



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**



**“ LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Y SU
IMPACTO AMBIENTAL “**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

CARLOS ANTONIO ALARCON CAÑEDO

JORGE SALAZAR ARZAVE

A S E S O R :

ING. MIGUEL ANGEL BARCENAS SARABIA

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

F. E. S. C.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

" LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Y SU IMPACTO AMBIENTAL "

que presenta el pasante Jorge Salazar Arzave
con número de cuentas: 7125500-6 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con:
Carlos Antonio Alarcón Cañedo

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 20 de Marzo de 1995

PRESIDENTE	Ing. Juan Rafaél Garibay Bermúdez	
VOCAL	Ing. Filiberto Leyva Piña	
SECRETARIO	Ing. Miguel Angel Bárcenas Zarabia	
PRIMER SUPLENTE	Ing. José Antonio Sánchez Gutiérrez	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Daniel Bonilla Sapien	



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES - CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

" LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Y SU IMPACTO AMBIENTAL "

que presenta el pasante Carlos Antonio Alarcón Cañedo
con número de cuentas: 7201144-5 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :
Jorge Salazar Arzave

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

AT E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 20 de Marzo de 1993

PRESIDENTE Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez

VOCA Ing. Filiberto Leyva Piña

SECRETARIO Ing. Miguel Angel Bárcenas Zarabia

PRIMERO SUPLENTE Ing. José Antonio Sánchez Gutiérrez

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Daniel Bonilla Sapien

INDICE

CAPITULO I

Antecedentes y Evolución de la Industria Automotriz.

1.1	Necesidades de Transportación Humana.	1
1.2	Invencción del Automóvil.	3
1.3	Evolución del Automóvil.	6
1.4	Población y Producción Mundial de Automóviles.	9
1.5	La Industria Automotriz en México.	12

CAPITULO II

La Contaminación del Medio Ambiente en el Valle de México.

2.1	Introducción.	16
2.2	Consumo de Energéticos.	18
2.3	El Parque Vehicular en el Valle De México.	20
2.4	Influencia de los Factores Meteorológicos.	22
2.4.1	Altitud.	22
2.4.2	Orografía.	22
2.4.3	Inversión Térmica.	23
2.5	Principales Contaminantes Atmosféricos.	24
2.5.1	Dióxido de Azufre.	26
2.5.2	Hidrocarburos.	26
2.5.3	Monóxido de Carbono.	28
2.5.4	Oxidos de Nitrógeno.	31
2.5.5	Ozono.	32

2.5.6	Partículas Suspensas	33
2.5.7	Plomo:	35

CAPITULO III

Marco Legal para el Control de Emisiones Contaminantes en Vehículos Automotores.

3.1	Antecedentes.	38
3.2	Regulaciones Vehiculares Ambientales en México.	39
3.2.2	Análisis de Niveles Máximos de Emisiones para Vehículos Nuevos.	44
3.3	Regulaciones de Emisiones para Vehículos en Circulación.	45
3.4	Métodos Utilizados para la Cuantificación de Emisiones.	47
3.4.1	¿ Qué es una Prueba de Emisiones?	48
3.4.2	Medición de Volumen.	48
3.4.3	Medición de la Concentración de Gases.	49
3.4.4	Secuencia de Conducción.	52
3.4.4.1	Fases de Prueba 1 y 2.	52
3.4.4.2	Fase de Prueba 3.	53
3.5	Medición del Rendimiento de Combustible.	54

CAPITULO IV

Tendencias Tecnológicas de la Industria Automotriz.

4.1	Antecedentes.	56
4.2	Tecnologías Evolucionarias.	58

4.2.1	Tecnologías Aplicadas a Fuerzas Motrices.	59
4.2.1.1	Reducción del Peso Vehicular.	59
4.2.1.2	Tracción Delantera.	60
4.2.1.3	Resistencia Aerodinámica.	61
4.2.1.4	Resistencia al Rodamiento.	64
4.2.2	Tecnologías Aplicadas a Tren Propulsor.	65
4.2.2.1	Evolución del Motor.	66
4.2.2.2	Evolución en la Transmisión del Movimiento.	69
4.3	Tecnologías Revolucionarias.	69
4.3.1	Gas Natural Comprimido.	70
4.3.2	Gas Natural Licuado.	73
4.3.3	Gas Licuado de Petróleo.	74
	Conclusiones	76
	Anexo	79
	Bibliografía	80

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y EVOLUCION DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

1.1 NECESIDAD DE TRANSPORTACION HUMANA.

Es lógico pensar que además de las necesidades fisiológicas, otra necesidad que el hombre prehistórico, contemporáneo, moderno y el del futuro, compartirán por siempre, es la de transportarse.

Categoricamente la transportación no es otra cosa más que la generación, control y combinación de las fuerzas que se aplican sobre un cuerpo para trasladarlo, y proviene de la necesidad del hombre de trasportarse y llevar de un lugar a otro objetos para su alimentación, albergue y defensa como necesidades primarias.

Después de que el hombre pudo dominar su propio pie como medio único de transportación, sus actividades fueron paulatinamente sobrepasando la capacidad de su musculatura y ergonomía.

Siglos más tarde, el hombre moderno es el que menos puede prescindir de las facilidades actuales de transportación, por ejemplo: acude a los lugares de abasto para comprar sus víveres, acarrea a diario a su lugar de residencia un sin número de mercancías, y su

ambiente socio-económico lo obliga a desplazarse a los diferentes centros de trabajo, atención médica, etc. Para éste efecto el hombre utiliza máquinas que puede guiar, acelerar y detener a su elección.

De esta manera la transportación es la industria, con todas sus facetas, que figura como uno de los elementos principales de nuestra época. La existencia de la sociedad industrializada actual, depende grandemente de la transportación eficiente de gente y bienes de consumo, de tal manera que el grado actual de control de la transportación y de sus implicaciones socio-económicas es un hecho relevante de la vida moderna que fundamenta el arraigo del automóvil.

Por todo esto, y en la medida en que la interacción con todos los elementos del medio ambiente ha sido más compleja, se han desarrollado actividades que obligan al hombre a desplazarse cada vez más lejos y con mayor frecuencia, de manera rápida y en terrenos abruptos, así como con cargas más grandes y pesadas.

Llegar a esta situación ha tomado a la humanidad millones de años, un colosal e impresionante desarrollo científico y tecnológico y la creación de la industria más grande y compleja en el mundo.

Todas las actividades relacionadas con la transportación dentro de los diversos sistemas culturales, científicos, técnicos y económicos han propiciado enfoques y respuestas diferentes, esta es una de las razones de las que se deriva la producción de una gran

variedad de tipos de vehículos, que son requeridos para las diferentes regiones del mundo y con diferentes características y estándares de calidad.

En resumen el vehículo automotor representa una necesidad para el ser humano actual, un reto continuo y constante para la ciencia y la tecnología, representando también una amenaza constante al EQUILIBRIO ECOLOGICO DE NUESTRO PLANETA.

1.2 INVENCIÓN DEL AUTOMÓVIL

Un medio de transporte que no dependiera de las características físicas del ser humano o de la potencia de una bestia de arrastre, se estaba gestando, ya que en algunas ciudades del mundo muchos hombres de ciencia trabajaban en experimentos sobre medios de transporte autopropulsados, que al paso de los años vinieron a revolucionar el mundo modificando la faz de la tierra y cambiando sustancialmente al ser humano.

Los conceptos iniciales de vehículos autopropulsados los tenemos en el año de 1680, en que Isaac Newton diseñó un camuaje que debía moverse por la reacción de expulsión de vapor de un calentador y hervidor de agua; no existe evidencia de que este vehículo se haya construido y únicamente fue un desarrollo teórico.

Hacia finales del siglo XVII y a lo largo del siglo XVIII los ensayos de artefactos propulsados con vapor eran práctica común entre la gente de ciencia, habiéndose logrado varios

desarrollos extremadamente limitados en cuanto a su funcionamiento y que nunca fueron producidos masivamente.

Durante la primera parte del siglo XIX, ya se experimentaba con máquinas de combustión interna que utilizaban combustibles líquidos, como la nafta y el benceno, es decir, ya se tenía una clara directriz a seguir. Los resultados de estos experimentos produjeron los avances más determinantes en la invención del automóvil.

Un gran avance en la invención de las máquinas de combustión interna se presentó en la Exposición Industrial de París en 1867, en la que la compañía "Rheinische Gasmotoren-Fabrik Deustch" formada por Nicolás Otto y Eugenio Langen dió a conocer una máquina de cuatro tiempos, que en la práctica es conocida como "Ciclo Otto". Dadas las necesidades de mecanización de esa época, estas máquinas causaron tal impacto que durante un período de diez años fueron vendidas en Europa más de dos mil de ellas; sin embargo, no hay evidencia de que alguna hubiera sido adaptada para mover algún tipo de carruaje.

El liderazgo en el desarrollo de las máquinas de combustión interna radicó en Europa, prueba de ello es que en el año de 1885, Karl Benz siendo propietario de la empresa "Rheinische Gasmotoren-Fabrik Deustch", desarrolló un triciclo motorizado, para el cual diseñó su propio motor de cuatro tiempos, que apenas producía una potencia de 0.9 caballos a 450 revoluciones por minuto. El vehículo tenía una manivela para la dirección, un cuerpo diferencial para las ruedas traseras y un sistema de embragado de motor-transmisión. Este evento marcó el **NACIMIENTO DEL AUTOMOVIL**, puesto que un año después, el 29 de

Enero de 1886, con este vehículo se obtuvo la primer patente en el mundo para un vehículo de motor prácticamente utilizable para el transporte, ya que esta fue la primera combinación de máquina y carruaje diseñada como un solo elemento que genera movimiento autónomo, continuo y confiable. Karl Benz, no sólo desarrollo este primer auto, sino que también desarrollo el primer vehículo de cuatro ruedas, con llantas sólidas y ruedas de alambre, que contaba con un motor de casi dos litros de cilindrada y una potencia de 3.5 caballos de fuerza, además tenía espacio para dos pasajeros.

Después de una serie de modificaciones, este vehículo fue puesto a la venta en el año de 1888. La siguiente ilustración muestran la patente obtenida por Karl Benz así como una fotografía del primer automóvil, las cuales se encuentran en el museo de Mercedes-Benz en Stuttgart, Alemania.



1.3 EVOLUCION DEL AUTOMOVIL.

El primer automóvil, patentado por Karl Benz, fue un vehículo que satisfacía la necesidad primaria para la que fue diseñado, la transportación, sin embargo en la medida que fue generalizándose su uso, se fueron presentando una serie de carencias y deficiencias en cuanto a seguridad, confort, operación, autonomía, etc. Esta situación indujo a la naciente Industria Automotriz a un proceso continuo de evolución, el cual perdura hasta nuestros días, tratando de satisfacer los más exigentes requerimientos de cada época. El automóvil actual, no es otra cosa más que una recopilación de avances técnicos de cada año o de cada modelo de producción, mejorado y refinado.

