



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2293>

Ciencias Sociales y Políticas
Artículo de investigación

*Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones
contaminantes en el DMQ*

*Analysis of local and international regulations on control of pollutant emissions
in the MDQ*

*Análise da regulamentação local e internacional sobre o controlo das emissões
poluentes no DMQ*

Víctor Daniel Pesantes-Menéndez ^I
vipesantesme@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3979-2880>

Carlos Andrés Ortega-Troncoso ^{II}
caortegatr@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0069-2065>

Juan Carlos Rubio-Terán ^{III}
jrubio@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5815-0154>

Guillermo Gorky Reyes-Campaña ^{IV}
gureyesca@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7133-9509>

Correspondencia: vipesantesme@uide.edu.ec

***Recibido:** 25 junio de 2021 ***Aceptado:** 31 de julio de 2021 * **Publicado:** 31 de agosto de 2021

- I. Egresado de Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- II. Egresado de Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- III. Ingeniero de Ejecución En Mecánica Automotriz, Magíster En Gestión De Empresas Mención Pequeñas y Medianas Empresas, Docente Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- IV. Coordinador de investigación de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Docente investigador, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

Resumen

En el Distrito Metropolitano de Quito actualmente funciona la Revisión Técnica Vehicular de Quito, normativa creada en la ciudad con el propósito de reducir las emisiones de gases contaminantes para así mejorar el aire de la capital y a su vez disminuir el porcentaje de accidentes en la vía debido a coches en mal estado; por otro lado, la Normativa Euro 3 encargada de controlar las Emisiones de gases contaminantes en la Unión Europea desde el año 2000 hasta el 2005. El principal objetivo de este estudio fue realizar una comparativa entre la norma INEN 2204 misma que: “establece los parámetros permitidos de emisiones contaminantes producidas por vehículos automotores que emplean gasolina”, frente a la normativa Euro3 que entró en vigor el año 2000 y caducó en el año 2005, y también con el instructivo de la Revisión Técnica Vehicular; de una forma cuantitativa analítica/deductiva mediante tablas comparativos. Dentro de esta investigación se analizó los datos arrojados por el equipo de medición de gases y se observó que para la gasolina extra hubo un incremento del 23% en lo que se refiere a los CO en altas RPM, por otro lado, se pudo evidenciar una cantidad muy elevada de HC con el combustible super a bajas RPM, excediendo los límites de la RTV en un 97.5% más, con un promedio de tres pruebas realizadas para cada tipo de combustible.

Palabras clave: Normativas; regulaciones; pruebas de laboratorio; emisiones contaminantes.

Abstract

In the Metropolitan District of Quito, the Quito Vehicle Technical Review currently operates, a regulation created in the city with the purpose of reducing emissions of polluting gases in order to improve the air in the capital and in turn reduce the percentage of accidents on the road due to cars in bad condition; on the other hand, the Euro 3 Regulation in charge of controlling the Emissions of polluting gases in the European Union from 2000 to 2005. The main objective of this study was to make a comparison between the INEN 2204 standard, which: “establishes the parameters allowed pollutant emissions produced by motor vehicles that use gasoline”, against the Euro3 regulation that came into force in 2000 and expired in 2005, and also with the instructions for the Vehicle Technical Review; in a quantitative analytical/deductive way using comparative tables.

Within this investigation, the data provided by the gas measurement equipment was analyzed and it was observed that for extra gasoline there was an increase of 23% in regard to CO at high RPM, on the other hand, a Very high amount of HC with super fuel at low RPM, exceeding RTV limits by 97.5% more, with an average of three tests performed for each fuel type.

Keywords: Normative; regulations; laboratory tests; polluting emissions.

Resumo

No Distrito Metropolitano de Quito opera actualmente a Revisão Técnica de Veículos de Quito, um regulamento criado na cidade com o objectivo de reduzir as emissões de gases poluentes a fim de melhorar o ar na capital e, por sua vez, reduzir a percentagem de acidentes na estrada devido a automóveis em mau estado; por outro lado, o Regulamento Euro 3 responsável pelo controlo das emissões de gases poluentes na União Europeia de 2000 a 2005. O principal objectivo deste estudo foi fazer uma comparação entre a norma INEN 2204 que "estabelece os parâmetros permitidos de emissões poluentes produzidas por veículos a motor que utilizam gasolina", e a norma Euro 3 que entrou em vigor em 2000 e expirou em 2005, e também com as instruções da Technical Vehicle Review, de forma quantitativa analítica/dedutora através de tabelas comparativas. No âmbito desta investigação, os dados fornecidos pelo equipamento de medição de gás foram analisados e observou-se que para a gasolina extra houve um aumento de 23% de CO a altas RPM, por outro lado, uma quantidade muito elevada de HC pôde ser evidenciada com o super combustível a baixas RPM, excedendo os limites do RTV em 97,5% mais, com uma média de três testes realizados para cada tipo de combustível.

Palavras-chave: Normas; regulamentos; ensaios laboratoriais; emissões poluentes.

