



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

**DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS
UTILIZADOS EN LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR Y SU
IMPACTO EN LA CIUDAD DE CUENCA**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero
Mecánico Automotriz**

Autor: Gustavo Andrés Alvarez Coello

Director: Ing. Andrés López Hidalgo

Cuenca - Ecuador

2010

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Hernán Alvarez Serrano (+)
y Eliana Coello Pons, ejemplos de respeto, esfuerzo y perseverancia.

Gustavo Andrés Alvarez Coello

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad del Azuay, por los conocimientos compartidos hacia mi persona, a sus docentes, en especial al Ing. Andrés López Hidalgo, el cual encaminó mi trabajo. Igualmente al personal Técnico de Cuencaire por su colaboración: Ing. Marcelo Astudillo, Ing. Oscar Tinoco e Ing. Riny Vásquez. Finalmente al Ing. Daniel Zambrano por la información proporcionada.

RESUMEN

Este trabajo aborda principalmente la contaminación del aire, estudiando donde se originan los contaminantes y sus efectos en la salud humana. Además se considera los sistemas de control de emisiones de los vehículos.

También se brinda una idea clara sobre: la Revisión Técnica Vehicular, sus objetivos, los beneficios, los métodos de inspección, los requerimientos técnicos de los diferentes equipos y los modelos de revisión existentes.

Asimismo se presenta la normativa ecuatoriana referente a la Revisión Técnica Vehicular, comparándola con la de otros países, y analizando su cumplimiento.

Finalmente se encuentra el impacto ambiental que la Revisión Técnica Vehicular genera en Cuenca.

ABSTRACT

This work deals with air pollution. The sources of pollutants and their effects on human health are considered. It includes the emissions control systems of vehicles.

In addition, it provides a clear idea about: Technical Vehicular Revision, objectives, benefits, methods of inspection, technical requirements of the different equipment and review of existing models.

It also presents the Ecuadorian legislation concerning the Vehicle Technical Revision, in comparison with other countries, and analyzing their performance.

Finally the environmental impact of Vehicle Technical Revision generates in Cuenca is revised.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS3

1.1 La contaminación ambiental	3
1.1.1 Definición.....	3
1.1.2 Fuentes de contaminación	3
1.1.2.1 Contaminación del aire (atmosférica)	4
1.1.2.2 Contaminación del agua (hídrica).....	4
1.1.2.3 Contaminación del suelo (edáfica).....	4
1.1.3 Contaminación ambiental según la naturaleza del contaminante	5
1.1.3.1 Contaminación química	5
1.1.3.2 Contaminación radiactiva	5
1.1.3.3 Contaminación térmica.....	5
1.1.3.4 Contaminación acústica.....	5
1.1.3.5 Contaminación electromagnética.....	6
1.1.3.6 Contaminación lumínica	6
1.1.3.7 Contaminación visual.....	6
1.1.3.8 Contaminación microbiológica.....	6
1.2 Contaminación del aire	6
1.2.1 Categorías de contaminantes del aire	8
1.2.1.1 Monóxido de carbono	9
1.2.1.2 Materia particulada	10
1.2.1.3 Dióxido de azufre.....	10
1.2.1.4 Dióxido de nitrógeno.....	11
1.2.1.5 Plomo	11
1.2.1.6 Compuestos orgánicos volátiles	12
1.2.1.7 Ozono a nivel de la troposfera y smog fotoquímico.....	13
1.2.2 Control de la contaminación del aire.....	18
1.2.2.1 Emisiones de vehículos de motor.....	19
1.2.2.1.1 Sistemas de control de emisiones.....	23
1.2.2.1.1.1 Sistemas de ventilación positiva del cárter.....	23
1.2.2.1.1.2 Sistemas de amortiguamiento del acelerador (DASHPOT).....	25

1.2.2.1.1.3 Sistemas de emisiones evaporativas (EVAP)	26
1.2.2.1.1.4 Solenoide de purga del canister (CANP)	27
1.2.2.1.1.5 Sensor de flujo de purga (PFS)	28
1.2.2.1.1.6 Válvula de manejo de vapor (VMV)	28
1.2.2.1.1.7 Canister de carbono	29
1.2.2.1.1.8 Sistema de inyección de aire (PULSAR y AIS)	29
1.2.2.1.1.9 Sistema de recirculación de gases (EGR)	32
1.2.2.1.1.10 Convertidor catalítico	34
1.2.2.2 Emisiones de materias particuladas	37
1.2.2.3 Emisiones de las plantas de energía	38
1.2.3 <i>Deposición ácida</i>	39
1.2.4 <i>Adelgazamiento de la capa de ozono</i>	42
1.2.5 <i>Calentamiento global y cambio climático</i>	44
1.2.5.1 Causas del calentamiento global y cambio climático	46
1.2.5.2 Consecuencias potenciales del cambio climático	49
1.2.6 <i>Efectos sobre la salud</i>	50
1.3 Conclusiones	52

CAPITULO II: LA REVISIÓN VEHICULAR54

2.1 Definición	54
2.2 Objetivos de la RTV	54
2.3 Elementos susceptibles a evaluarse en cada vehículo	55
2.4 Métodos de inspección utilizados en la Revisión Técnica Vehicular	56
2.4.1 <i>Inspección Visual</i>	56
2.4.2 <i>Inspección Mecatrónica</i>	57
2.5 Criterios para la calificación de los defectos	57
2.5.1 <i>Defectos Tipo I (Moderados)</i>	57
2.5.2 <i>Defectos Tipo II (Graves)</i>	57
2.5.3 <i>Defectos Tipo III (Peligrosos)</i>	58
2.5.4 <i>Resultado</i>	58
2.5.4.1 Aprobado	58
2.5.4.2 Condicional	58
2.5.4.3 Rechazada	58
2.6 Equipos utilizados en la Revisión Técnica Vehicular	58
2.6.1 <i>Sonómetro</i>	58
2.6.1.1 Definición	58
2.6.1.2 Principio de funcionamiento	59
2.6.1.3 Requerimientos técnicos	59
<i>Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 2, Sección 1.</i>	60
2.6.2 <i>Analizador de gases</i>	60
2.6.2.1 Definición	60

2.6.2.2 Principio de funcionamiento.....	60
2.6.2.2.1 Aparatos de medición de los gases de escape por infrarrojos	60
2.6.2.3 Requerimientos técnicos	61
<i>Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 2, Sección 1.</i>	62
2.6.3 Opacímetro	63
2.6.3.1 Definición.....	63
2.6.3.2 Principio de Medición del Opacímetro	63
2.6.3.2.1 Diseño del opacímetro.....	63
2.6.3.2.2 Definición de Magnitudes de Escala	65
2.6.3.3 Requerimientos técnicos	66
<i>Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 3, Sección 1.</i>	67
2.6.4 Detector de holguras	67
2.6.4.1 Definición.....	67
2.6.4.2 Principio de funcionamiento.....	67
2.6.4.3 Requerimientos técnicos	67
<i>Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 3, Sección 1.</i>	68
2.6.5 Luxómetro	68
2.6.5.1 Definición.....	68
2.6.5.2 Principio de funcionamiento.....	68
2.6.5.2.1 Concepción del aparato.....	69
2.6.5.2.2 Comprobación de los faros.....	69
2.6.5.3 Requerimientos técnicos	70
<i>Fuente: Centro de Revisión y Control Capulispamba, Línea 2, Sección 3.</i>	71
2.6.6 Banco de suspensión	71
2.6.6.1 Definición.....	71
2.6.6.2 Principio de funcionamiento.....	71
2.6.6.3 Requerimientos técnicos	72
<i>Fuente: Centro de Revisión y Control Capulispamba, Línea 2, Sección 2.</i>	72
2.6.7 Frenómetro	72
2.6.7.1 Definición.....	72
2.6.7.2 Principio de funcionamiento.....	73
2.6.7.2.1 Construcción	73
2.6.7.2.2 Función.....	74
2.6.7.3 Requerimientos técnicos	75
<i>Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 3, Sección 2.</i>	76
2.6.8 Alineador al paso	76
2.6.8.1 Definición.....	76
2.6.8.2 Principio de funcionamiento.....	77
2.6.8.3 Requerimientos técnicos	77
<i>Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 3, Sección 2.</i>	77
2.6.9 Sistema automático de monitoreo del vehículo en la línea	78
2.6.10 Torre de inflado de llantas	78
2.6.11 Dispositivo automático de pesaje del vehículo	78

2.6.12	<i>Detector de profundidad de labrado de neumáticos</i>	78
2.7	Modelos de la Revisión Técnica Vehicular	78
2.7.1	<i>Solo Emisiones No Centralizado (SENC)</i>	78
2.7.2	<i>Solo Emisiones Centralizado (SEC)</i>	79
2.7.3	<i>Integral No Centralizado (INC)</i>	79
2.7.4	<i>Integral Centralizado (IC)</i>	80
2.8	Riesgos de los modelos no centralizados.....	81
2.9	Conclusiones.....	82
 CAPITULO III: NORMAS DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR		84
3.1	Normativa Ecuatoriana	84
3.2	Comparación entre la Normativa Ecuatoriana y la Normativa Internacional	86
3.2.1	<i>Normas de Fuentes Móviles</i>	87
3.2.1.1	Emisión Reglamentada de Contaminantes.....	87
3.2.1.1.1	Emisiones por el tubo de escape	88
3.2.1.1.2	Emisiones de gases por el cárter	90
3.2.1.1.3	Emisiones evaporativas.....	90
3.2.1.2	Métodos de Medición.....	91
3.2.1.3	Vehículos Reglamentados.....	93
3.2.1.4	Control Ambiental Vehicular	94
3.2.1.4.1	Centros de Diagnóstico	94
3.2.1.4.2	Periodicidad de la Certificación	95
3.2.1.5	Exigencia Tecnológica en los Vehículos.....	95
3.2.1.6	Políticas a Implementar	98
3.2.1.7	Combustibles Reglamentados.....	100
3.3	CONCLUSIONES.....	101
 CAPITULO IV: IMPACTO AMBIENTAL DE LOS CENTROS DE REVISIÓN Y CONTROL VEHICULAR EN LA CIUDAD DE CUENCA		103
4.1	Historia.....	103
4.2	Combustibles y Combustión	104
4.2.1	<i>Reacción inversa</i>	105
4.2.2	<i>Resultados anuales</i>	108
4.2.3	<i>Hidrocarburos</i>	110
4.3	Conclusiones.....	112
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		113
BIBLIOGRAFÍA		117
ANEXOS.....		120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Estándares de contaminación del aire.....	9
Tabla 1.3 Pasos principales en el desarrollo del smog fotoquímico.....	15
Tabla 1.4 Resumen de emisiones atmosféricas de contaminantes primarios del cantón Cuenca durante el año 2007.....	19
Tabla 1.5 Los efectos ambientales de las carreteras y el tráfico.....	22
Tabla 1.6 Detalle de las condiciones de funcionamiento de un catalizador.....	37
Tabla 1.7 Principales gases invernadero	47
Tabla 1.8: Principales Contaminantes Emitidos por Fuentes del Sector Transporte	51
Tabla 2.1 Características técnicas del sonómetro	59
Tabla 2.2 Características técnicas del analizador de gases	62
Tabla 2.3 Características técnicas del opacímetro	66
Tabla 2.4 Características técnicas del detector de holguras.....	68
Tabla 2.5 Características técnicas del luxómetro	71
Tabla 2.6 Características técnicas del banco de suspensión.....	72
Tabla 2.7 Características técnicas del frenómetro.....	76
Tabla 2.8 Características técnicas del alineador al paso	77
Tabla 3.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).	87
Tabla 3.2 Límites máximos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diesel (prueba de aceleración libre).	88
Tabla 3.3 Valores Máximos de emisiones de Vehículos a Gasolina según Cuencaire	89
Tabla 3.4 Valores Máximos de emisiones de motocicletas de 2 y 4 tiempos según Cuencaire	89
Tabla 3.5 Valores Máximos (Umbral tipo III) de opacidad de vehículos Diesel según Cuencaire.....	89
Tabla 3.6 Comparación de valores máximos de emisiones permitidos entre Cuencaire y Corpaire.	90
Tabla 3.7 Emisiones máximas evaporativas	91
Tabla 3.8 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos).	96
Tabla 3.9 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) * a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos).	97
Tabla 3.10 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de diesel (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos).	97
Tabla 3.11 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de diesel (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos).	98
Tabla 3.12 Niveles de azufre en Latinoamérica	100

Tabla 4.1 Promedios de CO ₂ , CO y O ₂	105
Tabla 4.2 Despacho anual de combustible Petrocomercial - Deposito Chaullabamba	107
Tabla 4.3 Masa de los compuestos generados por la combustión de gasolina, despachada anualmente.	108
Tabla 4.4 Fuentes de emisión de Hidrocarburos	111
Tabla 4.5 Promedio de hidrocarburos de los automotores revisados.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Contaminación del aire en la ciudad de Cuenca.....	7
Figura 1.2 Emisiones de plomo	12
Figura 1.3 Cambios diarios en los contaminantes durante incidente de smog fotoquímico ..	16
Figura 1.4 Inversión térmica	17
Figura 1.5 Comparación de las emisiones de 1970 y 2002	18
Figura 1.6 Componentes de las emisiones de escape del vehículo.....	19
Figura 1.7 Emisión de contaminantes primarios del Cantón Cuenca durante el año 2007 ...	20
Figura 1.8 Ventilación positiva del cárter	24
Figura 1.9 Funcionamiento válvula PCV	25
Figura 1.10 Amortiguador activado por vacío.....	26
Figura 1.11 Sistemas de emisiones evaporativas (Ford)	27
Figura 1.12 Solenoide de purga del canister (CANP).....	27
Figura 1.13 Sensor de flujo de purga (PFS).....	28
Figura 1.14 Válvula de manejo de vapor (VMV).....	28
Figura 1.15 Cánister de carbono	29
Figura 1.16 Sistema PULSAR o AS.....	30
Figura 1.17 Sistema AIS.....	31
Figura 1.18 Diagrama del sistema EGR.....	32
Figura 1.19 Sensor de Posición de la Válvula EGR	33
Figura 1.20 Convertidor catalítico	34
Figura 1.21 Partes del catalizador	35
Figura 1.22 Monolítico de un catalizador	36
Figura 1.23 Fuentes de deposición ácida	40
Figura 1.24 Factores que contribuyen al daño de la lluvia ácida	42
Figura 1.25 Cambios en la temperatura global promedio	46
Figura 1.26 Efecto invernadero.....	47
Figura 1.27 Cambio del dióxido de carbono atmosférico	48
Figura 1.28 Efectos del calentamiento global.....	50
Figura 2.1 Sonómetro.....	60
Figura 2.2 Cámara de medición por el método infrarrojo	61
Figura 2.3 Analizador de gases	62
Figura 2.4 Esquema típico de opacímetro de flujo parcial.	64
Figura 2.5 Arreglos ópticos posibles para una longitud óptica efectiva en opacímetros.	65
Figura 2.6 Opacímetro	67
Figura 2.7 Detector de holguras	68
Figura 2.8 Aparato para la comprobación del ajuste de los faros	70
Figura 2.9 Línea de limitación claro-oscuro para la luz asimétrica de cruce.....	70
Figura 2.10 Marca central y esquinas limitadoras para el centro de la luz de carretera.....	70

Figura 2.11 Luxómetro	71
Figura 2.12 Banco de suspensión y frenómetro	72
Figura 2.13 Emisor del valor de medida en el banco de pruebas	74
Figura 2.14 Determinación de la fuerza de Frenado F_B , por medición del momento de reacción M_R	75
Figura 2.15 Frenómetro.....	76
Figura 2.16 Alineador al paso.....	77
Figura 3.1 BAR-90	92
Figura 3.2 BAR-97	92
Figura 3.3 Reducción drástica de NO_x y PM, necesaria para cumplir las normas EURO.....	99
Figura 4.1 Comparación anual de CO_2	108
Figura 4.2 Comparación anual de CO	109
Figura 4.3 Comparación anual de O_2	109
Figura 4.4 Comparación anual de N_2	110
Figura 4.5 Comparación anual de H_2O	110

Alvarez Coello Gustavo Andrés
Trabajo de Graduación
Ing. Andrés López Hidalgo
Octubre de 2010

Diagnóstico y Análisis de los Procedimientos Utilizados en la Revisión Técnica Vehicular y su Impacto en la ciudad de Cuenca

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire está asociada inevitablemente con la vida moderna. Actualmente existe un conflicto entre el desarrollo económico, el medio ambiente y la salud de las personas, no reconocido en épocas pasadas, solo hasta después que ocurrieron consecuencias debido a contaminación del aire.

La falta de cumplimiento de leyes y normas ambientales, así como su desconocimiento por parte de la población, han hecho que este problema progrese día a día y que cada vez provoca un aire de menor calidad para respirar.

Con la aparición de los vehículos motorizados se ofrece al ser humano posibilidades en el transporte y trabajo nunca imaginadas, pero, como no podía ser de otra forma, también le creaba algunas nuevas servidumbres derivadas de la necesidad de mantener a los vehículos en adecuadas condiciones de mantenimiento, que toda máquina necesita para su uso, tanto en la parte mecánica, como en la referente al control de las emisiones de gases procedentes de la combustión en el motor.

La Revisión Técnica Vehicular busca: mejorar la calidad de vida de los habitantes, reducir los niveles de contaminación del aire, disminuir la cantidad de accidentes de tránsito, producidos por fallas mecánicas en los automóviles, reducir los niveles de ruido, y contribuir a la reducción de contaminantes que generan el calentamiento global.

El progreso tecnológico, por una parte y el acelerado crecimiento demográfico, por la otra, producen la alteración del medio, llegando en algunos casos a atentar contra el equilibrio biológico de la Tierra. No es que exista una incompatibilidad absoluta entre el desarrollo tecnológico, el avance de la civilización y el mantenimiento del equilibrio ecológico, pero es importante que el hombre sepa armonizarlos. Para ello es necesario que proteja los recursos renovables y no renovables y que tome conciencia de que el saneamiento del ambiente es fundamental para la vida sobre el planeta.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

1.1.1 Definición

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro mundo y surge cuando se produce un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, en cantidad tal, que cause efectos adversos en el hombre, en los animales, vegetales o materiales expuestos a dosis que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza.

La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

1.1.2 Fuentes de contaminación

La contaminación puede surgir a partir de ciertas manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales) o bien debido a los diferentes procesos productivos del hombre (fuentes antropogénicas) que conforman las actividades de la vida diaria.

Las fuentes que generan contaminación de origen antropogénico más importantes son: industriales (frigoríficos, mataderos y curtiembres, actividad minera y petrolera), comerciales (envolturas y empaques), agrícolas (agroquímicos), domiciliarias (envases, pañales, restos de jardinería) y fuentes móviles (gases de combustión de vehículos). Estas y otras sustancias que causan desequilibrio del

ambiente se denominan contaminantes y pueden encontrarse en el aire, en el agua y en el suelo.

1.1.2.1 Contaminación del aire (atmosférica)

Es la impurificación de la atmósfera por inyección y permanencia temporal en ella de materias gaseosas, líquidas, sólidas o radiaciones ajenas a su composición natural o en proporción superior a aquella. Los contaminantes del aire provocan alteraciones en el normal desarrollo de plantas y animales y afectan negativamente la salud de los humanos.

1.1.2.2 Contaminación del agua (hídrica)

Consiste en la incorporación al agua de materias extrañas (microorganismos, productos químicos, residuos industriales, etc.) o formas de energía que provocan un deterioro de la calidad de la misma y la hacen inútil para los usos pretendidos.

El agua contaminada es nociva para la salud. La contaminación del agua puede deberse a varios factores:

- Contaminación Física: Por el agregado de tierra, lodo, arena, o basuras que no se descomponen.
- Contaminación Química: Los residuos de los jabones y detergentes que se usan en los hogares terminan en el cauce de un río o arroyo y lo perjudican. Las pilas o baterías (porque contiene metales), los agrotóxicos, los residuos de las industriales.
- Contaminación Biológicas: Con bacterias, algas, virus, hongos.

1.1.2.3 Contaminación del suelo (edáfica)

Es la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales. La contaminación del suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente a las plantas, animales y seres humanos.

1.1.3 Contaminación ambiental según la naturaleza del contaminante ¹

1.1.3.1 Contaminación química: En las que un determinado compuesto químico se introduce en el medio.

1.1.3.2 Contaminación radiactiva: es aquella derivada de la dispersión de materiales radiactivos, como el uranio enriquecido, usados en instalaciones médicas o de investigación, reactores nucleares de centrales energéticas, munición blindada con metal aleado con uranio, submarinos, satélites artificiales, etc., y que se produce por un accidente (como el accidente de Chernóbil), por el uso o por la disposición final deliberada de los residuos radiactivos.

1.1.3.3 Contaminación térmica: es la producida por la adición a una cuenca de calor residual derivado de una fuente no natural. Esto da lugar a una elevación de la temperatura del agua, un aumento en la velocidad de evaporación y una aceleración general de las reacciones químicas que tienen lugar en las aguas, incluyendo reacciones metabólicas. En la actualidad, esta contaminación parece ser un problema mayor en estuarios y ríos. La principal fuente de calor es el agua de refrigeración descargada por actividades industriales, tales como las plantas generadoras de electricidad mediante vapor, que queman combustibles fósiles.

1.1.3.4 Contaminación acústica: es la contaminación debida al ruido provocado por las actividades humanas (industriales, sociales y del transporte), que puede provocar efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. La contaminación acústica perturba las distintas actividades comunitarias, interfiriendo la comunicación hablada, base esta de la convivencia humana, perturbando el sueño, el descanso y la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje, y lo que es más grave, creando estados de cansancio y tensión que pueden degenerar en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

¹ Centro de Recursos Ambientales de Navarra, "*Tipos de contaminación ambiental*", Internet: <http://www.crana.org/contenido.asp?idBD=1&idSubArea=490&idseccion=736>, Acceso: 21 de enero de 2009.

1.1.3.5 Contaminación electromagnética: es la producida por las radiaciones del espectro electromagnético que afectan a los equipos electrónicos y a los seres vivos.

1.1.3.6 Contaminación lumínica: se refiere al brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y la difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias o excesos de iluminación, así como la intrusión de luz o de determinadas longitudes de onda del espectro en lugares no deseados.

1.1.3.7 Contaminación visual: se debe al abuso de ciertos elementos “no arquitectónicos” que alteran la estética y la imagen del paisaje (tanto rural como urbano) y que generan, a menudo, una sobre estimulación visual agresiva, invasiva y simultánea, afectando incluso a la salud de los individuos. Los causantes de este tipo de contaminación son muy variados, tanto en ciudades como en la naturaleza: instalaciones industriales, edificios, paneles y vallas publicitarias, instalaciones y tendidos eléctricos, antenas de televisión o de telefonía móvil, aparatos de aire acondicionado, etc.

1.1.3.8 Contaminación microbiológica: se refiere a la producida por microorganismos (parásitos, bacterias o virus) a través de las descargas de aguas servidas en el suelo, cursos superficiales o subterráneos de agua.

1.2 CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La principal fuente contaminante en nuestra ciudad es la producida por los vehículos, ver figura 1.1, el parque automotor es de 75.000 vehículos al 2007 (1 vehículo/6hab.) y tiene un crecimiento anual del 8%.² Por este motivo la contaminación del aire será estudiada con mayor profundidad en esta tesis.

La contaminación es cualquier adición de materia o energía que degrada el ambiente para los humanos y otros organismos. Debido a que las acciones humanas son la principal causa de la contaminación es posible hacer algo para impedirlo. Existen varias fuentes naturales de gases y partículas que degradan la calidad del aire, como el material emitido por los volcanes, el polvo de la erosión

² ESPINOZA, Juan (2007) *Presentación sobre la Calidad del aire en Cuenca – Ecuador*, realizada del 19 al 23 de noviembre de 2007, Santiago-Chile.

causada por el viento, y los gases provenientes de la descomposición de plantas y animales muertos. Dado que estos eventos no son controlados por los humanos, no podemos hacer mucho para evitarlos. Sin embargo, las emisiones de los automóviles, los olores químicos, el humo de las fábricas y materiales similares se consideran como contaminantes del aire.

Figura 1.1 Contaminación del aire en la ciudad de Cuenca



Fuente: Autor.

El problema de la contaminación del aire está directamente relacionado con la cantidad de personas que viven en un área y la clase de actividad en la que están involucradas. Cuando la población es pequeña y su uso de energía es bajo, el impacto humano es mínimo. Los contaminantes que se liberan en el aire son diluidos y transportados por el viento, lavados del aire por la lluvia, o reaccionan con el oxígeno del aire para conformar materiales inocuos. Por lo tanto, el efecto negativo general es mínimo. Sin embargo, nuestra civilización industrializada y urbanizada tiene densas concentraciones de personas que utilizan grandes cantidades de combustibles fósiles para propósitos fabriles, de transportación y domésticos. Estas actividades liberan enormes cantidades de productos contaminantes para nuestro ambiente.

Es probable que los gases y partículas pequeñas liberadas en la atmósfera permanezcan cerca de la tierra por la gravedad. No nos deshacemos de ellos, sólo son diluimos y desplazados al área inmediata. En las áreas urbanas industrializadas, los contaminantes no siempre pueden diluirse antes de que el aire alcance otra ciudad. Si bien, no todo centro poblacional agrega la misma clase o cantidad de contaminantes, cada una se adiciona a la carga total transportada.

La contaminación del aire no sólo es un problema estético, también ocasiona problemas de salud. Miles de muertes están directamente relacionadas con la deficiente calidad del aire en las ciudades. Muchas de las grandes urbes del mundo en vías de desarrollo tienen una calidad del aire extremadamente baja. Al menos dos contaminantes en Pekín, la ciudad de México y El Cairo exceden los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) respecto a la calidad del aire³.

1.2.1 Categorías de contaminantes del aire

Alrededor del mundo, cinco tipos principales de sustancias son liberadas, en su forma original y directamente en la atmósfera, en suficientes cantidades para representar un riesgo para la salud y se denominan *contaminantes primarios del aire*. Son el monóxido de carbono, los compuestos orgánicos volátiles (hidrocarburos), partículas de materia, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Los contaminantes primarios del aire interactúan entre sí en presencia de la luz del sol para formar nuevos compuestos como el ozono, el cual se conoce como *contaminante secundario del aire*.

Los contaminantes secundarios del aire también se forman de reacciones con sustancias que se presentan naturalmente en la atmósfera. Además, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) tiene una categoría de contaminantes del aire como contaminantes críticos del aire. Los *contaminantes críticos del aire* son aquellos cuyos estándares específicos de calidad del aire han sido establecidos por EPA (Ver tabla 1.1). Estos contaminantes son el monóxido de carbono, el dióxido de carbono, el ozono, el plomo, la materia particulada y el dióxido de azufre. Además, existen ciertos compuestos con alta toxicidad que son conocidos como *tóxicos aéreos*.

³ ENGER, Smith, (2004) *Ciencia Ambiental*, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México.

Tabla 1.1 Estándares de contaminación del aire

Contaminación del aire	Periodo de medición	Estándares estadounidenses de calidad del aire ambiental nacional	Objetivos de calidad del aire de la Unión Europea
Contaminantes críticos del aire de la EPA			
Monóxido de carbono (CO)	8 horas promedio	(9 ppm) (10 mg/m ³)	10 mg/m ³
	1 hora promedio	(35 ppm) (40 mg/m ³)	
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	media anual	(0.053 ppm) (100 µg/m ³)	40 µg/m ³
	1 hora		200 µg/m ³
Ozono a nivel del suelo (O ₃)	8 horas promedio	(0.08 ppm) (157 µg/m ³)	120 µg/m ³
	1 hora promedio	(0.12 ppm) (235 µg/m ³)	
Plomo (Pb)	3 meses promedio	(1.5 µg/m ³)	0.5 µg/m ³
Materia particulada (PM ₁₀)	media anual	(50 µg/m ³)	20 µg/m ³
	24 horas promedio	(150 µg/m ³)	50 µg/m ³
Materia particulada (PM _{2.5})	media anual	(15 µg/m ³)	
	24 horas promedio	(65 µg/m ³)	
Dióxido de azufre (SO ₂)	media anual	(0.03 ppm) (78 µg/m ³)	125 µg/m ³
	24 horas promedio	(0.14 ppm) (365 µg/m ³)	
	3 horas promedio	(0.50 ppm) (1300 µg/m ³)	
	1 hora promedio		
Otros contaminantes comunes del aire			
Benceno	media anual	Sin estándares establecidos, pero los niveles actuales están por debajo de 2.5 µg/m ³	5 µg/m ³
Compuestos orgánicos volátiles		Sin estándares establecidos, pero se necesitan reducciones para minimizar el ozono en la atmósfera baja	

Fuente: Agencia de protección ambiental de Estados Unidos y Comisión Europea.

Fuente: ENGER, Smith, (2004) *Ciencia Ambiental*, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 391.

1.2.1.1 Monóxido de carbono

El monóxido de carbono (CO) es producido cuando los materiales orgánicos como la gasolina, el carbón, la leña y la basura son incinerados con oxígeno insuficiente. ($2C + O_2 \rightarrow 2CO$). El dióxido de carbono se forma cuando se incineran compuestos que contienen carbono con abundante oxígeno presente ($C + O_2 \rightarrow CO_2$). Cualquier proceso que implique la incineración de combustibles fósiles tiene el potencial de producir monóxido de carbono. La fuente individual más grande del mundo de monóxido de carbono es el automóvil; cerca del 60% del monóxido de carbono proviene de vehículos manejados en carretera y 30% se deriva de vehículos no usados en carreteras. El resto proviene de otros procesos que implican la incineración (plantas de energía, industria, combustión de hojas, etc.). A pesar de que la mayor eficiencia del combustible y el uso de convertidores catalíticos han

reducido las emisiones de monóxido de carbono por kilómetro manejado, este contaminante sigue presentando un problema debido al incremento en el número de automóviles en carreteras y a la cantidad de kilómetros manejados.

En muchas partes del mundo, los automóviles tienen un mantenimiento deficiente y quizá tengan un equipo de control de emisiones inoperable, lo cual produce cantidades mayores de monóxido de carbono.

Por fortuna, el monóxido de carbono no es un contaminante persistente. Se combina con facilidad con el oxígeno en el aire para formar dióxido de carbono ($2C + O_2 \rightarrow 2CO_2$). Esto quiere decir, que el monóxido de carbono se puede limpiar si no se introduce una nueva cantidad de este.

1.2.1.2 Materia particulada

La materia particulada consiste en diminutos fragmentos sólidos (10 micras⁴ y más pequeñas) y gotas de líquido dispersas en la atmósfera. Muchas bacterias miden aproximadamente una micra de diámetro. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos ha establecido estándares para partículas menores de 10 micras (PM_{10}) y 2.5 micras ($PM_{2.5}$). La mayoría de partículas gruesas (mayores a 2.5 micras) son principalmente contaminantes como el polvo y partículas de carbono que se liberan directamente al aire. Los viajes en carreteras, las actividades agrícolas, los sitios de construcción, los procesos industriales y las partículas de humo provenientes de incendios son las principales fuentes de partículas gruesas. Las partículas finas (2.5 micras o menos) son en su mayor parte contaminantes secundarios que se forman en la atmósfera por la interrelación de contaminantes primarios del aire. Los sulfatos y nitratos formados a partir del dióxido de azufre y de los óxidos nitrogenados son ejemplos de ello.

1.2.1.3 Dióxido de azufre

El dióxido de azufre (SO_2) es un compuesto de azufre y de oxígeno que es producido cuando los combustibles fósiles que contienen azufre son incinerados ($S + O_2 \rightarrow SO_2$). El azufre está presente en el carbón y el petróleo debido a que éstos fueron producidos a partir de los cuerpos de organismos que tenían azufre

⁴ Micra: Millonésima parte de un metro.

como componente de algunas de sus moléculas. En la actualidad, más del 65% del dióxido de azufre es liberado en la atmósfera y proviene de plantas de energía, principalmente de aquellas que queman carbón.

1.2.1.4 Dióxido de nitrógeno

La incineración de combustibles fósiles produce una mezcla de compuestos que contienen nitrógeno y se conocen comúnmente como óxidos de nitrógeno (NO_x). Estos compuestos se forman debido a que las moléculas de nitrógeno y oxígeno en el aire se combinan entre sí cuando están sujetas a las altas temperaturas experimentadas durante la combustión. Las dos moléculas más comunes son el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2). La principal molécula producida es el monóxido de nitrógeno ($N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$), pero en el aire, el monóxido de nitrógeno se puede convertir en dióxido de nitrógeno ($2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$) para producir una mezcla de NO y NO_2 . Por lo tanto, el NO_2 es, en su mayor parte, un contaminante secundario. El dióxido de nitrógeno es un gas altamente reactivo de color café rojizo, que es responsable de la mayor parte de la bruma visible sobre las ciudades, por lo que ocasiona problemas respiratorios y es un componente de la lluvia ácida. También es importante en la mezcla de contaminantes secundarios como smog fotoquímico.

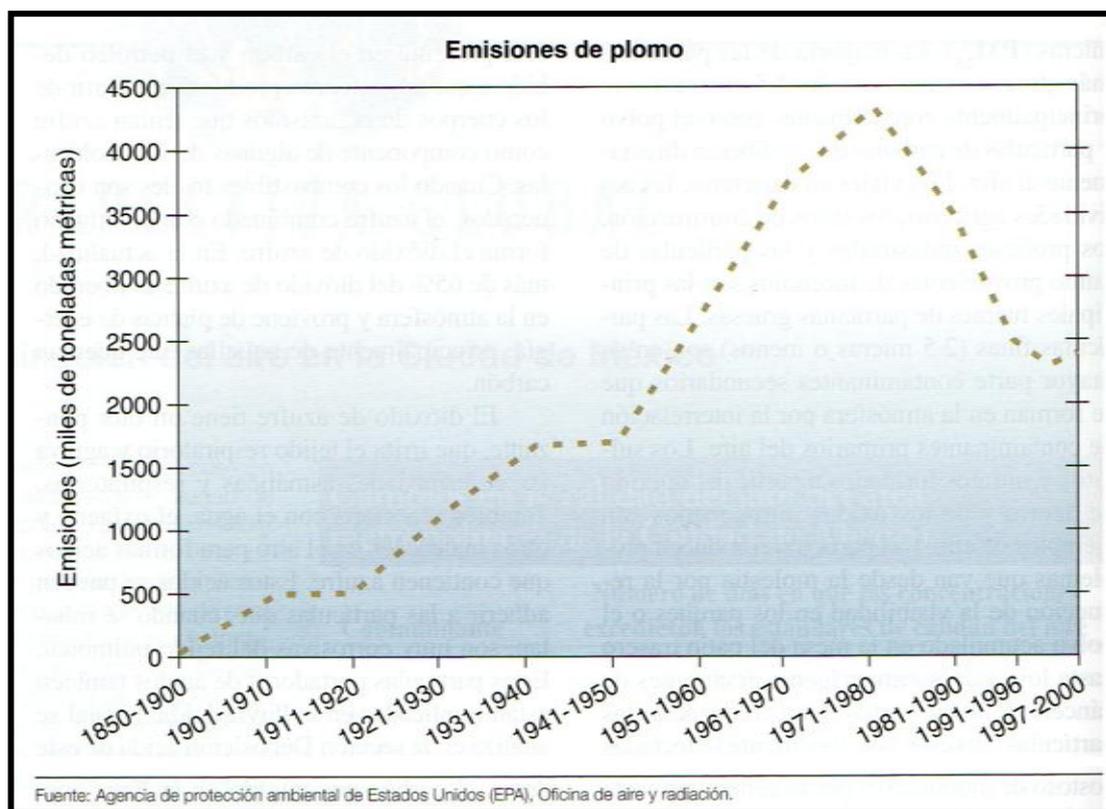
El motor de los automóviles representa la fuente primaria de los óxidos de nitrógeno, ya que representa casi el 50% de éstos. Para ello, los convertidores catalíticos reducen de manera importante la cantidad de monóxido de nitrógeno liberado del motor de combustión interna. (Casi 75% de NO producido por un motor se convierte de nuevo en N_2 y O_2 mediante el convertidor catalítico del auto).