A continuación presentamos una breve descripción de los adelantos tecnológicos que llegaron a ser calificados como la invención del año. Únicamente mencionaremos los más importantes y trascendentes.

1886 - 1890. En este período Karl Benz obtiene la patente de invención del primer automóvil y fue inventada la llanta de hule sólido para uso automotriz.

1891 - 1900. Henry Ford construye el primer automóvil de cuatro ruedas en América y forma la empresa " Detroit Automobile Company ".

1901 - 1910. Invención de motores de 8 cilindros en línea, amortiguadores para suspensión, carburadores dosificadores, rines desmontables, luces para iluminación nocturna a base de

acetileno, llanta de refacción, batería eléctrica, defensas, claxon, motores de 6 cilindros en línea, balatas para freno mecánico a base de asbesto, diseño del FORD modelo "T" y nacimiento de la producción en línea estática, velocímetro magnético y la carrocería cerrada como equipo opcional.

1911 - 1920. Invención del sistema eléctrico integrado por el motor de arranque - batería - generador, espejo retrovisor para autos de competencia, carrocerías de acero, motor de ocho cilindros en "V", motor de doce cilindros, parabrisas de cristal, limpia-parabrisas manual, luz indicadora de frenado, transmisión de dos velocidades, frenos hidráulicos en las cuatro ruedas y Ford introduce la línea de producción en movimiento.

1921 - 1930. Asiento delantero ajustable longitudinalmente, filtro de aire para el motor, llantas neumáticas, limpia-parabrisas de accionamiento neumático, transmisión automática, filtro de aceite para el motor, lámpara de doble filamento para luces de corto y largo alcance, escala de octanaje para gasolina, cristal plano inastillable, calefacción para cabina de pasajeros, uso extensivo de partes de acero forjado, balanceo de flechas para reducir vibración y producción masiva de vehículos tipo vagoneta.

1931 - 1940. Suspensión a base de barras de torsión, suspensión independiente, radio de amplitud modulada, carrocerías aerodinámicas, transmisión automática con sobremarcha, unidades de luz selladas.

1941 - 1950. Llantas resistentes a ponchaduras, lubricación presurizada para motores,

parecen los primeros motores de más de 100 caballos de potencia, también se incorporaron las ventanas laterales y parabrisas curvos de una pieza y otros adelantos bélicos.

1951 - 1960. Dirección hidráulica, carburadores con dos o más gargantas, carrocerías de fibra de vidrio, aire acondicionado, tablero acojinado, seguros de puerta y asientos actuados eléctricamente, cinturones pelvicos de seguridad, sistema de inyección mecánica de combustible, aplicación por inmersión de protección anticorrosiva de carrocería, control eléctrico de velocidad, frenos autoajustables, primeras camionetas con tracción en las cuatro ruedas, motores de aluminio y silenciador recubierto con acabado cerámico.

1961 - 1970. Sistema de frenos con doble circuito, llantas radiales, frenos de disco en ruedas delanteras, re-utilización de la tracción delantera, diseño de la estructura frontal / defensas / columna de dirección para la absorción de impacto, cinturones de seguridad auto ajustables y retráctiles de tres puntos de apoyo, control computarizado de frenado para evitar el bloqueo de ruedas, limpia-parabrisas intermitentes, sistema de inyección electrónica de combustible, control automático de la temperatura ambiente en el compartimiento de pasajeros, inicio de aplicación de la electrónica, radio de frecuencia modulada y el inicio de uso de motores eléctricos con imán permanente.

1971 - 1980. Tablero de instrumentos con indicadores electrónicos y digitales, sistema de protección contra robo, sistema de acceso sin llave, refuerzos contra impacto en puertas, sistema de dirección de piñón/cremallera, frenos de disco en las cuatro ruedas, ruedas de aluminio, espejos exteriores de control remoto, utilización de pinturas de doble capa, motor

para gasolina sin plomo, llantas de perfil bajo, re-utilización de motor diesel para automóvil, dirección hidráulica de asistencia variable, transmisión automática de cuatro velocidades con sobremarcha y uso del convertidor catalítico para la reducción de emisiones contaminantes.

1981 - 1990. Motor turbocargado, sistema de frenos anti-bloqueo controlado por computadora, inyección electrónica multipuerto, cristales fotocromáticos, unidades de luz de plástico y en forma estilizada, incremento del uso de plásticos en gran variedad de aplicaciones, reducción importante en el peso vehicular y mejoras en seguridad para los ocupantes, como el uso masivo de bolsas de aire complementando el cinturón de seguridad.

1991 - 2000. En esta década la tendencia es de FAVORECER Y PROTEGER EL MEDIO AMBIENTE mediante la eliminación del uso de clorofluorocarbonos (CFC) y el desarrollo de tecnologías sofisticadas que generarán vehículos más seguros, cómodos y eficientes que también permitirán alcanzar reducciones drásticas en peso vehicular y emisiones contaminantes, obteniendo mejoras significativas en el rendimiento de combustible e incluso el uso de combustibles alternos.

1.4 POBLACION Y PRODUCCION MUNDIAL DE AUTOMOVILES.

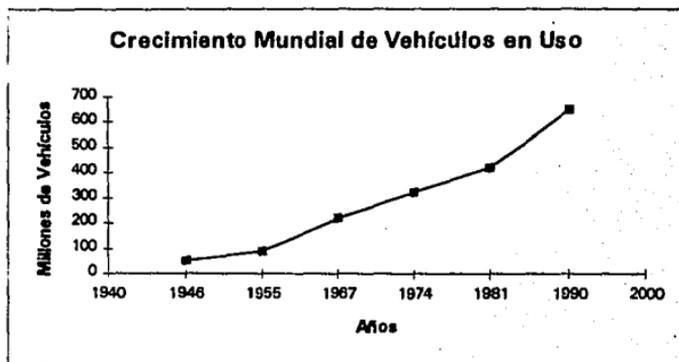
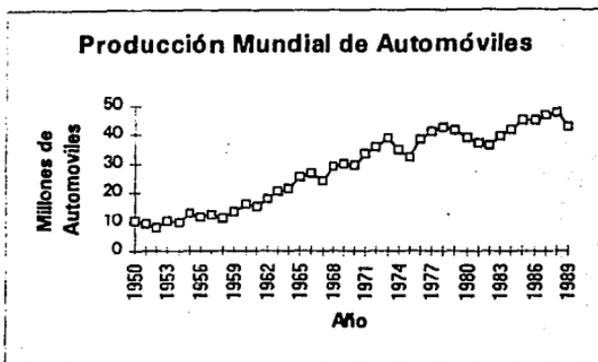
Durante los primeros 60 años después de la invención del automóvil, se registraron bajos volúmenes de producción, esto como consecuencia de la limitada tecnología, así como disponibilidad de materiales y baja demanda de mercado; otros factores importantes que

influyeron de manera determinante fueron: La primera y segunda guerra mundial, que a pesar de haber impulsado grandemente el desarrollo de la ciencia y la tecnología, estuvieron enfocadas básicamente hacia aplicaciones bélicas y la aviación, las cuales años después, fueron aplicadas entre otras, a la industria automotriz.

El adelanto tecnológico más importante para impulsar la manufactura masiva y lograr grandes volúmenes de vehículos, fue la incorporación de la línea de producción en movimiento, la cual fue implantada en 1913 por Henry Ford en la planta de Highland Park en Detroit Michigan. En la actualidad es el método universal de producción, mediante el cual se manufacturan prácticamente todos los automóviles del mundo y que además se ha expandido a múltiples procesos productivos de un sin número de artículos. Con esta innovación se logró rebasar en ese mismo año la cantidad de 10,000 unidades producidas; así mismo, catorce años más tarde se rebasó la cantidad de quince millones de unidades anuales fabricadas por una sola empresa.

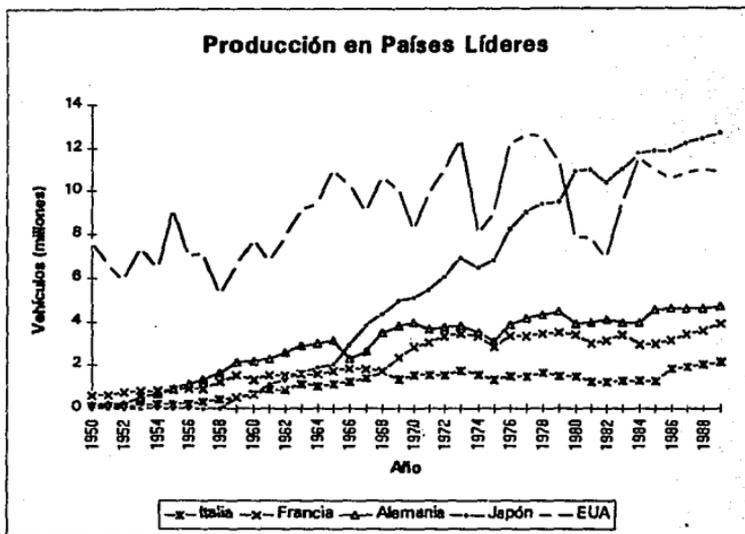
Posteriormente, el período de 1950 a 1990 marca la época en que se alcanzó un crecimiento sostenido en la fabricación de vehículos automotores. En estas cuatro décadas la producción automotriz anual se incrementó de 10 millones en 1950 a 48 millones en 1990.

Con respecto a la población mundial activa de automóviles, la siguiente página muestra la gráfica de incremento de vehículos en servicio mundial y que la mayoría, se supone, están en circulación diariamente. Esta gráfica muestra que existe un total aproximado de 550 millones de vehículos, los cuales, debemos considerar que están contaminando la atmósfera.



Otro dato interesante es la gráfica que a continuación nos muestra la distribución de la producción automotriz en los principales países industrializados. En esta se observa el

notable crecimiento acelerado de la producción automotriz en Japón. Así como el liderazgo alcanzado por los Estados Unidos de Norteamérica.



1.5 LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MEXICO.

En México, el primer automóvil fue construido en el año de 1897 por la fabrica de bicicletas Mohler y De Graeff, aunque no tuvo gran éxito. Posteriormente en 1914, la compañía Automotriz Mexicana, S.A. produjo en la ciudad de Torreón, Coahuila el automóvil marca "Anáhuac", el cual tampoco alcanzó el éxito. Su historia al igual que la del anterior se perdió en el devenir de los años.