Introducción

En el Ecuador, a partir del 16 de enero del año 2004 se estableció la revisión técnica vehicular de Quito, normativa creada en la ciudad con el propósito de reducir la emisiones de gases contaminantes y a su vez disminuir el porcentaje de accidentes en la vía debido a coches en mal estado; con el transcurso de los años se ha tenido una sola revisión a esta normativa sin embargo,

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

para enero del 2017 obtuvo su segunda revisión haciendo caso a los diferentes sistemas tecnológicos que ayudan a reducir los niveles de gases contaminantes que impactan al medio ambiente (Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN, 2017). En los últimos años el transporte a motor ha tenido un crecimiento abrupto por lo cual organismos internacionales se han visto en la obligación de establecer regulaciones al parque automotor (Ballester y Peiró, 2008).

La principal razón por la cual se creó esta normativa en el Ecuador fue para frenar el impacto al medio ambiente sobre todo al parque automotor en las ciudades de mayor tránsito, en donde la cantidad de vehículos que circulan es mayor a la del espacio en el que se desenvuelven produciendo altos niveles de gases contaminantes como es el caso de la ciudad de Quito (Vega, Ocaña y Parra, 2015), debido a la gran cantidad de vehículos y geografía que no le permite al aire de la ciudad circular con facilidad, por ello da como resultado que ésta ciudad se encuentre como la más contaminada del país mientras que Puerto Baquerizo Moreno sea la menos contaminada para el año 2020 (IQAir, 2020).

Mientras que en las ciudades pequeñas aún no se establece ningún tipo de reglamento que obligue a los usuarios de vehículos a importar con sistemas tecnológicos actuales que reduzcan considerablemente las emisiones contaminantes.

Por lo cual el objetivo primordial en este artículo de investigación fue el realizar análisis por medio de cuadros comparativos para comprobar lo cuan desactualizado se encuentra el Ecuador dentro de las normativas que se exige para regular la cantidad de gases contaminantes, teniendo en cuenta que la última normativa europea se dio en el año 2015 con la Euro 6. En la ciudad de Quito aún se trabaja con regulaciones antiguas muy similares a la normativa Euro 3 vs RTV, la cual entró en vigor en el año 2000; un retraso de dos décadas existe en dicha ciudad si se comparan las regulaciones de la Revisión Técnica Vehicular con las normas de emisiones europeas actuales, el propósito de las normativas es obligar a los fabricantes a construir motores que garanticen una mejor emisión de gases contaminantes para así mejorar la calidad de aire que se respira en la ciudad, y por el momento tal objetivo si se ha cumplido en ciertos años, mientras que en otros no se cumple (Secretaría de Ambiente, 2020).

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

Es importante recalcar que los NOx son agentes contaminantes muy nocivos, tanto como los monóxidos de carbonos e hidrocarburos, normativas internacionales como las Euro o Tier son cada día más exigentes con los óxidos de nitrógeno, sin embargo, en el instructivo de la revisión técnica vehicular de Quito no se plantea ningún tipo de regulación para dicho gas (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2016). En el sector del transporte pesado, la utilización de biocombustibles está aumentando por lo que dichos combustibles afectan directamente a las emisiones de NOx. Además de la emisión de NOx de los motores diésel, es un enorme desafío para los fabricantes de vehículos el buscar regular o controlar con sistemas nuevos las emisiones según la Euro 6.2, en este estudio se investiga el NO2, que es una emisión tóxica que actualmente no está regulada pero que es un enfoque que debe regularse en el próximo reglamento (Euro 7) (Zare, Stevanovic y Bodisco, 2021). La EPA y OMS tiene una exposición máxima recomendada de 9 ppm hasta 25 ppm de CO para mejorar la calidad del aire, esto en un promedio de entre 1 y 8 horas de concentración, debido a que en países como la india la principal causa de muerte es por CO con un promedio de entre 5000 a 6000 muertes por año (Dey y Mehta, 2020).

A partir de la normativa Euro 5 se hizo indispensable la utilización de la válvula EGR en los motores a gasolina para una reducción significativa de los NOx, obligando a los diferentes fabricantes de motores a hallar un método eficaz para reducir los óxidos de nitrógeno resultado de la combustión a altas temperaturas.

Según estudios realizados el mejor combustible expendido en la ciudad de Quito (super con 92 octanos) contiene en realidad entre 87 y 88 octanos, por otro lado, el combustible (extra con 87 octanos) cuenta con 84 y 85 octanos, lo cual da como resultado una mayor cantidad de gases contaminantes por la calidad del combustible (Lasso y Rodríguez, 2020).

Fundamento teórico

Está científicamente comprobado que la contaminación atmosférica y los efectos que estos causan al ser humano es de gravedad para la salud, además estos estudios científicos señalan que los niveles que están planteados para regular la contaminación son demasiado altos para prevenir riesgos en la salud de los seres humanos (Boldo y Querol, 2014).