1.2.1.5 Plomo

El plomo (Pb) entra al cuerpo mediante la inhalación de partículas transportadas por el aire o el consumo de la cantidad depositada sobre las superficies. El plomo se acumula en el cuerpo y provoca una variedad de efectos en la salud, como retraso mental y daños a los riñones. En una época, la principal fuente de plomo transportado por el aire provenía de los aditivos de la gasolina. Este elemento se añadía a la gasolina para ayudar a los motores a funcionar con más eficiencia. El reconocimiento de que las emisiones de plomo eran peligrosas provocó que estos aditivos fueran eliminados de la gasolina en Norteamérica y Europa. Sin embargo,

muchos otros países del mundo siguen utilizando gasolina con plomo. En la actualidad aproximadamente 80% de gasolina vendida en el mundo es libre de plomo. Dado que la gasolina con plomo ha sido eliminada en gran parte del mundo desarrollado, los niveles de este contaminante han descendido. Los niveles de plomo cayeron 50% entre 1982 y 2002 alrededor del mundo. (Ver figura 1.2).

Figura 1.2 Emisiones de plomo



Fuente: ENGER, Smith, (2004) *Ciencia Ambiental*, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 394.

Otra fuente importante de plomo son las pinturas. El polvo de la pintura vieja, de la remodelación o de la demolición contiene plomo también y es emitido a la atmósfera. Hoy en día, las fuentes industriales como los hornos de fundición de metales y las fábricas de baterías representan casi 80% de las emisiones de plomo.

1.2.1.6 Compuestos orgánicos volátiles

Además de monóxido de carbono, los automóviles emiten una variedad de compuestos orgánicos volátiles (COV), los cuales están conformados principalmente de carbono e hidrógeno, por lo que son conocidos como hidrocarburos. Son considerados volátiles porque se evaporan en el aire; por tanto,

los compuestos orgánicos transportados por el aire son compuestos orgánicos volátiles.

Los compuestos orgánicos volátiles encontrados en el aire se evaporan de las fuentes de combustibles o son residuos de combustibles que no se quemaron por completo. El uso del motor de combustión interna representa casi 45% de los compuestos orgánicos volátiles liberados en el aire, mientras que la refinación y otras industrias contribuyen a una cantidad significativa, de manera que cerca 90% de los COV proviene de vehículos y actividades industriales. Los productos de consumo como la pintura con base de aceite, encendedores de carbón vegetal y muchos otros químicos también merecen atención. Algunos COV son tóxicos y se conocen por ser dañinos para el aire, ya que contribuyen con la producción de contaminantes aéreos secundarios encontrados en la contaminación por smog.

Las diferentes a los automóviles han reducido de manera esencial la cantidad de compuestos orgánicos volátiles que ingresan a la atmósfera. Tres de estas modificaciones son: el reciclaje de algunos gases en el motor, de manera que se consuman y no escapen, ya que así se incrementa la proporción del oxígeno en la mezcla de combustible-aire para conseguir una incineración más completa del combustible; el uso de dispositivos para impedir que se liberen gases del tanque de combustible y el cárter; además, los convertidores catalíticos permiten que los compuestos orgánicos sin incinerar en los gases quemados sean oxidados de manera más completa a fin de que menos compuesto orgánicos volátiles se liberen por el tubo de escape.

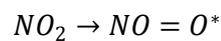
1.2.1.7 Ozono a nivel de la troposfera y smog fotoquímico

El ozono (O_3) es una molécula que consiste en tres átomos de oxígeno ligados entre sí. Es una molécula extremadamente reactiva que irrita los tejidos respiratorios y puede ocasionar daños pulmonares permanentes. También daña las plantas y reduce las producciones agrícolas. El ozono es un contaminante secundario que se forma como un componente del smog fotoquímico,

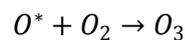
El smog fotoquímico es una mezcla de contaminantes como el ozono, los aldehídos y los nitratos de peroxiacetilo que resultan de la interacción del dióxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles con la luz del sol en un ambiente cálido.

Para que el smog fotoquímico se desarrolle, se necesitan varios ingredientes. Deben estar presentes: monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, así como temperaturas cálidas y la luz del sol, que son importantes para mantener las reacciones químicas implicadas.

En la mayoría de las áreas urbanas, el monóxido de nitrógeno, el dióxido de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles están presentes como resultado de los procesos industriales y de las emisiones de los automóviles. Con la presencia de la luz del sol, el dióxido de nitrógeno se descompone en monóxido de nitrógeno y oxígeno atómico:



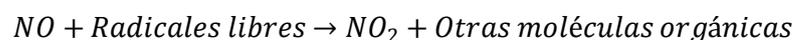
El oxígeno atómico es extremadamente reactivo y reaccionará con el oxígeno molecular del aire para formar el ozono:



Tanto el ozono como el oxígeno atómico reaccionarán con compuestos orgánicos volátiles para producir radicales orgánicos libres muy reactivos:



Los radicales libres son muy reactivos y provocan la formación de dióxido de nitrógeno adicional a partir del monóxido de nitrógeno:



Esta etapa es importante debido a que la presencia de NO_2 adicional provoca la producción adicional de ozono. Los radicales orgánicos libres también reaccionan con el dióxido de nitrógeno para formar nitratos de peroxiacetilo y aldehídos. (La tabla 1.3 muestra estos eventos).

Tabla 1.2 Pasos principales en el desarrollo del smog fotoquímico

Fuente	Condiciones necesarias	Reacciones que tienen lugar en la atmósfera	Productos
Principalmente automóviles	Compuestos orgánicos volátiles (COV) presentes	$\text{COV} + \text{O}^* \text{ u } \text{O}_3 \rightarrow \text{Radicales orgánicos + altamente reactivos}$	Nitrato de peroxiacetilo Aldehídos
Principalmente automóviles	Monóxido de nitrógeno (NO) presente	$\text{NO} + \text{Radicales orgánicos} \rightarrow \text{NO}_2$	
De automóviles y formados del monóxido de nitrógeno	Dióxido de nitrógeno (NO_2) presente	$\text{NO}_2 \xrightarrow{\text{Luz del sol}} \text{NO} + \text{O}^* (\text{oxígeno atómico})$ $\text{O}^* + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3 (\text{ozono})$	Ozono
Sol	Luz de sol		
Sol (temperaturas de verano)	Calor	Reacciones que se realizan más rápido a temperaturas altas	

Fuente: ENGER, Smith, (2004) *Ciencia Ambiental*, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 396.

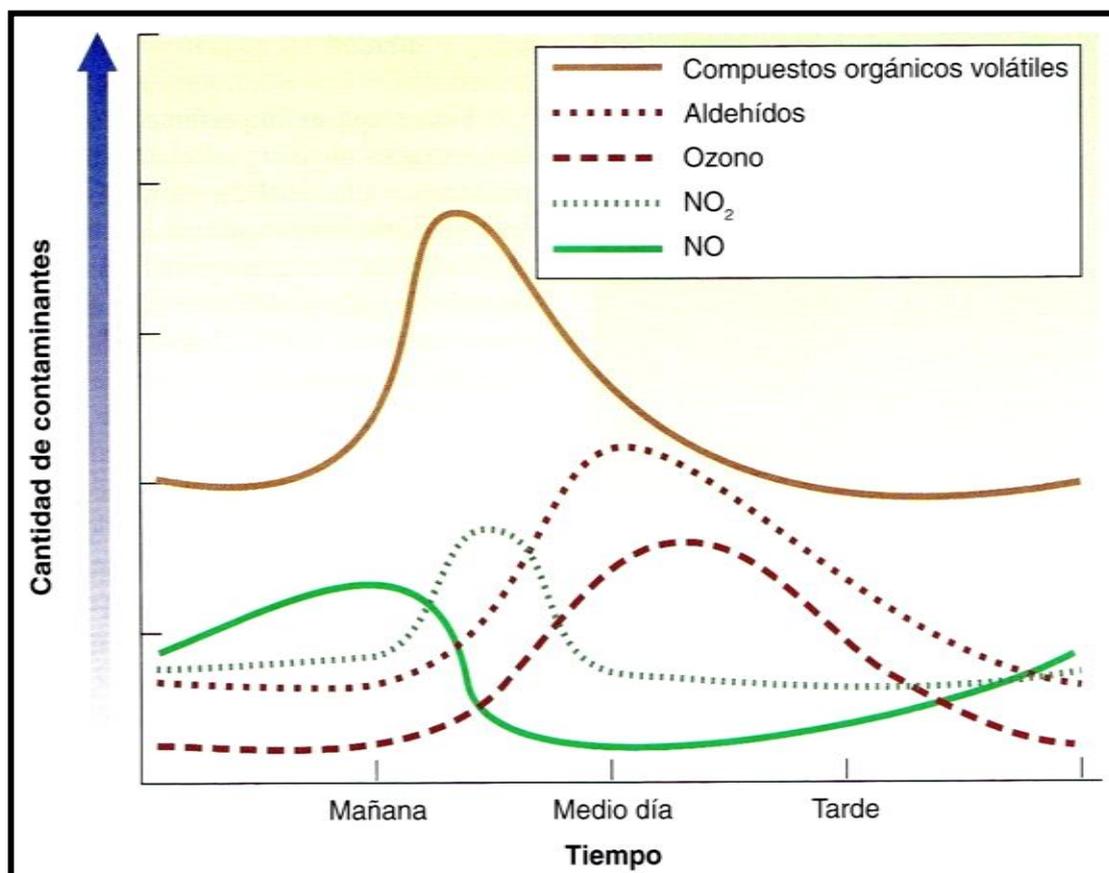
El desarrollo del smog fotoquímico en un área comprende la interacción del clima, la hora del día, y las emisiones de vehículos de motor de la siguiente forma:

Durante las horas pico del tráfico de la mañana, las cantidades de monóxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles se incrementan, lo cual produce un incremento en la cantidad de los niveles de NO_2 , y que los niveles de NO caigan al convertirse el en NO_2 . Mientras tanto, los niveles de ozono aumentan al descomponerse el NO_2 por la luz del sol y también crecen los niveles de nitratos de peroxiacetilo. Cuando el sol se pone, la producción de ozono disminuye. Además, el ozono y otros componentes del smog reaccionan con sus entornos y son destruidos, de manera que los componentes destructivos del smog disminuyen al anochecer. La figura 1.3 muestra de qué forma la concentración de estas diferentes moléculas cambia durante el día.

Aunque el smog puede desarrollarse en cualquier área, algunas ciudades tienen problemas mayores debido a su clima, tráfico y características geográficas. Las ciudades que están localizadas junto a cadenas montañosas o valles enfrentan mayores complicaciones debido a que los contaminantes se pueden quedar atrapados por las inversiones térmicas. Normalmente, el aire se calienta en la superficie de la Tierra y se enfría a mayores altitudes. (Ver figura 1.4a). En algunos

casos, una capa de aire más frío puede encontrarse por encima de una capa de aire más caliente en la superficie de la Tierra. Esta condición se denomina inversión térmica.

Figura 1.3 Cambios diarios en los contaminantes durante incidente de smog fotoquímico

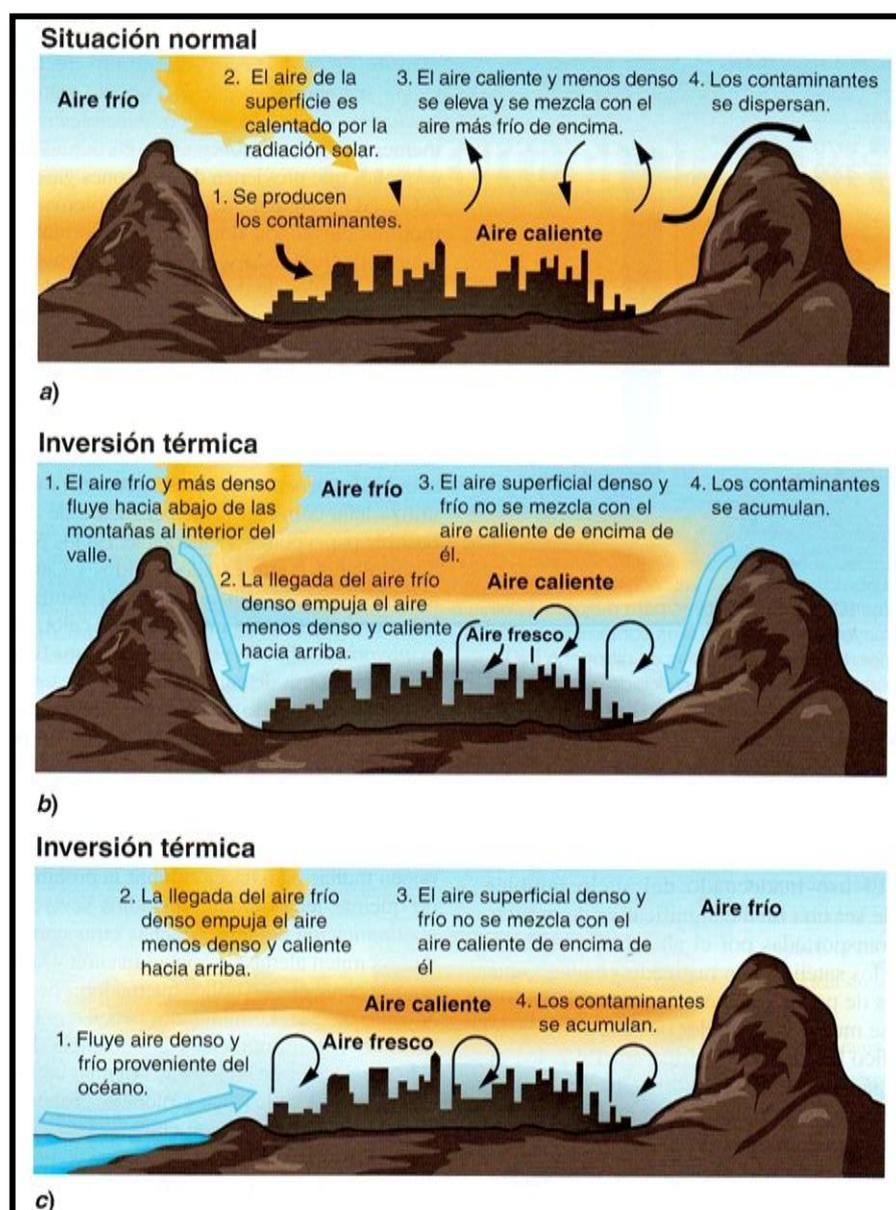


Fuente: ENGER, Smith, (2004) *Ciencia Ambiental*, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 396.

En las ciudades ubicadas en valles, cuando la superficie de la Tierra se enfría por la noche, el aire más frío a los lados del valle puede fluir hacia abajo y al interior del valle y crear una inversión térmica. (Ver figura 1.4b). Cuando el aire frío fluye al interior de esos valles, empuja el aire caliente hacia arriba. En ciudades como Los Ángeles, que tienen montañas al Este y océano al Oeste, el aire frío proveniente del océano puede empujar la capa de aire caliente hacia abajo y crear una situación similar. (Ver figura 1.4c). En cualquier caso, el aire caliente se queda atrapado entre dos capas de aire frío y actúa como una tapa del valle. La capa de aire caliente no se puede elevar debido a que está cubierta por otra capa de aire más frío y más denso que la empuja hacia abajo. Además, estas capas no se pueden mover del área debido a las montañas. Sin la circulación normal de aire, el smog se acumula.

La concentración de los compuestos químicos dañinos continúa incrementándose hasta que un cambio importante en el clima provoque que la tapa de aire caliente se eleve y se mueva hacia las montañas. Entonces, el aire frío subyacente comenzará a circular, y el aire contaminado se podrá diluir.

Figura 1.4 Inversión térmica



Fuente: ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 397.

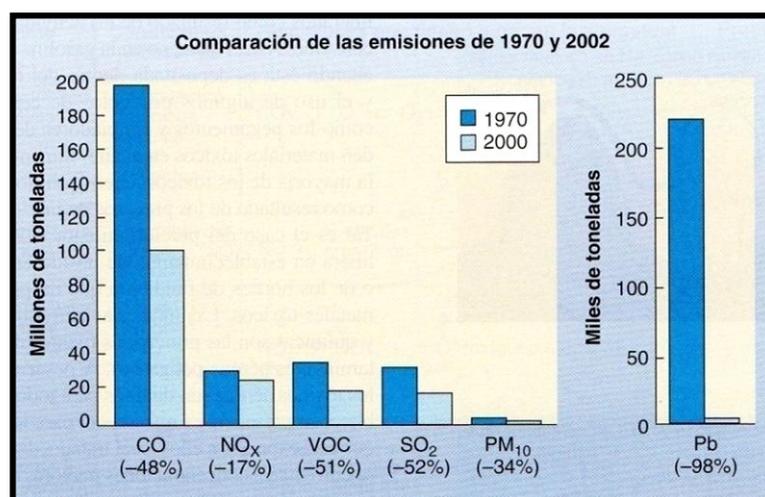
Los problemas de smog disminuyen en gran medida al reducir el NO_x y los COV asociados con el uso de los motores de combustión interna (tal vez eliminándolos por completo) o al trasladar los centros de población fuera de los valles en los que

las inversiones térmicas se presentan. Es altamente improbable que los centros de población se puedan mover; sin embargo, sí es posible reducir las moléculas de plomo en smog. La reformulación de la gasolina y la instalación de dispositivos en los automóviles que reducen la cantidad de NO_x y COV han sido benéficas. A pesar de que la emisión de COV se ha reducido de una manera importante y los niveles de NO_x se han disminuido en una cantidad mínima, los niveles de ozono no han descendido. Aunque los niveles de ozono hayan mejorado mucho en el sur de California y en el noreste de Estados Unidos, permanecen esencialmente sin cambios en otras áreas metropolitanas. Dado que el ozono es producido como resultado de las interacciones de COV y NO_x , será necesario reducir los niveles de estos dos componentes para disminuir su producción. En particular, será necesario disminuir los niveles de NO_x , y esto requerirá cambios en la forma en que los automóviles están diseñados o son alimentados.

1.2.2 Control de la contaminación del aire

Todos los contaminantes del aire que hemos examinado hasta aquí son producidos por los humanos. Esto significa que su liberación en la atmósfera se puede controlar. Los métodos de control de la contaminación aérea dependen del tipo de contaminantes y de la voluntad o capacidad de las industrias, gobiernos e individuos para realizar los cambios. Es importante observar que, en este contexto, el cambio positivo es posible. (Ver figura 1.5)

Figura 1.5 Comparación de las emisiones de 1970 y 2002



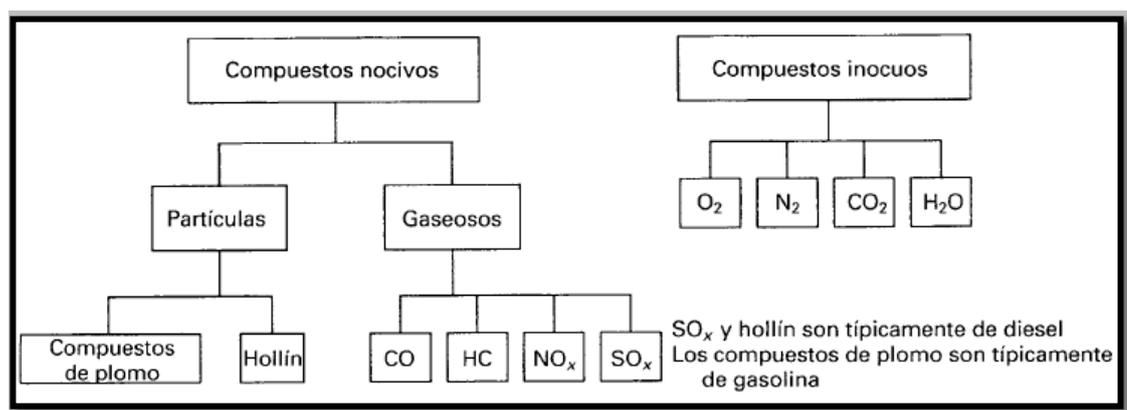
Fuente: ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 398.

1.2.2.1 Emisiones de vehículos de motor

Los vehículos de motor son la principal fuente de varios contaminantes aéreos importantes: monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno. Además, el ozono es un contaminante secundario del uso del automóvil.

La contaminación del aire producida típicamente por vehículos es menor que la producida por fábricas y residencias; sin embargo, el aumento en el número de vehículos está siendo una preocupación grave en zonas urbanas. La figura 1.6 muestra los componentes de los gases de escape de los vehículos que están divididos en compuestos nocivos⁵ e inocuos⁶. Aunque el dióxido de carbono no es un compuesto inocuo con relación a la salud, resulta indeseable ya que contribuye al calentamiento global.

Figura 1.6 Componentes de las emisiones de escape del vehículo



Fuente: KIELY, Gerard (1999) *Ingeniería ambiental*, Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión, 1era. Edición, McGraw-Hill Interamericana, Colombia, p. 1165.

En la tabla 1.4 podemos verificar que el tráfico vehicular en el cantón Cuenca, tiene los porcentajes más altos en la contaminación del aire (Ver también la figura 1.7).

Tabla 1.3 Resumen de emisiones atmosféricas de contaminantes primarios del cantón Cuenca durante el año 2007

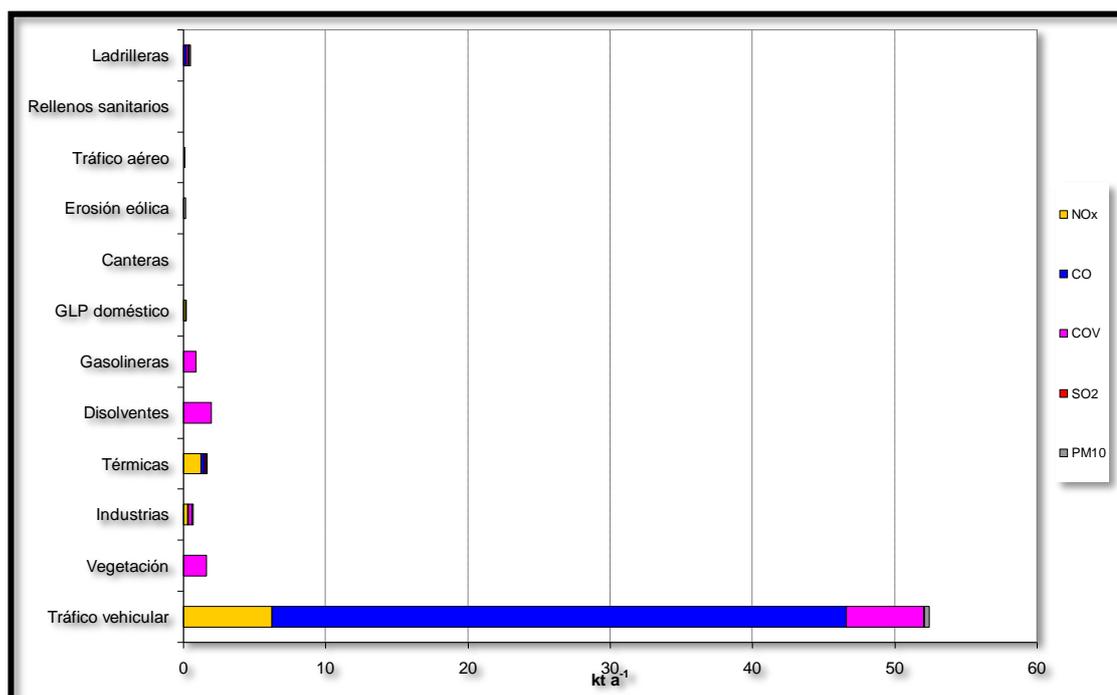
⁵ Nocivo, va: dañino, pernicioso, perjudicial.

⁶ Inocuo, cua: que no hace daño.

Contaminante	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		Total	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	6 214.3	78.4	40377.0	98.6	5437.5	51.8	637.2	30.0	331.2	42.0	53256.0	85.0
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	1593.7	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1608.9	2.6
Industrias	285.7	3.6	48.1	0.1	244.1	2.3	996.0	46.9	79.2	10.0	1706.0	2.7
Térmicas	1225.8	15.5	263.8	0.6	100.1	1.0	480.2	22.6	78.2	9.9	2 87.7	3.5
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	1975.4	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1994.2	3.2
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	925.1	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	933.9	1.5
GLP doméstico	157.6	2.0	24.6	0.1	5.3	0.1	0.0	0.0	10.4	1.3	199.9	0.3
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.5	5.0	39.5	0.1
Erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	126.8	16.1	126.8	0.2
Tráfico aéreo	32.7	0.4	46.6	0.1	16.7	0.2	7.9	0.4	0.5	0.1	105.5	0.2
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	20.7	0.0
Ladrilleras	7.9	0.1	172.6	0.4	185.7	1.8	1.4	0.1	122.9	15.6	492.9	0.8
Total	7924	100	40933	100	10504	100	2123	100	789	100	62672	100

Fuente: PARRA, René et al, (2008) *Inventario de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca*, Cuencaire, p. 9.

Figura 1.7 Emisión de contaminantes primarios del Cantón Cuenca durante el año 2007



Fuente: PARRA, René et al, (2008) *Inventario de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca*, Cuencaire, p. 9.

La implementación de controles para las emisiones de vehículos de motor ha producido una mejora significativa en la calidad del aire. La válvula de ventilación del cárter, los tapones de gasolina con válvulas de control de contaminación del aire, válvulas de recirculación de gases (EGR, por sus siglas en inglés), canister, sonda lambda; en el motor existen distribuciones variables, las cuales abren o

cierran válvulas según el régimen de funcionamiento de una manera más eficiente, control electrónico de la inyección y encendido, riel común de inyectores, etc, todos estos elementos mejoran el funcionamiento del motor y disminuyen la contaminación del mismo. Todos estos métodos imponen costos adicionales en los vehículos.

Además, la mayor eficiencia del combustible y los combustibles especiales que producen menores cantidades de monóxido de carbono y de compuestos orgánicos sin quemar, también han mejorado la calidad del aire. Los convertidores catalíticos reducen el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles en las emisiones, pero requieren combustible libre de plomo. A su vez, este requerimiento de combustible reduce de manera sustancial la cantidad de plomo (y otros aditivos metálicos) en la atmósfera. La figura 1.5 muestra un importante descenso en los niveles de compuestos orgánicos volátiles, de monóxido de carbono y de plomo. En cambio, los niveles de óxidos de nitrógeno han disminuido sólo ligeramente. Los vehículos de motor actuales producen menos cantidades de óxidos de nitrógeno que los modelos antiguos, pero debido a que la gente está manejando más kilómetros por año, los niveles de NO_x no se han reducido tanto.

Otros métodos para la reducción de la contaminación del aire de los vehículos incluyen la mejora de las condiciones del flujo de vehículos (ya que las emisiones de los vehículos están asociadas casi en su totalidad con la desaceleración, la marcha lenta y la aceleración), un mejor mantenimiento de los motores, la plantación de árboles y arbustos y la restricción de tráfico en zonas altamente contaminadas tales como los centros de las ciudades.

En efecto, los requisitos para una mayor calidad del aire pueden necesitar finalmente controles de la utilización de vehículos a través de nuestras zonas urbanas.

Los motivos de la mayor responsabilidad del coche en la emisión de contaminantes son, por un lado, su alto consumo energético, y por otro, la fisonomía de la ciudad y las características de la circulación urbana.

Como la cantidad de emisiones es proporcional a la energía consumida, el automóvil privado –con un consumo más de cuatro veces superior al del autobús– es el principal foco de emisión.

La configuración de las vías urbanas plantea frecuentes problemas a la dispersión de los contaminantes, especialmente en los cascos históricos y en los barrios de viviendas subvencionadas. Las edificaciones elevadas actúan como obstáculos, y la angostura de muchas calles, así como determinados elementos urbanísticos – soportales, aparcamientos subterráneos – favorecen la acumulación de contaminantes.

Tabla 1.4 Los efectos ambientales de las carreteras y el tráfico

Impactos producidos por los vehículos	Ruido
	Vibración
	Contaminación del aire
	Desperdicios
	Daño físico
	Ansiedad
Impactos de seguridad y capacidad	Accidentes
	Efectos en el funcionamiento de las carreteras y las intersecciones
Impactos en carreteras	Intrusión visual y estética
	División de la propiedad debida al desarrollo del tráfico
	Consumo de la tierra y pérdida de la propiedad
	Cambios en el acceso de la tierra y valores de la misma
	Planificación contra las plagas
	Efectos sobre la vida salvaje, plantas y el ecosistema acuático
	Impactos sobre los recursos históricos y culturales
	Impactos en los servicios públicos y de drenaje
	Impactos en el empleo y en los negocios
Impactos de construcción	Perjuicios de carreteras locales.
	Alteraciones causadas a los residentes que viven al borde de las carreteras y a otros usuarios de las mismas
	Efectos sobre el ecosistema y el drenaje
	Impacto en el lugar de origen de los materiales
	Desperdicios, barro, olores, etc.

Fuente: KIELY, Gerard (1999) *Ingeniería ambiental*, Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión, 1era. Edición, McGraw-Hill Interamericana, Colombia, p. 1156.

La agresiva circulación urbana, con frecuentes aceleraciones y frenadas, se corresponde con unas altas necesidades de combustible y mayores emisiones de contaminantes; los atascos y la congestión diaria en general también originan un

fuerte incremento de las emisiones; y la escasa longitud de buena parte de los desplazamientos, no permite la entrada en funcionamiento de los sistemas de reducción de emisiones de los automóviles (catalizadores).

Los afectados son, sobre todo, los habitantes urbanos, al registrar generalmente las ciudades los mayores niveles de contaminación del aire. No sólo se respira aire contaminado en las calles donde las personas están expuestas a las emisiones del tráfico motorizado, sino también en el interior de los edificios donde los ciudadanos pasan la mayor parte de su tiempo: el monóxido de carbono y las partículas entran al interior de los edificios con bastante facilidad, mientras el ozono sólo alcanza ahí elevadas concentraciones cuando las ventanas están abiertas. En la Tabla 1.5 se visualiza los efectos ambientales de las carreteras y el tráfico.

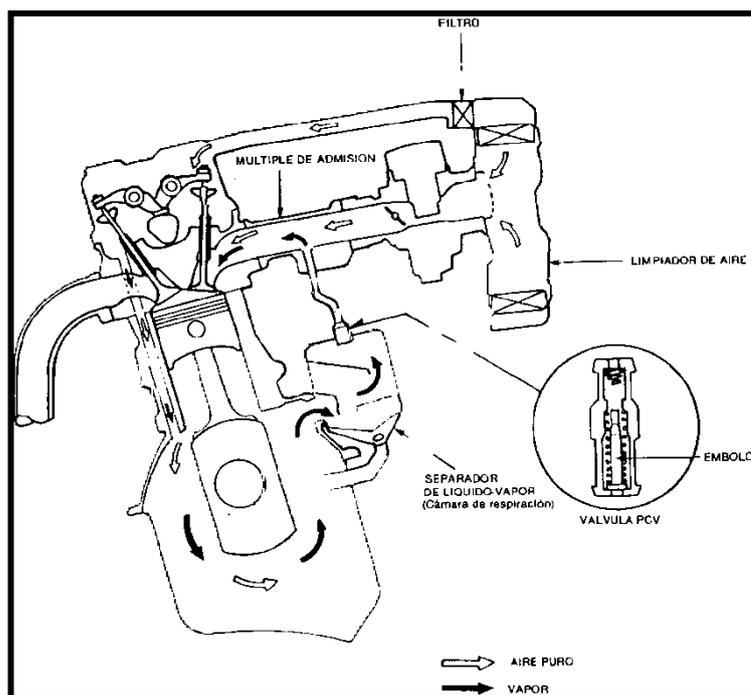
1.2.2.1.1 Sistemas de control de emisiones

Una forma de examinar los sistemas de control de emisiones, es seguir el recorrido del combustible desde el momento en que entra al automóvil hasta que sale por el tubo de escape.

Cuando el automóvil va a una gasolinera, el momento que se abastece de combustible, los vapores del tanque son expulsados. Algunos vapores también salen del tubo de llenado y van a la atmósfera. Una parte del vapor de combustible que entra al motor no se quema. Después que se produce la combustión, los productos resultantes contienen nuevas y diferentes emisiones. Algunos de los productos de la combustión pasan a los anillos de compresión y terminan en el cárter. El resto de los productos de la combustión salen por el sistema de escape.

1.2.2.1.1.1 Sistemas de ventilación positiva del cárter

Todos los motores, nuevos o viejos, tienen gases de combustión que se abren camino a través de los anillos de compresión y llegan hasta el cárter.

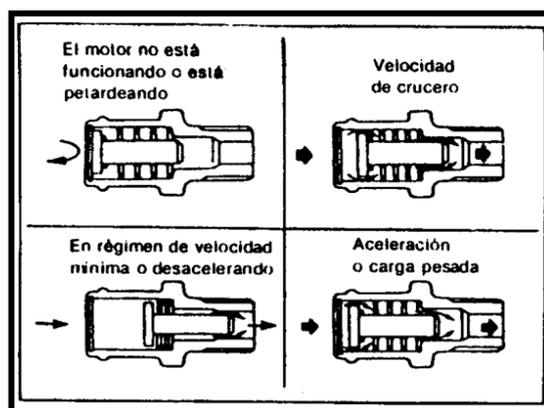
Figura 1.8 Ventilación positiva del cárter

Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

Entre el 70% - 80% de los gases presentes que fluyen hacia cárter, son gases no quemados o parcialmente quemados, por ejemplo los HC, mientras que los productos de la combustión, como el vapor de agua y diferentes tipos de ácidos gasificados, forman el 20% - 30% restantes. Todos estos pueden deteriorar el aceite del motor, formando lodo o creando corrosión y moho en el cárter. Para prevenir esto los vehículos de años anteriores, estaban equipados con un tubo instalado desde el cárter a la atmósfera para permitir que escapen estos gases.

En vehículos modernos se instala una válvula especial llamada PCV, que permite extraer los vapores del cárter. Esta se ubica en la tapa de las válvulas y se comunica directamente con el múltiple de admisión, la válvula trabaja de acuerdo a la carga y/o el vacío del múltiple, de tal manera que una cantidad de los gases que fluyen hacia el múltiple de admisión son parte de los gases del cárter del motor, los cuales son usados para la combustión, minimizando las emisiones nocivas de los gases. La válvula PCV funciona como se muestra en la Figura 1.9, de acuerdo con las condiciones del motor.

Figura 1.9 Funcionamiento válvula PCV



Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

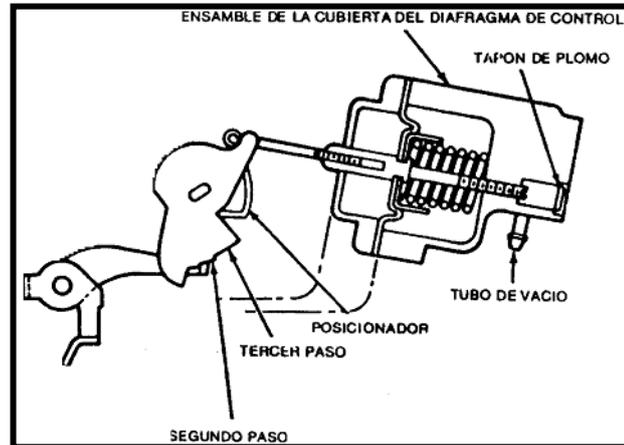
- **Régimen de velocidad mínima o desaceleración:** En estas condiciones el vacío es fuerte de manera que la válvula se mueve hacia arriba (se abre). Sin embargo en estas condiciones el pasaje es angosto, por lo que el volumen de gas que fluye es bajo.
- **Funcionamiento normal:** En velocidad de cruceo o en el régimen medio de r.p.m. el vacío es menor que en el ralentí, de manera que el pasaje de vacío se abre ampliamente. Con la válvula en esta posición, se admitirán más gases del cárter en la admisión de aire del motor.
- Cuando existe **aceleración o carga pesada** y cuando el motor está apagado, la válvula PCV se cierra completamente y el pasaje de vacío también se cierra debido a la ausencia de vacío y la presión del resorte. La válvula PCV permite que las emisiones del cárter sean arrastradas al proceso de combustión del motor, a velocidades variables, dependiendo del vacío en el múltiple del motor.