En 1925, en la esquina Balbuena y Candalaria, cerca de la estación de San Lázaro, Ford Motor Company estableció la primera planta armadora, iniciando su operación con 81 trabajadores. Posteriormente, en 1933 se estableció Automotriz O'Farril en la ciudad de Puebla, Pue., para armar los automóviles Panhard. Dos años después, en 1935 surgió en la Ciudad de México la planta armadora de General Motors de México. El establecimiento de nuevas plantas armadoras de otras marcas de automóviles continuó y en 1939 se estableció Automex, para armar los productos Chrysler. A finales de los cincuenta y principios de los sesenta se establecieron en México las empresas que actualmente son conocidas como Nissan y Volkswagen.

Adicionalmente a las empresas anteriormente mencionadas y que actualmente se encuentran operando en nuestro país, se establecieron varias firmas automotrices que debido a que únicamente estaban dedicadas a la importación de automóviles totalmente terminados o que su grado de integración de componentes nacionales fue insuficiente, tuvieron que retirarse del mercado mexicano, estas son:

Kaiser	Frazer	Carabella	Citroen
Peugeot	B.M.W.	D.K.W.	Hansa
Austin	Morris	M.G.	Anglia
Hillman	Singer	Taurus	Consul
Sunbeam	Jaguar	Alfa Romeo	Fiat
Toyopet	Mercedes Benz	Studebaker	Simca
Skoda	Moscovitch	Vauxhall	Volvo

Posteriormente y como resultado del incremento en la demanda e importación de vehículos, el gobierno dió inicio a una reglamentación, marcando el nacimiento de la industria automotriz en México. El decreto de 1931, indicaba la necesidad de que las armadoras usaran ciertas partes de fabricación nacional; sin embargo, la verdadera integración de la industria automotriz y de autopartes se generó a partir del decreto del 23 de agosto de 1962, el cual obligó a las plantas armadoras a producir sus motores, integrar el tren motriz y que un mínimo del 60% del costo del vehículo fuera con componentes y mano de obra mexicanos. Esta disposición gubernamental fue la que provocó el retiro de las empresas anteriormente mencionadas, manteniéndose únicamente las siguientes:

American Motors	Automex	Borgward
Datsun Mexicana	Ford Motor	General Motors
Renault Mexicana	Volkswagen	Diesel Nacional

En el periodo 1950 - 1981 la industria automotriz en México mostró una evolución creciente que alcanzó un máximo de 597,118 unidades producidas en el año de 1981. Esta cifra volvió a ser alcanzada y rebasada hasta el año de 1989.

Es importante aclarar que la industria automotriz mexicana, se limita únicamente a realizar el ensamble de vehículos y no a su diseño; sin embargo sí se realizan modificaciones mínimas a los diseños originales con la finalidad de adecuarlos a las condiciones climáticas y topográficas de nuestro país, eliminar equipos y accesorios de lujo que económicamente no son o fueron rentables y, por último, eliminar sistemas de control de emisiones

contaminantes que no resultaron de incorporación obligatoria en México y que en su momento representaron importantes ahorros.

CAPITULO II

LA CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE DEL VALLE DE MEXICO

2.1 INTRODUCCION. ¿ Qué es la contaminación ?

La contaminación es el efecto nocivo que ejercen todas aquellas sustancias que afectan el equilibrio ecológico del entorno. Está constituida por toda aquella serie de desechos que de una u otra forma no se asimilan o degradan en el medio ambiente en que son arrojados, ya sean gaseosos, líquidos o sólidos.

Como consecuencia del progreso humano y el avance de la ciencia y tecnología, se han desarrollado y elaborado materiales más sofisticados, de mejores cualidades, mayor resistencia y por ende una menor asimilación por la naturaleza. Esto ha afectado grandemente el equilibrio ecológico, modificando y degradando los procesos naturales. Los nuevos materiales tales como plásticos, productos químicos, derivados del petróleo, etc. constituyen una profunda alteración del proceso natural de reincorporación de los materiales a la naturaleza.

La contaminación atmosférica es la condición en la cual se encuentran presentes en el aire algunas sustancias en concentraciones superiores a los niveles ambientales normales, de tal forma que producen efectos indeseables en la salud del ser humano, los animales y la

vegetación, generando alteraciones en los ecosistemas naturales del planeta.

La contaminación atmosférica no es un problema privativo de los países en desarrollo. Por causas distintas también esta presente en los países industrializados, a pesar de contar con recursos para desarrollar e incorporar la más avanzada tecnología para controlar y reducir los residuos contaminantes.

Los peligros que representa la contaminación ambiental para la humanidad, así como las posibilidades y la necesidad de combatirla, constituyen el tema de mayor importancia en la sociedad actual.

Desde que el hombre existe ha contribuido a la transformación y al deterioro de su hábitat. En la medida en que los grupos humanos se han desarrollado, la vida social se ha hecho más complicada, los adelantos de la ciencia y la tecnología han dado lugar a un creciente desarrollo urbano e industrial; la producción de contaminantes ha alcanzado límites nunca antes imaginados, por ello, se advierte el peligro de daños irreversibles que seguramente alterarán el orden social y pondrán en peligro la supervivencia de la humanidad.

Todos los países del planeta han respondido con interés a estas llamadas de advertencia, en la actualidad más que nunca se emiten leyes, normas, programas y se asignan recursos muy importantes para la lucha contra la contaminación. Esta acción corresponde a todos los hombres por igual y mayormente a aquellos que de alguna forma afectan las condiciones ambientales.

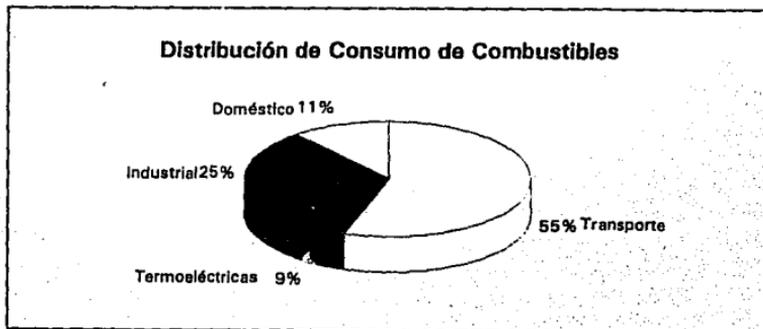
2.2 CONSUMO DE ENERGETICOS.

En la zona metropolitana del Valle de México se queman diariamente el equivalente a 44.3 millones de litros de combustibles, considerando uso doméstico, transporte, industrial y generación de energía eléctrica.

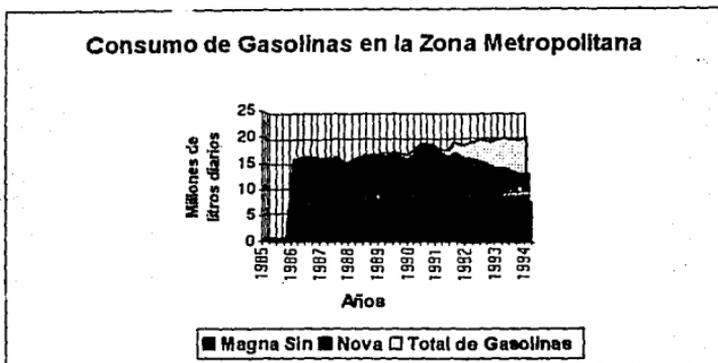
La utilización de estos combustibles permite generar el bienestar social de la población, ya que propicia empleos, servicios, transporte, energía eléctrica y múltiples comodidades más.

Su combustión es la fuente principal de generación de contaminantes del aire, representando aproximadamente el 85 % de las emisiones totales. El resto está formado principalmente por polvos provenientes de áreas carentes de vegetación, materias fecales, evaporación de solventes y gases inertes.

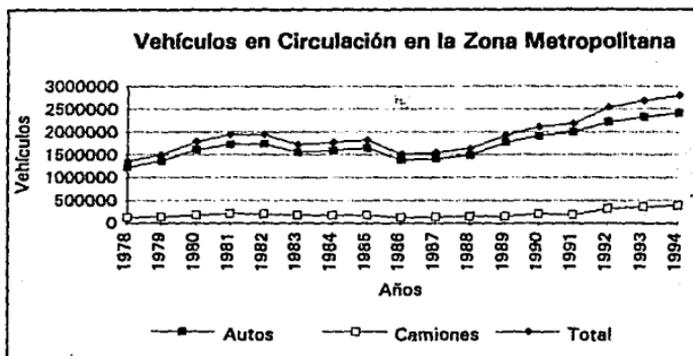
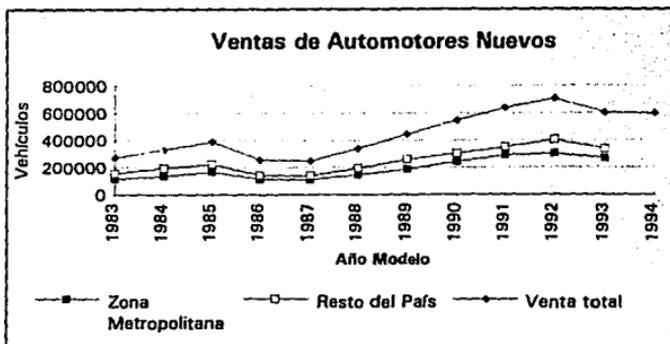
El 55 % del total de los combustibles son consumidos por los vehículos que circulan diariamente en nuestra ciudad, generando el 76 % de la masa total de contaminantes.



El consumo de combustibles continúa en aumento. En el caso de los últimos cinco años el consumo promedio diario en la Z.M.V.M. se ha incrementado en un 22 %, al pasar de 15.7 millones de litros diarios en 1989 a 19.15 millones a fines de 1993, esto representa un aumento anual promedio de 4.4 %.



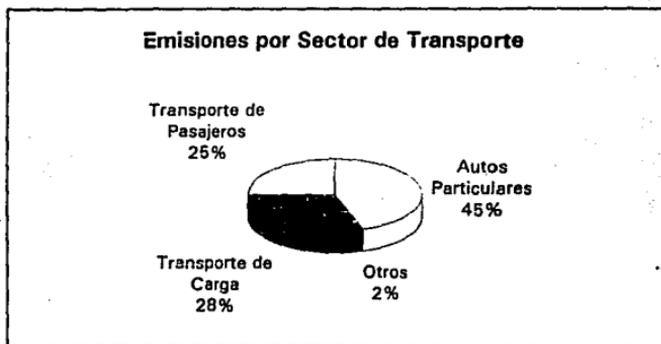
Este incremento en el consumo de combustibles es claramente entendible si observamos las siguientes gráficas, en la primera se muestra un claro incremento en la cantidad de vehículos en circulación en la Ciudad de México, principalmente a partir del año de 1989; en la segunda, se aprecia el incremento de ventas de vehículos nuevos en la zona metropolitana y su comparativo con las ventas en el resto del país, en ambas gráficas resalta un incremento sobresaliente a partir del año de 1989.