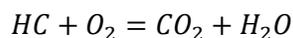
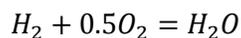
Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

Gracias a ello se han creado diferentes elementos que mejoran la calidad del aire, uno de ellos es el convertidor catalítico, el cual es un dispositivo de emisiones ubicado en la parte delantera del silenciador en el sistema del escape. Se parece mucho a un silenciador de trabajo pesado que contiene los catalizadores para oxidar y a su vez reducir las emisiones del motor antes de que salgan por el tubo de escape. Se usan metales especiales como el platino y paladio, para promover la combustión completa del hidrocarburo sobrante y para reducir el óxido de carbono. Una vez que el catalizador se calienta es capaz de controlar las emisiones de HC y CO hasta un 90% y material particulado alrededor de un 50 %, cabe recalcar que este dispositivo no es eficiente durante el periodo de calentamiento o enfriamiento del vehículo debido a las bajas temperaturas de operación (Bhaskar, et al., 2021). El convertidor catalítico tiene diferentes procesos para reducir estos efectos de gases contaminantes y trabaja mediante 3 etapas:

El proceso catalítico se compone de 3 etapas:

Primero el catalizador de reducción, el cual se encarga de bajar al máximo las emisiones de Óxido de nitrógeno (NOx) que ha producido el motor, mediante dos metales preciosos que son el platino y radio. En la segunda etapa de catalizador de oxidación, se reducen significativamente los hidrocarburos no combustionados (HC) junto al monóxido de carbono (CO) mediante el uso de platino y paladio. Por último, el sistema de control que monitorean el flujo de gases que pasan después del catalizador por el tubo de escape por medio de un sensor de oxígeno informando a la computadora, para que esta se asegure de que haya suficiente oxígeno en el escape para permitir una correcta oxidación de HC y CO (Venkateswarlu, et al., 2020).

[Ec. 1]



Donde:

CO = monóxido de carbono

H₂ = hidrogeno

O₂ = oxígeno

Junto al catalizador trabaja el sensor de oxígeno o sonda lambda el cual se encarga de medir la cantidad de oxígeno presente en el tubo de escape producido por la combustión. Este sensor está fabricado por zirconio, platino y un elemento calefactor. Este sensor teóricamente debe estar entre 0.00 y 1.00 voltio; sin embargo, en la práctica oscila entre 0.10 y 0.90 voltios. Por otro lado, está el factor lambda el cual mide la cantidad de aire y combustible que será ingresada en la cámara de combustión y que proporciona valores para la regulación de la mezcla aire combustible que, sería ideal si contiene 14,7 partículas de aire por 1 de combustible.

[Ec. 2]

$$\text{Relacion de aire } \lambda = \frac{\text{cantidad de aire aportado}}{\text{cantidad teorica de aire necesario}}$$

Si $\lambda = 1$ da como resultado una mezcla ideal.

Si $\lambda > 1$ da como resultado una mezcla pobre o a su vez tenemos una cantidad mayor de aire, superando la cantidad teóricamente necesaria.

Si $\lambda < 1$ da como resultado una mezcla rica o a su vez tenemos una cantidad escasa de aire, menor a la cantidad teórica contemplada

Otro de los elementos que ayudan a reducir las emisiones contaminantes es el acelerador electrónico, dispositivo que trabaja mediante una central electrónica, encargada de accionar la apertura de la mariposa mediante un sensor que se encuentra en el pedal del acelerador, este será el encargado de abrir y cerrar la mariposa del cuerpo de aceleración dependiendo de la posición en la que se encuentre el pedal de aceleración.

Se debe considerar que hay gases que se obtienen después de la combustión, que en realidad no son tóxicos debido a que no causan efectos dañinos al medio ambiente, seres vivos, animales, o plantas. Entre ellos tenemos al Oxígeno que es un gas primordial para el proceso de combustión, en el ambiente forma parte del 21% del total, en el caso de una mezcla idónea el consumo de combustible debe ser completo, pero cuando ésta resulta incompleta, el oxígeno sobrante es liberado por el sistema de escape.

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

Por otro lado, tenemos a los gases combustionados ofensivos que causan daño al medio ambiente, uno de ellos es el hidrocarburo, resultado de una combustión deficiente en la cámara de combustión, aquellas son las partículas de combustible que no han sido quemadas por varios motivos; tales como una mezcla rica de combustible que al igual que el monóxido de carbono se elevaría, también en la mezcla pobre, aceite contaminado y su unidad de medida es PPM (partículas por millón).

[Ec. 3]

$$E_{total} = E_{caliente} + E_{partida} + E_{evaporativas}$$

Donde:

E_{total} = Total de emisiones de un contaminante (gr)

$E_{caliente}$ = Emisiones durante la estabilidad térmica de funcionamiento del motor (gr).

$E_{partida}$ = Emisiones durante la fase de transición en la cual el motor está alcanzando la temperatura óptima de funcionamiento (gr).

$E_{evaporativas}$ = Emisiones generadas por la evaporación del combustible (gr).