1.2.2.1.2 Sistemas de amortiguamiento del acelerador (DASHPOT)

Cuando un automóvil está desacelerado y la mariposa de aceleración del carburador está cerrada, se alimenta una mezcla Aire/Combustible muy rica al motor. Esta resulta del vacío demasiado elevado en el múltiple de admisión. Al mismo tiempo como la compresión baja durante la desaceleración, la combustión se vuelve inestable (combustión incompleta) y la cantidad de HC y CO aumenta substancialmente en el escape. Este sistema amortiguador es colocado al lado contrario del TPS (Throttle Position Sensor) en los sistemas EFI (Electronic Fuel

Injection), y amortigua el descenso de la mariposa a su posición de mariposa cerrada. El DASHPOT generalmente es una cámara de vacío (pulmón) la cual es accionada mecánicamente por la mariposa.

Figura 1.10 Amortiguador activado por vacío



Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

1.2.2.1.1.3 Sistemas de emisiones evaporativas (EVAP)

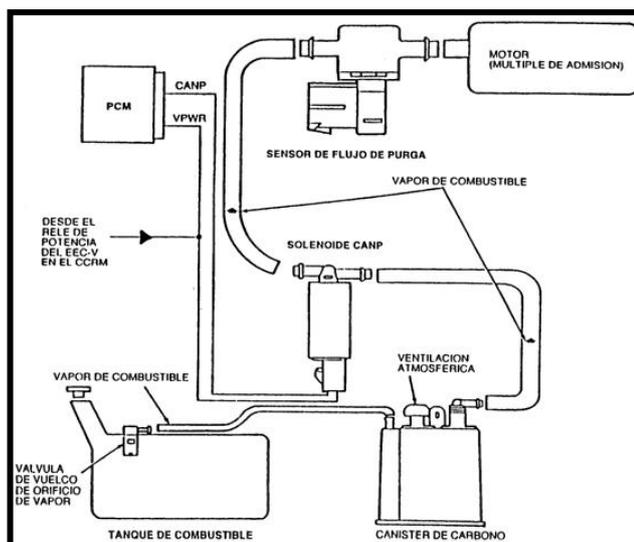
Recuerde que el objetivo de este sistema es reunir los vapores que se forman cuando el combustible está almacenado. En términos generales, esto quiere decir en el tanque de combustible y en la tina del flotador del carburador, cuando se usa éste.

El sistema de emisiones evaporativas (EVAP), básicamente consiste de un tanque de combustible, tapón rellenedor, una válvula de vuelco-orificio de vapor, un canister de carbono, solenoide de purga del canister (CANP), Válvula de manejo de vapor (VMV), un sensor de flujo de purga (PFS), mangueras de vapor de combustible y un conjunto de tubo de ventilación del cárter.

Los vapores de combustible atrapados en el tanque de combustible sellado se ventean a través del conjunto de válvula de vuelco-orificio de vapor en la parte superior del tanque.

Los vapores dejan el conjunto de válvula a través de una línea de vapor sencilla y continúan hacia el canister de carbono para su almacenamiento hasta que sean purgados hacia el motor para su quemado.

Figura 1.11 Sistemas de emisiones evaporativas (Ford)

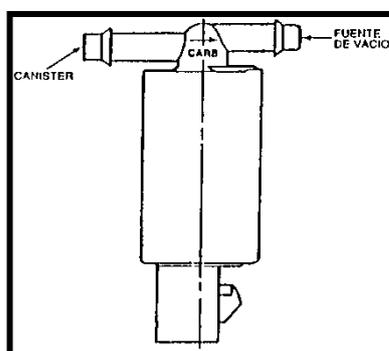


Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

1.2.2.1.1.4 Solenoide de purga del canister (CANP)

El Solenoide de purga del canister (CANP) es la parte del Sistema de emisiones evaporativas controlada por la ECU. Controla el flujo de vapores (purga) desde el canister de carbono hacia el múltiple de admisión durante los diversos modos de operación. El CANP es una válvula normalmente cerrada.

Figura 1.12 Solenoide de purga del canister (CANP)

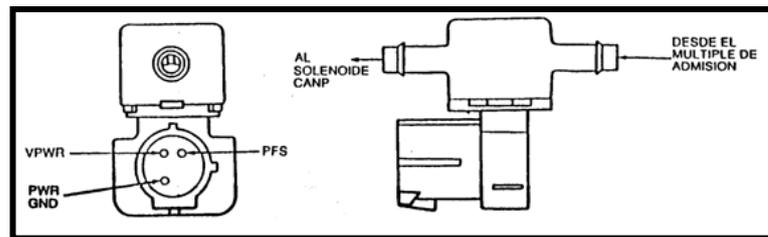


Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

1.2.2.1.1.5 Sensor de flujo de purga (PFS)

El Sensor de flujo de purga (PFS), monitorea la operación del solenoide del CANP durante la Prueba de emisiones evaporativas y el flujo del vapor a través del solenoide CANP, y cambia la señal de entrada de PFS hacia la ECU basado en las condiciones de flujo. La ECU monitorea esta señal y proporciona una de salida hacia el solenoide CANP basado en las condiciones de flujo.

Figura 1.13 Sensor de flujo de purga (PFS)

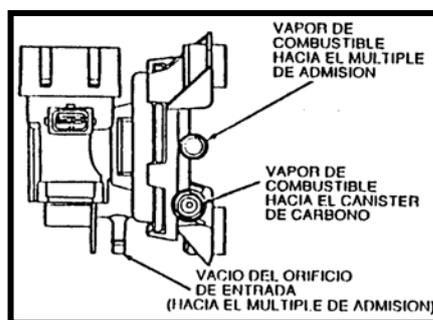


Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

1.2.2.1.1.6 Válvula de manejo de vapor (VMV)

La válvula de manejo de vapor (VMV) es la parte del sistema de emisiones evaporativas controlada por la ECU. Esta controla el flujo de los vapores (purga) desde el canister de carbono hacia el múltiple de admisión durante los diversos modos de operación del motor. La VMV es una válvula normalmente cerrada.

Figura 1.14 Válvula de manejo de vapor (VMV)



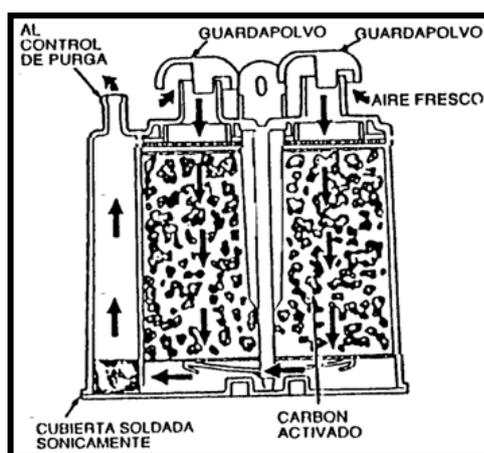
Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

1.2.2.1.1.7 Canister de carbono

El canister de carbono que tiene el automóvil, es un recipiente que contiene varias onzas de carbón granulado, un filtro por donde entra el aire, y conexiones de manguera al tanque de combustible (y al carburador si éste se usa), y puede tener un vacío o una válvula eléctrica de control. Un accesorio final de la manguera dirige los vapores al interior del cuerpo de aceleración, o múltiple de admisión, para que se quemen en el motor durante el proceso normal de combustión.

Una vez que el automóvil se pone en marcha, el sistema de control de emisión de vapores decidirá cuándo y a qué velocidad se aplica el vacío, proveniente del múltiple de admisión del motor, al cánister de carbón activado. Una vez que el vacío se aplica, se hace pasar aire fresco al interior del mismo a través del filtro. Este aire vaporiza al combustible que había en la superficie del carbón y se mezcla con él.

Figura 1.15 Cánister de carbono



Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

1.2.2.1.1.8 Sistema de inyección de aire (PULSAR y AIS)

Parte del combustible no quemado después del proceso de combustión va a dar a la atmósfera, esto es otra causa de alta contaminación, aunque en un menor grado para los sistemas EFI. El catalizador en el tubo de escape fue una solución, pero la mayoría de estos catalizadores de 2 y 3 vías fabricados aproximadamente antes de los años 1990, tenían una gran deficiencia de funcionamiento a bajas RPM y en compresión.

En marcha ralentí los catalizadores tienden a enfriarse, esto es debido a la ausencia de O_2 para el proceso del quemado de los gases de escape, en la mayoría de los sistemas EFI el contenido de O_2 después de la combustión es de alrededor de 0.20% a 2.5%, esto es relativamente muy poco ya que los catalizadores necesitan del O_2 para elevar el punto de calentamiento.

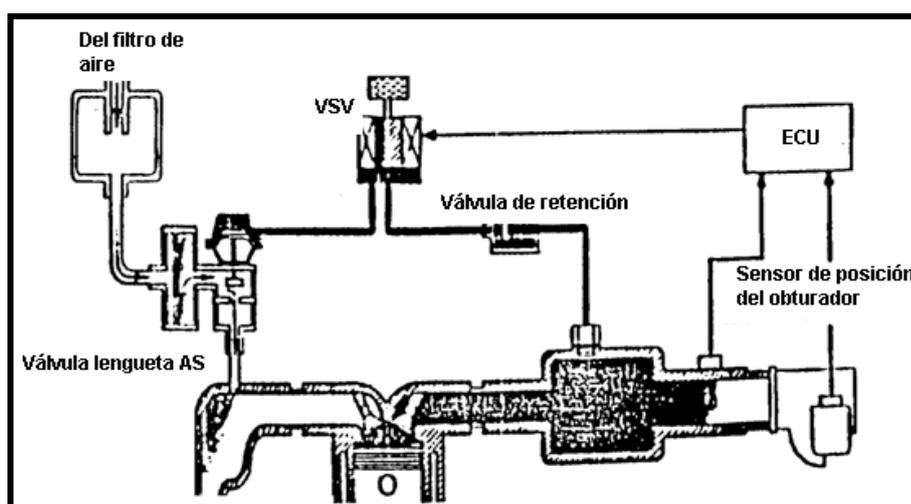
La inyección de aire solamente se da por debajo de las 1200 RPM y en algunos casos en compresión, está inyección se da después del sensor de O_2 para que el mismo no envíe información falsa a la ECU.

La inyección de aire ayuda a elevar la temperatura del funcionamiento del catalizador a bajas RPM y hace el mismo efecto que inyectar oxígeno a un soplete de acetileno, entre más aire mayor la temperatura de la llama, claro, si el sistema de inyección de aire sigue operando a altas RPM se podría provocar que el catalizador se enfriara al igual que la llama de un soplete se apaga cuando se excede la cantidad de oxígeno. Existen dos métodos para lograr esto:

a) El método de succión de aire (PULSAR o AS)

El método PULSAR o AS usa las pulsaciones del gas de escape por ejemplo, cambios repentinos en la presión de escape, para abrir y cerrar una válvula de lengüeta dejando entrar aire al múltiple de escape en pequeños pulsos.

Figura 1.16 Sistema PULSAR o AS



Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

La cantidad de aire que puede ser introducida al múltiple de escape usando este método es pequeño en comparación con el método AIS, de manera que el método PULSAR o AS sólo puede ser usado en motores de pequeña cilindrada.

En algunos sistemas PULSAR o AS se provee un dispositivo para prevenir que se suministre aire mientras el motor desacelera o cuando está frío. Durante la desaceleración y cuando la temperatura del enfriador es baja, la mezcla Aire/Combustible es muy rica y existe el peligro de sobrecalentamiento del catalizador o que ocurra fuego posteriormente.

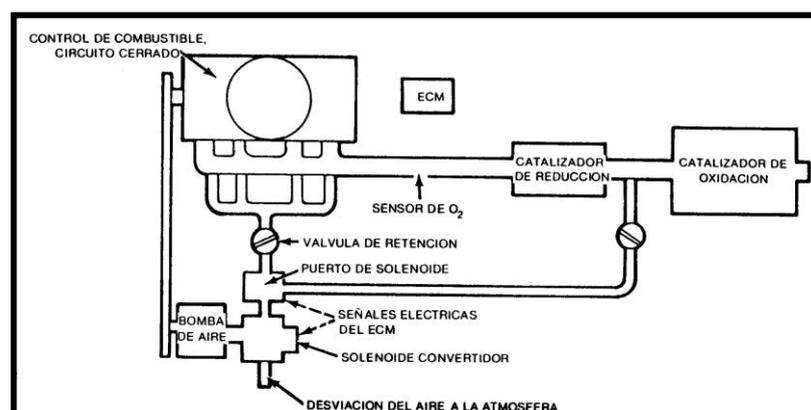
La ECU en la mayoría de estos sistemas controla una válvula VSV que hace que el aire sea desviado hacia el tubo de escape o hacia la atmósfera. El aire inyectado al tubo proviene del filtro de aire.

b) El método de inyección de aire (AIS)

Este método utiliza una bomba de aire la cual es impulsada por una banda o eléctricamente, e introduce aire forzado al múltiple de escape. Puede suministrar suficiente aire para la recombustión en el catalizador.

Cuando la bomba es impulsada por una banda, se consume parte de la potencia del motor, por esto se utiliza solamente en vehículos de alta cilindrada. Estos sistemas también utilizan una válvula VSV para controlar el desvío de aire al tubo de escape y en algunos casos hasta dos VSV se pueden encontrar para controlar todo el sistema.

Figura 1.17 Sistema AIS

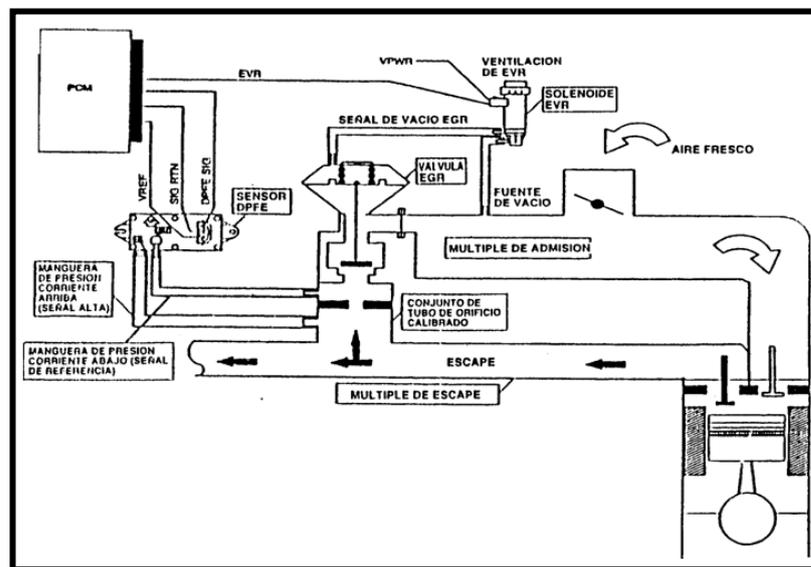


Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

1.2.2.1.1.9 Sistema de recirculación de gases (EGR)

El sistema de recirculación de gases de escape (EGR) controla las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx). Pequeñas cantidades de gases de escape (aproximadamente un 7% del volumen de la cámara de combustión) son recirculadas de vuelta a la cámara de combustión para ser mezclados con la carga de aire/combustible. La temperatura de la cámara de combustión se reduce bajando las emisiones de NOx.

Figura 1.18 Diagrama del sistema EGR



Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

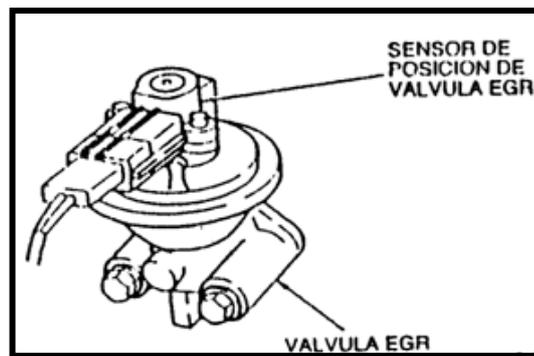
La recirculación del gas de escape (EGR) es un sistema que permite que entre al múltiple de admisión una cantidad controlada del gas del escape, las partes importantes de este sistema incluyen una válvula EGR para recircular el gas de escape y un sistema de control para esa válvula. Existen dos tipos generales de sistema de control con válvula EGR, según que la válvula accionada por vacío, sea controlada por un sistema mecánico o por uno electrónico.

El sistema EGR se activa sólo durante los modos de mariposa parcial cuando el motor está caliente y estabilizado. Estas condiciones existen luego que haya pasado un período de tiempo desde el arranque del motor, el sensor de posición de mariposa (TPS) indica mariposa parcial y el sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT) indica un motor caliente. El sistema EGR es desactivado por la

ECU siempre que el sensor TPS indique mariposa cerrada o mariposa totalmente abierta. Mientras se introducen los gases al motor por la EGR, la ECU compensa los cambios en la relación aire/combustible por medio de la modificación de la amplitud del pulso del inyector y el avance de la chispa de encendido.

En algunos sistemas de inyección se utiliza un sensor de posición de la válvula EGR, conocido como TPS de la EGR o EVP, está compuesto por una resistencia variable, colocada en la parte superior de la válvula EGR. Su función es mantener informada a la ECU sobre la posición de dicha válvula, siendo el vacío que activa la EGR controlado por la ECU, ésta puede determinar el funcionamiento de la misma. El sensor TPS de la EGR está conectado a tres cables los cuales trabajan bajo el mismo principio del sistema TPS de resistencia variable.

Figura 1.19 Sensor de Posición de la Válvula EGR



Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

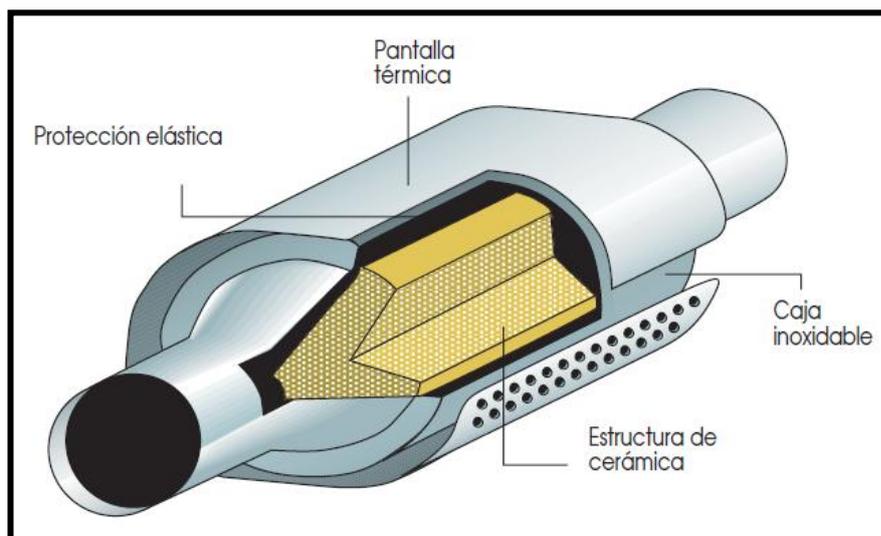
La EGR controlada por un solenoide es uno de los sistemas de control más comunes. No se necesita la recirculación del gas de escape cuando el motor está frío, en régimen de marcha mínima o durante la desaceleración. Bajo estas condiciones la combustión no alcanza a formar NOx.

Tampoco se tolera EGR cuando la mariposa de aceleración está completamente abierta, porque se necesita máxima potencia y puede ser una situación relacionada con la seguridad. El sistema de control para la válvula EGR debe responder a todas estas situaciones. El control EGR debe también dosificar el aire y el flujo de gas a través del motor.

1.2.2.1.1.10 Convertidor catalítico

El sistema de control de emisiones del convertidor catalítico que se usa comúnmente, tiene dual, en el tubo de escape, cercano al múltiple de escape. El convertidor tiene dos secciones catalíticas: un catalizador de tres conductos y un catalizador de oxidación.

Figura 1.20 Convertidor catalítico



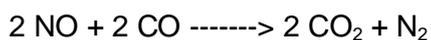
Fuente: AS, S.L. Fabricante de catalizadores para vehículos, "Información Técnica sobre catalizadores", Internet: <http://www.as-sl.com/informacion/index.htm>, Acceso: 15 Mayo de 2010.

La primera sección del catalizador se hace cargo de convertir los óxidos de nitrógeno (NO_x) en nitrógeno (N) y oxígeno (O₂). Los gases de escape muy calientes hacen contacto con el material catalizador en la superficie de la cama nido de abeja o perlada, en el casco convertidor.

El catalizador hace que los gases sean más activos químicamente. Los óxidos de nitrógeno que están en los gases de escape se separan en nitrógeno y oxígeno. Los gases se enfrían un poco y entran a la segunda sección del convertidor.

El aire extra puede ser inyectado a los gases del escape antes de que entren a la sección de oxidación del catalizador. Cuando el HC, CO y NO_x son calentados con oxígeno a 500°C (932°F), no existe prácticamente ninguna reacción química entre estos gases. Sin embargo cuando son pasados por un catalizador, ocurre una reacción química y estos gases son convertidos a los inofensivos CO₂, H₂O, y N₂, así:





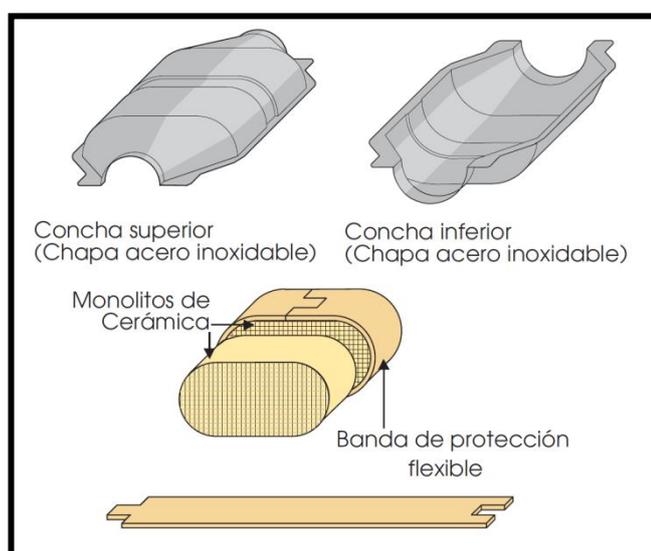
En el mercado existen dos tipos de catalizadores:

- El de oxidación: Mezcla los gases con el oxígeno.
- El de reducción: Divide las moléculas de los gases.

Los componentes que forman un catalizador son:

- Catalizador (Monolítico).
- Separador elástico (Malla de hierro).
- Cuerpo de metal.

Figura 1.21 Partes del catalizador



Fuente: AS, S.L. Fabricante de catalizadores para vehículos, "Información Técnica sobre catalizadores", Internet: <http://www.as-sl.com/informacion/index.htm>, Acceso: 15 Mayo de 2010.

1.2.2.1.10.1 Sistemas de catalizador

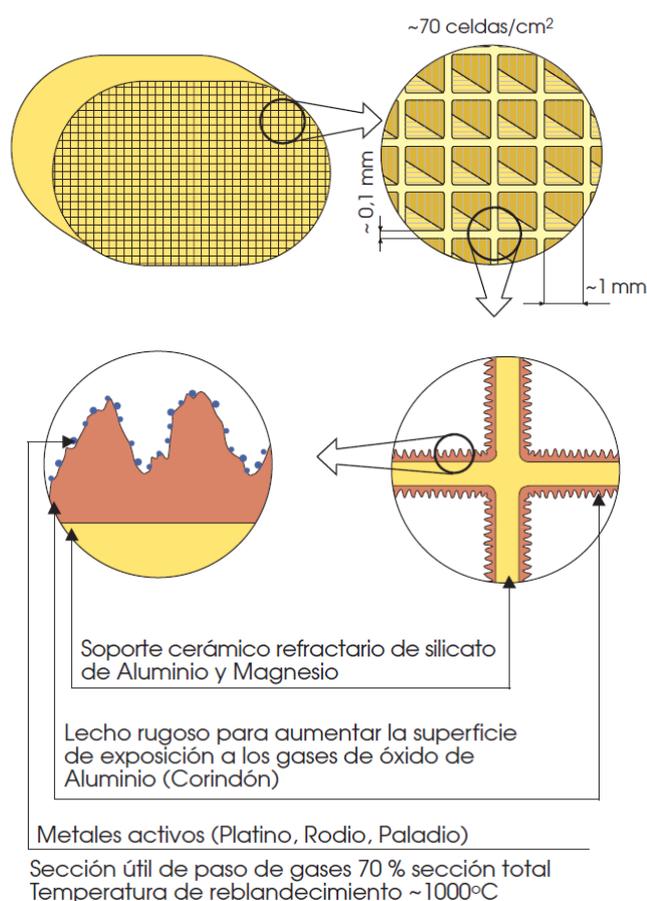
Existen varios sistemas de catalizador instalados en los distintos vehículos, entre los que se pueden citar:

- Catalizador de tres vías con sensor de oxígeno.
- Catalizador de tres vías sin control electrónico.
- Catalizador de dos cámaras para tres gases.
- Catalizador de oxidación de dos gases.
- Catalizador de oxidación de dos gases para motores de mezcla pobre.

1.2.2.1.1.10.2 Clases de monolitos

Dentro del catalizador se encuentran aproximadamente 60 canales por centímetro cuadrado. El espesor de unas pares de un canal tiene aproximadamente 0.15 mm, si este es de cerámica. Mientras que en un monolítico metálico tiene aproximadamente un espesor de 0.07 mm.

Figura 1.22 Monolítico de un catalizador



Fuente: AS, S.L. Fabricante de catalizadores para vehículos, "Información Técnica sobre catalizadores", Internet: <http://www.as-sl.com/informacion/index.htm>, Acceso: 15 Mayo de 2010.

Sobre la superficie de cada canal se encuentra una capa de óxido de aluminio. Sobre el óxido de aluminio se encuentran las sustancias catalíticas tales como el rodio, platino, paladio, etc. En cada catalizador se encuentran de 1.5 a 2.0 gramos de las sustancias catalíticas antes mencionadas.

Tabla 1.5 Detalle de las condiciones de funcionamiento de un catalizador

Temperatura °C	Funcionamiento	Defecto
1440	Exceso de temperatura	Se derrite o suaviza la cerámica del catalizador
1200	Muy rápida desactivación	Separación del óxido de aluminio de la cerámica
1000	El tiempo de trabajo del catalizador es muy poco	Se pierden las sustancias porosas
1000	El tiempo de trabajo del catalizador es muy poco	Se pierden las sustancias porosas
800	El tiempo de trabajo del catalizador es menor que el óptimo	Trabajo óptimo
600	Desgaste del catalizador normal	
400	Inicio del trabajo del catalizador	
200	Catalizador desactivado (sin trabajar) SONDA LAMBDA	

Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

1.2.2.2 Emisiones de materias particuladas

Las partículas provienen de varias fuentes. Por ejemplo, muchas actividades industriales implican procesos que producen polvos; la explotación minera y otras actividades que implican remover la tierra; las operaciones agrícolas y la transferencia de granos o carbón de un contenedor a otro también producen polvos.

El uso inadecuado del suelo también puede ser una fuente significativa de partículas transportadas por el aire. Durante varios años los satélites han rastreado grandes cantidades de polvo y de contaminación industrial que se mueve con rapidez de Asia a través del Pacífico hacia Norteamérica. En 2000, grandes volúmenes de polvo del Desierto del Gobi en Mongolia, de otros desiertos asiáticos y de regiones con pastoreo excesivo adyacentes, viajaban en una nube que cruzó el Pacífico y llegó hasta Texas. En Seattle, Vancouver y otras ciudades de la Costa Oeste, el cielo se volvió una blanca mancha lechosa debido a la presencia de partículas de polvo. De manera similar, el polvo de África cae en el Caribe y en la región Este de Estados Unidos.

La incineración de combustibles fósiles es otra fuente importante de partículas de materia. Debido a las regulaciones en la calidad del aire, las industrias han hecho mucho para reducir la cantidad de partículas que se desprende por la incineración de combustibles fósiles. Existen diferentes clases de dispositivos para atrapar las partículas de manera que no escapen de las chimeneas. Estos dispositivos son

muy efectivos, ya que han logrado reducir en un alto grado las partículas provenientes de combustibles fósiles incinerados. Sin embargo, las partículas más pequeñas que provienen de emisiones gaseosas (SO_2 , NO_x) siguen siendo un problema.

Los motores diesel son una fuente importante de material particulado y las emisiones gaseosas de los vehículos de motor contribuyen a la formación de partículas más pequeñas de la misma forma en que las fuentes industriales lo hacen. Las actividades industriales, el uso de vehículos de motor y las prácticas de uso de suelo son las fuentes principales de materia particulada, pero también son significativas muchas actividades personales. Mucha gente del mundo utiliza leña como su principal fuente de combustible para cocinar y calentarse. En los países desarrollados como Estados Unidos y Canadá, algunas personas utilizan fogatas y estufas de leña como una fuente importante de calor, pero la mayoría de ellas las emplean como una fuente complementaria de calor o con fines estéticos. Sin embargo, el uso de grandes cantidades de chimeneas y de fogatas puede generar un problema importante de contaminación aérea, denominado nube café. Muchas municipalidades como Boise, Idaho, Salt Lake City, Utah; y Denver, Colorado (y algunos estados completos), imponen multas para hacer cumplir la prohibición de quemar leña durante episodios severos de contaminación del aire. Muchas otras comunidades emiten alertas de contaminación y solicitan a la gente que no utilice quemadores de leña. Muchas de estas comunidades tienen regulaciones que rigen el número y la eficiencia de las estufas de leña y de las fogatas.

1.2.2.3 Emisiones de las plantas de energía

Para controlar el dióxido de azufre que se produce principalmente por las plantas generadoras de energía eléctrica, se cuenta con varias opciones. Una alternativa es cambiar el combustible alto en azufre por un combustible bajo en este elemento. El cambio de carbón bajo en azufre reduce en 66% la cantidad de azufre liberado en la atmósfera. Cambiar a petróleo, gas natural o combustibles nucleares reduciría el dióxido de azufre aún más. Sin embargo, éstas no son soluciones a largo plazo debido a que los combustibles bajos en azufre son escasos, y las plantas de energía nuclear presentan un conjunto de problemas diferentes de contaminación.

Una segunda alternativa es eliminar el azufre del combustible antes de que éste se utilice. El tratamiento físico-químico del carbón antes de que sea incinerado puede

eliminar cerca de 40% del azufre. Esto es técnicamente posible, pero incrementa el costo de la electricidad para quien paga las tarifas.

La purificación de los gases emitidos en una chimenea es una tercera alternativa para contrarrestar los efectos negativos de las plantas generadoras de energía. La tecnología está disponible, pero, por supuesto, la instalación, el mantenimiento y operación de estos dispositivos de control son costosos. Al igual que en el caso de las emisiones de autos, los gobiernos han precisado la instalación de estos dispositivos, pero cuando las industrias los instalan, el costo de construcción y operación se transmite al consumidor. El costo de instalar purificadores en una planta típica de energía es de aproximadamente 200 millones de dólares.

1.2.3 Deposición ácida

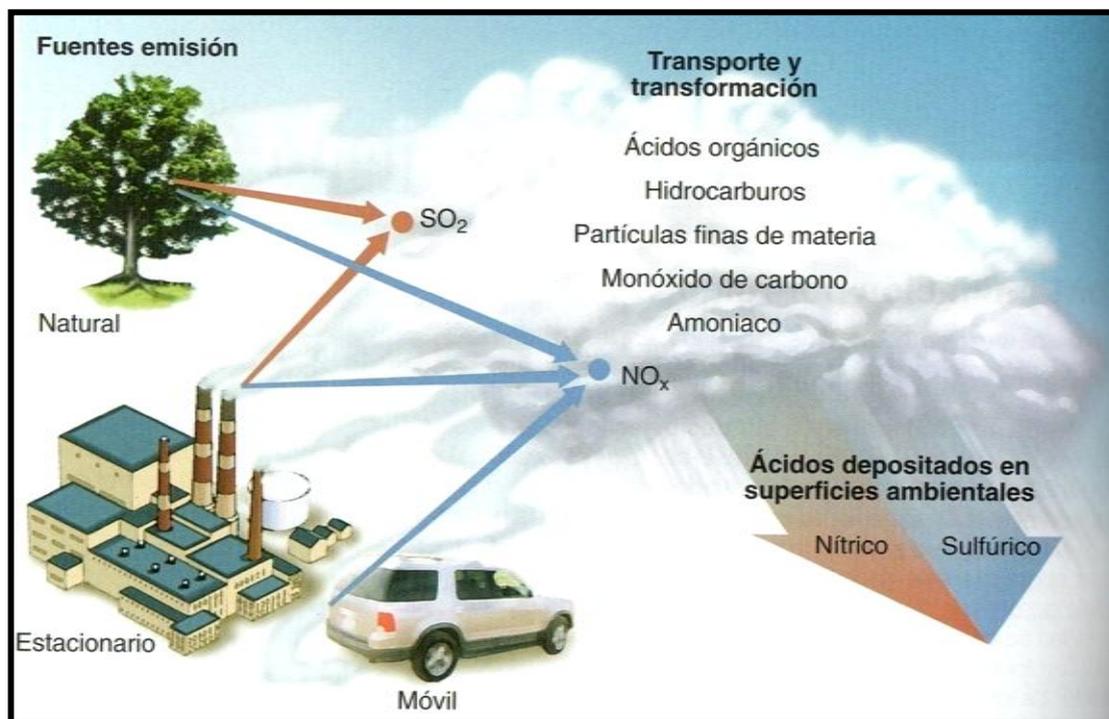
La deposición ácida es la acumulación de partículas formadoras de ácidos en la superficie. Estas partículas se pueden disolver por medio de la lluvia, nieve o niebla, o se pueden depositar como partículas secas. Cuando las partículas secas son depositadas, el ácido en realidad no se forma hasta que los materiales se mezclan con agua. A pesar de que los ácidos se forman y se depositan de diferentes maneras, todas estas fuentes de partículas formadoras de ácidos se denominan comúnmente lluvia ácida. Los ácidos son producto de causas naturales, como vegetación, volcanes, relámpagos, así como de las actividades humanas, como la incineración de carbón y el uso de motores de combustión interna. (Ver figura 1.23)

Estos procesos de combustión producen dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x). Los agentes oxidantes, como el ozono, los iones de hidróxido o los peróxidos de hidrógeno, junto con el agua, son necesarios para convertir el dióxido de azufre o los óxidos de nitrógeno en ácido sulfúrico o nítrico.

La lluvia ácida es un problema mundial. Existen reportes de grandes daños por lluvia ácida en Canadá, Inglaterra, Alemania, Francia, Escandinavia y Estados Unidos. Normalmente, la lluvia es un poco ácida (pH entre 5.6 y 5.7) dado que el dióxido de carbono atmosférico se disuelve en agua para producir ácido carbónico. Pero las lluvias ácidas algunas veces tienen una concentración de ácido miles de veces más alta que lo normal. En 1969, New Hampshire tuvo una lluvia con un pH de 2.1. En 1974, Escocia sufrió una lluvia con un pH de 2.4. En la actualidad, la

lluvia en gran parte del noreste de Estados Unidos y algunas regiones de Ontario tiene un pH de aproximadamente 4.5.