2.3 EL PARQUE VEHICULAR EN EL VALLE DE MEXICO

Las estadísticas de crecimiento del parque vehicular en México, indican que este ha crecido año con año, especialmente desde 1978. Se estima que poco más del 22 % del total de los

vehículos automotores del país se concentran en el Valle de México, el cual tiene una extensión territorial superior a los 2500 Km² con una población de 2.7 millones de vehículos, de los cuales el 45 % son autos particulares, el 25 % están dedicados al transporte de pasajeros y el 28 % es de transporte de carga, como se muestra en la siguiente gráfica. La edad promedio de este parque vehicular es de 8.5 años y el 80 % no están equipados con sistemas modernos para el control de emisiones contaminantes, además de encontrarse en mal estado mecánico por falta de mantenimiento adecuado.



Es importante mencionar que según el Censo General de Población y Vivienda de 1990, en el Distrito Federal existían 4.01 habitantes por automóvil, presentando una densidad de 1369 automóviles por km²; lo cual comparado con las 11.9 personas por automóvil y 3.46 automóviles por Km² que existían en todo el país, estas cantidades resultan sumamente altas para el D.F.

2.4 INFLUENCIA DE LOS FACTORES METEOROLOGICOS

Las características de la Ciudad de México han representado históricamente, un reto para la industria automotriz mexicana. Esta situación se hace presente como consecuencia de una serie de factores y condiciones que deterioran la eficiencia del comportamiento de los vehículos, generando un incremento de las emisiones a la atmósfera. Estos factores son los siguientes:

2.4.1 ALTITUD - Uno de los principales problemas de la Ciudad de México es que se localiza a una altitud promedio de 2,240 metros, por lo cual y como consecuencia de la menor presión atmosférica, el aire contiene menor cantidad de oxígeno que a nivel del mar. Un metro cúbico de aire al nivel del mar contiene 275 gramos de oxígeno, mientras que el mismo volumen en la Ciudad de México contiene únicamente 212 gramos, es decir 23% menos. Esta condición propicia una pérdida importante en la eficiencia del proceso de combustión, produciendo una mayor cantidad de gases tóxicos, como son monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no quemados (HC). Lo anterior es perfectamente perceptible al conducir un vehículo de aspiración natural en diferentes condiciones altimétricas.

2.4.2 OROGRAFIA - El Valle de México es una cuenca lacustre que se encuentra rodeada por altas montañas que alcanzan alturas de aproximadamente 3,900 m S.N.M. y volcanes como el Popocatepetl, Ixtaccíhuatl y el Nevado de Toluca con alturas de hasta 5,400 m S.N.M., estas características topográficas dificultan la circulación natural del aire, impidiendo la dispersión de los contaminantes y contribuyendo en conjunto con la luz solar, a la

formación de ozono. Esta condición representa un obstáculo para los vehículos automotores, ya que para salir del valle, se requiere subir hasta 3,100 m de altitud en recorridos no mayores a 50 km.

2.4.3 INVERSION TERMICA .- ¿ Qué es la inversión térmica ?.

La inversión térmica es un fenómeno natural inevitable que no es en sí dañino. Normalmente en la atmósfera, las capas de aire más frío están arriba y las más calientes abajo. Durante una inversión térmica, las capas de aire caliente se encuentran encima de las capas de aire frío, es decir, invertidas a la condición normal. Este efecto se puede formar de diferentes maneras; por ejemplo, durante la noche, en ausencia de calentamiento solar, la pérdida de calor de la tierra y del aire en la superficie, provoca la formación de la capa de aire pesada y fría sobre la superficie o también cuando las laderas de los montes que circundan un valle se enfrían durante la noche, el aire directamente encima de éstas también lo hace y por su mayor densidad baja por las laderas de las montañas, acumulándose en la parte baja del valle. Durante el día este fenómeno desaparece al entibiarse la superficie de la tierra por los efectos de los rayos solares o por la presencia de aire cálido proveniente de otras latitudes, regresando de esta manera a una atmósfera normal, es decir caliente abajo y fría arriba. Este fenómeno se puede presentar en cualquier época del año; pero durante los meses de diciembre, enero y febrero se presentan con mayor incidencia. Su presencia se puede dar en cualquier lugar donde las condiciones meteorológicas y topográficas permitan que este proceso ocurra.

La conjugación de este fenómeno natural con las altas emisiones contaminantes de

determinado lugar, provocan que el aire contaminado permanezca largo tiempo en la capa baja de la atmósfera; así, la acumulación de contaminantes puede tener efectos nocivos sobre la salud del ser humano y demás seres vivos. El grado de riesgo para la salud estará determinado principalmente por el lapso de tiempo que dure el fenómeno y por el nivel de concentración de contaminantes que se van acumulando.



La frecuencia de inversiones térmicas registradas en el Valle de México, fue mayor en 1993 que en 1992, esto se atribuye al incremento de flujos combinados de masas de aire polar y tropical; así mismo, durante los meses de junio a septiembre disminuye dicha frecuencia, lo cual es debido a que en esa época se registra una mayor precipitación pluvial, generada por la afluencia de aire tropical marítimo, con alto contenido de humedad.

2.5 PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFERICOS

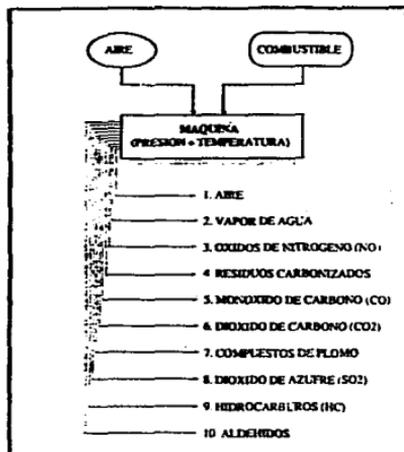
En la actualidad la contaminación ambiental del planeta está llegando a condiciones críticas

en el aire, tierra y agua. Sin embargo, dada la gran diversificación y alta complejidad de los precursores de la contaminación y lo extenso del tema, en este capítulo nos enfocaremos al análisis de los principales gases emitidos por el proceso de combustión de los vehículos automotores.

Derivado del nivel actual de contaminación del aire, la Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México en conjunto con el Instituto Nacional de Ecología, dependiente de la Secretaría de Desarrollo Social, han efectuado una serie de estudios ambientales en los que revelan que los principales contaminantes en el aire de la zona metropolitana, producto principalmente del desecho de los motores de combustión interna son: plomo, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, aldehidos y residuos carbonizados.

En el siguiente esquema se muestran los principales residuos que se obtienen de cualquier proceso de combustión, ya sea en un motor de combustión interna o en la caldera de cualquier proceso industrial, incluyendo un calentador de agua de uso doméstico. La concentración de estos residuos contaminantes varía dependiendo de los sistemas de control de emisiones que estén acoplados al final del proceso.

Residuos del Proceso de Combustión



2.5.1 DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) .- La presencia de éste contaminante en la atmósfera, es resultado de la quema de combustibles con alto contenido de azufre, como el gasóleo y diesel, los cuales durante el proceso de combustión son oxidados, formando como producto residual principal el dióxido de azufre y en menor proporción sulfatos.

El dióxido de azufre es el reactor principal en la formación de lluvia ácida, la cual genera alteraciones graves en los ecosistemas acuáticos y vegetales, modificando la acidez del medio ambiente y ocasionando la destrucción de formas de vida vegetal y animal.

Las concentraciones de dióxido de azufre en la atmósfera reflejan una tendencia a la

baja, puesto que el nivel máximo registrado en 1993 fue 31 % menor al de 1992 y 39 % menor al de 1991.

Los logros antes mencionados se obtuvieron por acciones trascendentes, como son:

- El reemplazo del combustóleo en el Valle de México por gasóleo con un contenido máximo de azufre de 2.0 % en peso.
- Cierre de operaciones de la Refinería 18 de Marzo.
- Utilización de gas natural en las dos plantas termoeléctricas del Valle de México, así como en 365 grandes industrias.
- A partir de 1990 se distribuye únicamente diesel con un volumen máximo de azufre de 0.5 % en peso.
- La incorporación de Diesel-Sin en la Z.M.V.M. desde octubre de 1993, con contenido máximo de azufre de 0.05 % en peso, el más bajo en el mundo.
- En 1994 se incorporó la norma de emisiones para vehículos automotores equipados con motor Diesel más estricta del mundo, paralelamente con Estados Unidos y Canadá.

2.5.2 HIDROCARBUROS (HC) .- Este es un término muy amplio que se usa para describir los compuestos orgánicos formados por el carbono y el hidrógeno, los cuales se encuentran en todos los productos derivados del petróleo.

La mayor parte de los hidrocarburos son venenosos únicamente en concentraciones superiores a varios cientos de partes por millón; sin embargo, la luz solar y la temperatura ocasionan que estos reaccionen con los óxidos de nitrógeno, formando ozono troposférico. Los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno, en presencia de la luz solar, producen una mezcla de humo y niebla comúnmente conocida como SMOG.

2.5.3 MONOXIDO DE CARBONO (CO)- Es un gas incoloro e inodoro compuesto de carbono y oxígeno, es generado en todo proceso de combustión incompleto del carbono y es emitido en todos los procesos industriales y motores de combustión interna que utilizan combustibles fósiles para su operación. Se genera en mayor cantidad a la altura de la Ciudad de México por la disminución del contenido de oxígeno en el aire. Teóricamente, en un proceso de combustión completo el aire suministrado al combustible debe contener la cantidad de oxígeno suficiente para transformar todo el carbono en gas carbónico y todo el hidrógeno en agua.

Los automóviles son la principal fuente de emisión de monóxido de carbono, se estima que en la Ciudad de México el parque vehicular genera el 95 % de las emisiones totales de este gas. Los motores de combustión interna que operan con mezclas ricas en

combustibles tienden a aumentar las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos, ya que no hay suficiente oxígeno para una combustión completa. En cambio, cuando operan con mezclas pobres en combustible, las emisiones de monóxido de carbono se reducen, aunque cuando son demasiado pobres tampoco hay una combustión completa y aumentarán las emisiones de óxidos de nitrógeno.

Otras fuentes emisoras son las industrias, refinerías, sistemas de calefacción, estufas y quemadores domésticos, así como el humo del cigarrillo. En las zonas metropolitanas las más altas concentraciones de monóxido de carbono se encuentran en lugares con tráfico pesado, cruceros, túneles, pasos a desnivel y estacionamientos subterráneos.

Las altas concentraciones de este elemento son las causantes del efecto invernadero, que consiste en un aumento de temperatura en el medio ambiente, provocado por la reflexión de los rayos luminosos que rebotan en la capa de monóxido de carbono que rodea a la tierra y regresan a la superficie terrestre.