Tabla 1: Concentración de Contaminantes Criterio que definen los niveles de alerta, alarma y emergencia en la calidad del aire

Contaminante y Período de tiempo	Alerta	Alarma	Emerg.
Monóxido de Carbono promedio en 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15000	30000	40000
Ozono promedio en 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	400	600
Dióxido de Nitrógeno y Óxido de Nitrógeno promedio en 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1000	2000	3000
Dióxido de Azufre promedio en 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	1000	1800
Material Particulado PM 10 promedio en 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	250	400	500
Material Particulado PM 2,5 promedio en 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150	250	350

Fuente: (Secretaría de Ambiente, 2020)

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

Por otra parte, en México se está tratando de regularizar mediante el estado la producción de hidrocarburos ya que estos se los puede aprovechar ya sean sólidos, líquidos y/o gaseosos para generar otras fuentes energéticas que ayuden al medio ambiente (García, 2015).

Debido a la gran contaminación que produce el parque automotor a nivel mundial se crearon diferentes normativas que ayuden a controlar las emisiones contaminantes. Estas normativas son creadas por un ente superior, el cual se establece como norma o conjunto de normas que deben cumplir los individuos, en este caso ciertos fabricantes al momento de crear, innovar, mejorar y distribuir sus sistemas para que sus motores puedan circular dentro una ciudad determinada, como lo podemos ver en la tabla 2.

Tabla 2: Normativa euro 3 sobre emisiones contaminantes según la categoría vehicular.

Cat. Vehicular	PBV	CO (gr/km)	HC (gr/km)	NOx (gr/km)
M1	≤ 8 plazas	2,30	0,20	0,15
N1 - I	≤ 1305kg	2,30	0,20	0,15
N1 - II	1305 - 1760kg	4,17	0,25	0,18
N1 - III	1760 - 3500 kg	5,22	0,29	0,21
N2	3500 - 12000kg	0,10 gr/kWh	0,66	5,0 gr/kWh
N3	> 12000 kg		gr/kWh	

Fuente: (Martínez, Proaño y Puertas, 2018)

A su vez tenemos a las regulaciones que son procesos que debe seguir un fabricante para que sus sistemas cumplan con las normas establecidas por ciertas entidades encargadas de establecer reglas para el mejoramiento del medio ambiente.

Materiales y Método

Método

El análisis de la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, cuyo tipo de estudio en una primera etapa fue exploratorio, se analizaron las normativas vigentes a nivel nacional, tomando en cuenta los valores de normativas internacionales, en relación con lo que exige la RTV, con valores tolerables en normativas europeas de años del 2000 al 2005 ya que estos parámetros son los

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

vigentes a nivel nacional. En una segunda etapa se usó un método inductivo/deductivo, analizando mediante pruebas de laboratorio según NORMATIVA INEN 2204 los valores de emisiones de gases contaminantes para comparar los datos obtenidos mediante tablas comparativas, según las variables dependientes e independientes que forman parte la investigación, para luego analizar en qué porcentaje los valores emisiones de gases contaminantes difiere la normativa local con la europea.

Materiales

El vehículo que se utilizó para los análisis cumple los estándares de emisiones contaminantes tanto internacionales (euro 3) como locales (RTV), ya que fue el más comercializado en los años 2000 al 2005 en el Ecuador según datos del anuario de la AEADE (AEADE, 2005) y tuvo un gran impacto en los consumidores por la tecnología que posee y lo accesible que fue en esos años. Cabe aclarar que el vehículo en el Ecuador se lo comercializa bajo la marca Chevrolet, sin embargo, es originario de la marca alemana Opel.

Figura 1: Opel Corsa evo 1.4



Fuente: Autores 2021

El equipo de medición utilizado fue un BrainBee AGS-688, este equipo está calibrado con los criterios mínimos de calidad y tomando en cuenta que este tipo de analizador lo utilizan en los centros de RTV del DMQ. Además, es un equipo que supera las normas OIML R99 – ISO3930 clase 1 y 0, y que a su vez cumple con homologación tipo europea e internacionales (Hong-Kong, Brasil, Marruecos, etc.) (Brainbee, 2018), teniendo en cuenta que es un modelo aprobado por la

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

INEN para la revisión técnica vehicular a nivel nacional. Mediante el uso de este equipo se estableció tablas comparativas que permitieron obtener datos del por qué ciertos vehículos no aprueban dicha revisión con distinto tipo de combustible lo cual se basó en los límites establecidos por las normas que permiten la circulación de los automotores en la ciudad de Quito.