Figura 1.23 Fuentes de deposición ácida



Fuente: ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 400.

La lluvia ácida provoca diferentes daños. Los monumentos y edificios muchas veces están hechos con materiales que contienen piedra caliza (carbonato de calcio, CaCO_3), debido a que esta roca es relativamente suave y fácil de trabajar. El ácido sulfúrico (H_2SO_4), un componente importante de la lluvia ácida, convierte la piedra caliza en yeso (CaSO_4), que es más soluble que el carbonato de calcio y se erosiona al paso de muchos años de contacto con la lluvia ácida. Las superficies de metal también pueden sufrir el ataque de la lluvia ácida.

Existe una fuerte relación entre el declive de los bosques y la lluvia ácida. El dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno son las principales moléculas que conforman la lluvia ácida. El depósito de ácidos provoca cambios esenciales en áreas donde los suelos no son capaces de reducir la acidez adicional. Cuando el suelo se vuelve más ácido, los sitios dañados liberan aluminio, y éste se vuelve parte del agua del suelo, donde interfiere con la capacidad de las raíces de las plantas para absorber nutrientes. Un estudio reciente de efectos a largo plazo en New Hampshire sugiere

de manera contundente que muchos años de precipitaciones acidas han reducido la cantidad de calcio y magnesio del suelo, los cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas. Aunque la lluvia acida se suspendiera, no existen formas fáciles de reemplazar el calcio, se necesitarían muchos años para que los bosques pudieran regresar a un estado saludable. Por otro lado, la reducción en el pH del suelo también puede cambiar las clases de bacterias presentes y reducir la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Aunque ninguno de estos factores por sí solo es capaz de producir la muerte de los árboles, cada uno añade factores de perturbación en las plantas y permite que otros agentes, como las infestaciones de insectos, las condiciones climáticas extremas (en particular en altas elevaciones) o las sequías, debiliten aún más los árboles y en última instancia ocasionen su muerte.

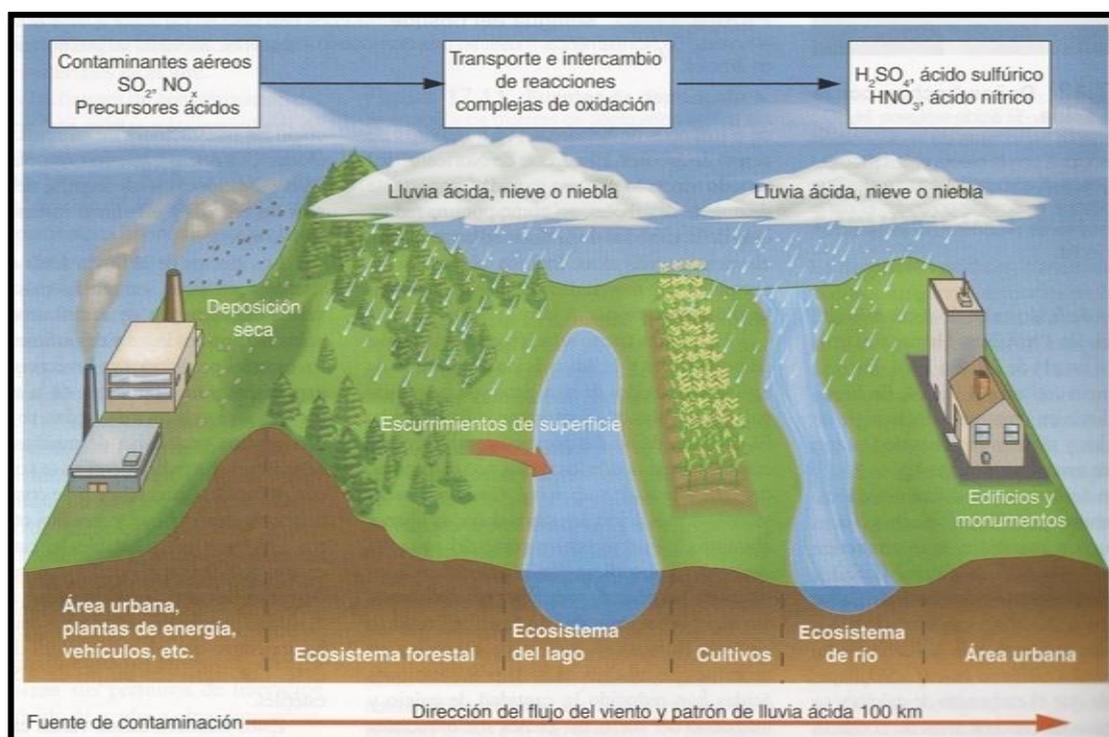
Los efectos de la lluvia acida en los ecosistemas acuáticos son mucho más claros. En varios experimentos se acidificaron intencionalmente algunos lagos y después se registraron los cambios producidos en los ecosistemas. Los experimentos mostraron que en la medida que los suelos se volvían más ácidos, se presentaba una pérdida progresiva de muchas clases de organismos. La red alimenticia se volvió menos complicada, un gran número de organismos no pudieron reproducirse y muchos otros murieron. Los lagos más saludables tenían un pH por encima de 6.0 a un pH de 5.5, muchas especies deseables de peces son eliminadas; a un pH de 5, sólo se pueden encontrar unos cuantos peces hambrientos, que no son capaces de reproducirse. Los lagos con un pH de 4.5 eran casi estériles.

Estos cambios tienen varias causas. Muchas de las primeras etapas del desarrollo de los insectos y los peces son más sensibles a las condiciones acidas que las etapas adultas. Además, las especies jóvenes muchas veces viven en aguas poco profundas, que son más afectadas por una inundación de ácido en los lagos y ríos durante el deshielo de la primavera. La nieve y sus ácidos se han acumulado durante el invierno, y el derretimiento de grandes cantidades de ácido los libera de una sola vez. Los suelos que se derivan de roca ígnea no son capaces de soportar los efectos de la deposición acida, mientras que los suelos derivados de rocas sedimentarias, como la piedra caliza, liberan bases que neutralizan los efectos de los ácidos.

En cualquier ecosistema acuático, los siguientes factores incrementan el riesgo de daños por la deposición acida: 1) ubicación en dirección del viento de una fuente

importante de contaminación; 2) lecho de roca duro e insoluble con una capa delgada de suelo infértil en la cuenca; 3) capacidad baja de resistencia en el suelo de la cuenca; 4) un área baja de la superficie del lago en relación con la cuenca. (Ver figura 1.24).

Figura 1.24 Factores que contribuyen al daño de la lluvia ácida



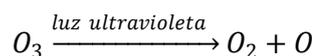
Fuente: ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 402.

1.2.4 Adelgazamiento de la capa de ozono

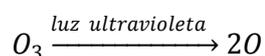
En la década de 1970, varios sectores de la comunidad científica estaban consternados por la posible reducción de la capa de ozono en la atmósfera superior de la Tierra. El ozono es una molécula de tres átomos de oxígeno (O_3). En 1985, se descubrió un adelgazamiento importante de la capa de ozono sobre el Antártico que había ocurrido durante la primavera del hemisferio sur; esta área se volvió famosa como el "agujero de ozono". Algunas regiones de la capa de ozono mostraron 95% de reducción. También se ha encontrado que la reducción del ozono está ocurriendo más hacia el norte que antes. Las mediciones en la región Ártica sugieren que también ahí hay un adelgazamiento de la capa de ozono. Estos

hallazgos ocasionaron que varios países se involucraran en los esfuerzos para proteger la capa de ozono.

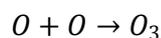
El ozono en las capas exteriores de la atmósfera, aproximadamente 15 a 35 km (9-21 millas) de la superficie de la Tierra, protege al planeta de los efectos dañinos de la radiación ultravioleta. El ozono absorbe la radiación ultravioleta y se divide en una molécula de oxígeno y un átomo de oxígeno:



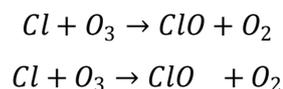
La luz ultravioleta también divide a las moléculas de oxígeno para formar átomos de este elemento:



La recombinación de átomos y moléculas de oxígeno permite que el ozono se forme de nuevo y esté disponible para absorber más luz ultravioleta.



Esta serie de reacciones produce la absorción de 99% de la energía de la radiación ultravioleta proveniente del sol e impide que alcance la superficie de la Tierra. Menos ozono en la atmósfera superior provocaría que más radiación ultravioleta alcance la superficie de la Tierra, lo cual ocasiona una incidencia mayor de cáncer de piel y cataratas en humanos así como mutaciones en todos los seres vivos. Los clorofluorocarbonos están muy implicados en la reducción de ozono en la atmósfera superior. El cloro reacciona con el ozono para reducir la cantidad de ozono presente de la siguiente manera:



Ambas reacciones destruyen el ozono y reducen la probabilidad de que se forme debido a que el oxígeno atómico (O) también es eliminado. También es importante observar que puede llevar de 10 a 20 años a las moléculas de clorofluorocarbonos llegar a la estratosfera, y después podrán reaccionar con el ozono hasta por 120 años.

Desde 1970, cuando los clorofluorocarbonos fueron vinculados con la destrucción de la capa de ozono en la atmósfera superior, su uso como propulsores en los envases de aerosol ha sido prohibido en Estados Unidos, Canadá, Noruega y Suecia; además, la Unión Europea accedió a reducir el uso de los clorofluorocarbonos en los envases de aerosol. Sin embargo, en otras partes del mundo siguen siendo muy utilizados como propulsores de productos en aerosol.

En 1987, varios países industrializados, como Canadá, Estados Unidos, Reino Unido, Suecia, Noruega, los Países Bajos, la ex Unión Soviética y Alemania occidental, accedieron a congelar la producción de clorofluorocarbonos a los niveles actuales y reducir 50% la producción para el año 2000. Este documento conocido como el Protocolo de Montreal fue ratificado por el Senado de Estados Unidos en 1988. A pesar de que las inquietudes iniciales estuvieron relacionadas con el problema de la destrucción de la capa de ozono, los esfuerzos por reducir los clorofluorocarbonos también han sido efectivos para eliminar el gas invernadero.

Como resultado del Protocolo de Montreal de 1987, las emisiones de clorofluorocarbonos descendieron 87% de su punto más alto en 1988. En Londres, en 1990, se lograron acuerdos internacionales para reducir aún más el uso de estos productos. Un obstáculo importante para estas negociaciones fue la renuencia de los países desarrollados del mundo para establecer un fondo de ayuda para que las naciones menos desarrolladas implementaran tecnologías que les permitieran obtener refrigeración y aire acondicionado sin el uso de los clorofluorocarbonos. En 1991, la empresa DuPont anunció el desarrollo de nuevos refrigerantes que podrían no calentar la capa de ozono. Esta y otras alternativas refrigerantes se usan ahora en refrigeradores y aires acondicionados en muchas naciones. Por ello, en 1996 se detuvo la producción de los clorofluorocarbonos en Estados Unidos. Como resultado de estos esfuerzos internacionales y de los rápidos cambios en la tecnología, el uso de los clorofluorocarbonos ha descendido rápidamente, y las concentraciones de estos compuestos en la atmósfera descenderán lentamente en las próximas décadas. A pesar de que la dimensión del agujero de ozono ha fluctuado en años recientes, la tendencia actual sugiere que el tamaño se puede estabilizar.

1.2.5 Calentamiento global y cambio climático

En años recientes, los científicos se dieron cuenta de que la temperatura promedio de la Tierra estaba incrementándose y buscaron las causas de este cambio. Es claro que en el pasado geológico, antes de que los humanos estuvieran presentes, la Tierra experimentó muchos cambios en su temperatura promedio. Por ello, los científicos en un principio trataron de establecer si el calentamiento era un fenómeno natural o era resultado de la actividad humana. Varios gases como el dióxido de carbono, los clorofluorocarbonos, el metano y el óxido nitroso se conocen como gases invernadero, ya que dejan que la energía radiante del sol ingrese a la atmósfera pero desaceleran la pérdida de calor de la superficie de la Tierra. La evidencia del cambio climático en el pasado se remonta a 160000 años, e indica una correlación cercana entre la concentración de gases invernadero en la atmósfera y las temperaturas globales. Las simulaciones computacionales del clima indican que las temperaturas globales se elevarán al incrementarse los gases invernadero; además, se pronostican muchos otros efectos ocasionados por un incremento en la temperatura. Dado que estas predicciones están basadas en modelos computacionales del clima, algunos las han criticado por ser inexactas y estar formuladas a partir de datos imprecisos. Sin embargo, aunque cada vez se reúne e ingresa información más adecuada y concreta a los modelos, las conclusiones generales siguen siendo las mismas.

Para el público en general es difícil referirse a estos cambios o evidenciarlos, dado que cada uno de nosotros sólo experimenta su propio clima local. Además, observamos muchos cambios a corto plazo en los patrones climáticos, que parecen mayores que las predicciones generadas por los modelos computacionales. Sin embargo, mediante los modelos se está intentando pronosticar las tendencias de largo plazo para grandes regiones de la Tierra.

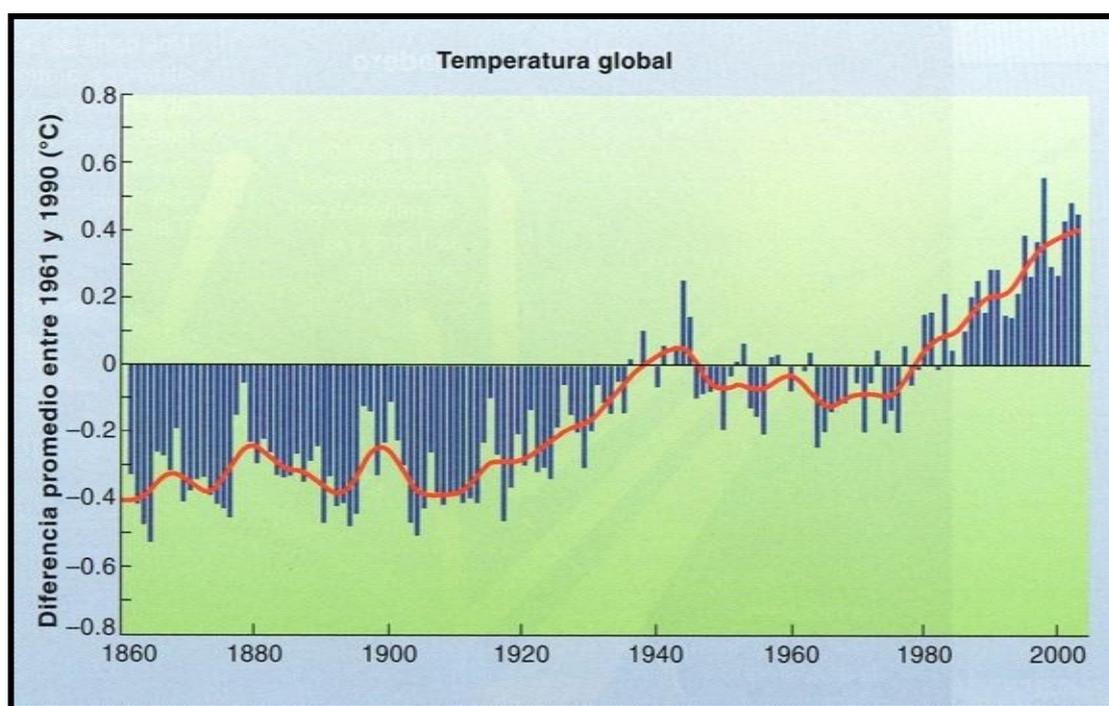
Debido a que la importancia del calentamiento global es un asunto que produce desacuerdos, el Programa ambiental de las Naciones Unidas estableció un Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) para estudiar el tema y formular recomendaciones. Su Primera evaluación fue publicada en 1990. En 1996 se publicó la Segunda evaluación, la cual concluyó que el cambio climático está ocurriendo y que es altamente probable que la actividad humana sea una importante causa de ello. El IPCC ha llegado a varias conclusiones importantes, por ejemplo:

1. La temperatura promedio de la Tierra se ha incrementado de 0.3 a 0.6°C (0.5-1.0°F) en los pasados 100 años. Según los registros, 1998 fue el año

más caluroso, 2002 fue el segundo más caluroso, y 2003 fue el tercero. Durante el mismo periodo el nivel del mar se elevó de 10 a 25 cm (4-10 pulgadas). (Ver figura 1.26)

2. Existe una fuerte correlación entre el incremento en la temperatura y la concentración de gases invernadero en la atmósfera.
3. La actividad humana incrementa de manera significativa las cantidades de estos gases invernadero.

Figura 1.25 Cambios en la temperatura global promedio

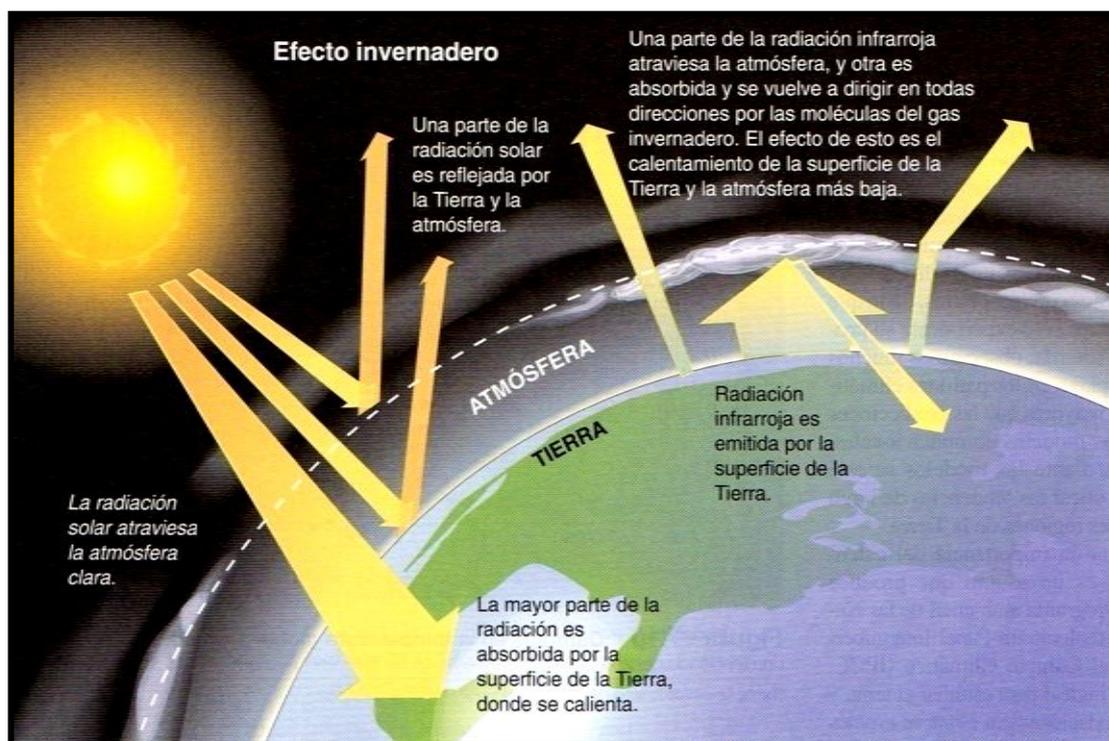


Fuente: ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 405.

1.2.5.1 Causas del calentamiento global y cambio climático

¿Cuál es la verdadera causa del calentamiento global? La explicación es hasta cierto punto simple. Varios gases en la atmósfera son transparentes a la luz ultravioleta y visible, pero absorben la radiación infrarroja. Estos gases permiten que la luz del sol penetre a la atmósfera y pueda ser absorbida por la superficie de la Tierra. Esta energía de la luz del Sol es radiada nuevamente como radiación infrarroja (calor), que es absorbida por los gases invernadero de la atmósfera. Debido a que el efecto es similar a lo que pasa en un invernadero (el vidrio permite que entre la luz pero retarda la pérdida de calor), estos gases se denominan gases invernadero, y el calentamiento que se piensa que ocurre debido a su incremento se denomina efecto invernadero. (Ver figura 1.27).

Figura 1.26 Efecto invernadero



Fuente: ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 406.

Los gases invernadero más importantes son el dióxido de carbono (CO_2), los clorofluorocarbonos (principalmente CC_{13}F y CC_{12}F_2), el metano (CH_4) y el óxido nítrico (N_2O). La tabla 1.7 enumera la contribución de cada uno de estos gases al potencial para el calentamiento global.

Tabla 1.6 Principales gases invernadero

Gas invernadero	Concentración previa 1750 (ppm)	Concentración actual (ppm)	Contribución al calentamiento global (porcentaje)	Fuentes principales
Dióxido de carbono (CO_2)	280	373.1	60	*Incineración de combustibles fósiles *Deforestación
Metano (CH_4)	0.688	1.73	20	*Producidos por bacterias en humedales, campos, lagos y en los intestinos del ganado *Liberación de combustibles fósiles
Clorofluorocarbonos (CFC)	0	0.00088	14	*Liberación de espumas, aerosoles, refrigerantes y solventes
Óxidos de nitrógeno (N_2O)	0.270	0.317	6	*Incineración de combustibles fósiles *Fertilizantes *Deforestación

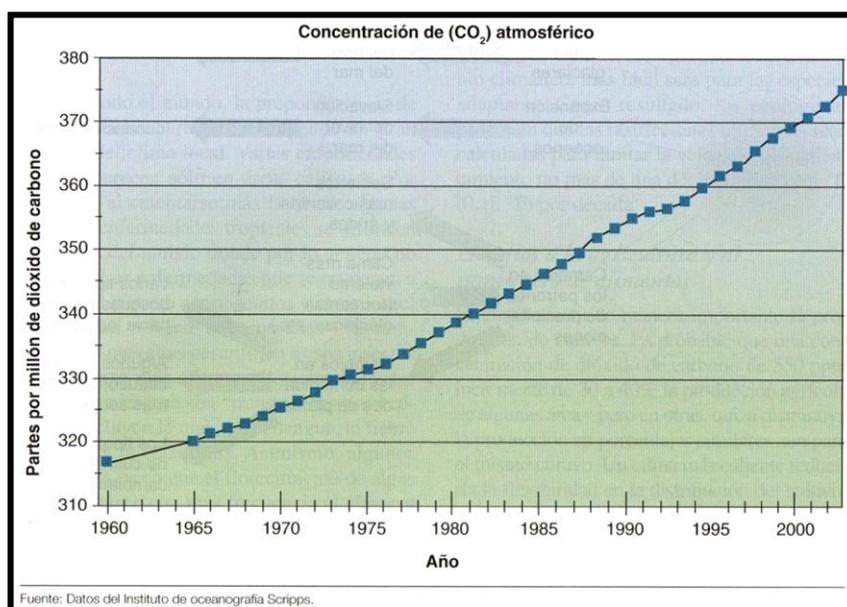
Fuentes: Datos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, con actualizaciones del Laboratorio nacional Oak Ridge.

Fuente: ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 406.

El dióxido de carbono (CO_2) es el más abundante de los gases invernadero. Ocurre como una consecuencia natural de la respiración. Sin embargo, enormes cantidades de CO_2 se depositan en la atmósfera como producto del desecho de la producción energética. El carbón, el petróleo, el gas natural y la biomasa se incineran para suministrar calor y electricidad a los procesos industriales, la calefacción de hogares y la preparación de alimentos.

Otro factor que contribuye al incremento en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera es la deforestación. Los árboles y otros tipos de vegetación absorben el dióxido de carbono del aire y lo usan para sus procesos de fotosíntesis. Dado que los árboles viven durante mucho tiempo, realmente invierten el carbono en su estructura. La tala de los árboles para convertir el suelo forestal en otros usos libera este carbono, mientras que la reducción en la cantidad de los bosques disminuye su capacidad de absorber el dióxido de carbono de la atmósfera. La combinación de estos factores (incineración de combustible fósil y deforestación) ha producido un incremento en la concentración de dióxido de carbono de la atmósfera. Según la medición del observatorio Mauna Loa, en Hawai, los niveles de dióxido de carbono han ascendido a casi 315 partes por millón (ppm) en 1958 a cerca de 376 ppm millón en 2003 (Ver figura 1.27). Esto representa un incremento de aproximadamente 19%.

Figura 1.27 Cambio del dióxido de carbono atmosférico



Fuente: ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 407.

Los clorofluorocarbonos (CFC) provienen por completo de la actividad humana. Se utilizan ampliamente como gases refrigerantes en aires acondicionados y refrigeradores, como solventes de limpiadores, como propulsores de contenedores de aerosol y como expansores de los productos espumosos. A pesar de que están presentes en la atmósfera en cantidades mínimas, son extremadamente buenos como gases invernadero (alrededor de 15000 veces más eficientes en retardar la pérdida del calor que el dióxido de carbono).

El metano proviene principalmente de fuentes biológicas, aunque también ingresa a la atmósfera una parte que proviene de las fuentes de combustible fósil. En particular, existen varias clases de bacterias que son abundantes en los humedales y en los campos de arroz, y liberan metano en la atmósfera. Las bacterias liberadoras de metano también se encuentran en grandes cantidades en el intestino de las termitas y de varias clases de animales rumiantes como el ganado. El control de las fuentes de metano es poco probable dado que la fuente primaria implica prácticas agrícolas que serían muy difíciles de cambiar. Por ejemplo, las naciones tendrían que convertir los arrozales en otras formas de agricultura o reducir de manera drástica la cantidad de animales utilizados para la producción cárnica. Nada de esto es probable que ocurra, dado que la producción de alimentos en muchas partes del mundo necesita incrementarse, no reducirse.

El óxido nitroso es un componente menor en el panorama de los gases invernadero, que cuando ingresa en la atmósfera principalmente proveniente de combustibles fósiles y fertilizantes. Por lo tanto, podría reducirse mediante el uso cuidadoso de fertilizantes que contengan nitrógenos.

1.2.5.2 Consecuencias potenciales del cambio climático

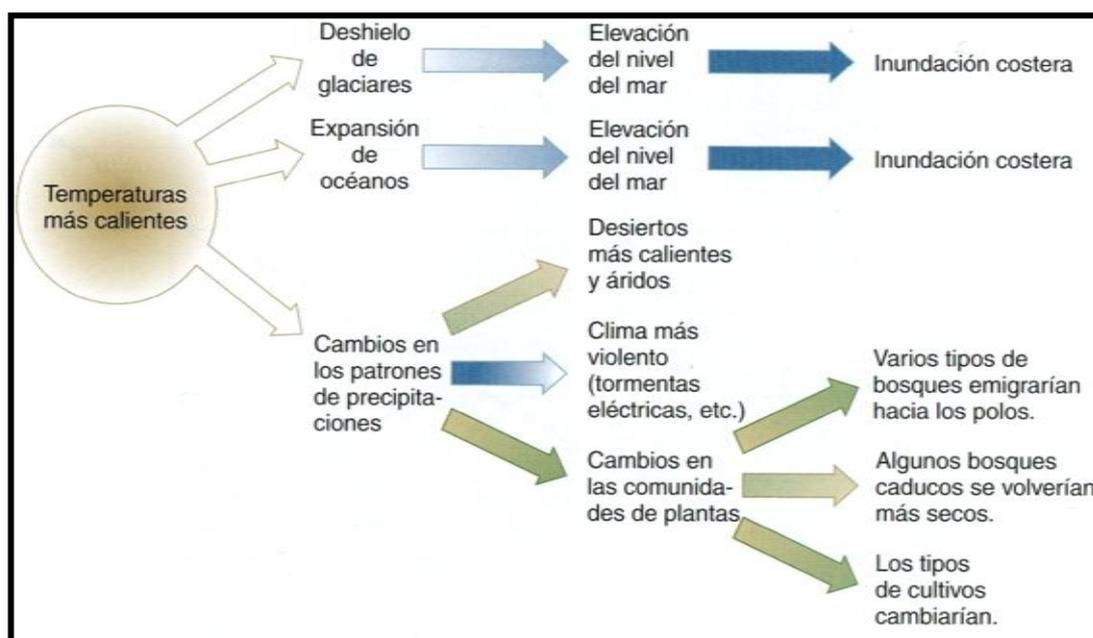
Es importante reconocer que a pesar de que un pequeño incremento en la temperatura promedio de la Tierra parece trivial, podría desencadenar cambios capaces de alterar de manera trascendental el clima de las principales regiones del mundo. Los modelos computacionales sugieren que la elevación de la temperatura genera altas incidencias de climas severos y cambios en los patrones de las precipitaciones pluviales que provocarían más lluvias en algunas áreas y sequías en otras. Estos modelos sugieren que la magnitud y la tasa de cambio diferirán de

una región a otra. Además, algunos ecosistemas naturales o establecimientos humanos podrán soportar o adaptarse a los cambios, pero otros no.

Por lo general, las naciones más pobres son más vulnerables a las consecuencias del calentamiento global. Estos países tienden a ser más dependientes de los sectores sensibles al clima, como la agricultura de subsistencia, y carecen de recursos para protegerse a sí mismos de los cambios que podría producir el calentamiento global. El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático ha identificado a África como "el continente más vulnerable al impacto de los cambios proyectados, ya que la extrema pobreza limita las capacidades de adaptación".

Además de los cambios en el clima, existen muchas otras consecuencias potenciales de las temperaturas altas y de los cambios en el clima. (Ver figura 1.28). Éstas incluyen la elevación de los niveles del mar, la alteración del ciclo hidrológico, daños potenciales para la salud, cambios en los bosques y áreas naturales, y los desafíos para la agricultura y el suministro de alimentos.

Figura 1.28 Efectos del calentamiento global



Fuente: ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México, p. 408.

1.2.6 Efectos sobre la salud

La concentración de los contaminantes se reduce al dispersarse éstos en la atmósfera, proceso que depende de factores climatológicos como la temperatura, la velocidad del viento, el movimiento de sistemas de altas y bajas presiones y la interacción de éstos con la topografía local, por ejemplo las montañas y valles. La temperatura suele decrecer con la altitud, pero cuando una capa de aire frío se asienta bajo una capa de aire caliente produciendo una inversión térmica, la mezcla atmosférica se retarda y los contaminantes se acumulan cerca del suelo. Las inversiones pueden ser duraderas bajo un sistema estacionario de altas presiones unido a una baja velocidad del viento.

Un periodo de tan sólo tres días de escasa mezcla atmosférica puede llevar a concentraciones elevadas de productos peligrosos en áreas de alta contaminación y, en casos extremos, producir enfermedades e incluso la muerte.

Los efectos de la exposición a largo plazo a bajas concentraciones de contaminantes no están bien definidos; no obstante, los grupos de riesgo son los niños, los ancianos, los fumadores, los trabajadores expuestos al contacto con materiales tóxicos y quienes padecen enfermedades pulmonares o cardíacas. Otros efectos adversos de la contaminación atmosférica son los daños que pueden sufrir el ganado, los cultivos y los ecosistemas forestales, como los provocados por la lluvia ácida en los bosques de coníferas del centro y norte de Europa.

A menudo los primeros efectos perceptibles de la contaminación son de naturaleza estética y no son necesariamente peligrosos. Estos efectos incluyen la disminución de la visibilidad debido a la presencia de partículas diminutas suspendidas en el aire, y los malos olores.

Tabla 1.7: Principales Contaminantes Emitidos por Fuentes del Sector Transporte

Contaminantes	Impactos Locales	Impactos Globales	Comentarios
CO	Agrava enfermedades cardiovasculares existentes, disminuye la percepción visual y la destreza.	Influencia indirecta en el calentamiento global por la competencia con el metano por la oxidación.	<ul style="list-style-type: none"> El sector transporte puede ser responsable hasta del 95% de las emisiones de CO en áreas urbanas. Gas globalmente distribuido.
HC	<ul style="list-style-type: none"> Rango de impactos a la salud incluyendo respiratorios, 	<ul style="list-style-type: none"> Entre estos compuestos se incluye el metano, un gas de potente efecto 	<ul style="list-style-type: none"> Un rango de fuentes naturales y antropogénicas provocan que las

	<p>neurológicos y carcinogénicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precursores del smog fotoquímico. 	<p>invernadero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Influencias sobre el calentamiento indirecto a través de la formación de ozono. 	<p>especies de HC estén generalmente disponibles como precursores del ozono.</p>
NOx	<ul style="list-style-type: none"> • Irritantes respiratorios. • Disminuye la visibilidad. • Precursor de ácido nítrico. • Precursor del smog fotoquímico. 	<p>Influencia indirecta sobre el calentamiento indirecto a través de la formación de ozono.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los impactos de acidificación y de producción de ozono del NOx pueden distribuirse en amplios territorios a través del transporte a larga distancia de especies persistentes.
O ₃	<ul style="list-style-type: none"> • Constituyente primario del smog fotoquímico. • Impactos respiratorios severos. • Daños en los materiales y en los cultivos. 	<p>Impactos sobre el calentamiento global debido al incremento de las concentraciones de fondo.</p>	<p>El O₃ no tiene fuentes directas de emisión — para su formación se requieren NOx, HC, y luz solar</p>
SOx	<ul style="list-style-type: none"> • Irritante respiratorio. • Disminución de la visibilidad. • Precursor de ácidos. 	<p>Los sulfatos tienen un efecto de enfriamiento debido a la dispersión de la luz.</p>	<p>El SO₂ tiene un prolongado ciclo de vida atmosférico que favorece una amplia distribución de impactos por acidificación</p>
PM	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos cardiovasculares y respiratorios. • Disminución de la visibilidad. • Incluye especies ácidas. 	<p>Las partículas pueden favorecer el calentamiento o enfriamiento atmosférico, dependiendo del contenido de carbón y de las capacidades de difracción de la luz.</p>	<p>El tiempo de vida atmosférica varía en función del tamaño de la partícula.</p>
GEI		<p>Provocan el calentamiento global por su acumulación atmosférica de largo plazo.</p>	<p>El sector transporte es una fuente principal de CO₂ pero menos importante para el metano y el N₂O.</p>

Fuente: BLUMBERG, Katherine et al (2003) *Gasolina y Diesel de bajo azufre: La clave para disminuir las emisiones vehiculares*, Traducción de Luis Sánchez Cataño, p. 63-64.

1.3 CONCLUSIONES

Debido a que las acciones humanas son la principal causa de la contaminación, es posible hacer algo para disminuirla. El problema de la contaminación del aire está

directamente relacionado con la cantidad de personas que viven en un área y la clase de actividad que desarrollan. El mejoramiento de la calidad del combustible es indispensable para reducir las emisiones contaminantes en los vehículos, por otro lado el tráfico urbano excesivo, con frecuentes aceleraciones y desaceleraciones, en una ciudad con una fisonomía y características de circulación urbana con escasa longitud en gran parte de los desplazamientos, favorecen al incremento de los contaminantes. Por estas razones y muchas otras debemos estar conscientes que el uso excesivo del vehículo es perjudicial para la salud de todos los cuencanos. El implantar una cultura de mantenimiento de los vehículos es una prioridad, para evitar que las emisiones contaminantes vayan en aumento, como también para disminuir los accidentes por fallas mecánicas en las vías de la ciudad y sus alrededores.

