento de la gestión y productividad de la infraestructura existente.

Bibliografía

- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (1995), *Economic and Social Progress in Latin America: Report 1995*.
- Bull, Alberto y Diez, Juan Pablo (2001), Medidas para el control de la congestión vial urbana actuando sobre la demanda, documento borrador.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (1989), Estudio económico de América Latina y el Caribe, 1988, (LC/G.1577-P), Santiago, Chile.
- (1995) Estudio económico de América Latina y el Caribe, 1994-1995, (LC/G.1873-P), Santiago, Chile.
- (1997) El tránsito urbano en la era de la apertura económica, Boletín FAL N°132, marzo-abril, Santiago, Chile. www.eclac.cl/transporte
- (2000), La congestión de tránsito: sus consecuencias económicas y sociales, Boletín FAL N°170, octubre, Santiago, Chile. www.eclac.cl/transporte
- Companhia de Engenharia de Tráfego (1998), Relatório de avaliação horário de pico, São Paulo.
- Notas del Instituto Mexicano del Transporte (2000), Cargos e Información de un sistema inteligente de transporte, marzo.
- Ortúzar, Juan de Dios (1994), Modelos de demanda del transporte, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Ortúzar, Juan de Dios y Willumse, J (1994), Modelling transport, 2ª edición, John Wiley, Chichester, Inglaterra.
- Pardo, Vicente (2001), Medidas para el control de la congestión vial urbana actuando sobre la oferta, documento borrador
- Thomson, Ian (2000), Una reseña histórica y evaluación crítica de algunos aspectos de la planificación del sistema de transporte de Santiago.
- (2000), Algunos conceptos básicos referentes a las causas y soluciones del problema de la congestión de tránsito.