Figura 2: Analizador de gases AGS-688



Fuente: Autores

Tabla 3: Ficha Técnica del analizador de gases AGS- 688

Rangos de medición		
CO	0 – 9.99%	RES.: 0.01
CO2	0 – 19.9%	RES.: 0.1
HC	0 – 9999 ppm	RES.: 1
O2	0 – 25%	RES.: 0.01
LAMBD	0.5 – 5 L	RES.:
A		0.001
NOx	0 – 5 L	RES.: 1
RPM	300 – 9990	RES.: 10
	RPM	
TEMP.	20 – 250 C	RES.: 1

Fuente: (Brainbee, 2018)

Normativas Generales

Por un lado, tenemos a las Normativas Euro que entraron en vigor en el año 1992 con la Euro 1, a partir de ese momento en un promedio aproximado de cada 5 años empezó a tener nuevos valores o actualizarse como se puede observar en la tabla 4, por lo cual cada vehículo nuevo debe cumplir o adaptarse a los cambios en la nueva normativa. Por lo tanto, se vuelve más exigente obligando a

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

los fabricantes a diseñar nuevas mejoras para reducir los gases contaminantes a sus motores. En el año 2020 se estableció la Euro 6D en ciertos países europeos teniendo en cuenta las restricciones a los vehículos propulsados por combustibles fósiles (Autocrash, 2019).

Sin embargo, los fabricantes de vehículos han logrado conseguir la implementación de filtros mencionando el desarrollo de nuevas estrategias para reducir las partículas sobre el consumo de gasolina, es decir de esta forma la Euro 6 limita las emisiones de los motores a diésel por lo cual no se aplicará para los motores a gasolina de inyección directa ya que estos no son los que contaminan en gran cantidad como lo hacen los de diésel. (Casas, 2015)

Tabla 4: Año de las normas Euro

Normativa	Año
Euro 1	Jul-1992
Euro 2	Ene-1996
Euro 3	Ene-2000
Euro 4	Ene-2005
Euro 5	Sep-2009
Euro 6	Sep-2014

Fuente: (Autocrash, 2019)

Por otro lado, en Quito-Ecuador se mantiene la Normativa de la Revisión Técnica vehicular que también se ha realizado en otras principales ciudades del país, en esta revisión se observa el estado del vehículo tanto visual como mecánico y de la seguridad de los ocupantes. Además, es importante recalcar que se realiza el control de emisiones contaminantes dependiendo del año de fabricación del automotor. Para esto se utiliza un equipo analizador de gases con la cual se determina la cantidad de CO y HC, dos de los contaminantes más peligrosos emitidos por el motor del vehículo, como podemos observar en la tabla 5 mediante calificación Tip. 2 con la cual aún puede un vehículo aprobar siempre y cuando no infrinja más de una vez el mismo rango.

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

Tabla 5: Normativa RTV de Quito sobre emisiones contaminantes según categoría vehicular

	Año modelo	Calif. Tipo	Umbral	Unid.	Categ. de vehículo
HC	$x \geq 2000$	2	≤ 200	ppm	Todos excepto Motos
CO	$x \geq 2000$	2	≤ 1	%	Todos excepto Motos
O2	$x \geq 2000$	2	≤ 5	%	Todos

Fuente: (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2016)

La normativa INEN 2204 establecida en Ecuador se refiere a la “gestión ambiental, aire, vehículos automotores, límites de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres empleadas por gasolina”. Esta norma se aplica a las fuentes móviles que dispongan más de tres ruedas motrices, a su vez no se aplica a las fuentes móviles que dispongan de otro tipo de combustible diferente de la gasolina, se puede observar los parámetros de mediciones máxima en la tabla 6.

Tabla 6: Límite de emisiones NTE INEN 2204

Categ.	Clase	Peso de Ref. (PR)KG	CO g/km	HC g/km	NOx g/km
M^a	-	Todas	2,3	0,2	0,15
$N1^b$	I	$PR \leq 1305$	2,3	0,2	0,15
	II	$1350 \leq PR < 1760$	4,17	0,25	0,18
	III	$1760 \leq PR$	5,22	0,29	0,21
a	salvo vehículos cuyo peso máx. sobrepase 2500 kg				
b	vehículos de categoría M que sobrepasen 2500 kg				

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN, 2017)

Una de las normativas por excelencia a nivel mundial es la Agencia de Protección Ambiental (EPA), encargada de proteger la salud humana y proteger el medio ambiente en sus componentes;

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

aire, agua y suelo, estableció la designación “Bin” para la normativa de vehículos ligeros, como automóviles y motocicletas. En el caso de vehículos de encendido por compresión que utilizan diésel como combustible, la designación correspondiente es “EPA”. Los límites de la normativa para vehículos de pasajeros (Bin, con un número consecutivo descendente), que describe los límites de emisiones contaminantes para vehículos ligeros a gasolina y diésel (Sanchez, et al., 2019).

Tabla 7: Normativas sobre emisiones generales categ. M1

Normativa	CO	HC	NO _x
RTV Quito	1,0% vol	200 ppm	-
Euro 3	2,3 gr/km	0,20 gr/km	0,15 gr/km
INEN 2204	2,11 gr/km	0,25 gr/km	0,248 gr/km 4,00 gr/kW-h
EPA 98	2,50 gr/kW-h	2,50 gr/kW-h	h
BIN 8	0,42 gr/km	0,125 gr/mi	0,2 gr/mi

Fuente: (Sanchez, et al., 2019)

Resultados y Discusión

Procedimiento

Para la correcta prueba de entrada se realizó el procedimiento estandarizado para obtener las muestras, el vehículo se procedió a calentar a su temperatura óptima de funcionamiento, cabe recalcar que al vehículo se le hizo cambio de bujías, filtro de combustible y aire, además de una limpieza de inyectores para que el mismo se encuentre en estado óptimo y a su vez cuenta con catalizador a medio uso. Acto siguiente el equipo de medición de gases está listo para operar y sin ningún tipo de partículas de agua o residuos en la sonda que puedan alterar de una manera u otra el resultado de las pruebas. Con el vehículo en neutro y en marcha mínima se realizó la primera medición que no debe sobrepasar las 1100 RPM según (Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN, 2017) y por un tiempo promedio de 10 a 15 segundos. A su vez se realizó una prueba adicional a 2500 RPM para observar las variantes de los gases a mayores revoluciones (Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN, 2000).