CAPITULO II

LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR

2.1 DEFINICIÓN

La Revisión Técnica Vehicular, también conocida como RTV, es un conjunto de inspecciones a diferentes puntos de un vehículo, que tienen que ver con aspectos fundamentales del mismo: los que se conocen como de seguridad activa y pasiva, protección al ambiente e identificación, con especial atención a los aspectos de seguridad pasiva pues éstos están relacionados con las partes y elementos de un vehículo que, en caso de producirse un accidente, permiten que los ocupantes del automotor sufran el menor número de daños posibles. Esto garantiza a un conductor que su vehículo reúne las condiciones técnicas necesarias para circular.⁷

2.2 OBJETIVOS DE LA RTV ⁸

La Revisión Técnica Vehicular tiene como objetivos primordiales los siguientes:

- Contribuir con la conservación del medio ambiente mediante el control efectivo de las emisiones contaminantes.
- Contribuir a la optimización del consumo energético al mejorar el estado de los vehículos.
- Colaborar con las autoridades en la protección de la propiedad de vehículos.
- Disminuir la pérdida de vidas humanas.

⁷ MAYORCA, Fernando, Gerente General de RIVETE SyC (2009) *Presentación: Resultados de la RTV en Costa Rica*, Lámina No. 5, Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador, Febrero-2009.

⁸ MAYORCA, Fernando, Gerente General de RIVETE SyC (2009) *Presentación: Resultados de la RTV en Costa Rica*, Lámina No. 5, Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador, Febrero-2009.

⁸ CHONCHA, Paúl, Lozada & Castle Abogados (2009) *Presentación: La Inspección Técnica Vehicular: Proceso de Implementación del Sistema Homologo Nacional del Perú*, Lámina No. 20, Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador. Febrero-2009.

- Incremento de la seguridad vial y disminución del índice de siniestralidad vehicular.
- Permite crear una base de datos para implementar políticas futuras.

2.3 ELEMENTOS SUSCEPTIBLES A EVALUARSE EN CADA VEHÍCULO

Los elementos a evaluar en un vehículo están en función de su naturaleza constructiva y de la reglamentación vigente relacionada con el mismo, por tanto, la revisión técnica vehicular no evalúa todos los puntos a un determinado vehículo sino únicamente aquellos puntos que le son aplicables.

Generalmente se pueden destacar los siguientes sistemas vehiculares a ser evaluados en los automotores:

- **Motor:** mediante el analizador de gases y opacímetro se verifica los niveles de emisión de los motores; además con una inspección visual se chequea el funcionamiento y estado de sus elementos constituyentes.
- **Sistema de frenos:** mediante el frenómetro de rodillos se comprueba la correcta calibración, eficacia y desequilibrio del frenado; además se proceden a inspeccionar fugas y el estado de todos sus elementos.
- **Sistema de dirección:** con el alineador al paso se verifica la convergencia y divergencia de la dirección; además se inspecciona el estado y funcionamiento de todos sus elementos constitutivos con la ayuda del detector de holguras.
- **Sistema de alimentación:** se comprueba la inexistencia de fugas de combustible y el estado de todos sus elementos constituyentes.
- **Sistema de suspensión:** mediante el banco de suspensiones se comprueba el funcionamiento, eficacia y desequilibrio de la suspensión; además con la inspección visual se revisan todos sus elementos constituyentes.
- **Sistemas de seguridad y elementos de emergencia:** se verifica el correcto funcionamiento y estado de los sistemas y/o elementos de seguridad con los que debe contar un vehículo dependiendo de su tipo y servicio.

- **Sistema de alumbrado:** mediante el Regloscopio-Luxómetro se verifica la correcta alineación e intensidad de las luces principales; además visualmente comprobamos el funcionamiento y estado de todas las luces del vehículo.
- **Bastidor (chasis) y compacto:** mediante la inspección visual y el detector de holguras se verifica el estado de sus partes.
- **Aros y neumáticos:** mediante el perfilador de neumáticos y la inspección visual se verifica el estado de los neumáticos y aros del vehículo.
- **Estado general:** se procede a una inspección completa del vehículo y de sus partes (carrocería, puertas, pintura, vidrios, espejos, asientos, instrumental, baterías, etc.).
- **Requerimientos de circulación del transporte público:** mediante un instructivo preparado por ente regulador, se procede a la revisión de distintos elementos, dimensiones, seguridades y demás requerimientos exigidos, en función del tipo de transporte público que prestan los vehículos.

2.4 MÉTODOS DE INSPECCIÓN UTILIZADOS EN LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR ⁹

Los métodos utilizados en la inspección del vehículo con el fin de realizar las operaciones de revisión referidas, serán los siguientes:

2.4.1 Inspección Visual: Se atenderá a ruidos o vibraciones anormales, holguras o puntos de corrosión, soldaduras mal realizadas en determinados componentes, fisuras, roturas o piezas incorrectas. Esta inspección dará como resultado la introducción en el sistema de cómputo de los defectos visuales. De igual manera se recopilarán el conjunto de medidas y valores que se requieren para la evaluación de los vehículos de transporte público.

⁹ Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca - Cuencaire (2008) *Instructivo de la Revisión Técnica Vehicular*, Cuenca-Ecuador, Pág. 6.

2.4.2 Inspección Mecatrónica: Se realizará con la ayuda de aparatos e instrumentos mecatrónicos, electromecánicos y electrónicos, como lo son: Opacímetro (para medida de humos de motores de encendido por compresión), analizadores de gases de escape (motores de encendido por chispa), tacómetro, sonómetro para medir los niveles de ruido, frenómetro para comprobación del funcionamiento del sistema de frenos, el luxómetro con regloscopio integrado para comprobar intensidad y alineación de las luces altas y bajas, alineador de dirección al paso, banco de suspensión y perfilador de neumáticos para comprobar el labrado de los mismos. Todos los equipos anteriores estarán conectados a computadoras para recibir los valores medidos a un vehículo. Esta colección de medidas serán posteriormente comparadas con los umbrales o rangos correspondientes y transformadas a defectos calificados.

2.5 CRITERIOS PARA LA CALIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS

Los defectos que presentaren los vehículos automotores son calificados según su nivel de peligrosidad.

2.5.1 Defectos Tipo I (Moderados)

Son aquellos que no involucran un riesgo inminente para la seguridad de los ocupantes del vehículo, para las demás personas y/o para el ambiente, pero que podrían, posteriormente, convertirse en defectos Graves o Peligrosos, debido al deterioro natural o provocado. No son reconsiderados en las presentaciones subsecuentes del mismo período de revisión.

2.5.2 Defectos Tipo II (Graves)

Son aquellos que implican un riesgo potencial para la seguridad de los ocupantes del vehículo, para las demás personas y/o para el ambiente, si es que están sumados a otros defectos de la misma especie. Serán reconsiderados en las presentaciones subsecuentes del mismo período de revisión pudiendo desaparecer o cambiar a Tipo I o III.

2.5.3 Defectos Tipo III (Peligrosos)

Son aquellos que representan un riesgo inminente para la seguridad de los ocupantes del vehículo, para las demás personas y/o para el ambiente, lo que a su vez genera la obligación de llevar nuevamente el vehículo al Centro de RTV para comprobar que el defecto ha sido corregido. En esta nueva presentación podrían encontrarse nuevos defectos tipo III que no fueron considerados en presentaciones anteriores.

2.5.4 Resultado

2.5.4.1 Aprobado: Con un conjunto de defectos con calificación menor al límite de rechazo. Al vehículo se le expide un certificado de revisión, necesario para circular dentro del Cantón Cuenca y para poder ser matriculado.

2.5.4.2 Condicional: Con un conjunto de defectos con calificación mayor al límite de rechazo. El vehículo debe regresar reparado, en un período de treinta días, especificado en el certificado temporal, con al menos aquellos defectos que lo hicieron reprobado.

2.5.4.3 Rechazada: Cuando se han calificado varias revisiones condicionales, y se presupone que el vehículo no puede ser reparado presentando gran riesgo para la circulación.

2.6 EQUIPOS UTILIZADOS EN LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR

Para realizar el diagnóstico de los distintos sistemas que constituyen un vehículo se utilizan varios equipos, estos deben cumplir ciertas especificaciones en nuestro país según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos. El equipamiento se describe a continuación:

2.6.1 Sonómetro

2.6.1.1 Definición: Un sonómetro se puede definir como un dispositivo diseñado para medir el nivel de presión sonora, el cual está constituido de tres secciones

principales: micrófono, amplificador e indicador del nivel de potencia. Su unidad de procesamiento permite realizar medias globales, o bien por bandas de frecuencias, con diferentes respuestas temporales (Modos de Respuesta Rápido, Lento, Pico e Impulso). Por otro lado, con el fin de reducir al máximo las posibles diferencias entre las mediciones efectuadas con sonómetros de distintas marcas y modelos, existen unas normas internacionales a las que deben ceñirse los fabricantes de tales instrumentos.

2.6.1.2 Principio de funcionamiento: Su funcionamiento es el siguiente: Primero, la señal que es entregada por el micrófono y acondicionada por el preamplificador pasa por una serie de circuitos amplificadores para acomodar el rango de lectura con los niveles a medir, y posteriormente pasa a la red de ponderación. Estas redes de ponderación se introducen para que el sonómetro tenga una respuesta en frecuencia similar a la del oído humano. Las curvas de ponderación dan cuenta de la distinta sensibilidad del oído humano para cada frecuencia, y se corresponden con las curvas de igual nivel de sonoridad o curvas isofónicas. La escala del indicador del nivel de potencia está en decibeles: cero decibeles corresponde a un cambio de presión del aire de $20 \mu\text{Pa}$ y 120 dB equivale a un cambio de 20 Pa.¹⁰

Las medidas tomadas por los sonómetros son comparados a estándares conocidos para identificar si el nivel del ruido podría tener un efecto perjudicial en humanos localizados cerca de la fuente del ruido.¹¹

2.6.1.3 Requerimientos técnicos: Sonómetro integral ponderado con las siguientes características técnicas:

Tabla 2.1 Características técnicas del sonómetro

PARAMETROS	REQUERIMIENTOS
Características Generales	Filtros de ponderación requeridos Tipo "A" que cumpla con la recomendación Internacional de la OIML R 88. Lo que será demostrado mediante certificación del fabricante
Rango de frecuencia	20-10000 Hz
Rango de medición	35-130 dB
Valor de una división de escala (resolución)	0,1 dB

Fuente: NTE INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos. Literal 5.1.1.12

¹⁰ HERNANDEZ, Josué (2009) *Diseño de un sonómetro*, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, México, Internet: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/3972/1/DISENOSONOMETRO.pdf>, Acceso: 12 de septiembre de 2009.

¹¹ Quest Technologies, "Sonómetros". Internet: http://www.quest-technologies.com/Spanish/Products/Sound/s_sound.htm. Acceso: 04 de febrero de 2009.

Figura 2.1 Sonómetro



Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 2, Sección 1.

2.6.2 Analizador de gases:

2.6.2.1 Definición: Para el análisis de los gases de escape de un vehículo de combustión a gasolina, se requiere de un sistema capaz de medir las concentraciones de los distintos gases resultantes de la combustión del vehículo. Según las normas internacionales, el analizador debe medir la concentración de los siguientes gases:

- HC Hidrocarburos
- CO Monóxido de Carbono
- CO₂ Dióxido de Carbono
- O₂ Oxígeno
- NOx Óxido de Nitrógeno (opcional)

2.6.2.2 Principio de funcionamiento

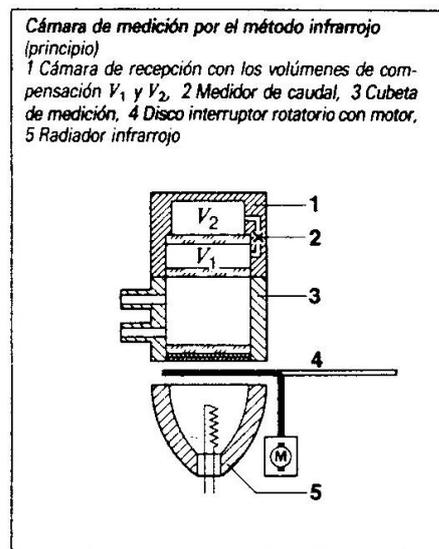
2.6.2.2.1 Aparatos de medición de los gases de escape por infrarrojos

Este procedimiento permite la medición precisa y selecta de los distintos componentes de los gases de escape. Se basa en el principio de que la luz infrarroja absorbida fuertemente por determinados componentes de los gases de

escape y además a una longitud de onda característica del componente en particular. Según tipos, existen aparatos contrastables para una componente (por ejemplo, CO) o para varios componentes (para CO/CH, CO/CO₂, CO/CH/CO₂, etc.)

Un radiador caliente, aproximadamente a 700°C, radia rayos infrarrojos que atraviesan una cubeta de medición y penetran en una cámara de recepción, en la cual se encuentra encerrado un gas con una proporción de CO definida. Con ello se absorberá allí una parte de la radiación específica de CO. Esta absorción provoca una elevación de la temperatura del gas, la que a su vez tiene como consecuencia el paso de gas a través de un medidor de caudal, al segundo volumen compensador V2. Puesto que la radiación es interrumpida rítmicamente por un disco interruptor rotatorio, se origina una circulación básica alterna entre ambos volúmenes V1 y V2. El medidor de caudal convierte esta circulación en señal eléctrica alterna. Cuando se mide un gas con proporciones variables de CO, al pasar por la cubeta de medición absorbe una parte de la energía de radiación, según la proporción que tenga de CO, que resulta perdida para la cámara de recepción. Como consecuencia de ello disminuye la circulación de base en la cámara de recepción. De este modo la variación de la señal de la base alterna es una medida del contenido de CO en el gas medido.

Figura 2.2 Cámara de medición por el método infrarrojo



Fuente: BOSCH (1992) *Manual de la Técnica del Automóvil*, 20a edición, Editorial Reverté S.A., p. 447.

2.6.2.3 Requerimientos técnicos: Analizador de 4 gases, con capacidad de actualización a 5 gases mediante la habilitación del canal de NO_x, con las siguientes características técnicas:

Tabla 2.2 Características técnicas del analizador de gases

PARAMETROS	REQUERIMIENTOS	
Características Generales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la concentración en volumen de CO, CO ₂ , HC ² y O ₂ , en los gases emitidos por el tubo de escape de vehículos equipados con motores ciclo Otto de 4 tiempos alimentados por gasolina, GLP o GNC. Cumplirán con lo indicado en la Recomendación Internacional OIML R 99 (clase 1) / ISO 3930 y la NTE INEN 2 203, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.	
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la velocidad de giro del motor en RPM, factor lambda (calculado mediante la fórmula de Bret Shneider) y temperatura de aceite. La captación de RPM no tendrá limitaciones respecto del sistema de encendido del motor, sea este convencional (ruptor y condensador), electrónico, DIS, EDIS; bobina independiente, descarga capacitiva u otro.	
Rangos de medición	Variable	Rango de medición
	Monóxido de carbono (CO)	0-10%
	Dióxido de carbono (CO ₂)	0-16%
	Oxígeno	0-21%
	Hidrocarburos no combustionados	0-5000 rpm
	Velocidad de giro del motor	0-10000 rpm
	Temperatura de aceite	0-150 °C
Condiciones ambientales de funcionamiento	Factor Lambda	0-2
	Temperatura	5-40 °C
	Humedad relativa	0-90%
	Altitud	Hasta 3000msnm
	Presión	500-760 mm Hg
Ajuste	Automático, mediante una mezcla certificada de gases.	
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible a ser insertada en la parte final del tubo de escape.	

Fuente: NTE INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos. Literal 5.1.1.10

Figura 2.3 Analizador de gases

Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 2, Sección 1.

2.6.3 Opacímetro

2.6.3.1 Definición: El analizador de emisiones de vehículos diesel, u opacímetro, permite medir la cantidad de absorción de luz producida por los gases de escape.

Para este propósito, el analizador cuenta con una cámara por la que circulan los gases de escape, en cuyos extremos se colocan un emisor y un sensor de luz. El sensor permite medir la intensidad lumínica recibida, para calcular luego el índice de absorción de luz.

2.6.3.2 Principio de Medición del Opacímetro¹²

El principio de medición se basa en la medición de la atenuación de la intensidad de radiación visible por absorción y dispersión de humo. La intensidad, I_0 , de radiación visible, generada por una fuente de radiación, pasa a través de una columna de humo de longitud específica, donde parte de la radiación es absorbida o dispersada por el humo ocasionando una reducción de la intensidad, I , recibida por un elemento fotosensible conocido como detector. La radiación absorbida y la radiación dispersada dependen de que exista interacción entre las componentes monocromáticas de radiación con el material que atraviesa dicha radiación, por lo que la longitud de onda es una magnitud de influencia.

La relación entre I y I_0 define la transmitancia, τ , magnitud que pertenece al sistema internacional de unidades.

El término, longitud específica de humo, se refiere a la trayectoria recorrida por la radiación a través del material, conocida como longitud efectiva del camino óptico ó longitud óptica efectiva, la cual depende del diseño del fabricante del opacímetro.

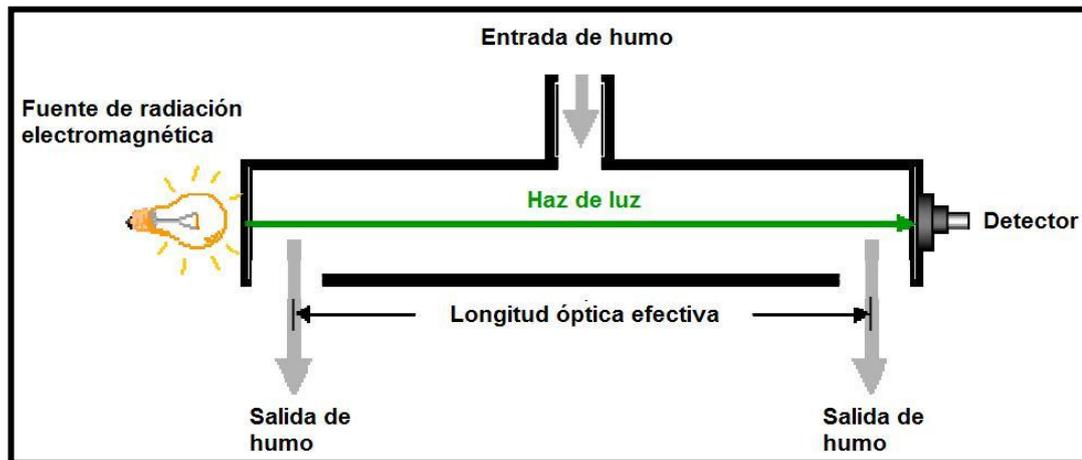
2.6.3.2.1 Diseño del opacímetro

El Opacímetro, posee una fuente de radiación visible, un detector y un camino óptico específico. Las especificaciones para los componentes antes mencionados están establecidas en normas tales como la ISO 11614:1999(E) y las normas propias de cada región o país.

¹² VALENCIA, Guillermo. (2008) *Trazabilidad en las mediciones de opacidad*, Simposio de Metrología 2008, Santiago de Querétano, México.

A continuación se describe de manera breve las especificaciones relevantes para los componentes arriba indicados que impactan fuertemente en la magnitud de opacidad y el coeficiente de absorción de luz.

Figura 2.4 Esquema típico de opacímetro de flujo parcial.



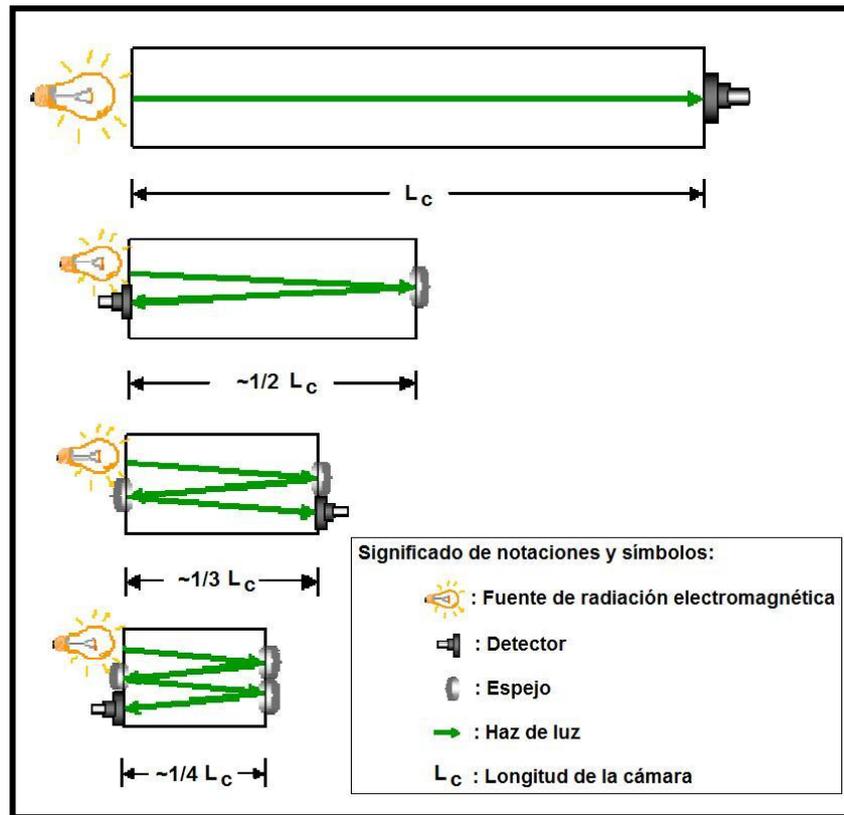
Fuente: VALENCIA, Guillermo (2008) *Trazabilidad en las mediciones de opacidad*, Simposio de Metrología 2008, Santiago de Querétano, México.

La fuente de radiación es usada para generar la radiación que atravesará la muestra. Puede ser una lámpara incandescente con temperatura de color de 2800 K a 3250 K o un LED verde con pico espectral entre 550 nm y 570 nm.

El camino óptico, en opacímetros de flujo parcial, depende del diseño de la cámara que contendrá el humo. Debe tener acabados internos de superficie que eviten o reduzcan la luz extraviada por reflexiones internas o efectos de difusión por ejemplo en negro mate.

Los arreglos dependen del diseño de cada fabricante. En la Fig. 2.5 se representan subjetivamente los posibles arreglos ópticos que se podrían tener para opacímetros de flujo parcial.

Figura 2.5 Arreglos ópticos posibles para una longitud óptica efectiva en opacímetros.



Fuente: VALENCIA, Guillermo (2008) *Trazabilidad en las mediciones de opacidad*, Simposio de Metrología 2008, Santiago de Querétano, México.

2.6.3.2.2 Definición de Magnitudes de Escala

Los opacímetros poseen dos escalas, opacidad y coeficiente de absorción de luz. La Opacidad es definida como la fracción de luz transmitida por un humo, el cual impide alcanzar el detector del instrumento. La opacidad es representada como una magnitud derivada de la transmitancia. Ver Ecuación (1):

$$N = 100 - T \quad (1)$$

donde N es la opacidad y T es la transmitancia expresada en porcentaje a una longitud de onda específica.

El Coeficiente de absorción de luz es definido por la Ley de Beer-Lambert, suele ser expresado en m^{-1} . Ver Ecuación (2):

$$k = -\frac{1}{L} \ln \left(1 - \frac{N}{100} \right) \quad (2)$$

donde K es el coeficiente de absorción de luz, L es la longitud óptica efectiva dada en metros, y ln indica el logaritmo natural.

El opacímetro es ajustado, en su escala de opacidad, a cero cuando la radiación pasa a través de la zona de medición (cámara de humo), llena del aire del medioambiente, y que llega al detector. El cien por ciento corresponde a la radiación mínima que llega al detector cuando se apaga o se bloquea la fuente de radiación. Un valor de opacidad intermedia entre 15 % y 85 % es evaluado con un Material de Referencia Certificado (MRC) para comprobar si el ajuste es correcto o requiere de algún modelo de ajuste diferente.

2.6.3.3 Requerimientos técnicos: Opacímetro de flujo parcial, con las siguientes características técnicas:

Tabla 2.3 Características técnicas del opacímetro

PARAMETROS	REQUERIMIENTOS	
Características Generales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la opacidad del humo emitido por el tubo de escape de vehículos equipados con motores de ciclo Diesel. Cumplirán con la Norma Técnica ISO 11614, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.	
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición de la velocidad de giro del motor en rpm y temperatura de aceite, para cualquier tipo de configuración del motor, sistema de alimentación de combustible y diámetro de cañería.	
Mediciones y resolución	0-100% de opacidad y Factor K de $-9999 (\infty) \text{ m}^{-1}$	
Condiciones ambientales de funcionamiento	Temperatura	5 - 40 °C
	Humedad relativa	0 - 90%
	Altitud	Hasta 3000 msnm
	Presión	500 - 760 mm Hg
Ajuste ¹³	Automático, mediante una mezcla certificada de gases.	
Sistema de toma de	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible a ser	

¹³ En la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2349 correspondiente a la Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos existe un error en el Literal 5.1.1.11, en el ajuste del opacímetro se cita que se realiza de manera automática, mediante una mezcla certificada de gases; lo cual corresponde a la calibración de un analizador de gases. Un opacímetro se ajusta con lentes de coeficiente de absorción de luz conocidos. Un valor de opacidad es evaluado con un Material de Referencia Certificado (MRC) para comprobar si el ajuste es correcto o requiere de algún modelo de ajuste diferente.

muestra	insertada en la parte final del tubo de escape.
---------	---

Fuente: NTE INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos. Literal 5.1.1.11

Figura 2.6 Opacímetro



Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 3, Sección 1.

2.6.4 Detector de holguras

2.6.4.1 Definición: El detector de holguras es utilizado en la revisión de ejes y demás componentes del vehículo, de los posibles desgastes y "juegos" que estos puedan sufrir.

2.6.4.2 Principio de funcionamiento: Esta comprobación se lleva a cabo gracias a las dos placas de comprobación, movidas hidráulicamente ubicadas en el suelo a un mismo nivel. Dichas placas son guiadas en sus movimientos de avance-retroceso, izquierda-derecha y sus respectivas transversales, mediante cómodos controles montados en una práctica lámpara de mano.

2.6.4.3 Requerimientos técnicos: Banco detector de holguras, empotrado sobre una fosa iluminada o un elevador, con las siguientes características técnicas:

Tabla 2.4 Características técnicas del detector de holguras

PARAMETROS	REQUERIMIENTOS
Tipo de banco	De dos placas, con movimientos longitudinales y transversales, iguales y contrarios. Accionamiento de placas con control remoto. Estará empotrado en el pavimento sobre la fosa o se incorporará al elevador.
Capacidad portante	1000 kg por placa para vehículos livianos. 3500 kg por placa para vehículos pesados.
Iluminación para detección visual	Lámpara halógena de alta potencia, regulable

Fuente: NTE INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos. Literal 5.1.1.9

Figura 2.7 Detector de holguras

Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 3, Sección 1.

2.6.5 Luxómetro

2.6.5.1 Definición: El luxómetro mide la intensidad de los faros del vehículo, como también la alineación de las luces con un regloscopio autoalineante de eje vertical y horizontal incorporado.

2.6.5.2 Principio de funcionamiento

2.6.5.2.1 Concepción del aparato

Los aparatos comprobadores de ajuste de faros son cámaras de proyección móviles, compuestas de una lente sencilla (objetivo) y una pantalla unida rígidamente a esta lente situada en su plano focal. La pantalla captadora lleva las marcas necesarias para el ajuste y por medio de dispositivos especiales, por ejemplo, una mirilla o espejos de reflexión móviles puede ser contemplada por el operario.

La medida de la regulación prescrita para los faros, es decir, la inclinación respecto al eje central del faro, dada en cm a 10 m de distancia, se regula por medio de un mando de botón de giro que hace variar la pantalla.

Para alinear el aparato de comprobación con el eje del vehículo se utiliza un dispositivo visor, por ejemplo, en forma de espejo con línea de mira. Por rotación se alinea el aparato de modo que la línea de mira toque igualmente dos marcas exteriores de referencia del vehículo. Para ajustarlo a la altura del faro, la cámara puede moverse por una guía vertical y fijarse.

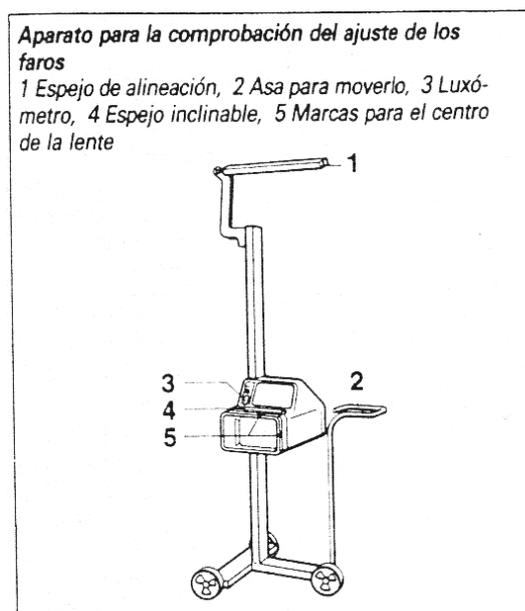
2.6.5.2.2 Comprobación de los faros

Cuando se haya colocado de esa forma el sistema óptico delante de la lente difusora del faro que se va a probar, se proyecta la luz del faro sobre la pantalla. En los aparatos preparados para ello también se puede medir la intensidad luminosa por medio de un fotodiodo con un instrumento de indicación.

En los faros con luz de cruce asimétrica el límite claro-oscuro debe tocar las líneas de limitación; el punto de corte entre la parte horizontal y la parte en pendiente debe estar en la vertical que pasa por la marca central.

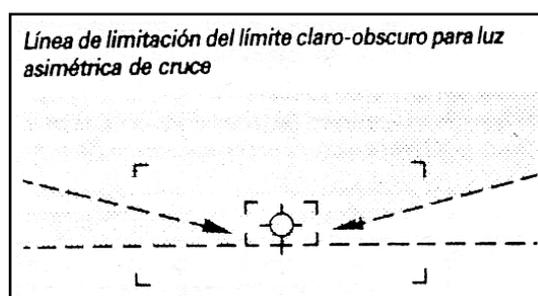
Después de la graduación prescrita para el límite claro-oscuro de la luz de cruce, el centro del haz luminoso de la luz de carretera (en el ajuste conjunto de la luz de carretera-luz de cruce) debe quedar dentro de las esquinas de limitación alrededor de la marca central.

Figura 2.8 Aparato para la comprobación del ajuste de los faros



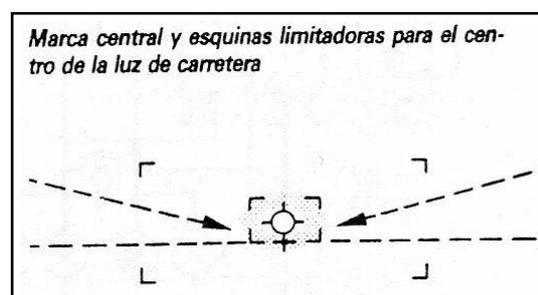
Fuente: BOSCH (1992) *Manual de la Técnica del Automóvil*, 20a edición, Editorial Reverté S.A., España, p. 595.

Figura 2.9 Línea de limitación claro-oscuro para la luz asimétrica de cruce



Fuente: BOSCH (1992) *Manual de la Técnica del Automóvil*, 20a edición, Editorial Reverté S.A., España, p. 595.

Figura 2.10 Marca central y esquinas limitadoras para el centro de la luz de carretera



Fuente: BOSCH (1992) *Manual de la Técnica del Automóvil*, 20a edición, Editorial Reverté S.A., España, p. 595.

2.6.5.3 Requerimientos técnicos: Luxómetro con regloscopio autoalineante de eje vertical y horizontal, con las siguientes características:

Tabla 2.5 Características técnicas del luxómetro

PARAMETRO	REQUERIMIENTO
Rango de medición	De 0 a mínimo 250000 candelas ($2,69 \times 10^6$ lux)
Alineación con el eje del vehículo	Automática

Fuente: NTE INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos. Literal 5.1.1.8

Figura 2.11 Luxómetro

Fuente: Centro de Revisión y Control Capulispamba, Línea 2, Sección 3.

2.6.6 Banco de suspensión

2.6.6.1 Definición: El banco de prueba de suspensiones, es un equipo para la comprobación de sistemas de suspensión montados en el vehículo.

2.6.6.2 Principio de funcionamiento

El banco simula el paso del vehículo por terreno irregular o una calzada ondeada sometiéndolo a una oscilación vertical. Esta acción se consigue mediante una excéntrica giratoria. Y en una gama de frecuencias de 3 a 25 Hz, con un periodo de oscilación de 0,33 a 0,04 segundos, por medio de las plataformas en las que se asientan las ruedas, que incorporan un captador o sensor de fuerza. Este elemento permite conocer tanto la carga o peso estático o reposo como la carga o peso dinámico por rueda, es decir, el que gravita sobre la rueda durante el ensayo.

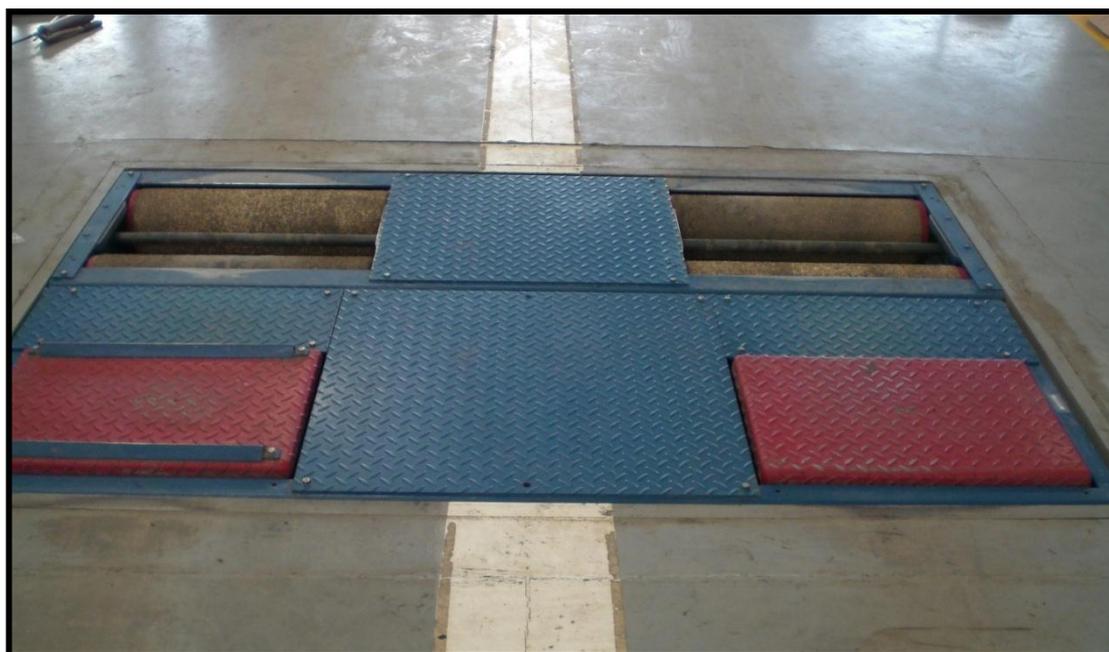
2.6.6.3 Requerimientos técnicos: Banco de pruebas para suspensiones, que deben medir automáticamente al menos la eficiencia de las suspensiones delantera y posterior en porcentaje y la amplitud máxima de oscilación en resonancia de cada una de las ruedas en milímetros, con siguientes características (exceptuando las líneas para vehículos pesados):

Tabla 2.6 Características técnicas del banco de suspensión

PARAMETRO	REQUERIMIENTOS
Tipo	De doble placa oscilante y empotrada a ras del piso, de amplitud y frecuencia de oscilación variables automáticas.
Ancho de vía del vehículo	850 mm mínimo interno 2000 mm máximo externo
Capacidad portante mínima	1500 kg por eje
Valor de una división de escala (resolución)	1 % en la eficiencia; 1mm en la amplitud

Fuente: NTE INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos. Literal 5.1.1.2

Figura 2.12 Banco de suspensión y frenómetro



Fuente: Centro de Revisión y Control Capulispamba, Línea 2, Sección 2.