El monóxido de carbono afecta principalmente a niños, mujeres embarazadas, ancianos y gente con problemas respiratorios y cardiovasculares. Este compuesto se combina con la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos, formando la Carboxihemoglobina en la sangre, lo cual reduce de forma importante la capacidad de transferencia de oxígeno de los pulmones a los tejidos y el retorno del dióxido de carbono de los tejidos a los pulmones. En forma adicional el monóxido de carbono afecta al sistema nervioso central

ocasionando fatiga, somnolencia y dolor de cabeza.

Para el control de éste contaminante las autoridades han instrumentado varias acciones:

- **Introducción de gasolina oxigenada, con lo cual se redujo aproximadamente en un 10 % las emisiones de este contaminante provenientes de vehículos automotores.**
- **Incorporación del convertidor catalítico en los automóviles a partir del año modelo 1991, con lo cual reducen en un 90 % sus emisiones.**
- **Ampliación del Sistema de Transporte Colectivo Metro.**
- **Impulsar el uso de Gas Licuado de Petróleo (L. P.) en más de 17,000 vehículos de transporte público y de carga.**
- **Reemplazo por motores de bajas emisiones en 3,500 autobuses de R-100**
- **Incorporación del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria en el Distrito Federal y la zona conurbada, posteriormente esta acción se incorporó en las ciudades de Guadalajara y Monterrey.**

2.5.4 OXIDOS DE NITROGENO (NOx) .- El término "Oxidos de Nitrógeno" es una denominación que incluye óxido y dióxido de nitrógeno. Este contaminante se forma cuando en el proceso de combustión se alcanzan muy altas temperaturas y alta concentración de oxígeno. Se presenta en todo proceso de combustión que utiliza aire como fuente de comburente, por ejemplo, turbinas de gas, plantas termoeléctricas, incineradores de basura, sistemas de calefacción y motores de combustión interna.

Se estima que en la Z.M.V.M. el 47 % de éstas emisiones provienen de vehículos automotores. La mayor parte de los óxidos de nitrógeno emitidos por los automóviles se encuentran en forma de óxido nítrico, pero éste compuesto es rápidamente transformado en dióxido de nitrógeno, ésta es la razón por la que generalmente se analizan ambos contaminantes en conjunto.

Estos gases tienen un efecto adverso tanto en la vida vegetal como en la salud humana, irritando el sistema respiratorio y reduciendo la función pulmonar, así mismo propicia las enfermedades virales.

Por otra parte, en conjunto con el dióxido de azufre, contribuye a la formación de lluvia ácida y participa en la fotoquímica atmosférica como precursor del ozono.

Las acciones incorporadas para su control son coincidentes con las expuestas para los contaminantes previamente descritos.

2.5.5 OZONO (O₃) .- El ozono es un gas azul de intenso olor característico que se forma por la unión de tres átomos de oxígeno.

El ozono de la atmósfera se genera al ser disociadas las moléculas de oxígeno por la absorción de los rayos ultravioleta de origen solar y las radiaciones cósmicas, formando la ozonósfera que es la parte de la estratósfera situada entre 15 y 40 kilómetros de altitud. El ozono funciona como un filtro protector que absorbe las radiaciones ultravioleta e infrarrojas del sol, impidiendo que estas lleguen a la superficie terrestre, lo cual podría ocasionar la destrucción de todo tipo de vida en la superficie del planeta.

Entre los gases que liberamos a la atmósfera se encuentran los clorofluorocarbonos (CFC) comúnmente utilizados como propulsor de aerosoles, componentes de poliuretanos, equipos de aire acondicionado y refrigeradores. Los CFC ascienden a la capa de ozono de la estratósfera y al entrar en contacto con la luz ultravioleta liberan átomos de cloro, los cuales reaccionan químicamente con el ozono, destruyendo miles de moléculas.

El ozono que se encuentra en la tropósfera, que es la capa inferior de la atmósfera hasta una altura media de 11 km, se forma en el aire y es el resultado de la reacción fotoquímica atmosférica de hidrocarburos radicales no quemados y los óxidos de nitrógeno.

La alta concentración de ozono troposférico constituye un contaminante que irrita y daña el sistema respiratorio, evita el crecimiento de los pulmones y obstruye en forma crónica las vías respiratorias.

Actualmente el ozono troposférico es el contaminante más significativo en la atmósfera del Valle de México, su control ha sido difícil ya que es consecuencia del alto consumo de combustibles dentro del valle y su proceso de formación es muy complejo. Para su reducción se han efectuado varias acciones, entre las que destacan:

- Programa de reformulación de gasolinas específicas para la Z.M.V.M. que serán menos tóxicas y reactivas en la atmósfera. Estas están en la etapa de desarrollo en el Instituto Mexicano del Petróleo.
- Inició en el año 1994 un programa de verificación obligatoria de emisiones industriales, para lo que en 1993 se expedieron seis Normas Oficiales Mexicanas.
- Instalación de techos flotantes en los tanques de almacenamiento de combustible en Petróleos Mexicanos y la construcción de plantas de licuefacción de vapores para recuperación de vapores de gasolina.

2.5.6 PARTICULAS SUSPENDIDAS (PST) - A todas las sustancias que flotan en la

atmósfera, que no son gases, se les denomina partículas. Las partículas suspendidas están compuestas por una gran diversidad de sustancias químicas y orgánicas esparcidas en la atmósfera. Existen muchos tipos de partículas que son dañinas para la salud humana; provienen básicamente del proceso de combustión en vehículos automotores, la industria y la degradación ecológica. Por su tamaño se clasifican en PST (Partículas Suspendidas Totales) y PM10 (Partículas Menores a 10 Micras), representando las más pequeñas un mayor riesgo para la salud ya que penetran profundamente hasta los pulmones.

Las de tipo orgánico provenientes de la degradación ecológica, son generadas básicamente por tolveneras ocasionadas por la deforestación y falta de humedad en la tierra, arrastrando partículas de excremento, bacterias, esporas, etc.. La Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México, atribuye el 70 % del total de partículas suspendidas a esta fuente contaminante.

Las Partículas generadas por la combustión se forman de carbono y microelementos metálicos; son emitidas a la atmósfera por la quema de combustibles pesados como el diesel y combustóleo. El aspecto más preocupante de las emisiones de los motores diesel es el hecho de que son transportadores de agentes cancerígenos.

Las Partículas metálicas formadas por níquel, cromo, manganeso y berilio, así como

algunos metales pesados como el arsénico, mercurio, cadmio y plomo son emitidos permanentemente por los motores de combustión interna, siendo altamente tóxicos aún en bajas concentraciones. La presencia de metales pesados cambia la química y la biología de los suelos y su acumulación en los ecosistemas afecta la salud de los seres vivos.

2.5.7 PLOMO (Pb) .- La emisión de este metal a la atmósfera proviene principalmente de los vehículos automotores, como producto de la combustión de gasolinas que contienen tetraetilo de plomo. Este compuesto es agregado a las gasolinas con la finalidad de lubricar los asientos de las válvulas y para evitar la detonación, ya que incrementa de 10 a 15 unidades el valor del índice de octano. Otras fuentes consideradas como emisoras de plomo contaminante son algunos tipos de pinturas así como los procesos y desechos de plantas fundidoras.

La dispersión de partículas de plomo suspendidas en el aire del medio ambiente representan un riesgo significativo para la salud, ya que genera reacciones biológicas en el organismo humano, depositándose principalmente en la sangre y en el sistema óseo, además genera alteraciones en los sistemas nervioso, reproductivo y en los riñones. A través de estudios en niños con alto contenido de plomo en su organismo se ha demostrado que estos presentan desórdenes neurológicos y mentales, provocando problemas de comportamiento, coeficiente intelectual inferior al normal y crecimiento deficiente. En el siguiente esquema se describen los efectos en la salud, dependiendo

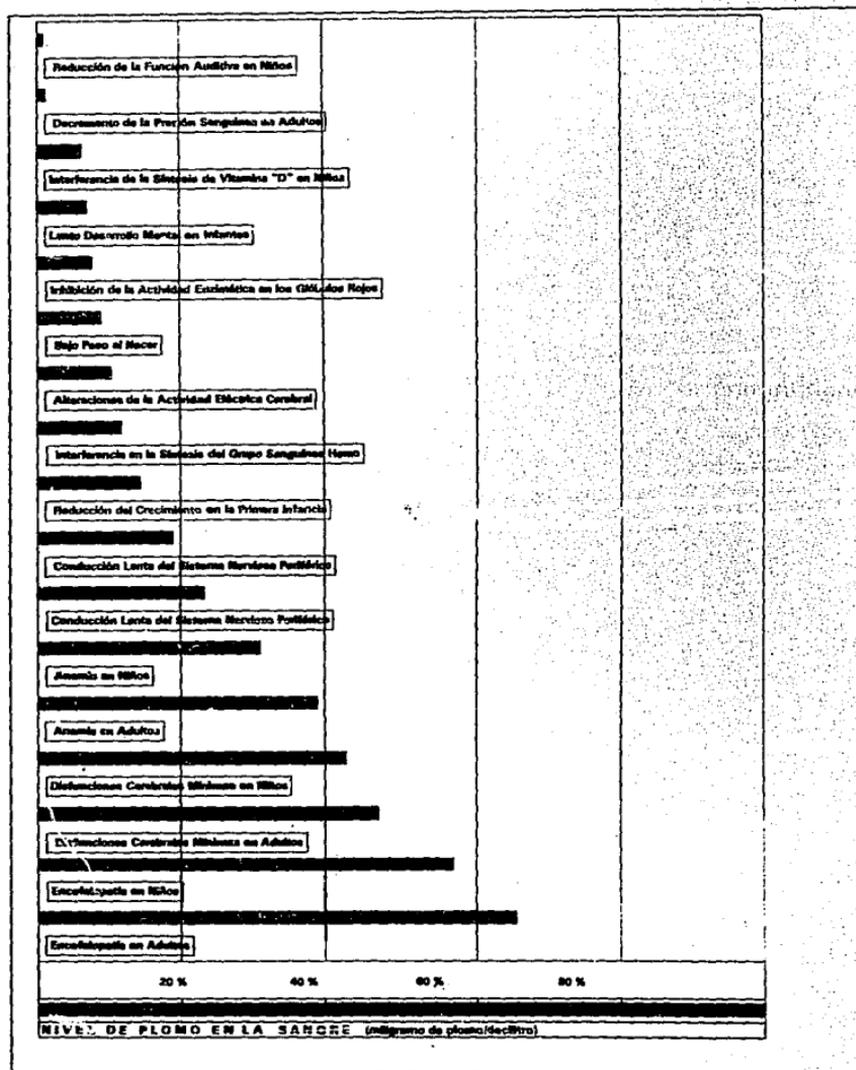
de la concentración de plomo contenida en la sangre.