Comparativas

Una vez realizado el correcto procedimiento según normativas ecuatorianas se obtuvieron los siguientes resultados con los dos tipos de gasolinas super y extra.

Tabla 8: Análisis de gases con combustible extra y super

Gasolina y RPM	CO	HC	NOx	O2	CO2
Extra a 2500 RPM	1,23	200	1,017	1,32	13,7
Extra a 750 RPM	0,45	374	1,067	1,98	13,7
Super a 2500 RPM	1,06	242	1,007	1,02	13,8
Super a 750 RPM	0,98	395	1,019	1,36	13,6

Fuente: Autores 2021

Como se observa en la tabla 9 el porcentaje de la RTV indica que se debe tener entre 0.8 a 1% de volumen de CO a 2500 RPM (altas) para aprobar dicha revisión, realizadas las pruebas con el combustible extra se pudo observar un incremento de emisiones del 23%, a su vez con el combustible super aumenta el porcentaje en un 6% (con estos valores el vehículo no aprueba la RTV). Para el HC la RTV pide como máximo 200 ppm, con el combustible extra se observa que tiene el mismo valor máximo de 200ppm, mientras que con la super se observa un aumento a 242 ppm. En la RTV no se regulan los NOx debido a que se realizan pruebas estáticas, mientras que con los dos tipos de combustible y la prueba realizada con el analizador de gases se obtuvo unos parámetros de 1.017% y 1.007% respectivamente. Con respecto al O2 la RTV pide un máximo del 5%, mientras la prueba con ambos combustibles nos da unos valores más bajos de 1.32% y 1.02% para extra como para super.

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

Tabla 9: Comparativa de gases contaminantes a altas RPM

Gases Contaminantes	Extra 2500 RPM (Altas)	Super 2500 RPM (Altas)	RTV 2500 RPM (Altas)
CO (%)	1,23	1,06	0,8 a 1%
HC (ppm)	200	242	180 – 200
NOX (%)	1,017	1,007	-
O2 (%)	1,32	1,02	5%
CO2 (%)	13,7	13,8	-

Fuente: Autores 2021

Por otro lado, como se observa en la tabla 10 de las pruebas a bajas RPM la RTV establece un valor máximo de CO del 1%, debido a la prueba realizada se obtuvo un valor 0.45% con gasolina extra y para la super un valor de 0.98% siendo estos valores permisibles para aprobar la revisión técnica. Por el otro lado los HC se exigen un límite de 200ppm para aprobar la revisión en Quito. A bajas RPM con ambos combustibles se notó un incremento del 174 ppm y 195 ppm respectivamente. En los O2 se obtuvo datos dentro de los parámetros establecidos por la RTV.

Tabla 10: Comparativa de gases contaminantes a bajas RPM

Gases Contaminan.	Extra 750 RPM (Bajas)	Super 750 RPM (Bajas)	RTV 750 RPM (Bajas)
CO (%)	0,45	0,98	0,8 - 1%
HC (ppm)	374	395	180 -200
NOX (%)	1,067	1,019	-
O2 (%)	1,98	1,36	4 - 5%
CO2 (%)	13,7	13,6	-

Fuente: Autores 2021

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

Como se puede observar en la tabla 11 los CO entre la Euro 3 y las INEN 2204 se realiza una prueba dinámica de medición del gas por lo que existe una diferencia de 0,19 gr/km, mientras que la RTV realiza una prueba estática por lo que es imposible compararla con las normas anteriores mencionadas. Por otro lado, los HC entre la Euro 3 y la INEN 2204 existe una diferencia de 0.05 gr/km, es decir que son casi similares ya que es una prueba dinámica, mientras que la RTV al realizar la prueba estática los HC tienen como límite 200ppm. En cambio, para los NOx la RTV no realiza esta prueba ya que ellos realizan pruebas estáticas y en dichas pruebas no puede medir este gas ya que no sería un valor real debido a que esta prueba se debe hacer por un método dinámico utilizando un dinamómetro que permita generar carga al motor, mientras que en la INEN si mencionan un límite para este gas lo cual es más alto que la establecida por las Euro, es decir es más permisible la norma INEN.