2.6.7 Frenómetro

2.6.7.1 Definición: Su principal función es realizar una rápida y eficaz verificación del estado de funcionamiento de los sistemas de frenos del vehículos, midiendo con precisión la frenada máxima en los ejes delantero y trasero, el freno de mano, la diferencia de fuerzas de frenada de un mismo eje, el alabeo de disco y/o la ovalidad de tambores.

2.6.7.2 Principio de funcionamiento

2.6.7.2.1 Construcción

Un banco de pruebas de rodillos se compone fundamentalmente de dos juegos de rodillos independientes entre sí, para el lado derecho e izquierdo del banco de pruebas, y el vehículo se hace rodar sobre esos juegos de rodillos, de forma que las ruedas del eje que hay que probar rueden sobre ellos.

El elemento base de los juegos de rodillos, es un marco estable en el que va montado un rodillo de accionamiento y otro paralelo de rodadura, sobre cojinetes de bolas. Ambos rodillos están unidos entre sí por medio de un accionamiento de cadena. El rodillo de accionamiento es movido a través de unos engranajes reductores por un motor trifásico. La unidad de accionamiento montada “flotante” en la prolongación del árbol del rodillo de accionamiento y puntada al marco a través de una palanca embridada a los engranajes sobre un dispositivo de medición de fuerza. La medida de la fuerza de frenado F_{Br} se basa en la medición del momento de reacción M_R . Los motores eléctricos accionan los rodillos motrices con una velocidad periférica determinada y la mantienen también constante cuando a las ruedas del vehículo que giran sobre ellos se les aplica un par de frenado elevado. Ese par de frenado es transmitido a través de la unidad de accionamiento con el brazo de palanca al dispositivo de medición de fuerza.

Este dispositivo puede ser como la cápsula manométrica de un sistema hidráulico que actúa directamente sobre un manómetro, cuya escala está calibrada en newtons, y que indica la fuerza de frenado de forma analógica. O bien la palanca que soporta el par de giro tiene su otro apoyo en un muelle guiado linealmente, de modo que la fuerza del frenado se convierte en un recorrido del muelle y un indicador de recorrido, de anillo en cortocircuito, lo transforma en una inducción proporcional a la fuerza de frenado. El circuito de medida se encuentra en las proximidades inmediatas de la inductancia variable. Esto permite especialmente la transmisión exenta de perturbaciones de la señal de medición como una sucesión de impulsos, con la que la información de la medida está codificada. La posterior elaboración de datos, se realiza electrónicamente con un microprocesador, de forma que todas las informaciones contenidas en la medida de la fuerza de frenado, tales como diferencias u oscilaciones se evalúan por separado y se presentan en

forma digital y también se pueden poner en forma de protocolo por medio de una impresora conectada al circuito.

2.6.7.2.2 Función

Los motores de accionamiento del juego de rodillos se conectan o bien por mando a distancia o bien por medio del automatismo de conexión y desconexión del banco de pruebas. La característica visible de uno de esos automatismos es el rodillo palpador, dispuesto en forma móvil entre los rodillos de prueba, para cada juego de rodillos. Si este rodillo palpador queda oprimido hacia abajo por las ruedas del vehículo al entrar en el banco de pruebas, se pone en marcha el banco de pruebas. Se vuelve a desconectar automáticamente tan pronto como el vehículo abandona el banco de pruebas. Si al frenar, la fuerza de frenado es mayor que la del rozamiento entre los neumáticos y los rodillos de prueba, la rueda empieza a resbalar y se bloquea. Sin embargo, tan pronto como las ruedas resbalan ya no se mide la fuerza de frenado sino la resistencia al resbalamiento que oponen los neumáticos contra los rodillos y por eso las mediciones de la fuerza de frenado con las ruedas patinando no sirven para la comprobación de los frenos. Estas mediciones erróneas y el posible deterioro de los neumáticos los evita la desconexión automática por resbalamiento. Por medio del número de revoluciones del rodillo palpador se determina el resbalamiento y cuando se sobrepasa un valor máximo prefijado, se desconecta el banco de pruebas.

Figura 2.13 Emisor del valor de medida en el banco de pruebas

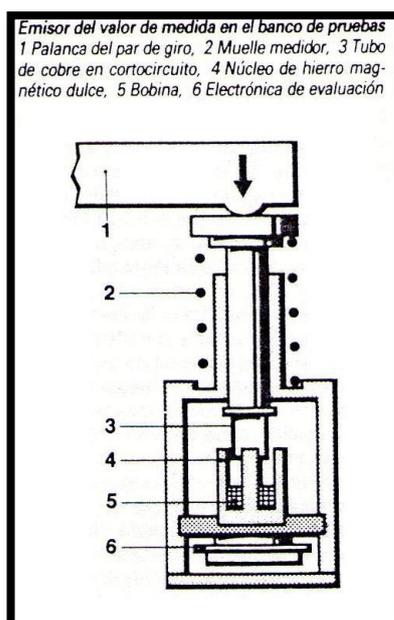
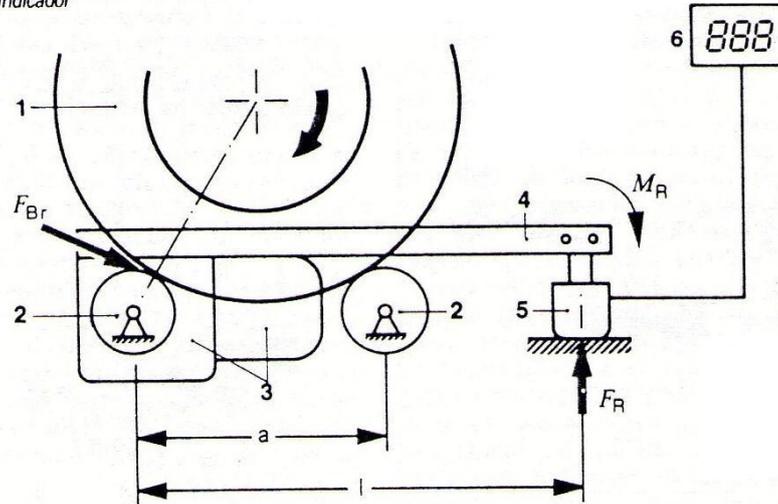


Figura 2.14 Determinación de la fuerza de Frenado F_B , por medición del momento de reacción M_R

Determinación de la fuerza de frenado F_B , por medición del momento de reacción M_R
 1 Neumáticos del vehículo
 2 Par de rodillos a la distancia a
 3 Motor con reductor
 4 Palanca del par de giro de longitud l
 5 Emisor del valor de medida
 6 Aparato indicador



Fuente: BOSCH (1992) *Manual de la Técnica del Automóvil*, 20a edición, Editorial Reverté S.A., España, p. 537.

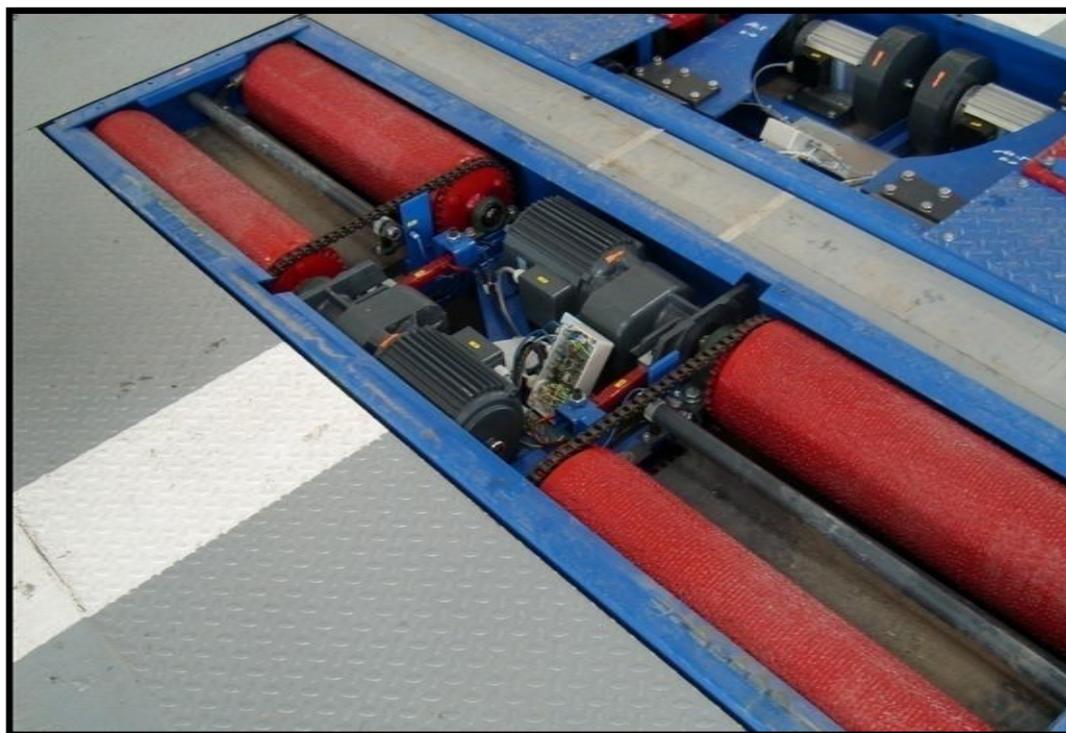
En el instante de la desconexión, el indicador de la fuerza de frenado marca el valor máximo. Un freno indicador en el caso de indicación analógica o un circuito electrónico de memoria, en el caso de indicación digital, hace que este valor permanezca retenido suficiente tiempo para asegurar su lectura. Por medio del proceso automático en el banco de pruebas de frenos se efectúa el proceso de pruebas de forma muy racional. El verificador puede realizar la totalidad de las pruebas de frenado del eje delantero y trasero sin tener que abandonar el vehículo.

2.6.7.3 Requerimientos técnicos: Banco de pruebas para frenos, que permita medir automáticamente la eficiencia total de frenado en porcentajes (servicio y parqueo), desequilibrio dinámico de frenado entre las ruedas de un mismo eje en porcentajes, ovalización de tambores de freno, pandeo de discos de freno y fuerza de frenado en cada rueda en Newtons (N) inclusive realizar pruebas a vehículos equipados con sistemas antibloqueo (ABS), sistemas de transmisión permanente a las 4 ruedas contar con implementos que permitan verificar a vehículos de dos y tres ruedas. El equipo deberá cumplir con las siguientes características técnicas:

Tabla 2.7 Características técnicas del frenómetro

PARAMETRO	REQUERIMIENTOS
Tipo de Frenómetro	De rodillos con superficie antideslizante, empotrado a ras del piso y para la prueba de un eje por vez.
Coeficiente mínimo de fricción (μ)	0.8 en seco o en mojado
Carga mínima de absorción sobre rodillos	3.000 kg para vehículos livianos 7.500 kg para vehículos pesados
Valor de una división de escala (resolución)	1% en eficiencia y desequilibrio; 0,1 daN en fuerza de frenado
Dispositivo de seguridad	Para automática en caso de bloqueo de ruedas. Puesta a cero automático antes de cada prueba.

Fuente: NTE INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos. Literal 5.1.1.3

Figura 2.15 Frenómetro

Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 3, Sección 2.

2.6.8 Alineador al paso

2.6.8.1 Definición: El alineador cumple con la función de dar un rápido y eficaz diagnóstico de la geometría de los ejes delanteros y traseros del vehículo.

2.6.8.2 Principio de funcionamiento

Dispositivo consistente en una placa deslizante convenientemente equipada con sensores y que permite determinar cuantitativamente la tendencia al deslizamiento lateral de las ruedas de dirección de un vehículo, brindando adicionalmente una idea aproximada del estado del sistema integral de dirección.

2.6.8.3 Requerimientos técnicos: Banco de pruebas para deriva dinámica (*Side Slip Tester*), con las siguientes características:

Tabla 2.8 Características técnicas del alineador al paso

PARAMETRO	REQUERIMIENTOS
Tipo	Automática, de placa metálica deslizante y empotrada a ras del piso
Rango mínimo de medición	De -15 a + 15 m.km ⁻¹
Velocidad aproximada de paso	4 km.h ⁻¹
Capacidad mínima portante	1 500 kg para vehículos livianos 8 000 kg para vehículos pesados
Valor de una división de escala (resolución)	1 m.km ⁻¹

Fuente: NTE INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos. Literal 5.1.1.11

Figura 2.16 Alineador al paso



Fuente: Centro de Revisión y Control Mayancela, Línea 3, Sección 2.

2.6.9 Sistema automático de monitoreo del vehículo en la línea, para plantas fijas.

2.6.10 Torre de inflado de llantas, con manómetro incorporado, que permita la determinación de la presión en la cámara del neumático con una resolución de 3,45 Pa (0,5 psi).

2.6.11 Dispositivo automático de pesaje del vehículo, en línea con los sistemas de pruebas de frenos y suspensiones. Este equipo puede estar incorporado al banco de pruebas de suspensiones o de frenado.

2.6.12 Detector de profundidad de labrado de neumáticos, con una resolución de 0,1mm.

2.7 MODELOS DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR¹⁴

Los modelos de la RTV se clasifican en:

- Solo Emisiones No Centralizado (SENC).
- Solo Emisiones Centralizado (SEC).
- Integral No Centralizado (INC).
- Integral Centralizado (IC).

2.7.1 Solo Emisiones No Centralizado (SENC)

Ventajas:

- Baja inversión inicial.
- Relativa facilidad de aceptación ciudadana.
- Buena cobertura territorial.
- Bajos costos de reparación para usuarios.

Desventajas:

- Dificulta el control de autoridades (fiscalización costosa y compleja).

¹⁴ CUSTODE. Roberto. Jefe del Área de Reducción de Emisiones Vehiculares de CORPAIRE. (2009) *Revisión Técnica Vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito: Un modelo de control integral centralizado para la gestión de la flota vehicular*. Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular. Quito-Ecuador.

- Propenso a la corrupción (especialmente en los modelos de diagnóstico y reparación: Juez y Parte).
- Lento retorno de la inversión (alta dispersión de la masa vehicular).
- Difícil de modernizar.

Ejemplos:¹⁵

- California (EUA).
- Gran Bretaña.
- Austria
- Holanda.

2.7.2 Solo Emisiones Centralizado (SEC)

Ventajas:

- Inversión inicial media.
- Relativa simplicidad en la operación.
- Costos de reparación relativamente bajos.
- Facilita las tareas de control (fiscalización) de las autoridades.

Desventajas:

- Visualiza las emisiones como una parte aislada del vehículo.
- Deja de lado los aspectos de seguridad vial.
- Modelo informático complejo.
- Obliga a aplicar modelos complejos de tramitología para los usuarios (revisar emisiones, revisar estado mecánico, revisión legal, etc.)

Ejemplos:

- Ciudad de México (México),

2.7.3 Integral No Centralizado (INC)

Ventajas:

- Inversión inicial media.
- Buena cobertura territorial.

¹⁵ KRÄUTNER, Edgar, Representante Oficial de MAHA International (2009) Presentación: *Modelos de Inspección Técnica Vehicular implementados a nivel mundial: Perspectivas, metodologías, herramientas y nuevos desafíos*, Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador.

- Análisis del vehículo como una unidad

Desventajas:

- Dificulta el control de autoridades (fiscalización costosa y compleja).
- Propenso a la corrupción (especialmente en los modelos de diagnóstico y reparación: Juez y Parte)
- Lento retorno de la inversión (alta dispersión de la masa vehicular).
- Bajo nivel de especialización de los inspectores.

Ejemplos:

- Colombia.
- Francia.
- Alemania.
- Pequeñas ciudades en Europa (generalmente aplicado a estaciones móviles y en zonas rurales)

2.7.4 Integral Centralizado (IC)

Ventajas:

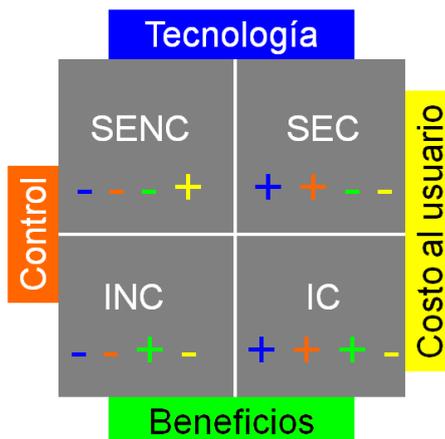
- Facilita las tareas de control (fiscalización) de las autoridades.
- Alto bloqueo a la corrupción.
- Análisis del vehículo como una unidad.
- Posibilidad de integrar la tramitología (facilidad para el usuario).
- Alta especialización de técnicos inspectores.
- Imagen de solidez técnica ante la ciudadanía

Desventajas:

- Alta inversión inicial.
- Inversiones en reparación de vehículos relativamente altas.
- Modelo informático complejo.
- Menor cobertura territorial

Ejemplos:

- Quito y Cuenca (Ecuador).
- Santiago de Chile (Chile).
- Costa Rica.
- Argentina.
- España.
- Turquía.

Figura 1.2 Comparación entre los modelos de la Revisión Técnica Vehicular

Fuente: CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

2.8 RIESGOS DE LOS MODELOS NO CENTRALIZADOS

- **Diferencia en los procesos:** Conflictivo control de un proceso para cada centro. Al abrir los procesos cualquiera puede montar una planta y por ende, el estado tampoco tiene la infraestructura necesaria para soportar capacitación, auditorias, controles y unificar los criterios. Todo esto abre las puertas a irregularidades.
- **Desventajas para el estado:** En estos modelos es muy difícil el definir una parte de la tarifa para el estado, mientras invierte significativamente para intentar fiscalizar el proceso.
- **Los inversionistas se ven tentados a adulterar su trabajo:** Debido a la competencia no controlada, los inversionistas intentan no perder su dinero, pudiendo llegar a emplear estrategias como venta de certificados falsos, reparaciones vinculadas, etc. Esto favorece el negocio de pequeñas plantas de mecánicos artesanales y saca del mercado a las empresas grandes y consolidadas, en perjuicio del usuario.
- **La calidad en el servicio:** Sin principios sólidos, ni experiencia, las plantas con alta competencia técnica no pueden competir con los pequeños, pues el usuario toma el proceso simplemente como un "trámite", por lo que para él es prioridad la obtención del documento, más que la veracidad en la prestación del servicio.
- **La imagen del estado se deteriora fácilmente:** Dado que se convierte en un ente "autorizador" pierde fácilmente su capacidad de "controlador" y el usuario

lo percibe como un “acuerdo” entre los entes, fácilmente vinculable a procesos irregulares.

- **Tarifario incontrolado:** Esto puede generar convenios entre los dueños de las plantas, permitiéndoles asignar ellos el costo que deseen y nuevamente conspirando para evitar el ingreso de empresas grandes con inversiones importantes.
- **Riesgos:** Se tiene riesgo en que toda persona o entidad que cuenta con dinero y cumpla con la normativa puede instalar un RTV. Ejemplo de esto es que los gremios de transportistas pongan sus propias plantas y se “autoconfieran” sus certificaciones de inspección, poniendo en tela de duda todas las inspecciones. También que los mismos vendedores de los equipos se convierten en operadores, generando una competencia desleal, en la que arman una cadena de “juez y parte”, vendiendo equipos a talleres y también siendo operadores autorizados. Muy poca capacidad del estado para intervenir en este tipo de problemas.
- **No le conviene a la inversión privada:** Pues las empresas con experiencia en el área saben que serán poco competitivos respecto de microempresarios con poca capacidad técnica, experiencia y responsabilidad. Además su nivel de inversión es mucho mayor, lo que hace que su riesgo también sea alto.
- **Escasa recopilación de información útil:** Debido a que los sistemas no son integrados, la información es difícil de recopilar y procesar, lo que vuelve casi inútil el sistema como herramienta para gestión del parque vehicular. Estos esquemas también vuelven “rígidos” los límites de calificación, pues cambiarlos queda bajo la responsabilidad de cada ente de inspección.

2.9 CONCLUSIONES

La Revisión Técnica Vehicular busca el mejoramiento de la calidad del aire y la disminución de fallas mecánicas en los vehículos, mediante el control de las emisiones vehiculares y la verificación integral de los sistemas que componen un vehículo.

Los CRCVs de la ciudad de Cuenca están provistos de equipamiento que cumple todos los requisitos técnicos según la Norma Técnica Ecuatoriana 2349:2003. La empresa MAHA Maschinenbau Haldenwang fabricante de los equipos de revisión

instalados en Ecuador, también se encuentra en varios países como Costa Rica, Perú, Argentina, Chile, España, Polonia, China, Australia, Rusia, etc.

El modelo Integral Centralizado (IC) que funciona en la ciudad de Cuenca facilita las tareas de control del ente regulador, disminuyendo la posibilidad de corrupción; se analiza al vehículo como una unidad y la base de datos de los resultados recopilados sirve para tomar decisiones futuras, en cuanto a nuevos umbrales y parámetros de control.

CAPITULO III

NORMAS DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR

3.1 NORMATIVA ECUATORIANA

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE¹⁶ INEN¹⁷ 2349:2003, trata de Revisión Técnica Vehicular y sus Procedimientos. Las bases del estudio para esta norma se recogen del Manual de procedimientos de Verificación Técnica de Vehículos, del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de Buenos Aires-Argentina, año 1999. También emplea Normas Técnicas Ecuatorianas, Normas ISO¹⁸ y recomendaciones de la Organización Internacional Metrología Legal (OIML). Las cuales se citan a continuación:

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2202:1999 Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la opacidad de Emisiones de escape de Motores de Diesel mediante la prueba estática. Método de aceleración libre.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2203:1999 Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “Ralentí” para Motores a Gasolina.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204:1998 Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2205:1999 Vehículos automotores. Bus urbano. Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207:1998 Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones Producidas por fuentes móviles Terrestres a Diesel.

¹⁶ NTE: Norma Técnica Ecuatoriana.

¹⁷ INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

¹⁸ ISO: Organización Internacional para la Estandarización

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2310:2000 Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Equipos para carburación dual GLP/Gasolina o solo de GLP en motores de combustión interna. Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2311:2000 Aire. Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Conversión de motores de Combustión interna con sistema de carburación solo a gasolina por carburación dual GLP Gasolina o solo de GLP. Requisitos.
- Norma ISO 3930 Road vehicles Measurement methods for exhaust gas emissions produced during inspection or maintenance.
- Norma ISO 11614 Reciprocating internal combustion compression ignition engines. Apparatus for measurement the opacity and for determination of the light absorption coefficient exhaust gas.
- International Recommendation OIML R 23 Tyre pressure gauges for motor vehicles.
- International Recommendation OIML R 55 Speedometers, mechanical odometers and chronotachographs for motor vehicles. Metrological regulations.
- International Recommendation OIML R 88 Integrating-averaging sound level meters.
- International Recommendation OIML R 99 Instruments for measuring vehicle exhaust emissions.
- Registro Oficial No. 1 002 del 2 de Agosto de 1996 Ley de Tránsito y transporte Terrestre.
- Suplemento del Registro Oficial No. 118 del 28 de enero de 1997 Reglamento general para la de aplicación de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre.

Las operadoras de los Centros de Control y Revisión Técnica Vehicular deben cumplir las siguientes disposiciones generales:

- Las organizaciones operadoras debe solicitar el fabricante de los equipos y presentar ante la autoridad competente certificado de su exactitud y de su incertidumbre; certificación que debe estar avalada o emitida por un organismo acreditado.
- La autoridad competente podrá, en cualquier momento, verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por las organizaciones operadoras, sobre el

cumplimiento de lo establecido en esta norma. Así como el adecuado funcionamiento de los equipos.

- Con excepción de la inspección visual del vehículo y la detección de holguras, todas las pruebas de revisión deben ser automáticas, computarizadas e íntegramente realizadas por equipo mecatrónico. Los resultados deben ser instantáneamente procesados por una central computarizada, en función de las mediciones efectuadas por cada uno de los equipos de la línea. El centro deberá disponer de los adecuados niveles de seguridad, que impidan la alteración o manipulación de los resultados de una o de varias revisiones.
- Los resultados de la inspección visual y de holguras, así como la identificación del vehículo serán documentados electrónicamente a través de terminales de computadora convenientemente dispuestos en la línea de revisión.
- Los resultados totales de la revisión no deben ser conocidos por el propietario del vehículo ni tampoco por ninguno de los miembros del personal de los centros hasta finalizada la revisión integral automotor.
- La identificación del vehículo y el control legal del mismo deben ser realizados exclusivamente por un representante de la autoridad de tránsito competente o su delegado.
- Los certificados de revisión vehicular y todos los resultados, incluidos los de las inspecciones visuales, deben ser automáticamente impresos en un formulario diseñado y provisto a los centros por la autoridad competente. Cualquier rasgo caligráfico, tachón, borrón o alteración presente en el certificado de revisión lo invalidará (ver Anexo 1 y 2).

3.2 COMPARACIÓN ENTRE LA NORMATIVA ECUATORIANA Y LA NORMATIVA INTERNACIONAL

Se toma como referencia la “Comparación de la Normatividad Nacional e Internacional en Materia de Calidad de Aire, Fuentes Fijas, Fuentes Móviles, Ruido y Calidad de Combustibles, año 2005” del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Subdirección de Estudios, de Bogotá-Colombia, para completar este estudio con información de la ciudad Cuenca-Ecuador.

3.2.1 Normas de Fuentes Móviles

3.2.1.1 Emisión Reglamentada de Contaminantes

La normalización de emisiones está de acuerdo con el sitio de donde provengan estas. Actualmente, la normatividad está centrada en las emisiones del tubo de escape las cuales se dividen en gases y en partículas visibles, y por el otro lado se encuentran las emisiones de gases por el cárter y las emisiones evaporativas.

En la Argentina, Brasil y Chile, son reglamentados una gran variedad de parámetros: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado (MP), monóxido de carbono en marcha lenta, hidrocarburos en marcha lenta y emisiones evaporativas. Estos son los países que han obtenido un mayor avance en materia ambiental frente al tema de fuentes móviles.

En Ecuador la NTE INEN 2204:2002 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina en el numeral 6.1.1 indica que toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).

Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0 - 1500 **	1500 - 3000 **	0 - 1500 **	1500 - 3000 **
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1 000	1 200
* Volumen				
**Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).				

Fuente: NTE INEN 2204:2002, Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina, Numeral 6.1.1.

En la NTE INEN 2207:2002 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Diesel indica en el numeral 6.3.1 que toda fuente móvil con motor de diesel, en condición de aceleración libre, no podrá descargar al aire humos en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Límites máximos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diesel (prueba de aceleración libre).

Año modelo	% Opacidad
2000 y posteriores	50
1999 y anteriores	60

Fuente: NTE INEN 2204:2002, Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina, Numeral 6.1.1.

Los países Bolivia, Brasil y Chile son los únicos que están reglamentando la emisión proveniente de motocicletas. Las emisiones contaminantes de las motocicletas no se encuentran contempladas en las Normas Técnicas Ecuatorianas, a pesar que el número de motocicletas es considerable. Por ejemplo en el año 2009, se matricularon 106.979 motocicletas en todo el país y sólo en la provincia del Azuay 2.410.¹⁹

3.2.1.1.1 Emisiones por el tubo de escape

Las emisiones por el tubo de escape que se encuentran reglamentadas son de dos tipos los gases y las partículas. Para el caso de los gases se pueden dividir de acuerdo al tipo de combustible utilizado, los gases generados por gasolinas (CO, HC, y NO_x), gases generados por gas natural (Hidrocarburos totales, Hidrocarburos no metánicos y O₂) y los gases provenientes de alcoholes (Aldehídos -CHO-). Para las partículas están reglamentadas las visibles por el escape (humo) y material particulado.

En la ciudad de Cuenca los valores máximos de emisiones permitidos por la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca (Cuencaire) son los siguientes:

¹⁹ Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC (2009) *Estadísticas de Transporte 2009*, Ecuador.

Tabla 3.3 Valores Máximos de emisiones de Vehículos a Gasolina según Cuencaire

Prueba en vacío en altas y bajas revoluciones:		
Año Modelo	CO (% V)	HC (ppm)
	Monóxido de carbono	Hidrocarburos
2000 y posteriores	1,5	400
1990 - 1999	7	1000
Menor a 1989	10	1800

Fuente: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca - Cuencaire (2008) *Instructivo de la Revisión Técnica Vehicular*, Cuenca-Ecuador.

Tabla 3.4 Valores Máximos de emisiones de motocicletas de 2 y 4 tiempos según Cuencaire

Prueba en vacío en bajas revoluciones-ralentí:		
Año Modelo	CO (% V)	HC (ppm)
	Monóxido de carbono	Hidrocarburos
Todos	8	6000

Fuente: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca - Cuencaire (2008) *Instructivo de la Revisión Técnica Vehicular*, Cuenca-Ecuador.

Tabla 3.5 Valores Máximos (Umbral tipo III) de opacidad de vehículos Diesel según Cuencaire

Prueba en aceleración libre:	
Año Modelo	% de OPACIDAD
2000 y posteriores	50
1999 y anteriores	60

Fuente: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca - Cuencaire (2008) *Instructivo de la Revisión Técnica Vehicular*, Cuenca-Ecuador.

La Corporación Municipal para el Mejoramiento del Aire de Quito (Corpaire) rige la RTV desde marzo del año 2003, con la experiencia adquirida con el transcurso de los años, los valores máximos de emisiones permitidos son los mismos que indica la NTE INEN 2204:2002.

La Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca (Cuencaire) inicia su trabajo en la RTV desde marzo del año 2008, al estar en una etapa de adaptación con la ciudadanía, los umbrales máximos exigidos en cuanto a emisiones se refiere, son más permisibles que los exigidos según la norma (Ver Tabla 3.6).

Tabla 3.6 Comparación de valores máximos de emisiones permitidos entre Cuencaire y Corpaire.

Parámetro	Monóxido de carbono, CO (% V)			Hidrocarburos, HC (ppm)		
	Cuencaire	Corpaire	Diferencia	Cuencaire	Corpaire	Diferencia
2000 y posteriores	1,5	1	0,5	400	200	200
1990 - 1999	7	4,5	2,5	1000	750	250
Menor a 1989	10	7	3	1800	1300	500

Fuente: Autor.

Además en la ciudad de Quito, Corpaire considera oxígeno (% V) en los vehículos a Gasolina y motocicletas, el cual no debe exceder del 5% en ambos casos.

3.2.1.1.2 Emisiones de gases por el cárter

Para el caso de las emisiones de gases por el cárter y de acuerdo con la normatividad analizada, únicamente en Argentina y Chile se está regulando este parámetro, sin embargo, queda explícito que las emisiones deberán ser nulas en cualquier régimen de trabajo del motor y garantizada por dispositivos de recirculación de estos gases, a excepción de los motores turboalimentados, en cuyo caso, para cuantificar la emisión de gases de cárter se sumará a la de hidrocarburos por el escape.

3.2.1.1.3 Emisiones evaporativas

A nivel latinoamericano Brasil, Colombia, Chile, México y Venezuela son los países que están regulando las emisiones evaporativas, los cuales se acogen a los métodos de medición establecidos por el EPA - Método SHED (*Sealing Housing for Evaporative Determination*). Sin embargo, para el caso de Venezuela la norma establece que los métodos o procedimientos serán los que sean homologados por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.

En el numeral 4.3.2 del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 2:1996 Emisiones de Vehículos Automotores y Motores de Vehículos Usados, los valores máximos de emisiones evaporativas en automotores a gasolina son los que se indican en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Emisiones máximas evaporativas

Categoría	Emisiones evaporativas (g)
Vehículos livianos	60
Vehículos tipo Jeep o camioneta liviana	60
Vehículos pesados	60

En el Anexo B del reglamento se indica el procedimiento del Método SHED, el cual es el siguiente:

- Tener el vehículo por una hora con el capot cerrado, y las ventanas y cajuela abiertas.
- Luego medir la concentración de hidrocarburos.
- Expresar los resultados como la masa de hidrocarburos evaporados, tomando en consideración la relación HC del combustible utilizado.

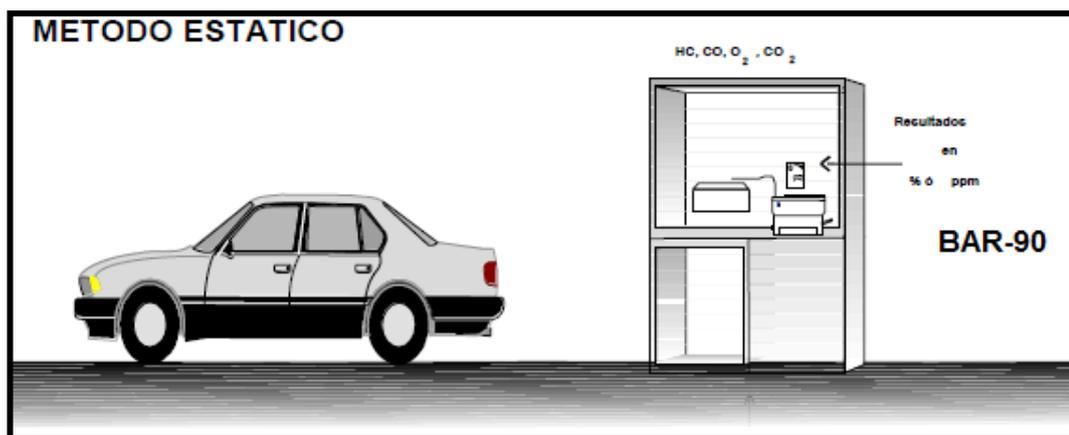
Sin embargo, este método a pesar de que existe la normativa no se controla.

3.2.1.2 Métodos de Medición

Los métodos de medición adoptados por los diferentes países latinoamericanos corresponden a los elaborados por la EPA o por la Unión Europea. Para el caso de México han sido desarrolladas normas específicas para la medición de los contaminantes generados por vehículos a gasolina y diesel.

En el Ecuador se realiza la prueba de emisiones gaseosas en los vehículos impulsados por Gasolina según la *NTE INEN 2203:2000, Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones marcha mínima o ralentí. Prueba estática*. El procedimiento es el siguiente en los CRCVs: el inspector verifica que el analizador de gases esté listo para comenzar la prueba, luego introduce la sonda en el tubo de escape del automotor, después el conductor acelera el motor a 2500 rpm por tiempo de 30 segundos y finalmente se desacelera el motor dejándolo en ralentí por 30 segundos más. Los resultados obtenidos en este intervalo de tiempo se promedian y son calificados posteriormente. El procedimiento de esta prueba corresponde a la norma BAR-90.

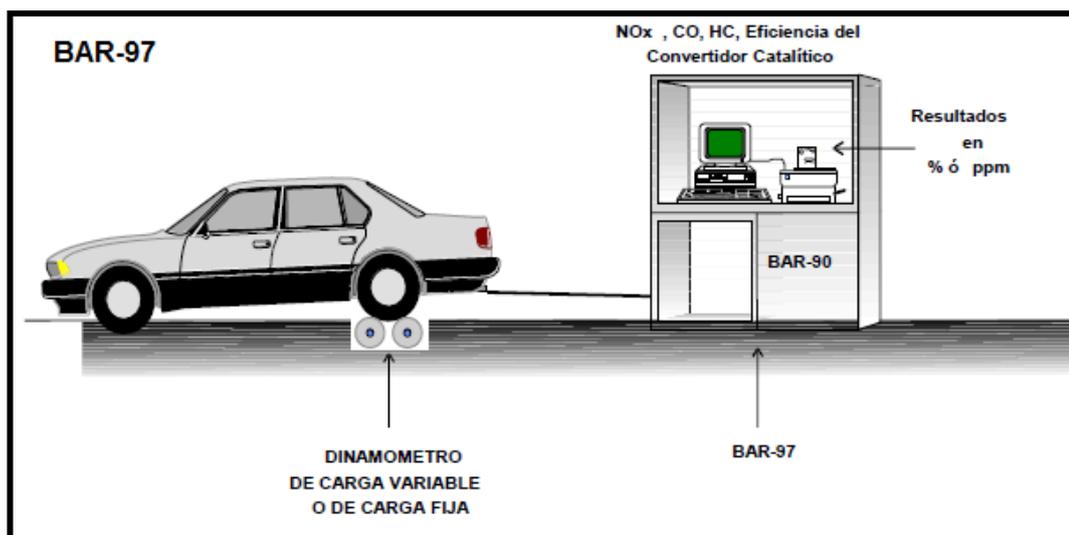
Figura 3.1 BAR-90



Fuente: ZIRATH, Sergio, Dir. de Programas en Transporte Sustentable y Fuentes Móviles (2009), *Verificación de emisiones en la Zona Metropolitana del Valle de México*, Seminario Internacional– La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador. Lámina: 8.