Durante los últimos cinco años las concentraciones de plomo se han reducido en más de un 90 %. El nivel promedio de plomo registrado en 1993 fue 42 % menor al registrado en 1992.

Las acciones que lograron su control son:

- Reducción del 92 % del contenido de plomo en la gasolina Nova.
- Introducción de gasolina sin plomo (Magna-Sin), cuyo consumo actualmente representa el 32.9 % del total de las gasolinas.
- Reducción del contenido de plomo en pinturas, barnices y lacas, así como utensilios escolares, de cocina, latas de alimentos y juguetes.

EFFECTOS EN LA SALUD PRODUCIDOS POR EL PLOMO



CAPITULO III

MARCO LEGAL PARA EL CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES EN VEHICULOS AUTOMOTORES

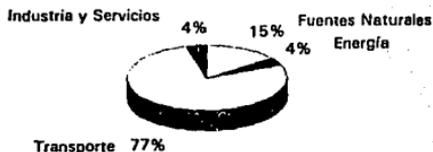
3.1 ANTECEDENTES

La contaminación atmosférica se produce de distintas maneras, según la naturaleza de la fuente. Las fuentes fijas son uno de los factores significativos y complejos que afectan la calidad del aire, estas son: industrias, establecimientos comerciales y en menor proporción las domésticas.

De mayor importancia por su volumen son las fuentes móviles en las que se encuentran clasificados los vehículos automotores, que con base a estudios desarrollados se ha demostrado que constituyen la fuente más importante de emisión de gases contaminantes y partículas que se encuentran en suspensión en el aire de las ciudades contaminadas.

La contaminación ambiental en el área metropolitana de la Ciudad de México es debida principalmente a su gran densidad vehicular, agravándose por la alta densidad industrial y demográfica y, por si lo anterior fuese poco, su situación geográfica. En la siguiente gráfica se puede apreciar la medida en que los vehículos automotores contribuyen a la contaminación del aire en la zona metropolitana.

Contribución del Transporte a la Emisión de Contaminantes



Basados en este panorama, en la creciente contaminación del aire y el incremento del parque vehicular, el Gobierno Mexicano incorporó acciones encaminadas a controlar las emisiones contaminantes, iniciando así la regulación de emisiones para vehículos automotores.

3.2 REGULACIONES VEHICULARES AMBIENTALES EN MEXICO.

En este contexto, en el año de 1971 el gobierno emitió el primer ordenamiento en el que se establece que la industria automotriz debería incorporar en los vehículos automotores sistemas de control de emisiones evaporativas del cárter, carburador y tanque de combustible, los cuales son la válvula de ventilación positiva del cárter y el sistema para el manejo y condensación de vapores de combustible. Ambos dispositivos, conducen vapores contaminantes a las cámaras de combustión, iniciándose el control de gases evaporativos

libres hacia la atmósfera. En esta época aún no se fijaban límites máximos de emisiones al ambiente, aplicables a vehículos automotores.

Durante 1974, se desarrollaron y dictaron normas de control de emisiones de gases de escape para vehículos automotores nuevos con un peso bruto vehicular de hasta 2,727 Kg, así como las técnicas para su medición y procedimientos de certificación y verificación del cumplimiento de estas disposiciones. Estas regulaciones gubernamentales entraron en vigor a partir del año modelo 1975.

Los primeros límites máximos de emisiones para vehículos nuevos fueron establecidos en 1975. Estas emisiones se cuantificaban bajo procedimientos dinámicos y a nivel del mar, debiéndose certificar en Estados Unidos, puesto que en la República Mexicana aún no se contaba con estos laboratorios.

Debido a que la mayor concentración del parque vehicular en nuestro país se ubica en el Valle de México y a que las condiciones para los motores de combustión interna son más críticas a esta altitud, a partir de 1981, las autoridades gubernamentales dispusieron que la medición de emisiones se efectuara a una altura de 2240 m sobre el nivel del mar.

Durante todos estos años y hasta el año modelo 1986, los procedimientos para la determinación de las emisiones vehiculares fueron relativamente sencillos, ya que únicamente se cuantificaba la emisión de hidrocarburos y monóxido de carbono.

A partir de 1986, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología obligaron a la industria automotriz a establecer laboratorios de emisiones a altura; es decir en la Ciudad de México.

Es importante mencionar que dicha tecnología o laboratorios de emisiones altamente especializados estuvieron disponibles en los Estados Unidos desde 1974, año en que también fueron incorporados sistemas sofisticados de control de emisiones vehiculares como los convertidores catalíticos.

A pesar de estos avances, las regulaciones para la protección ambiental en nuestro país aún mostraban un rezago importante al compararla con los estándares vigentes en aquella época en los Estados Unidos, ya que los límites para México fueron mucho más tolerantes.

Durante el año de 1988, derivado del anuncio de Petróleos Mexicanos de que a fines de ese mismo año tendría capacidad para producir y surtir gasolina sin plomo, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) propuso a la industria automotriz establecer límites de emisiones iguales a los vigentes en Estados Unidos, o sea $HC=0.25$ g/km, $CO=2.11$ g/km y $NO_x=0.62$ g/km, a lo cual la industria se negó a pesar de tener la tecnología disponible en sus respectivas casas matriz. Como resultado, se acordó una reducción de emisiones paulatina, incorporando progresivamente sistemas modernos anticontaminantes, hasta alcanzar en el año de 1993 el objetivo de establecer los límites de emisiones iguales a los aplicados en los Estados Unidos.

A continuación, se presenta una cronología de los límites máximos de emisiones establecidos por las diferentes regulaciones gubernamentales que fueron emitidas con la finalidad de reducir y controlar los contaminantes emitidos por los vehículos automotores.

CRONÓLOGIA DEL CONTROL DE EMISIONES VEHICULARES EN MÉXICO

APLICA DESDE	HC g/km	CO g/km	NOx g/km	HC EVAPORATIVOS	INCORPORACION DE:
1971	*	*	*	*	Sistema de recuperación de vapores de cárter (voluntario).
1972	*	*	*	*	Sistema de recuperación de vapores de gasolina (voluntario).
1974	*	*	*	*	Sistema de control de emisiones de gases de escape (voluntario).
1975	2.50	29.20	*	*	Certificación de emisiones a nivel del mar.
1976/1977	2.10	24.20	*	*	Certificación de emisiones a nivel del mar.
1978/1983	3.00	33.00	*	*	Ajustes en los sistema de carburación y encendido.
1984/1985	2.80	29.00	*	*	Niveles no obligados, conservando valores de 1983.
1986	2.80	27.00	*	*	Niveles no obligados, conservando valores de 1983.
1987	g/km	g/km	g/km	HC EVAPORATIVOS	Inicia utilización de pruebas con procedimiento dinámico, a la altura de la Ciudad de México (EPA-75).
	2.80	27.00	2.30	*	Niveles de NOx, no obligados, si se cumplen no rebasar en futuro.
1988/1989	2.00	22.00	2.30	*	Inicio de uso de inyección electrónica de combustible (EFI).
1990	1.80	18.00	2.00	*	Diversificación de la aplicación, de la inyección electrónica.
1991	0.70	7.00	1.40	*	Convertidor catalítico en todos los vehículos.
1992	0.70	7.00	1.40	*	Inicio de uso de inyección electrónica secuencial.
1993	0.25	2.11	0.62	*	Se establecen los límites vigentes en Estados Unidos.
1994	0.25	2.11	0.62	*	Uso de sistemas de diagnóstico de emisiones a bordo.
1995	0.25	2.11	0.62	2.0 g/pba	Inicia en México el control de emisiones evaporativas.

* Valores de emisiones no restringidos por el gobierno

3.2.2 ANALISIS DE NIVELES MAXIMOS DE EMISIONES PARA VEHICULOS NUEVOS.

Al efectuar una comparación de los límites máximos de emisiones mostrados en la tabla anterior, se aprecia claramente que siempre ha existido un liderazgo en el control de emisiones vehiculares en los Estados Unidos y una carencia de interés por parte de las autoridades Mexicanas; como dato relevante se observa que los valores establecidos en México para los años modelo 1993 y posteriores, son iguales a los fijados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para vehículos producidos en el período de 1981-1993.

De lo anterior, se deduce que con la incorporación en México de los sistemas de control de emisiones en los vehículos automotores nuevos año modelo 1991, la industria automotriz Mexicana inicia el uso de tecnologías que estuvieron disponibles y aplicándose en otros países desde hace más de diez años, lo cual nos indica el gran retraso tecnológico y legislativo en materia ambiental que existía y persiste en nuestro país.

Los sistemas modernos de control de emisiones, recientemente adoptados por la industria automotriz, de nuestro país, consisten de una serie de dispositivos como sistemas de inyección de aire en los puertos de expulsión de gases, recirculación de gases de escape, sistemas de cómputo a bordo para el control del combustible y el uso de un componente primordial, el convertidor catalítico.

3.3 REGULACION DE EMISIONES PARA VEHICULOS EN CIRCULACION.

En lo referente a vehículos automotores en circulación, causa fundamental del problema de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana del Valle de México y otras ciudades importantes del país, en el año de 1989 se inició el programa de verificación obligatoria de vehículos a gasolina. El objetivo de este programa es reducir y controlar las emisiones contaminantes en todos los vehículos que circulan en las zonas de alta densidad de población. Con ello se intenta garantizar una óptima combustión bajo condiciones normales de operación del motor y controlar las emisiones del escape, asegurando el adecuado funcionamiento de los componentes del sistema de control de emisiones.

En 1993 dió inicio el proceso de modernización del programa de verificación vehicular mediante la instalación de equipos de verificación computarizados, más precisos y confiables. Estos equipos dificultan la manipulación de datos al comparar los resultados de la prueba vehicular directamente con los límites de emisiones respectivos, generando en forma automática un certificado de aprobación o rechazo.

Los límites máximos de emisiones permitidos para los vehículos han sido fijados y publicados a través de la Norma Oficial Mexicana número NOM-CCAT-003-ECOL/03. Los límites para automóviles son:

AÑO MODELO DEL VEHICULO	HIDROCARBUROS (HC)	MONOXIDO DE CARBONO (CO)
	ppm	% Vol
1979 Y ANTERIORES	700	6.0
1980 A 1986	500	4.0
1987 A 1993	400	3.0
1994 Y POSTERIORES	200	2.0

Los límites para vehículos de usos múltiples y camiones se muestran en la siguiente tabla:

AÑO MODELO DEL VEHICULO	HIDROCARBUROS (HC)	MONOXIDO DE CARBONO (CO)
	ppm	% Vol
1979 Y ANTERIORES	700	6.0
1980 A 1985	600	5.0
1986 A 1991	500	4.0
1992 A 1993	400	3.0
1994 Y POSTERIORES	200	2.0

De manera adicional y como complemento a las acciones anteriores, también fueron establecidos los siguientes programas :

- 1) Mejoramiento de las condiciones mecánicas de los vehículos automotores del transporte público.
- 2) Retiro de la circulación de los vehículos con emisiones ostensibles.
- 3) Suspensión obligatoria del uso de vehículos automotores un día a la semana.
- 4) Conversión de vehículos de transporte público para usar combustibles alternos, como el gas L.P.