Tabla 11: Comparación de Normativas

Gases	Euro 3	INEN 2204	RTV
CO	2,3 gr/km	2,11 gr/km	1% vol.
HC	0,20 gr/km	0,25 gr/km	200 ppm
NOX	0,15 gr/km	0,248 gr/km	-

Fuente: Autores 2021

La normativa de la RTV de Quito en comparación con la Euro 3, normativa que entró en vigor en enero del 2000 y que quedó obsoleta en enero del 2005, tiene alrededor de 16 años de retraso con respecto a las emisiones contaminantes producidas por los vehículos en Ecuador en comparación con la normativa de la Unión Europea, en Quito – Ecuador los vehículos de entre el año 2000 al 2021 cumplen con los mismos límites de emisiones siendo un perjuicio para la ciudad, mientras que en Europa las normativas se van ajustando en un promedio de cada 5 años con el fin de obligar

Análisis de las normativas locales e internacionales en control de emisiones contaminantes en el DMQ

a los fabricantes a reducir los gases contaminantes impidiendo la comercialización de vehículos nuevos que no cumplan con los límites de gases establecidos

Los NO_x, agentes muy contaminantes que tienen mayor incidencia en altas temperaturas, no se encuentra contemplado dentro de la RTV de Quito, por lo cual no puede ser medido y mucho menos regulado, Normativas importantes a nivel mundial como las EURO, TIER, EPA, Japonesa, etc... Incluyen dentro de sus límites a agentes contaminantes como los NO_x, como uno de los objetivos a erradicar dentro de los diferentes gases que surgen después del proceso de combustión como podemos observarlo en la tabla 7, además se pudo constatar que la RTV de Quito utiliza una unidad de medida diferente a las demás normativas internacionales, esto debido a que en nuestro país se hacen pruebas estáticas para medir los gases mientras que en otros países usan la prueba dinámica por el método de ASM (Acceleration Simulation Mode), incluso la normativa Ecuatoriana NTE INEN 2204 impone un límite a los NO_x de máximo 0.248 g/km, que es una medida de prueba dinámica.

En el año 2000 con la normativa euro 3 se hizo indispensable la utilización de un acelerador electrónico para poder dosificar de mejor manera la mezcla aire combustible en países europeos, mientras que en la CORPAIRE no recomiendan ningún sistema tecnológico que permita reducir las emisiones, solo se basan por medio de los años sin exigir a los vehículos que importan o fabrican en el país, diferentes sistemas que reduzcan eficientemente las emisiones contaminantes. Sin embargo, en el país se siguen comercializando vehículos con acelerador mecánico hoy en día.

Cuando entró en vigor la normativa Euro 3 solo afectaba a los vehículos vendidos a partir de ese año (2000-2005) en la Unión Europea, tal caso pasaría en Ecuador si se impone una normativa como la Euro 5, los nuevos vehículos tendrían que cumplir con los nuevos límites de emisiones, mientras que los anteriores de ese año podrían regularse con la normativa correspondiente para la cual fue fabricado cada motor.

Conclusiones

Mediante las pruebas realizadas con los dos tipos de gasolinas se pudo constatar que los valores de gases contaminantes llegó a subir hasta un 23% más en comparación con los datos máximos permitidos por la RTV a bajas revoluciones del motor, para esto es muy necesario tener en cuenta la altura a la cual se realizaron las pruebas y el combustible utilizado que es el comercializado y vendido por el gobierno en el país, este incide directamente en las emisiones contaminantes, ya que la cantidad de azufre y octanos que contenga cada combustible mejora o empeora las propiedades del mismo. Dicho esto, el gobierno ecuatoriano debería mejorar el combustible, así como se pretende llegar a precios internacionales para llegar a la calidad internacional a medida que suben los precios, con esto se pretende bajar la cantidad de emisiones contaminantes y a su vez reducir la contaminación ambiental.

Luego de tabular los datos se pudo constatar cómo las normativas internacionales dentro de sus regulaciones clasifican a los vehículos de transporte en diferentes categorías vehiculares, ya sea por tipo o año de este. La normativa euro lo hace por medio de las diferentes categorías vehiculares donde establecen los parámetros a cada tipo de vehículo, desde un M1 hasta un N3. La RTV de Quito también divide a los vehículos en diferentes categorías sin embargo dentro de su instructivo se pudo verificar que establecen el mismo límite de emisiones contaminantes a un automóvil que a un vehículo de transporte de pasajeros como vehículos de transporte de carga (tabla 2) dejando sin efecto la clasificación que hacen.

Una vez realizadas las pruebas de medición se pudo evidenciar la cantidad muy elevada de HC con el combustible super a bajas RPM, excediendo los límites de la RTV en un 97.5% más, es importante recalcar que Quito se encuentra a 2800 msnm, esto es perjudicial para cualquier vehículo ya que los HC se elevan en un 82% cada 500 msnm (Caiza , Portilla y Peña , 2010), mediante una regla de 3 a 2800 msnm que se encuentra Quito, los HC aumentarían en un 459% en comparación con una ciudad a 0 msnm, recordando que las normativas son establecidas a nivel del mar.