En los Estados Unidos, la Unión Europea, México, Argentina y Chile controlan las emisiones de los vehículos mediante la Norma BAR-97²⁰ (ASM: *Acceleration Simulated Mode*), con la ayuda de un dinamómetro de carga variable o fija, se obtiene la potencia entregada por el vehículo a diferentes regímenes de funcionamiento, las emisiones de gases, entre ellas los Óxidos de Nitrógeno (NO_x), con los cuales se puede verificar la eficiencia del convertidor catalítico. Esta última es una mejora con respecto a la norma BAR-90 utilizada en Ecuador.

Figura 3.2 BAR-97



Fuente: ZIRATH, Sergio, Dir. de Programas en Transporte Sustentable y Fuentes Móviles (2009), *Verificación de emisiones en la Zona Metropolitana del Valle de México*, Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador. Lámina: 8.

²⁰ BAR: Bureau of Automotive Repair, California, EEUU.

La determinación de la opacidad de gases de los motores Diesel está contemplada en la *NTE INEN 2202:2000. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la opacidad de emisiones de escape de motores de diesel mediante la prueba estática. Método de aceleración libre*. El procedimiento de la medición es el siguiente: Verificar que no exista ningún impedimento físico para el libre movimiento del acelerador. Con el motor funcionando en “ralentí”, realizar por lo menos tres aceleraciones consecutivas, desde la posición de “ralentí” hasta la posición de máximas revoluciones, con el fin de limpiar el tubo de escape. Conectar la sonda de prueba a la salida del sistema de escape del vehículo. Aplicar aceleración libre al vehículo y permitir que el motor regrese a condición de “ralentí”; por lo menos seis veces, consecutivamente. En cada ciclo, registrar el valor del porcentaje de opacidad máximo obtenido. No se deben tener en cuenta los valores leídos mientras el motor está en marcha mínima, después de cada aceleración. Para el resultado final, considerar como mínimo tres lecturas tomadas en estado estable, es decir, cuando al menos estas tres lecturas consecutivas se sitúen dentro de un rango del 10%, y no formen una secuencia decreciente.

3.2.1.3 Vehículos Reglamentados

La normatividad analizada establece reglamentar los vehículos de acuerdo al año y al modelo del vehículo, como también de acuerdo a si es público o privado, nuevo o usado, con ciclo Otto o que funcionen a diesel, nacional o importado, de tamaño variable; ligero, mediano o pesado.

En Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica y México están regulados vehículos pequeños (bicimotos, motocicletas, triciclos y cuatriciclos). La clasificación en Bolivia va de acuerdo a la capacidad del motor (cm^3), en Chile y México es de acuerdo al peso del vehículo, cuya masa en orden de marcha deberá ser menor o igual a 680 y 681 Kg, respectivamente. Adicionalmente, la normatividad chilena establece que estos vehículos deberán estar provistos de luces delanteras y traseras. La normatividad costarricense enuncia que estos vehículos deberán cumplir los límites de emisiones contaminantes y los procedimientos que se establezcan para su control y para el caso de Brasil es de acuerdo al año de fabricación del ciclomotor o motocicleta. En Ecuador los límites permisibles de emisiones son generales para todas las motocicletas, sin tomar en cuenta el modelo, cilindraje o año de fabricación.

La EPA regula vehículos agrícolas y de construcción, equipos para cortar el césped y jardín, motores marinos, aviones y locomotoras, mientras que la Unión Europea regula los vehículos ambientalmente amistosos, los buques de navegación marítima, los vehículos de uso agrícola y forestal, y en Argentina son regulados los tractores agrícolas, maquinaria agrícola auto propulsada y remolques agrícolas.

En Ecuador se realiza el control de maquinaria agrícola y de construcción en casos de que el propietario lo requiera, para poder participar en diferentes contratos, donde las bases dispongan que la maquinaria este certificada por el entidad reguladora, garantizando el buen estado y emisión de gases dentro de lo permisible. El personal de la entidad encargada de certificar los vehículos hará una inspección de campo (*in situ*), con previo trámite, para evitar que la maquinaria se acerque a los CRCVs²¹.

3.2.1.4 Control Ambiental Vehicular

3.2.1.4.1 Centros de Diagnóstico

El análisis muestra que los centros de diagnostico son de carácter privado, regulados por las autoridades ambientales, a través de un permiso específico o mediante de la adquisición del derecho por medio de una licitación.

En el caso de Argentina existe una entidad creada específicamente como ente regulador de verificación técnico vehicular, que a su vez cuenta con el apoyo del servicio de verificación técnico vehicular. Para el caso de Chile existe la obligatoriedad de que los centros de diagnostico se encuentren acreditados de acuerdo a la normatividad chilena.

Por otro lado, se puede establecer que para la mayoría de los casos, los centros de diagnóstico son descentralizados, sin embargo, para el caso de Quito – Ecuador, la metodología ha sido centralizar los centros de diagnóstico con buenos resultados.

También se ha podido establecer que en Chile, Argentina, Costa Rica y Ecuador (Quito y Cuenca) la verificación realizada por los centros de diagnostico no es solamente emisiones, sino también realiza una verificación mecánica.

²¹ CRCVs: Centros de Revisión y Control Vehicular.

En Brasil, Argentina y Colombia se cuenta con unidades móviles de monitoreo las cuales permiten realizar inspecciones *in situ*, cuyo objeto es la verificación y cumplimiento de la normatividad existente, relacionado con fuentes móviles. Igualmente, en Colombia se está desarrollando una norma técnica en donde se establecen las diferentes características que deben cumplir los centros de diagnóstico.

3.2.1.4.2 Periodicidad de la Certificación

Los países que tienen contemplado el desarrollo de certificaciones vehiculares, las realizan tanto para vehículos privados como para públicos. Sin embargo, es claro que existe una mayor rigurosidad o periodicidad para los vehículos públicos.

Existe una diferencia en la periodicidad de la realización de la inspección a partir del año del vehículo, cuando los vehículos son nuevos la periodicidad es menor que para los vehículos viejos. En el caso de Argentina los vehículos de uso particular cero kilómetro (0 km) que se incorporen al parque automotor que circula por la Ciudad de Buenos Aires tendrán un plazo de gracia de treinta y seis (36) meses a partir de su fecha de patentamiento, excepto que previamente hayan superado los sesenta mil kilómetros (60.000 km) recorridos, con una tolerancia de cuatro mil kilómetros (4.000 kilómetros) recorridos, para realizar su primera Verificación Técnica Obligatoria (VTO). Este período de gracia no se aplica a motovehículos.

En cambio en Ecuador los vehículos de uso particular cero kilometro (0 Km) tienen que acercarse a la Revisión Técnica Vehicular (RTV) el primer año y en el segundo año quedan exentos de revisión. Para los vehículos públicos (Buses, busetas, taxis y carga) se realizará la RTV dos veces al año, ya que estos son vehículos que circulan más de 30.000 Km por año.

3.2.1.5 Exigencia Tecnológica en los Vehículos

La exigencia tecnológica de los vehículos va desde la importación de vehículos con características iguales a las de su país de origen, hasta el terminado de algunas piezas del motor.

Por ejemplo, en Bolivia es interesante la exigencia sobre los vehículos importados nuevos o usados, deberán estar equipados con los dispositivos anticontaminación previstos en el país donde se encuentra la matriz central; esto con el fin de no importar vehículos que se encuentran fuera de circulación en el país de origen.

En Chile está reglamentada la conversión de los vehículos a gas natural vehicular, asimismo están reglamentados los motores diesel, los dispositivos de control de emisiones y han generado las condiciones apropiadas para que entren en funcionamiento vehículos con tecnologías limpias. La EPA ha exigido bastante y variada tecnología, dentro de la cual se puede destacar la inclusión de tecnologías más limpias en vehículos convencionales, encendido de chispa para vehículos a GNC, utilización de baterías eléctricas en vehículos eléctricos y mecanismos de conversión de energía. La Unión Europea es quizás la que ha impulsado la inclusión de tecnologías limpias en vehículos, destacándose el dispositivo Diagnostic On Board (DOB), el cual permite detectar una eventual avería en el equipo de control de la contaminación del vehículo, este dispositivo a la fecha deberá estar colocado en todos los vehículos de la región.

En Ecuador según la NTE 2204:2002 en el numeral 6.2 indica los límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 y ciclo transiente pesado (prueba dinámica). En donde toda fuente móvil de gasolina que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 3.8.

Tabla 3.8 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos).

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo SHED
Vehículos Livianos			2,10	0,25	0,62	FTP - 75	2
Vehículos Medianos	=< 3 860	=< 1 700	6,2	0,5	0,75		2
		1 700 - 3 860	6,2	0,5	1,1		2
Vehículos Pesados**	> 3 860 =		14,4	1,1	5,0	Transiente pesado	3
	< 6 350						
	> 6 350						

* prueba realizada a nivel del mar

** en g/bHP-h (gramos/brake Horse Power-hora)

Fuente: NTE 2204:2002, Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina, numeral 6.2.

En el numeral 6.3 se indica los límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclo ECE-15+ EUDC (prueba dinámica). En donde toda fuente móvil con motor de gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 3.9.

Tabla 3.9 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) * a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos).

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso de Referencia (kg)	CO g/km	HC + NO _x g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo SHED
M1 ⁽¹⁾	=< 3 500		2,72	0,97	ECE 15 + EUDC	2
M1 ⁽²⁾ , N1		< 1 250	2,72	0,97		2
		> 1 250 < 1 700	5,17	1,4		2
		> 1 700	6,9	1,7		2
* Prueba realizada a nivel del mar						
⁽¹⁾ Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2,5 toneladas						
⁽²⁾ Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2,5 toneladas						

Fuente: NTE 2204:2002, Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina, numeral 6.3.

En la NTE INEN 2207:2002 en el numeral 6.1 se indica los límites máximos de emisiones para fuentes móviles de diesel. Ciclos FTP-75 y ciclo transiente pesado (prueba dinámica). Donde toda fuente móvil de diesel que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 3.10.

Tabla 3.10 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de diesel (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos).

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	Partículas g/km	CICLOS DE PRUEBA
Vehículos Livianos	Todos	Todos	2,1	0,25	0,62	0,12	FTP - 75
Vehículos Medianos	≤ 3 860	≤ 1 700	6,2	0,5	0,75	0,16	
		> 1 700 ≤ 3 860	6,2	0,5	1,1	0,28	
Vehículos Pesados**	> 3 860	Todos	15,5	1,3	5	0,10***	Transiente pesado
* prueba realizada a nivel del mar							
** en g/bHP-h (gramos / brake Horse Power-hora)							
*** para buses urbanos el valor es 0,07 g/bHP-h							

Fuente: NTE 2207:2002, Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina, numeral 6.1.

En el numeral 6.2 muestra los límites máximos de emisiones para fuentes móviles de diesel. Ciclos ECE-15+ EUDC o ECE-49 (prueba dinámica). Donde toda fuente móvil con motor de diesel no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 3.11.

Tabla 3.11 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de diesel (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos).

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso de Referencia kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	Partículas g/km	CICLOS DE PRUEBA
M1 ⁽¹⁾	≤ 3 500	Todos	2,72	0,97 ⁽⁴⁾		0,14	ECE -15+ EUDC
M1 ⁽²⁾ , N1		≤ 1 250	2,72	0,97 ⁽⁴⁾		0,14	
		> 1 250 ≤ 1 700	5,17	1,4 ⁽⁴⁾		0,19	
		> 1 700	6,9	1,7 ⁽⁴⁾		0,25	
N2, N3, M2 M3 ⁽³⁾	> 3 500	Todos	4,0	1,1	7,0	0,15	ECE - 49

* Prueba realizada a nivel del mar
⁽¹⁾ Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2,5 toneladas.
⁽²⁾ Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2,5 toneladas.
⁽³⁾ Unidades g/kWh
⁽⁴⁾ HC + NOx

Fuente: NTE 2207:2002, Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina, numeral 6.2.

3.2.1.6 Políticas a Implementar

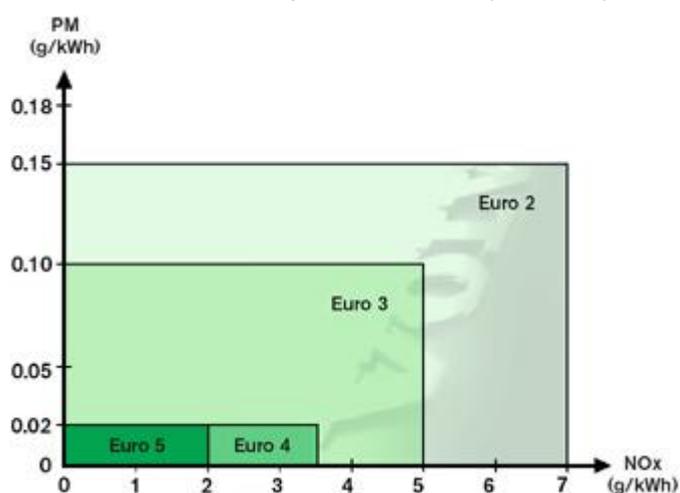
Las políticas a implementar en los diferentes países tienen que ver con generar nuevos límites de emisiones contaminantes, desarrollar controles para vehículos viejos; dentro de los cuales se encuentra la chatarrización, establecer programas de inspección y mantenimiento vehicular, controlar la calidad de los vehículos usados que ingresan al país (Bolivia); prohibición del ingreso al país de vehículos que funcionen con carburador, incentivar el uso del transporte masivo, promover el uso de vehículos con tecnologías más limpias (catalizadores y filtros de partículas), mejorar la calidad de los combustibles, promover la utilización de combustibles alternativos (GNC, GLP, Alcohol, entre otros) entre otras.

En este sentido es importante resaltar los planteamientos de la política brasilera, en lo referente a incentivar el uso del biodiesel a partir de los cultivos de ricino, palma,

soya, semillas de algodón, girasol y otras oleaginosas e incluso vegetales nativos de la Amazonía.

Para el caso de Chile, fueron incorporados los sellos verdes en vehículos y cualquier bus que no contara con este sello debería ser retirado de circulación. Otra política está relacionada con la disminución de los precursores de material particulado, se impulsa la incorporación de filtros para los vehículos impulsados a diesel.

Figura 3.3 Reducción drástica de NO_x y PM, necesaria para cumplir las normas EURO.



Fuente: Volvo Cars, "Exigencias rigurosas del nivel de emisiones". Internet:

[http://www.volvotrucks.com/trucks/portugal-market/pt-](http://www.volvotrucks.com/trucks/portugal-market/pt-pt/aboutus/Environment/euro4_euro5/aboutEuro4_5/pages/about_euro4_5.aspx)

[pt/aboutus/Environment/euro4_euro5/aboutEuro4_5/pages/about_euro4_5.aspx](http://www.volvotrucks.com/trucks/portugal-market/pt-pt/aboutus/Environment/euro4_euro5/aboutEuro4_5/pages/about_euro4_5.aspx) Acceso: 12 de julio de 2010.

En el caso de la EPA se destacan dos: la primera tiene que ver con la disminución de emisiones vehiculares en los cruces internacionales y la segunda en desalentar a la población en el uso del vehículo particular, mediante el incremento de las tasas de parqueo.

En la Unión Europea, los estados miembros desde el 1 de enero de 2005, se comprometieron a comercializar en su territorio gasolina sin plomo y combustible diesel con un contenido máximo de azufre de 10 mg/Kg.

Finalmente, algunos países contemplan la incorporación de tecnología EURO II, III, IV o V lo que a su vez trae consigo el mejoramiento de los combustibles. Este es el caso de Ecuador que por la calidad de sus combustibles no ha podido avanzar ni si

quiera a la EURO III, ya que esta tecnología requiere máximo 350 ppm de azufre en el combustible.²²

3.2.1.7 Combustibles Reglamentados

Los resultados muestran que en países como Brasil, Estados Unidos y la Unión Europea existe una mayor utilización de combustibles alternativos, esto dado a que la legislación se ha extendido a estos, siendo interesante observar las normativas de alcoholes y etanoles, los cuales quedan explícitamente enunciados en la normatividad Brasileña y de la Unión Europea, mientras que para los Estados Unidos, se encuentran agregados dentro de combustibles alternativos.

En Argentina, también se observa una regulación extensa en materia de combustibles, destacándose la regulación de gas natural comprimido (GNC).

Por otro lado, los otros países de Latinoamérica regulan gasolina y diesel y en algunos casos GNC y gas licuado del petróleo (GLP). En cuanto a la utilización de combustibles alternativos es importante destacar a nivel latinoamericano a Argentina y Brasil. Para el caso de Argentina más de 1.100.000 vehículos funcionan a gas natural, igualmente, más de 22.000 vehículos son convertidos a gas natural mensualmente. Mientras que para Brasil existe un gran número de vehículos que utilizan combustibles alternativos.

Tabla 3.12 Niveles de azufre en Latinoamérica

Niveles Máximos y Mínimos de Azufre en los Combustibles Diesel de la Región							
ppm (partes por millón) ²³							
Año	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	México	Paraguay	Uruguay
2008	2.500/1.500	2.000/500	350/50	3.000/500	500/300	4.000/500	8.000/500
2009	2.500/50	2.000/50	300-50	2.500/500	50/15	4.000/500	8.000/500
2010	50	50	50/10	500/50	50/15	4000/500	8000/500

Fuente: BOSQUE, Mauri. "Tendencias Globales para el Combustible Diesel". Seminario Ecocombustibles II, Diesel y Tecnología a favor de la salud, PETROBRAS, Lámina No. 12.

²² AKUMU, Jane. UNEP. "Clean Fuels and Vehicules trough Sulphur Reduction". Mali 11-12 de Marzo de 2009. Internet: <http://www.unep.org/pcfv/PDF/Mali-SulphurReductionUNEP.pdf> Acceso: 12 de julio de 2010.

²³ ppm: Partes por millón, 1 mg/1Kg

En Ecuador y la empresa Petroecuador se producen dos tipos de gasolinas: Extra y Súper de 80 y 89 octanos respectivamente; y tres tipos de diesel: Diesel Premium con un máximo de 500 partículas por millón (ppm) de contenido de azufre, Diesel 2 con un máximo de 7000 ppm de azufre. El primero está destinado solo para el Distrito Metropolitano de Quito y Cuenca, por requerimiento de los Municipios que lo han conseguido a través de Ordenanzas Municipales y publicadas en Registro oficial, el segundo para el resto del País, y el tercero, el Diesel 1 de uso restringido para las industrias que lo requieren con un máximo de 3000 ppm de azufre. Los tres tipos de diesel cumplen con las normas de calidad establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).²⁴

Es decir, para poder mejorar la tecnología de nuestro parque automotor, se debe bajar la cantidad de azufre de los combustibles, y así poder disminuir las emisiones vehiculares.

3.3 CONCLUSIONES

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2349:2003, sobre Revisión Técnica Vehicular y sus Procedimientos, tiene como bases de estudio el Manual de procedimientos de Verificación Técnica de Vehículos, del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de Buenos Aires-Argentina.

Las disposiciones generales de la norma citada para los operadoras de los CRCVs en nuestra ciudad se cumplen a cabalidad.

En el estudio comparativo de la normativa de Ecuador con otros países se encuentran similitudes y diferencias.

En Ecuador y el resto de países considerados se encuentran reglamentadas las emisiones, para vehículos que funcionan con gasolina o diesel. Pero existen reglamentaciones adicionales para: Gas Natural Comprimido (GNC) en Argentina, Bolivia, Chile y la Unión Europea; para Gas Licuado de Petróleo (GLP) en Bolivia, Chile, México, Perú y la Unión Europea; para alcohol y etanol en Brasil y la Unión Europea; combustibles alternativos en Estados Unidos; para Gas Natural (GN) en Bolivia, Brasil, México y Perú.

En Cuenca por motivos de adaptación de la sociedad a la RTV, los umbrales permitidos de emisiones en vehículos a gasolina son más permisibles que los exigidos en la NTE INEN 2204:2002, la cual si rige en la ciudad de Quito.

²⁴ Petrocomercial, "Calidad de los combustibles", Internet: http://www.petrocomercial.com/wps/portal/TRANS_CALIDAD, Acceso: 02 de junio del 2010.

En Ecuador las emisiones de motocicletas son controladas a un régimen mínimo de revoluciones sin distinción de año de fabricación, tipo, modelo, cilindraje, etc., sin embargo para Bolivia, Brasil y Chile tienen mayor reglamentación para las mismas.

En general la reglamentación de los vehículos se hace por el año y modelo, como también si es de uso público o privado, nuevo o usado, con ciclo Otto o si funcionan a diesel, por su tamaño y peso. Cabe recalcar que en Estados Unidos la EPA regula los vehículos agrícolas, de construcción, motores marinos, aviones y locomotoras. Lo cual en Ecuador solo se realiza en caso de que el propietario lo requiera para trabajar para alguna entidad del gobierno.

Los Centros de Diagnóstico son de carácter privado, regulados por las autoridades ambientales, a través de un permiso o licitación. En Cuenca el Consorcio DANTON luego de una licitación internacional se hizo acreedor a la implementación de los CRCVs en la ciudad.

En Chile, Argentina, Costa Rica y Ecuador se realiza una revisión integral del vehículo (estado mecánico y gases), no sólo de emisiones como es el caso de EEUU y México.

Los países de Brasil, Argentina y Colombia poseen unidades móviles de revisión, las cuales permiten verificar el cumplimiento de la normatividad existente. Estas podrían ser una buena opción para expandir la RTV alrededor del país, o al menos en las principales localidades de provincia del Azuay y Pichincha.

La periodicidad de certificación es parecida en los países estudiados. Los vehículos de uso particular tienen que revisarse una vez por año, pero los de servicio público y de carga dos veces por año, ya que estos recorren mayor distancia en comparación a los anteriores.

En Ecuador se debería exonerar de la revisión por al menos 2 años a los vehículos nuevos 0 Km, ya que los mismos por su condición no presentarán inconvenientes considerables que atenten contra la ciudadanía y el ambiente.

Los requisitos para la importación de vehículos hacia el Ecuador deberían ser más rigurosos, para evitar que tecnologías obsoletas en otros países entren a circular en nuestro medio.

Podemos emular la política de Chile incorporando sellos verdes en vehículos y los que no lo posean deberían salir de circulación. Otra opción planteada por la EPA es desalentar a las personas el uso del vehículo particular, mediante el incremento de las tasas de parqueo. Mejorar el transporte masivo, como también los combustibles expendidos en Ecuador para conseguir la entrada de vehículos con tecnologías como la EURO III, IV o V, más amigables con el ambiente.

CAPITULO IV

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS CENTROS DE REVISIÓN Y CONTROL VEHICULAR EN LA CIUDAD DE CUENCA

4.1 HISTORIA

La Revisión Técnica Vehicular inicia en la ciudad de Quito con la adopción de un sistema universal y obligatorio de revisión del estado mecánico, de seguridad y emisiones.

En la ciudad de Cuenca este proceso se inicia a partir del mes de marzo de 2008. Se cuenta con dos Centros de Revisión y Control Vehicular:

- Mayancela (Centro mixto – livianos, taxis, motocicletas y pesados).
- Capulispamba (Centro monotipo - sólo vehículos livianos y motocicletas).

La implantación del sistema informático ha sido apoyado por la Corporación Municipal para el mejoramiento del aire de Quito (Corpaire).

Los CRCVs son operados por el Consorcio DANTON, seleccionado luego de una licitación internacional.

Desde marzo del año 2008 hasta abril del año 2009, solo se revisaron los vehículos nuevos, vehículos del estado, vehículos controlados por Unidad Municipal de Tránsito y aquellos que cambiaban de propietario (traspaso). Luego en mayo del año 2009 entró en vigencia la RTV para todos los vehículos que circulen por Cuenca hasta la fecha. En el año 2010 se dispuso que los vehículos deben revisarse según el último dígito de su placa, para así evitar aglomeración de automotores en los últimos meses del año.

4.2 COMBUSTIBLES Y COMBUSTIÓN

Cualquier material que puede quemarse para liberar energía recibe el nombre de combustible. La mayoría de los combustibles conocidos se componen principalmente de hidrógeno y carbono. Reciben el nombre de combustibles hidrocarburos y se denotan por la fórmula general C_nH_m .

El principal constituyente del carbón mineral es el carbono; también contiene cantidades variables de oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, azufre, humedad y ceniza. Es difícil indicar un análisis másico exacto del carbón mineral, puesto que su composición varía de un área geográfica a otra e incluso dentro de la misma región. La mayor parte de los combustibles hidrocarburos líquidos son una mezcla de numerosos hidrocarburos y se obtienen del petróleo crudo mediante destilación. Los hidrocarburos más volátiles se vaporizan primero, formando lo que se conoce como gasolina. Los combustibles menos volátiles se obtienen durante la destilación son el queroseno, el diesel y el fuel oil.

Aunque los combustibles hidrocarburos líquidos son mezclas de muchos hidrocarburos diferentes, por conveniencia suelen considerarse como un solo hidrocarburo. Por ejemplo, la gasolina se trata como octano C_8H_{18} , y el diesel como dodecano, $C_{12}H_{26}$.

Una reacción química durante la cual se oxida un combustible y se libera una gran cantidad de energía recibe el nombre de combustión. El oxidante empleado con mayor frecuencia en los procesos de combustión es el aire, por obvias razones (es gratuito y se consigue fácilmente).

En una base molar o volumétrica, el aire seco está compuesto por 20.9% de oxígeno, 78.1% de nitrógeno, 0.9% de argón y pequeñas cantidades de dióxido de carbono, helio, neón e hidrógeno. En el análisis de los procesos de combustión, el argón en el aire se trata como nitrógeno, en tanto los gases que existen en cantidades muy pequeñas se descartan. De modo que el aire seco puede considerarse aproximadamente como 21% de oxígeno y 79% de nitrógeno en números molares. Por consiguiente, cada mol de oxígeno que entra a una cámara de combustión será acompañado por $0.79/0.21 = 3.76$ mol de nitrógeno. Es decir,



Durante la combustión, el nitrógeno se comporta como un gas inerte y no reacciona con otros elementos químicos más que para formar una pequeña cantidad de óxidos nítricos. A pesar de esto, la presencia de nitrógeno influye de manera considerable en el resultado de un proceso de combustión, pues el nitrógeno suele entrar a una cámara de combustión en grandes cantidades a temperaturas bajas, y salir a temperaturas considerablemente altas, absorbiendo gran proporción de energía química liberada durante la combustión.

4.2.1 Reacción inversa

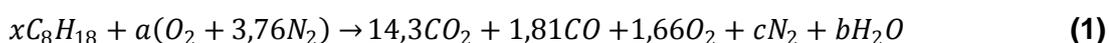
La masa total de cada elemento se conserva durante una reacción química, es decir, la masa de los reactivos se conserva igual en los productos. Partiendo de esta ley, con los datos estadísticos proveídos por Cuencaire, se realizará un análisis inverso de la combustión, para encontrar la cantidad de masa de contaminantes que generan las fuentes móviles en la ciudad de Cuenca según el despacho de combustible anual del Depósito de Petrocomercial en Chaullabamba. Los promedios de CO₂, CO y O₂ fueron obtenidos de la medición de 8747 vehículos en el 2008, 29519 vehículos en el 2009 y 43809 vehículos hasta el 29 de julio de 2010.

Tabla 4.1 Promedios de CO₂, CO y O₂

Año:	2008	2009	2010
Vehículos revisados:	8747	29519	43809
Unidad	% Vol	% Vol	% Vol
CO2 Bajos	14,30	12,41	12,27
CO Ralentí	1,81	2,67	2,49
O2 Bajos	1,66	1,89	2,27

Fuente: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca (Cuencaire), base de datos actualizada hasta el 29 julio de 2010.

Al conocer el porcentaje de la mayoría de los productos, se plantea la ecuación (1) tomando los datos del año 2008, en la cual el N₂ y H₂O son incógnitas. Se supone que los gases de combustión son ideales.



Los coeficientes desconocidos x , a , c y b son determinados por el balance de masa en la reacción.

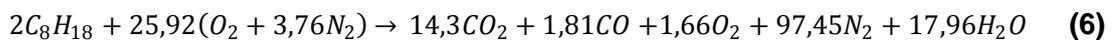
$$\begin{aligned} \text{N}_2: \quad a(3,76)(2) &= 2c & (2) \\ c &= 97,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C}: \quad 8x &= 14,3 + 1,66 & (3) \\ x &= 2,00 \end{aligned}$$

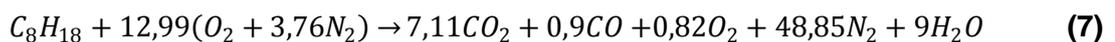
$$\begin{aligned} \text{H}: \quad 18x &= 2b & (4) \\ b &= 17,96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{O}_2: \quad 2a &= 14,3(2) + 1,66 + 1,81(2) + b & (5) \\ a &= 25,92 \end{aligned}$$

Sustituyendo los valores se tiene:



Para conocer la combustión de 1 kmol de gasolina se divide para 2 la ecuación (6), así la reacción queda de la siguiente forma:



Se realiza el balance de masa en la ecuación (7), y se comprueba la cantidad de entrada sea igual a la de salida:

$$\begin{aligned} 114 \text{ gr}(C_8H_{18}) + 1783,44 \text{ gr}(Aire) &\rightarrow 315,39 \text{ gr}(CO_2) + 23,3 \text{ gr}(CO) + 29,03(O_2) + \\ 1356,88(N_2) + 162(H_2O) & & (8) \\ 1897,44 \text{ gr} &= 1897,44 \text{ gr} \end{aligned}$$

Se encuentra ahora la relación de masa entre cada compuesto y el combustible:

$$\text{Relación} = \frac{m_{\text{Compuesto}}}{m_{C_8H_{18}}} \quad (9)$$

$$\text{Relación}_1 = \frac{m_{CO_2}}{m_{C_8H_{18}}} = \frac{315,39}{114} = 2,77 \quad (10)$$

$$Relaci3n_2 = \frac{m_{CO}}{m_{C_8H_{18}}} = \frac{23,3}{114} = 0,20 \quad (11)$$

$$Relaci3n_3 = \frac{m_{O_2}}{m_{C_8H_{18}}} = \frac{29,03}{114} = 0,25 \quad (12)$$

$$Relaci3n_4 = \frac{m_{N_2}}{m_{C_8H_{18}}} = \frac{1356,88}{114} = 12,00 \quad (13)$$

$$Relaci3n_5 = \frac{m_{H_2O}}{m_{C_8H_{18}}} = \frac{162}{114} = 1,42 \quad (14)$$

Partiendo de la densidad de la gasolina²⁵ y del total de galones despachados anualmente por el Dep3sito de Petrocomercial de Chaullabamba se encuentra la masa de combustible:

$$\delta_{C_8H_{18}} = 0,73 \frac{gr}{cc}$$

Tabla 4.2 Despacho anual de combustible Petrocomercial - Deposito Chaullabamba

Año	2006	2007	2008	2009	Julio/2010
Unidad	gal	gal	gal	gal	gal
Extra	41.161.118	44.137.826	47.778.242	50.853.354	30.715.484
Súper	9.941.333	10.256.165	11.050.279	10.992.743	6.903.571
TOTAL	51.102.451	54.393.991	58.828.521	61.846.097	37.619.055

Fuente: Petrocomercial. "Despachos Anuales a Nivel Nacional". Por producto y Dep3sito. p. 170 y 217.

$$m_{C_8H_{18}} = \delta V = 0,73 \frac{gr}{cc} (222.690.071.679 cc) = 162.563.752.325,39 gr \quad (15)$$

Luego con la relaci3n encontrada (9) se logra calcular la cantidad de masa de cada compuesto proveniente del combustible utilizado por el parque automotor.

$$m_{Compuesto} = Relaci3n(m_{C_8H_{18}}) \quad (9)$$

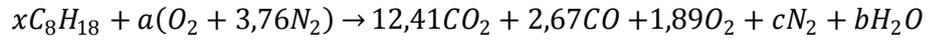
$$m_{CO_2} = Relaci3n_1(m_{C_8H_{18}}) = 2,77 \left(162.563.752.325,39 \frac{gr}{año} \right) = 449.743.274.691,70 \frac{gr}{año} = 449.743,27 \frac{ton}{año} \quad (16)$$

²⁵ SANZ GONZALEZ, Ángel (1976) Tecnología de la automoci3n, Tomo 2.2, Editorial Bruño, Barcelona, España.

4.2.2 Resultados anuales

Finalmente en la tabla IV.3 se presentan los resultados finales de cada uno de los años calculados. El procedimiento es el mismo para el cálculo del año 2009 y 2010.

Está sería la ecuación (1) para el año 2009,



y la ecuación (1) para el año 2010,

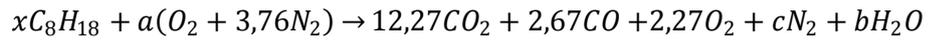


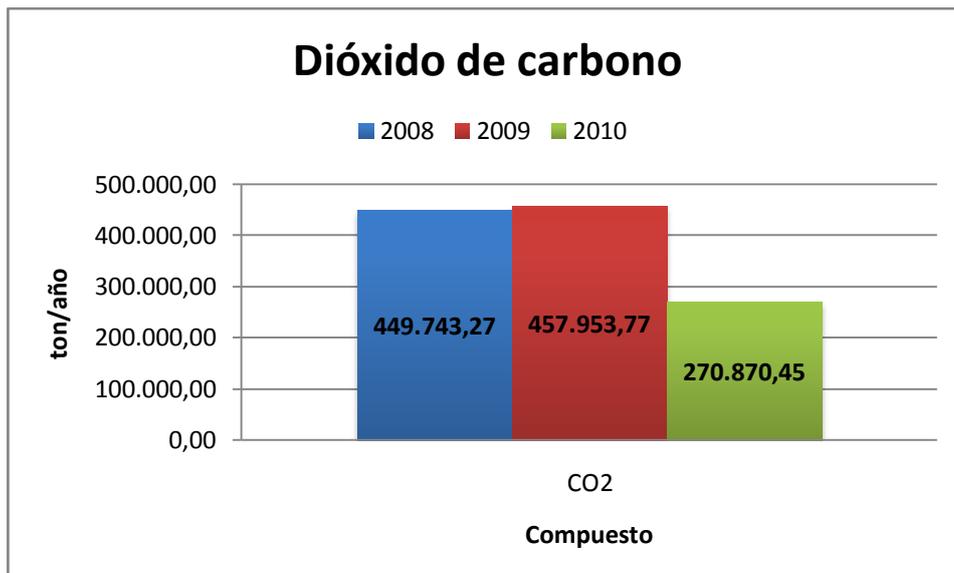
Tabla 4.3 Masa de los compuestos generados por la combustión de gasolina, despachada anualmente.

Año	2008	2009	Abril/2010
Unidad	ton/año	ton/año	ton/año
CO ₂	449.743,27	457.953,77	270.870,45
CO	33.223,25	44.383,03	31.889,54
O ₂	41.400,40	71.656,96	39977,32
N ₂	1.950.360,75	2.125.184,27	1.271.610,24
H ₂ O	231.011,65	242.861,26	147.724,94

Fuente: Autor.