3.4 METODOS UTILIZADOS PARA LA CUANTIFICACION DE EMISIONES.

La creciente contaminación ambiental en los países altamente industrializados así como el desarrollo tecnológico que poseen, generaron la necesidad de cuantificar de una manera precisa las emisiones emanadas de los vehículos automotores bajo condiciones de operación reales, controladas, simuladas y reproducibles.

En México, al igual que en los países productores de automóviles, en el año de 1975 la industria automotriz en conjunto con las autoridades gubernamentales acordaron establecer

e instrumentar, a través de la Norma DGN-AA-11-1975, un método de prueba para vehículos nuevos que establece un procedimiento utilizado internacionalmente.

3.4.1 ¿ QUE ES UNA PRUEBA DE EMISIONES ? .- Una prueba de emisiones consiste en la conducción de un vehículo sobre un dinamómetro de chasis, bajo condiciones simuladas de camino efectuando un recorrido patrón, midiendo el volumen total de gases emitidos por el escape durante el ciclo de manejo y analizando una muestra de dichos gases con la finalidad de determinar las concentraciones de hidrocarburos, monóxido de carbono, dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno principalmente, La masa de cada gas contaminante se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Masa} = \text{Volumen total de gases} \times \text{Concentración} \times \text{Densidad.}$$

3.4.2 MEDICION DE VOLUMEN .- Para medir la masa de contaminantes presentes en los gases de escape, el sistema de cómputo calcula el volumen total de gases de la siguiente manera:

$$\text{Volumen de Gases} = \text{Flujo de Gases de Escape} \times \text{Tiempo Transcurrido}$$

Si el flujo fuera de 10 m³/min, en un período de cinco minutos, el volumen total de gases sería de 50 m³. El cálculo es simple si el flujo es constante, pero el aforo de gases de escape varía grandemente dependiendo de las condiciones de operación del vehículo. Para crear y

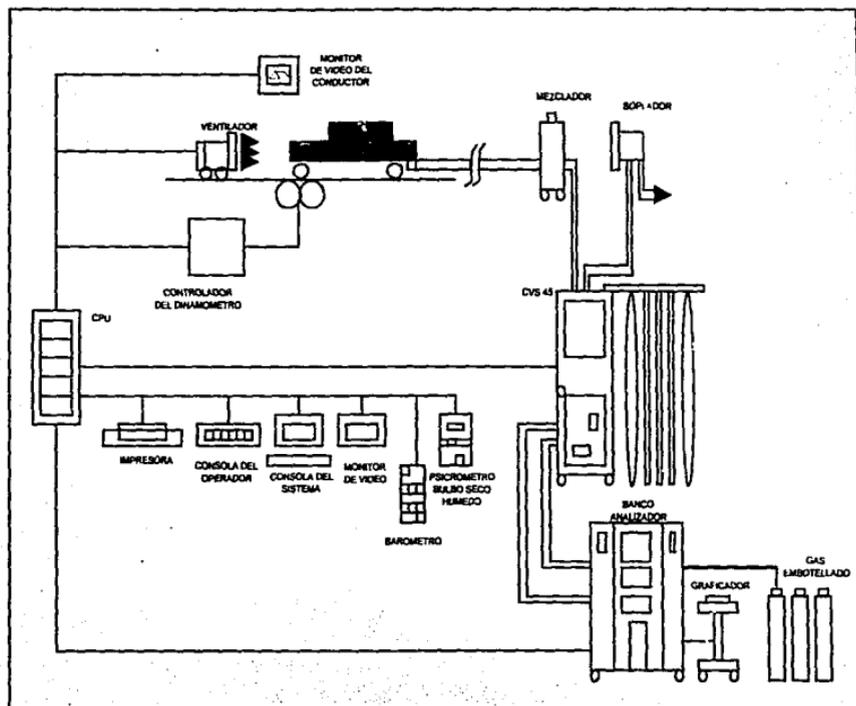
mantener el flujo constante necesario, un dispositivo de muestreo toma aire del ambiente para compensar la variación del volumen de gases obteniéndose un volumen constante. De aquí, toma su nombre el procedimiento CVS "Constant Volume Sample".

3.4.3 MEDICION DE LA CONCENTRACION DE GASES.- Durante el procedimiento de una prueba, una muestra proporcional de estos gases diluidos, es diversificada y colectada en una o varias bolsas herméticas; muestras de aire ambiente también son colectadas en otras bolsas, puesto que los mismos gases contaminantes están presentes en la atmósfera. Al final de la prueba los gases contenidos en los dos juegos de bolsas, son bombeados hacia las consolas computarizadas de los analizadores de gases, en donde se mide la concentración de cada uno de los gases contaminantes de ambos juegos de bolsas, efectuando comparaciones con gases de referencia con concentraciones conocidas. A la concentración obtenida de las muestras de los gases de escape se les resta la concentración de la muestra de gases del aire del medio ambiente de dilución. Los resultados de la concentración de estos gases contaminantes son reportados por los analizadores en términos de porcentaje del volumen total de gases o partes por millón (ppm) de cada gas.

El volumen total emitido de gases contaminantes, se obtiene multiplicando el volumen total de gases diluidos por la concentración, obtenida en partes por millón, de cada uno de ellos. Si ese volumen total emitido de cada gas contaminante, se multiplica por su respectiva densidad, se obtiene la cantidad total emitida en unidades de masa, cuantificada en gramos, que al ser divididos entre la distancia recorrida durante la prueba, la cual es de 12 km., se obtiene el resultado final expresado en masa total por distancia recorrida, es decir gr/km..

En la siguiente página se muestra esquemáticamente el diagrama de los principales componentes de un laboratorio de emisiones.

Principales Componentes de un Laboratorio de Emisiones Vehiculares



3.4.4 SECUENCIA DE CONDUCCION .- Durante la prueba, una representación de la ruta de conducción del vehículo se muestra en un monitor de video, que el conductor debe seguir fielmente mediante aceleración o desaceleración del vehículo. En dicho monitor se muestran datos adicionales como la velocidad del vehículo en kilómetros o millas por hora, así como el patrón de cambios de velocidad que debe seguir, en el caso de vehículos con transmisión manual.

Cuando la velocidad del vehículo no es la indicada por el monitor, el sistema de cómputo lo registra, llevando un conteo consecutivo y tiempo de duración de estas violaciones, con lo cual al término de la prueba indicará la validez o cancelación de la misma.

El patrón de manejo es el mismo para todos los vehículos con un peso vehicular de hasta 3,855 Kg, aunque la definición del patrón de cambios de velocidad varía dependiendo del tipo de motor y transmisión del vehículo.

Esta prueba se divide básicamente en tres fases y en cada una de estas se llena un par de bolsas con muestras de gases. El recorrido total es de 17.84 kilómetros y el tiempo de recorrido es de 31 minutos, más diez minutos de reposo del vehículo.

3.4.4.1 FASES DE PRUEBA 1 Y 2 .- Durante estas dos primeras fases, conocidas como "US-72" o "EPA-72", son llenados los dos primeros pares de bolsas de muestra de gases, es decir, el primer par se llena desde cero segundos hasta los 505 segundos iniciales, llenándose el segundo par de bolsas desde el segundo 506 y hasta el segundo 1371, con

lo cual se completa el tiempo requerido. La distancia total recorrida en estas fases es de 12.06 km, a una velocidad media de 31.7 km/hr. Estas fases consisten básicamente en la medición de emisiones durante el arranque en frío del motor después de haber permanecido en reposo por un período de entre 12 y 36 horas, así como de períodos cortos de aceleración y frenado del vehículo.

Todo esto es la simulación del uso cotidiano de cualquier vehículo ciudadano que es puesto en marcha por la mañana, después de haber transcurrido la noche y que inmediatamente es sometido a condiciones de manejo urbano, es decir inicia movimiento y se detiene consecutivamente.

3.4.4.2 FASE DE PRUEBA 3 .- Al término de la fase 2, hay un período de 10 minutos en los que el vehículo debe estar en reposo con el motor apagado. La fase 3 inicia al término de los diez minutos en que el motor debe iniciar su operación y el vehículo deberá repetir la secuencia de la fase 1, es decir los primeros 505 segundos de prueba. Durante este período, se llenan el tercer par de bolsas de muestra de gases contaminantes y simula la condición real de arranque del motor en caliente y ser sometido a condiciones de manejo urbano.

Con las tres fases de prueba descritas se completa un ciclo de prueba denominado "US-75" o "EPA-75", el cual consiste en un recorrido total de 17.84 km y un período de tiempo de 41 minutos incluyendo los 10 minutos de reposo, a una velocidad promedio de 34.3 km/hr.

Actualmente, a nivel mundial existen diferentes ciclos de manejo para la prueba de emisiones

vehiculares, los cuales obedecen a las condiciones topográficas y características típicas de manejo, tanto de ciudad como de carretera, de cada una de las diferentes localidades en que fueron desarrollados; sin embargo, debido a la globalización mundial de la industria automotriz y a la fuerte influencia norteamericana, el procedimiento internacionalmente aceptado es el desarrollado por Estados Unidos, es decir EPA-75.

Como referencia y de manera comparativa, en el anexo I se muestran las gráficas del procedimiento EPA-75, que actualmente se debe usar por norma en México, adicionalmente y de manera comparativa, se muestran también las gráficas correspondientes a los procedimientos más comúnmente utilizados en el mundo.

3.5 MEDICION DEL RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE.

Las regulaciones en Estados Unidos para los vehículos automotores especifican que se debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de consumo de combustible para los vehículos que se comercializan en dicho país, para lo cual desarrollaron un patrón de conducción simulado.

Para la obtención del rendimiento de combustible se consideran dos etapas:

- A) - Rendimiento promedio en tráfico urbano.
- B) - Rendimiento promedio en carretera.

El rendimiento de combustible bajo condiciones de manejo urbano es el resultado del rendimiento obtenido de las primeras 3 fases del procedimiento de medición de emisiones

contaminantes (EPA-75).

El rendimiento promedio en carretera se obtiene de la ejecución de una fase o ciclo de prueba adicional a los anteriores, el cual consiste en la conducción del vehículo por un período de tiempo de 765 segundos y efectuando un recorrido de 16.44 km a una velocidad promedio de 78.2 km/hr, la cual resulta ser representativa de un manejo a alta velocidad en Norteamérica. El diagrama de este ciclo de manejo se muestra en el anexo.