Referencias

1. AEADE. (2005). Anuario . Quito: Edieccqatorial.
2. Agencia Metropolitana de Tránsito. (1 de enero de 2016). Revision Técnica Vehicular. Instructivo de revision vehicular 2016. Quito, Pichincha, Ecuador.
3. Autocrash. (9 de mayo de 2019). Que son las normas euro y por qué evolucionan. <https://www.revistaautocrash.com/que-son-las-normas-euro-y-por-que-evolucionan/>
4. Ballester, F., & Peiró, R. (Abril de 2008). Transporte, Medio ambiente y salud. 22(1), 53-64. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911108760758>
5. Bhaskar, k., Sassykova, L. R., Prabhahar, M., Sheeba, P. E., Nalini, A., Jenish, T., . . . Sandeetha, K. (2021). Resistance Heated Catalytic Converter (RHCC) with copper oxide catalyst for reducing HC/CO emission from automobile. ELSEVIER, 45(7), 5868-5872.
6. Boldo, E., & Querol, X. (julio-agosto de 2014). Nuevas políticas europeas de control de la calidad del aire: ¿un paso adelante para la mejora de la salud pública? SciELO, 28(4). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112014000400001
7. Brainbee. (2018). AGS-688 Analizador de los gases de escape. BrainBee Workshop solutions: <https://www.brainbee.mahle.com/media/brainbee/product-lines/emission/ags-688/mahle-brain-bee-ags-688-es.pdf>
8. Caiza , P., Portilla , A., & Peña , A. (diciembre de 2010). Determinación de la influencia de la altura en emisiones contaminantes en un vehículo con motor de ciclo Otto, de Inyección electrónica de gasolina [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica Nacional]. Repositorio Digital EPN, Quito, Pichincha, Ecuador. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7684>
9. Casas, G. d. (Abril de 2015). Un paso atrás en la contaminación del aire: novedades en automoción. SciELO, 29(2), 1. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112015000200015
10. García, A. E. (Julio/diciembre de 2015). La Renovada Regulación Constitucional de los Hidrocarburos Nacionales. SciELO(33). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-91932015000200003

11. IQAir. (2020). Calidad del aire en Ecuador. IQAir: <https://www.iqair.com/es/ecuador>
12. Lasso , V., & Rodriguez, L. (2020). Análisis de la variación de octanaje en las gasolinas que se comercializan en Quito [Tesis de grado, Universidad Internacional del Ecuador]. Repositorio UIDE, Quito, Pichincha, Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4396?mode=full>
13. Martinez, F., Proaño, F., & Puertas, V. (septiembre de 2018). Análisis de los parámetros termodinámicos de un motor a combustión interna utilizando un ionizador a 2800 mts aprox sobre el nivel del mar . Análisis de los parámetros termodinámicos de un motor a combustión interna utilizando un ionizador a 2800 mts aprox sobre el nivel del mar . Quito, Pichincha, Ecuador.
14. Rivera, E. A. (2015). La Renovada Regulación Constitucional de los Hidrocarburos Nacionales. México.
15. S. DEy, N. M. (14 de Noviembre de 2020). Automobile pollution control using catalysis. ScienceDirect: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2666916120300062?token=0A579B27FA98ECA6F86F61A0E1791AF9B6CFCE94EE9046B8C1147C524ADDA4B717F8DE4C276B1539C1BC863A96BACF5&originRegion=us-east-1&originCreation=20210902160730>
16. Sánchez, L., Fabela, M., Flores , O., Hernández , J., Vázquez , D., & Cruz , M. (2019). Revisión de la normativa internacional sobre el límite de emisiones contaminantes de vehículos de carretera. Instituto Mexicano de Transporte, Secretaria de Comunicaciones y Transporte. Sanfandila: publicación técnica No.562. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt562.pdf>
17. Secretaría de Ambiente. (2020). Informe anual de la calidad de aire, Año 2018. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Secretaria de ambiente, Quito. http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/red_monitoreo/informacion/Informe_Calidad_Aire_2018.pdf
18. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. (Julio de 2000). NTE INEN 2203. Gestión ambiental. Aire. Vehiculos automotires. Determinación de la concentración de emisiones

- de escape en condiciones de marcha mínima o "ralantí". Prueba Estática. Quito, Pichincha, Ecuador. <http://inen.gov.ec>
19. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. (Enero de 2017). NTE INEN 2204. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina. Quito, Pichincha, Ecuador: Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN.
20. Vega, D., Ocaña, L., & Parra, R. (30 de diciembre de 2015). Inventario de emisiones atmosféricas del tráfico vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito. Año base 2012. *Avances en ciencias e ingenierías*, 7(2), C86-C94. <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/270/271>
21. Venkateswarlu, k., Revuri, A. K., Ram, K., & Sreenivasan, M. (2020). Modeling and fabrication of catalytic converter for emission reduction. *ELSEVIER*, 33(1), 1093-1099. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320352159>
22. Zare, A., Stevanovic, S., & Bodisco, T. (1 de Diciembre de 2021). *Environmental Pollution*. Elsevier, 290. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749121016341>