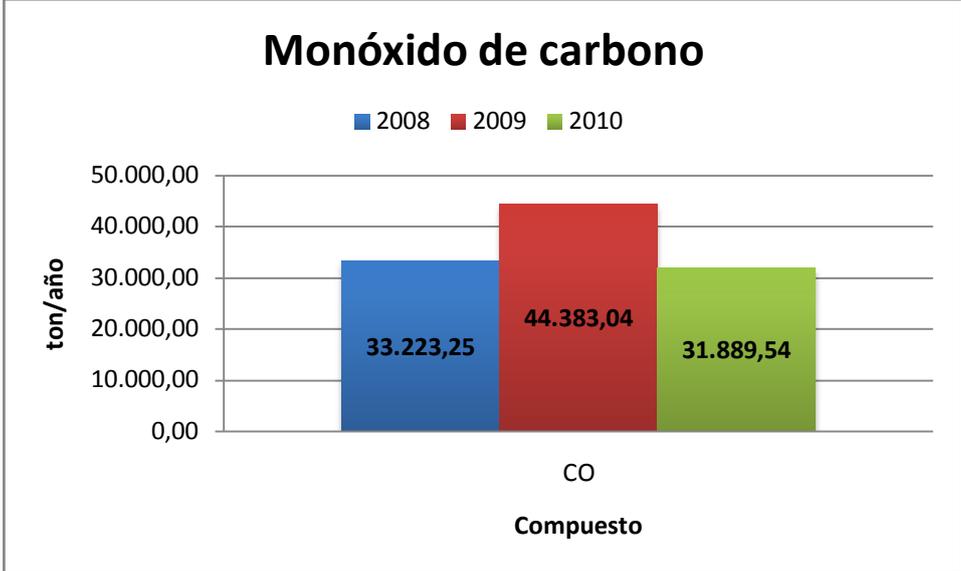
En las siguientes figuras se ilustra las toneladas por año que emiten los vehículos a gasolina hacia la atmósfera.

Figura 4.1 Comparación anual de CO₂



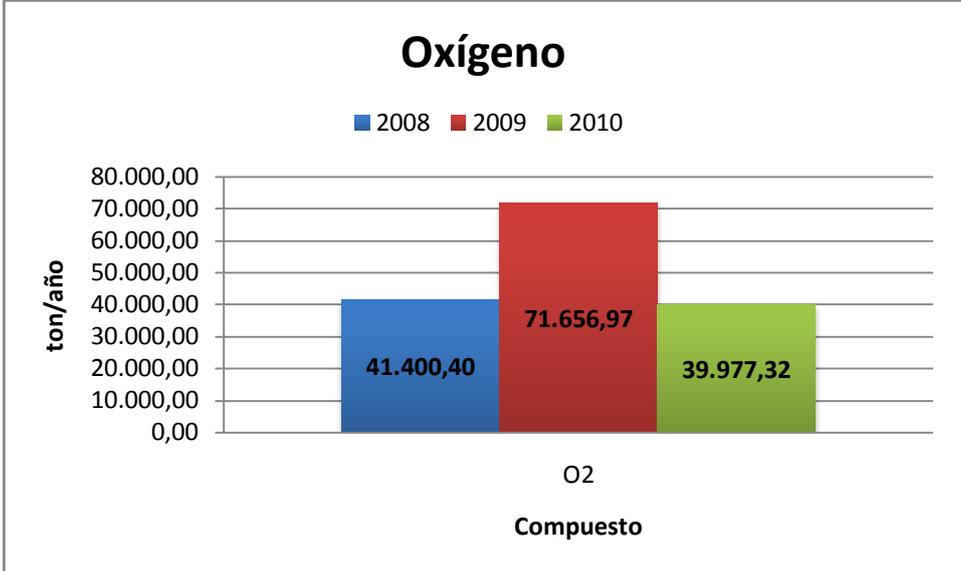
Fuente: Autor.

Figura 4.2 Comparación anual de CO

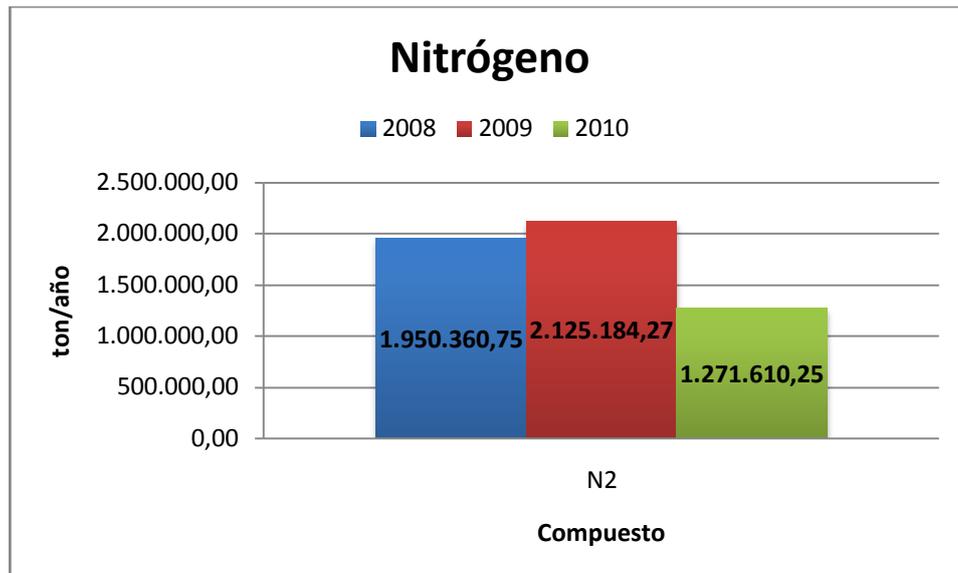


Fuente: Autor.

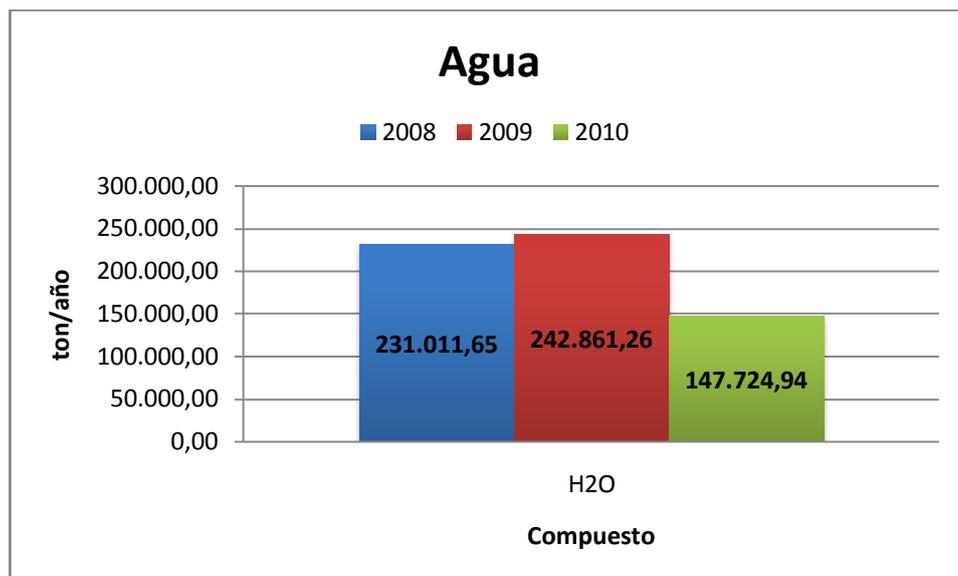
Figura 4.3 Comparación anual de O₂



Fuente: Autor.

Figura 4.4 Comparación anual de N₂

Fuente: Autor.

Figura 4.5 Comparación anual de H₂O

Fuente: Autor.

4.2.3 Hidrocarburos ²⁶

Las emisiones de hidrocarburos son el resultado de la presencia de combustible no quemado en el escape de un motor. Los hidrocarburos están compuestos de 10 a 20 especies principales y de 100 a 200 especies menores. La mayoría de estas especies se encuentran en los gases de escape. Sin embargo, algunos de los

²⁶ FERGUSON, Colin y Kirkpatrick, Allan (2001) *Internal Combustion Engines Applied Thermosciences*, 2da. Edición, John Wiley & Sons Inc., Estados Unidos, p. 287.

hidrocarburos no se encuentran en el combustible utilizado, pero son derivados del combustible cuya estructura ha sido alterada dentro del cilindro por las reacciones químicas que no se completan. Estos son alrededor de 50% del total de hidrocarburos emitidos.

Aproximadamente el 9% del combustible abastecido a un motor no se quema durante la combustión normal de la fase de expansión. Existen vías adicionales que consumen el 7% de los hidrocarburos durante los otros tres tiempos de un motor de cuatro tiempos encendido por chispa. Entonces alrededor del 2% se expulsa a la atmósfera. Como una consecuencia, las emisiones de hidrocarburos causan descenso en la eficiencia termal de un motor, así como un contaminante del aire. Las emisiones de hidrocarburos son mayores cuando el motor arranca y en su fase de calentamiento, debido a la disminución de vaporización del combustible y la oxidación.

En la tabla se muestran los seis principales mecanismos que se creen que son los responsables de de la oxidación de las vías alternativas y los gases de escape de hidrocarburos que figuran:

Tabla 4.4 Fuentes de emisión de Hidrocarburos

Fuente	% Combustible escapado en una combustión normal	% Emisiones HC
Hendiduras en la cámara de combustión (donde la llama no se puede propagar)	5,2	38
Capas de aceite	1,0	16
Depósitos de carbono	1,0	16
Combustible líquido	1,2	20
Extinción de la llama	0,5	5
Fugas por la válvula de escape	0,1	5
Total	9,0	100

Fuente: FERGUSON, Colin y Kirkpatrick, Allan (2001) *Internal Combustion Engines Applied Thermosciences*, 2da. Edición, John Wiley & Sons Inc., Estados Unidos, p. 288.

Por lo anteriormente expuesto los hidrocarburos son difíciles de determinar, por lo tanto no se los tomó en cuenta en la reacción química inversa realizada en el cálculo de la masa de emisiones generadas por el parque automotor. Sin embargo, en la tabla IV.5 se presenta los valores promedios medidos en los CRCVs en el transcurso de estos años. En la cual se aprecia un incremento de las partes por

millón de hidrocarburos de un año a año, debido a que las muestras en cada año han sido diferentes en el año 2008 se obtuvo el promedio de 12683 mediciones, en el 2009 de 37554 mediciones y hasta el 29 de julio de 2010 de 53965; en donde se incluyen las segundas, terceras y cuartas revisiones.

Tabla 4.5 Promedio de hidrocarburos de los automotores revisados

Año	Año de fabricación	HC Ralentí ppm	Promedios HC Ralentí ppm	HC 2500 rpm ppm	Promedios HC 2500 rpm ppm
2008	<1990	497,74	322,65	353,24	224,44
	1990-1999	392,17		264,80	
	>2000	78,03		55,28	
2009	<1990	789,86	498,69	492,80	308,58
	1990-1999	552,71		333,99	
	>2000	153,49		98,94	
2010	<1990	799,33	515,35	484,17	306,82
	1990-1999	566,37		322,37	
	>2000	180,35		113,93	

Fuente: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca (Cuencaire), base de datos actualizada hasta el 29 julio de 2010.

4.3 CONCLUSIONES

El impacto ambiental que generan los Centros de Revisión según los resultados anuales obtenidos refleja un aumento aceptable de los contaminantes año tras año, considerando que la demanda de combustible es mayor, en el periodo 2008-2009 se incrementa el despacho de combustible en 1,05%, debido al crecimiento del parque automotor de Cuenca; los incrementos porcentuales de emisiones para el periodo 2008-2009 fueron: 1,02% CO₂, 1,34% CO y 1,09 % N₂. Con lo que va del año 2010 se puede prever que el aumento de emisiones será alrededor del 1%.

Entonces se puede concluir que los CRCVs están cumpliendo uno de sus objetivos principales al mantener las emisiones de las fuentes móviles considerablemente estables a pesar que se quemen mayor número de galones de combustible. Se debe tomar en cuenta que los promedios utilizados son de todas las mediciones de los analizadores de gases de los CRCVs sin distinción del número de presentación, lo cual aumenta el porcentaje promedio de emisión de cada uno de los elementos. Pero es un valor bastante fiable para tener una idea de la cantidad de emisiones que se generan en nuestra ciudad año tras año.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Revisión Técnica Vehicular está siendo implementada en mayor número de países y ciudades, demostrando así el interés de los gobiernos en mejorar la seguridad ciudadana y la protección del medio ambiente.

Los componentes de los gases de escape que pueden considerarse tóxicos son: CO, HC, NOx, compuestos de plomo y SO₂.

En la gestión ambiental para mejorar la calidad del aire se pueden mencionar acciones del Municipio Metropolitano de Quito y ahora la Municipalidad de Cuenca, que incorporaron por ordenanza el control de emisiones de gases para los automotores, como requisito para la matriculación anual de los vehículos.

A pesar de los esfuerzos por controlar las emisiones por gases, el problema de la contaminación se ve complicado por: la mala calidad de los combustibles y el incremento del parque automotor.

En nuestro país la contribución al efecto invernadero por la generación de CO₂ es debida principalmente a la deforestación, más no a la emanación de las fuentes móviles; sin embargo, esto no quita que permanezcamos indiferentes, pues es necesario abrir espacios para que las personas piensen globalmente y actúen en su realidad con clara conciencia que sus actos trascienden la localidad hacia la globalidad.

“El medio ambiente mundial sigue siendo frágil y las medidas existentes para su conservación están lejos de ser suficientes”²⁷

La Revisión Técnica Vehicular busca: mejorar la calidad de vida de los habitantes, reducir los niveles de contaminación del aire, disminuir la cantidad de accidentes de tránsito, producidos por fallas mecánicas en los automóviles, reducir los niveles de ruido, y contribuir a la reducción de contaminantes que generan el calentamiento global.

²⁷ Informe preliminar elaborado por el secretario de las Naciones Unidas, Sr. Kofi Annan, para la cumbre de Johannesburgo, 2002.

Los CRCVs de la ciudad de Cuenca están provistos de equipamiento que cumple todos los requisitos técnicos según la Norma Técnica Ecuatoriana 2349:2003. El modelo Integral Centralizado que se maneja en la ciudad, permite a la autoridad mantener el control sobre el proceso de revisión, disminuyendo así la posibilidad de corrupción. También los resultados almacenados en la base de datos servirán de una manera útil en la toma de decisiones futuras, en cuanto a umbrales permisibles y políticas a implementar.

Los procedimientos de revisión están indicados en la NTE INEN 2349:2003, los cuales tienen como base de estudio el Manual de procedimientos de Verificación Técnica de Vehículos, del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de Buenos Aires-Argentina.

La diferencia principal entre los procedimientos de medición de emisiones de tubo de escape está en el equipamiento que posee cada país. En el caso de Ecuador se realiza una prueba estática (BAR-90)²⁸, a un régimen de revoluciones mínimo (ralentí) y a 2500 revoluciones por minuto. En la Unión Europea, Estados Unidos, México, Chile y Argentina se utiliza un dinámetro de carga variable o fija, el cual permite medir la potencia del vehículo, como también las emisiones a distintos regímenes de funcionamiento, esta prueba es conocida como ASM por sus siglas en inglés "*Accelerated Simulated Mode*", correspondiente a la Norma BAR-97. Teniendo una ventaja con respecto a la prueba anterior ya que con este procedimiento se pueden controlar los óxidos de nitrógeno producidos y así evaluar si el convertidor catalítico del vehículo está cumpliendo su tarea. Se espera que en futuro próximo se pueda implementar la misma en nuestra ciudad.

En general la reglamentación de los vehículos se hace por el año y modelo, por uso público o privado, por ser nuevo o usado, por su el ciclo de funcionamiento, por su tamaño y peso. Cabe recalcar que en Estados Unidos la EPA regula los vehículos agrícolas, de construcción, motores marinos, aviones y locomotoras. En cambio, en Ecuador solo se realiza el control de la maquinaria de construcción en caso de que el propietario lo requiera para trabajar para alguna entidad del gobierno.

Los Centros de Diagnóstico son de carácter privado, regulados por las autoridades ambientales, a través de un permiso o licitación. En Cuenca el Consorcio DANTON luego de una licitación internacional se hizo acreedor a la implementación de los de

²⁸ BAR: Bureau of Automotive Repair

los dos centros en la ciudad, un mixto ubicado en Mayancela y otro monotipo ubicado en Capulispamba.

En Chile, Argentina, Costa Rica y Ecuador se realiza una revisión integral del vehículo (estado mecánico y emisión de gases), no sólo de emisiones como es el caso de EEUU y México.

Los países de Brasil, Argentina y Colombia poseen unidades móviles de revisión, las cuales permiten verificar el cumplimiento de la normatividad existente. Estas podrían ser una buena opción para expandir la RTV alrededor del país, en ciertas fechas del año.

La periodicidad de certificación es parecida en los países estudiados. Los vehículos de uso particular tienen que revisarse una vez por año; pero los de servicio público y de carga dos veces por año, ya que estos recorren mayor distancia en comparación a los anteriores. En Ecuador se debería exonerar de la revisión por al menos 2 años ó 40000 km a los vehículos nuevos 0 Km, ya que los mismos por su condición generalmente, no presentan inconvenientes considerables que atenten contra la ciudadanía y el medio ambiente.

Los requisitos para la importación de vehículos hacia el Ecuador deberían ser más rigurosos, para evitar que tecnologías obsoletas en otros países entren a circular en nuestro medio.

En Cuenca, el 2008 fue un año de revisión sólo para los vehículos nuevos, del estado, controlados por la UMT y aquellos que cambiaron de propietario.

El 2009 se caracterizó por la obligatoriedad del parque automotor que circular por Cuenca tener aprobada la revisión a partir de mayo; sin embargo, por falta de comunicación los usuarios no asistieron a los CRCVs sino hasta los últimos meses del año, generando grandes colas y disgustos entre los usuarios del servicio. Un gran porcentaje de estos vehículos no se revisó a pesar de que ya estuvieron matriculados.

Hasta el 29 de julio 2010 se han revisado 43809 vehículos, casi el doble de los revisados en todo el año 2009, esto se debe a que la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad dispuso la matriculación de los

automotores según el último dígito de su placa, para evitar lo sucedido a finales del año 2009.

Se puede decir que, la ciudadanía con protestas ocasionadas por: la ubicación de los centros de revisión, su costo, el tiempo empleado, el valor por el ajuste del automotor, la coordinación entre la revisión y la matriculación; en fin, superando todas estas dificultades, el proceso está iniciado, no se debería dar pie atrás, el camino se construye al andar y se deben generar espacios de opinión para que la ciudadanía participe en la discusión de la problemática ambiental, aprovechando los mismos para la difusión de la legislación y normativa vigente. La ciudadanía podrá colaborar en acciones concretas y bien intencionadas, y de esta manera el desafío de la gestión ambiental se vaya superando gradualmente.

Con la información debidamente documentada por Cuencaire, con la contribución de la Universidad del Azuay en la actividad de fiscalización al CRCVs; se tiene una fuente primordial para continuar con estudios complementarios que aporten a comprender de mejor manera esta problemática.

Por mi parte, con este trabajo pretendo dejar una base muy importante para todos quienes deseen continuar ampliando sus conocimientos en materia de revisión vehicular, reflexionen sobre la necesidad de cambiar comportamientos provenientes de estilos de vida no responsables con el ambiente, y manifiesto que como ciudadanos aprovechemos la oportunidad para ubicarnos como parte de la biosfera y no externos a ella.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias bibliográficas

- BLUMBERG, Katherine et al (2003) Gasolina y Diesel de bajo azufre: La clave para disminuir las emisiones vehiculares, Traducción de Luis Sánchez Cataño, p. 63-64.
- BOSCH (1992) *Manual de la Técnica del Automóvil*, 20a edición, Editorial Reverté S.A., España.
- Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca - Cuencaire (2008) *Instructivo de la Revisión Técnica Vehicular*, Cuenca-Ecuador.
- ENGER, Smith, (2004) Ciencia Ambiental, Un estudio de interrelaciones, Traducción de Norma Moreno y Erika Montserrat, Décima Edición, McGraw-Hill Interamericana, México.
- FERGUSON, Colin y Kirkpatrick, Allan (2001) *Internal Combustion Engines Applied Thermosciences*, 2da. Edición, John Wiley & Sons Inc., Estados Unidos.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Subdirección de Estudios (2005) *Comparación de la Normatividad Nacional e Internacional en Materia de Calidad de Aire, Fuentes Fijas, Fuentes Móviles, Ruido y Calidad de Combustibles*, Bogotá-Colombia.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN (1996) *Reglamento Técnico Ecuatoriano – RTE INEN 2:1996 Emisiones de Vehículos Automotores y Motores de Vehículos Usados*, Ecuador
- Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN (2000) *Norma Técnica Ecuatoriana – NTE INEN 2203:2000 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones marcha mínima o ralentí. Prueba estática*, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN (2000) *Norma Técnica Ecuatoriana – NTE INEN 2202:2000, Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la opacidad de emisiones de escape de motores de diesel mediante la prueba estática. Método de aceleración libre*, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN (2002) *Norma Técnica Ecuatoriana – NTE INEN 2204:2002, Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina*, Ecuador.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN (2002) *Norma Técnica Ecuatoriana – NTE INEN 2207:2002 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Diesel*, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN (2003) *Norma Técnica Ecuatoriana – NTE 2349:2003 Revisión Técnica Vehicular – Procedimientos*, Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC (2009) *Estadísticas de Transporte 2009*, Ecuador.
- SANZ GONZALEZ, Ángel (1976) *Tecnología de la automoción*, Tomo 2.2, Editorial Bruño, Barcelona, España.

Referencias electrónicas

- ARCE, Héctor, Ministerio de obras Públicas y Transportes (mopt) de Costa Rica (2009) *Presentación: La revisión técnica vehicular – rtv, Lámina No. 3, Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular*, Quito-Ecuador, Febrero-2009.
- AS, S.L. Fabricante de catalizadores para vehículos, “*Información Técnica sobre catalizadores*”, Internet: <http://www.as-sl.com/informacion/index.htm>, Acceso: 15 Mayo de 2010.
- BOSQUE, Mauri, “Tendencias Globales para el Combustible Diesel”. Seminario Ecombustibles II, Diesel y Tecnología a favor de la salud, PETROBRAS, Lámina No. 12.
- Centro de Recursos Ambientales de Navarra, “Tipos de contaminación ambiental”, Internet: <http://www.crana.org/contenido.asp?idBD=1&idSubArea=490&idseccion=736>, Acceso: 21 de enero de 2009.
- CHONCHA, Paúl, Lozada & Castle Abogados (2009) *Presentación: La Inspección Técnica Vehicular: Proceso de Implementación del Sistema Homologo Nacional del Perú*, Lámina No. 20, Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador. Febrero-2009.
- CUSTODE, Roberto (2008) *Curso-taller: Factores que inciden en la emisión de contaminantes en motores a gasolina y parámetros de control en la Revisión Técnica Vehicular*, realizado el 3 al 8 de marzo de 2008, CD-ROM, Corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca, Cuencaire, Cuenca-Ecuador.

- ESPINOZA, Juan (2007) *Presentación sobre la Calidad del aire en Cuenca – Ecuador*, realizado del 19 al 23 de noviembre de 2007, Santiago-Chile.
- HERNANDEZ, Josué (2009) *Diseño de un sonómetro*, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, México, Internet: http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/3972/1/DISENOS_ONOMETRO.pdf, Acceso: 12 de septiembre de 2009.
- KRÄEUTNER, Edgar. Representante Oficial de MAHA International (2009) *Presentación: Modelos de Inspección Técnica Vehicular implementados a nivel mundial: Perspectivas, metodologías, herramientas y nuevos desafíos*, Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador.
- MAYORCA, Fernando, Gerente General de RIVETE SyC (2009) *Presentación: Resultados de la RTV en Costa Rica*, Lámina No. 5, Seminario Internacional – La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador, Febrero-2009.
- Petrocomercial, “Calidad de los combustibles”, Internet: http://www.petrocomercial.com/wps/portal/TRANS_CALIDAD, Acceso: 02 de junio del 2010.
- Quest Technologies, “Sonómetros”, Internet: http://www.quest-technologies.com/Spanish/Products/Sound/s_sound.htm. Acceso: 04 de febrero de 2009.
- VALENCIA, Guillermo (2008) *Trazabilidad en las mediciones de opacidad*, Simposio de Metrología 2008, Santiago de Querétano-México.
- Volvo Cars, “Exigencias rigurosas del nivel de emisiones”. Internet: http://www.volvotrucks.com/trucks/portugal-market/pt-pt/aboutus/Environment/euro4_euro5/aboutEuro4_5/pages/about_euro4_5.aspx Acceso: 12 de julio de 2010.
- ZIRATH, Sergio, Dir. de Programas en Transporte Sustentable y Fuentes Móviles (2009) *Verificación de emisiones en la Zona Metropolitana del Valle de México*, Seminario Internacional– La Revisión Técnica Vehicular, Quito-Ecuador. Lámina: 8.

ANEXOS

Anexo 1: Certificado de la Revisión Técnica Vehicular de la Ciudad de Cuenca. Cara frontal.



CUENCA
MUNICIPALIDAD

**REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR
DE LA CIUDAD DE CUENCA**

Revisión Obligatoria

No. Certificado: 00080950	Marca: CHEVROLET	Aprobado	ADD0622
No. Adhesivo: 0006817	Modelo: CORSA 3 PUERTAS		
Fecha Revisión: 11-Mar-2010	Año: 1998	RESULTADO	
No Chasis: 908168A07516		VALIDO HASTA:	
Cooperativa:		31-Dic-2010	
No LMT:		No Defectos TIPO 3:	00
CENTRO MIXTO MAYANCELA		No Defectos TIPO 2:	00
No Revisión: 0101012102279-01		No Defectos TIPO 1:	00

ING. EDGAR ACEVEDO REG. PROF. 200016000
RESPONSABLE

CODIGO	DESCRIPCION DEL DEFECTO VEHICULAR	UNIDAD	VALORES	LIMITES	CALIFICACION	UBICACION
09 07 01 03	NIVEL DE ACEITE CARTER MAYOR TIPO: 8AR30H	mm	17.00	0.00+Xx=14.00	OK	13
09 07 01 03	NIVEL DE ACEITE CARTER MAYOR TIPO: 8AR30H	mm	17.00	0.00+Xx=14.00	OK	13
04 07 01 03	DESARREGLO EN FRENO DE SERVIDO OTROS EJES	%	0.00	0.00+Xx=15.00	OK	21
05 00 03	DESCRIPCION DE PRUEBAS MECANICAS	UNIDAD	VALORES	LIMITES	CALIFICACION	UBICACION
05 01 01	ALINEACION HORIZONTAL CONFERENCIA	mm	2.80	-7.50+Xx=7.50	OK	01
05 01 02	EFICACIA SUSPENSION EN RUEDA DERECHA DEL 1° EJE	%	83.00	80.00+Xx=100.00	OK	18
05 01 03	EFICACIA SUSPENSION EN RUEDA IZQUIERDA DEL 1° EJE	%	83.00	80.00+Xx=100.00	OK	18
05 01 04	DESARREGLO DE SUSPENSION EN 1° EJE	%	0.00	0.00+Xx=15.00	OK	18
05 01 05	EFICACIA SUSPENSION EN RUEDA DERECHA DEL 2° EJE	%	86.00	80.00+Xx=100.00	OK	18
05 01 06	EFICACIA SUSPENSION EN RUEDA IZQUIERDA DEL 2° EJE	%	86.00	80.00+Xx=100.00	OK	18
05 01 08	DESARREGLO DE SUSPENSION EN 2° EJE	%	0.00	0.00+Xx=15.00	OK	18
02 01 01	ALINEACION HORIZONTAL FARO CONDUCTOR	%	4.90	-2.50+Xx=999.00	OK	08
02 01 02	ALINEACION VERTICAL FARO CONDUCTOR	%	-1.50	999.00+Xx=7.50	OK	08
02 01 03	INTENSIDAD FARO CONDUCTOR	Lux	31.36	0.01+Xx=195.00	OK	08
10 03 01	NIVEL DE RUIDO EN EL ESCAPE	dB	68.41	0.01+Xx=76.00	OK	09
10 03 02	INDICADORES NO COMBORTIONADOS INDICADO	rpm	323.70	0.00+Xx=750.00	OK	20
10 03 03	MOMENTO DE CARBONO COI RALENTI	%	0.58	0.00+Xx=4.00	OK	20
10 03 04	INDICADORES DE COMBUSTIONADOS INDICADO RPM	rpm	887.00	0.01+Xx=1,300.00	OK	20
10 03 05	MOMENTO DE CARBONO COI 2500 RPM	%	1.96	0.00+Xx=4.00	OK	20
04 07 02	DESARREGLO DE FRENO EN 1° EJE	%	1.96	0.00+Xx=15.00	OK	20
04 07 03	EFICACIA DE FRENO	%	78.00	80.00+Xx=100.00	OK	20
04 04 01	EFICACIA FRENO DE ESTACIONAMIENTO	%	20.00	10.00+Xx=100.00	OK	20

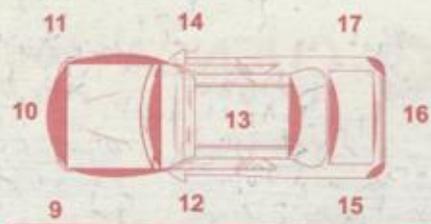
0080950

Fuente: Datos del vehículo Chevrolet Corsa 1.6, año 1998.

Anexo 2: Certificado de la Revisión Técnica Vehicular de la Ciudad de Cuenca.
Cara posterior

LOCALIZACIÓN DE LOS DEFECTOS

Ubicación	Posición
0	1er. Eje
1	2do. Eje
2	3er. Eje (Vehículos Pesados)
3	4to. Eje (Vehículos Pesados)
4	5to. Eje (Vehículos Pesados)
5	6to. Eje (Vehículos Pesados)
6	7mo. Eje (Vehículos Pesados)
7	8vo. Eje (Vehículos Pesados)
8	9no. Eje (Vehículos Pesados)
9	Delantero Izquierdo
10	Delantero Centro
11	Delantero Derecho
12	Medio Izquierdo
13	Medio Centro
14	Medio Derecho
15	Posterior Izquierdo
16	Posterior Centro
17	Posterior Derecho
18	Derecho
19	Izquierdo



Los defectos que presentan los vehículos automotores se clasifican según su nivel de peligrosidad en:

Defectos Tipo I (Moderados): Aquellos que no involucran un riesgo inminente para la seguridad de los ocupantes del vehículo, para las demás personas y/o para el ambiente, pero que podrían, posteriormente, convertirse en defectos Graves o Peligrosos, debido al deterioro natural o provocado.

Defectos Tipo II (Graves): Aquellos que son riesgo potencial para la seguridad de los ocupantes del vehículo, para las demás personas y/o para el ambiente, si se están sumados a otros defectos de la misma especie. Estos defectos son revisados nuevamente en cada visita pudiendo cambiar su calificación a Tipo I, a Tipo III o a OK.

Defectos Tipo III (Peligrosos): Aquellos que representan un riesgo inminente para la seguridad de los ocupantes del vehículo, para las demás personas y/o para el medio ambiente.

ACUMULACIÓN DE DEFECTOS:
Debido a que la presencia simultánea de varios Defectos graves en uno o en varios subsistemas del vehículo, puede aumentar el riesgo de accidente o la posibilidad de contaminar el ambiente, se considera la calificación de defectos peligrosos por acumulación de defectos graves, de acuerdo a las siguientes relaciones:

- 4 Defectos Tipo II en un mismo subsistema generan un Defecto Peligroso.
- 10 Defectos Tipo II en la totalidad del vehículo generan un Defecto Peligroso.
- 2 Defectos Tipo II en la misma etapa (valenti o altas) de la prueba de emisiones (HC y CO) generan un Defecto Peligroso.
- 2 Defectos Tipo II en desequilibrio del sistema de Suspensión generan un Defecto Peligroso.
- 2 Defectos Tipo II en desequilibrio del sistema de frenos generan un Defecto Peligroso.
- 2 Defectos Tipo II en la eficacia del sistema de suspensión del en el mismo lado (derecho o izquierdo) generan un Defecto Peligroso.
- 2 Defectos Tipo II en la alineación de luces generan un Defecto Peligroso.

PLAZOS ENTRE VISITAS:
Si el resultado de la Revisión fue **CONDICIONAL**, se establece el siguiente plazo de validez del Certificado Condicional y costo de la siguiente visita:

- Entre la 1ª y la 2ª visita, sin costo si la 2ª visita se hace en el término de 30 días.
- Entre la 2ª y la 3ª visita, 50% de costo de la revisión, si se hace en el término de 15 días.
- Entre la 3ª y la 4ª visita, 100% de costo de la revisión si se hace en el término de 15 días.

SANCIONES: Ordenanza que Norma el Sistema de Revisión Técnica Vehicular en Cuenca y la Delegación de Competencias a CUENCAIRE. Suplemento del R.O. 413 del 8 de diciembre de 2006. Arts. 65-77

POR INCUMPLIMIENTO DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR	
MOTIVO	SANCIÓN
No someter al vehículo a la Revisión Técnica Vehicular en el o los periodos que correspondan, incluye el retraso en la asistencia a las convocatorias de la LMT.	50 dólares acumulativos, cada periodo incumplido.
No someter al vehículo que está en calidad de "condicional" a la segunda, tercera o cuarta Revisión Técnica Vehicular, dentro de los plazos previstos.	Valor igual al monto de la tasa que canceló por la RTV de dicho vehículo.
No someter a Revisión Técnica Vehicular a un vehículo nuevo dentro del primer mes de comprado.	50 dólares acumulativos, cada mes o fracción.
No someter a Revisión Técnica Vehicular a un vehículo, mientras ésta sea semestral o anual.	50 dólares acumulativos, cada periodo.
POR INCUMPLIMIENTO DE CONTROLES EN VÍA PÚBLICA	
MOTIVO	SANCIÓN
No someterse a revisión de opacidad o emisiones en vía pública.	Llevados a patios y pago de multas correspondientes.
No concurrir a los Centros de Revisión Vehicular luego de haber sido citado en operativos.	50 dólares acumulativos, cada 8 días.
No concurrir a los Centros de Revisión Vehicular luego de haber sido citado en operativos estando "condicional" en primera, segunda o tercera revisión.	50 dólares acumulativos, cada 8 días. Máximo 3 veces.
No concurrir a la Revisión Técnica Vehicular en el periodo correspondiente, después de haber sido citado en vía pública.	50 dólares, cada periodo. Máximo 3 veces. Retiro de habilitación operacional.
Pese a haber aprobado la revisión, fueron citados 3 veces sin que hubiese corregido defectos.	50 dólares cada periodo. Máximo 3 veces. Retiro de habilitación operacional.
A los vehículos que sean detenidos en vía pública y aunque hayan aprobado la RTV, sean citados y tengan ya una citación previa.	150 dólares de multa y detención del vehículo. Obligación de someter al vehículo a la RTV para volver a circular.
A los vehículos que sean detenidos en vía pública y tengan ya una citación previa.	150 dólares de multa y detención del vehículo por 5 días. Obligación de someter al vehículo a la RTV para volver a circular.
A los vehículos que sean detenidos en vía pública y sean citados y tengan ya una citación previa.	200 dólares de multa y detención del vehículo. Obligación de someter al vehículo a la RTV para volver a circular.

Fuente: Datos del vehículo Chevrolet Corsa 1.6, año 1998.