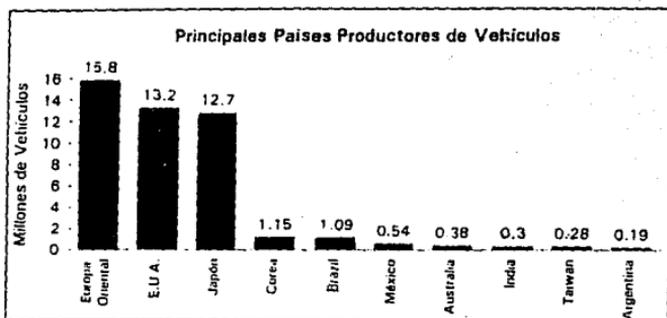
CAPITULO IV

TENDENCIAS TECNOLOGICAS DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

4.1 ANTECEDENTES

La industria automotriz en el mundo entero, se caracteriza por una intensa competencia de mercado, lo que representa una guerra entre los fabricantes de vehículos automotores por producir más y abarcar un mayor número de consumidores. Expertos observadores estiman que la demanda de vehículos continuará creciendo en alrededor de un millón por año y se espera que para 1995 ascenderá a 47.2 millones; lo que representa un incremento del 13.0 % sobre las ventas registradas en 1990; es decir, más de dos veces el crecimiento registrado en el período de 1985 a 1990, en el que se alcanzó un 5.5 % de incremento. Se calcula que actualmente la población mundial de vehículos automotores es de 700 millones y para el año 2000 crecerá a una cifra cercana a un billón de unidades.

Como es de esperarse, el 90 % de los autos y camiones se producen en las regiones donde la demanda es mayor, es decir en Europa Occidental, Norteamérica y Japón. Es interesante observar que Europa Occidental es la región de mayor producción de vehículos en el mundo, con casi 16 millones de unidades, mientras que en Latinoamérica se producen cerca de 2 millones.



Es importante mencionar que el 80 % de éstos volúmenes de vehículos corresponden a la producción de los 10 más grandes fabricantes en el mundo, que en orden descendente de volumen de producción son :

- General Motors.
- Ford.
- Toyota
- Nissan.
- Peugeot.
- Volkswagen.
- Chrysler.
- Renault.
- Fiat.
- Honda.

Los consumidores de estos vehículos, presionados por un alto costo inicial y aumentos constantes en los costos de combustibles, refacciones y servicio, están demandando mejoras en diseño y eficiencia energética. Así mismo, los gobiernos de los países al igual que la sociedad, observan y evalúan el deterioro constante a que estamos sometiendo la calidad del aire y la manera en que los parques automotores mundiales se expanden, elevando los niveles de contaminación a condiciones alarmantes.

Todo esto induce a la industria automotriz a reforzar su proceso constante de búsqueda y desarrollo de nuevas tecnologías, así como otras alternativas sustentables para lograr como objetivo principal, reducir la agresividad al deterioro del medio ambiente, incrementar la eficiencia energética y reducir costos de adquisición, operación y mantenimiento de los vehículos, conservando la movilidad y necesidades de transportación que el hombre moderno requiere.

Las tecnologías enfocadas al mejoramiento de los automotores pueden ser consideradas de dos tipos, evolucionarias y revolucionarias.

4.2 TECNOLOGIAS EVOLUCIONARIAS.

En general, la tecnología evolucionaria está basada en una mejora incremental a los diseños existentes, la cual comparada con la tecnología revolucionaria es menos riesgosa y más factible, así como mejor aceptada en el mercado. Este tipo de tecnología ha marcado el

desarrollo básico del automóvil y podemos observar su incorporación prácticamente año tras año, siendo estas más frecuentes que las de tipo revolucionario.

Dentro de las tecnologías evolucionarias se identifican dos grandes divisiones. La primera está encaminada a la reducción de la fuerza requerida para mover el vehículo y la segunda está enfocada a mejorar la eficiencia del tren propulsor. A continuación se mencionan los adelantos tecnológicos más importantes que han sido incorporados o están en proceso de desarrollo.

4.2.1 TECNOLOGIAS APLICADAS A FUERZAS MOTRICES.

4.2.1.1 REDUCCION DEL PESO VEHICULAR .- La importancia de la reducción de peso en los automotores corresponde directamente a la eficiencia en el consumo de combustible, esto se demuestra claramente con la segunda Ley de Newton, la cual establece que la fuerza es directamente proporcional a la masa, es decir, la fuerza requerida para desplazar un objeto depende directamente de su masa, a mayor masa mayor fuerza y para aplicar una mayor fuerza se requiere de mayor potencia, dando como consecuencia mayor consumo de combustible.

$$F = M \times A$$

La reducción del peso vehicular se obtiene básicamente por la optimización de diseños estructurales y la sustitución de materiales metálicos por plásticos, aluminio y aleaciones

de acero de alta resistencia principalmente. En la práctica este reemplazo de materiales es especialmente notorio en los interiores de los vehículos como son tablero de instrumentos y molduras, en los que se ha incrementado grandemente el uso de plásticos. Así mismo en la construcción de motores y tren propulsor se ha incrementado de manera substancial el uso de aluminio, entre otros materiales ligeros.

Según estudios efectuados por el Departamento del Transporte de los Estados Unidos y la industria automotriz, se estima que en el período de 1988 al año 2000 se alcanzará una reducción de peso de aproximadamente un 10 %, en la mayoría de los vehículos. Esta reducción en peso implica un beneficio en rendimiento de combustible que varía del 5.0 al 7.0 %, dependiendo del tipo de vehículo y empresa manufacturera.

Es importante hacer notar que la seguridad para los ocupantes del automóvil nunca se ha visto reducida con las disminuciones de peso. Los diseños y estándares de seguridad actuales son superiores para los vehículos de manufactura reciente al compararlos con los producidos en décadas anteriores.

4.2.1.2 TRACCION DELANTERA.- En nuestros días la tracción en las ruedas delanteras ha sido incorporada en la mayoría de los vehículos de pasajeros, especialmente en aquellos de diseño europeo y de tipo compacto.

Esta tecnología adquirió una especial importancia a partir de la década de los setenta, ya que fue impulsada masivamente a nivel mundial por tecnólogos Japoneses y Europeos. En

México también fue incorporado en la misma década por la empresa Renault.

Los beneficios de la tracción delantera generan un importante ahorro de combustible, basado en la reducción de peso y eliminación de componentes mecánicos, como son la flecha cardán y el eje diferencial. La tendencia actual de la tecnología es de incrementar aún más el uso del eje tractivo delantero, desplazando al eje propulsor trasero.

La mayor eficiencia obtenida con la incorporación de esta tecnología está basada en un óptimo y compacto empaquetamiento de motor y tren propulsor, mayor utilización de engranes helicoidales en lugar de engranes rectos, incremento del volumen útil interior, así como reducción de volumen en el compartimiento de motor, reduciendo así el peso de la carrocería.

Basados en desarrollos y estudios realizados por la industria automotriz este tipo de tecnología proporciona un ahorro del 5.0 % en consumo de combustible. Su aplicación se ha incrementado rápidamente en los últimos años en los Estados Unidos, pasando de un 12.0 % de penetración en 1987 a un 86.0 % en 1995.

4.2.1.3 RESISTENCIA AERODINAMICA.- Aerodinámica es la interacción de las fuerzas de la atmósfera con los objetos que en ella se desplazan. Fue hasta mediados de los años setenta cuando se estableció la vinculación entre la eficiencia aerodinámica y la economía en el consumo de combustible; es evidente que la aerodinámica está desempeñando un papel fundamental en el diseño y desarrollo de los actuales y futuros vehículos. De hecho,

la aerodinámica es la nueva frontera que se está conquistando en el desarrollo de los automóviles, los cuales mejorarán su eficiencia en el consumo de combustible y poseerán al mismo tiempo un estilo creativo, diferente y atrayente.

La aerodinámica automotriz se ocupa específicamente de la fuerza de resistencia que la masa de aire opone al desplazamiento del vehículo. El objetivo es disminuir la resistencia del aire, generando un vehículo de forma más aerodinámica, es decir un vehículo aero-eficiente.

El coeficiente de resistencia aerodinámica o coeficiente de fricción (CF) es una expresión no dimensional resultante de medir la fuerza de resistencia y dividirla entre el producto de la presión dinámica por el área frontal del vehículo.

$$\text{Coeficiente de Fricción} = \frac{\text{Fuerza de Resistencia}}{\text{Presión Dinámica} \times \text{Área Frontal}}$$

Este coeficiente es una medida de la eficiencia del vehículo como forma aerodinámica y se utiliza para comparar diferentes diseños. Cuanto más bajo es el coeficiente, menor será la resistencia del viento que el vehículo tendrá que vencer, incrementando su eficiencia aerodinámica y energética.

En los Estados Unidos los coeficientes de resistencia aerodinámica de los automóviles de

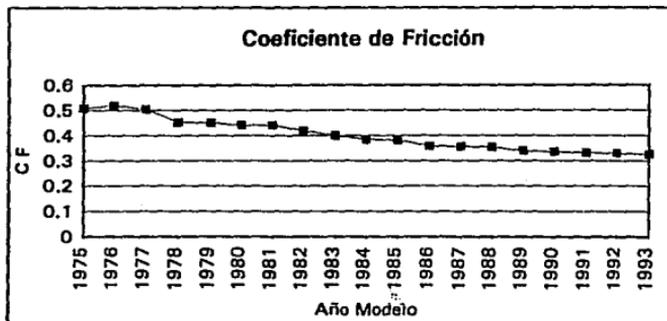
producción actual varían entre 0.30 y 0.37, encontrando vehículos experimentales que únicamente presentan un coeficiente de 0.10.

Coeficiente de Fricción de Formas Simples		
OBJETO	VELOCIDAD DEL AIRE	CF
PARACAIDAS		1.35
OBJETO PLANO (CUADRADO)		1.17
COND (90°)		.51
HEMISFERIO		.41
THUNDERBIRD		.35
CONO (30°)		.34
ESFERA		.10
ALA DE AVION		.05

AUTOMÓVILES DE PRODUCCION NORMAL

Los resultados obtenidos al reducir la resistencia aerodinámica se reflejan de manera directa, tanto en la respuesta a la aceleración como en el rendimiento de combustible del vehículo. Una reducción de 10 % en la resistencia del aire proporciona un ahorro de aproximadamente 3 % en el consumo de combustible y algo también importante es que las mejoras en eficiencia aerodinámica se obtienen como parte del programa total de diseño del automóvil, es decir sin inversiones o costos incrementales.

La importancia de los perfiles aerodinámicos es tal, que si un automóvil manufacturado a principios de la década de los ochenta tuviera un coeficiente de fricción de 0.15, obtendría un 20 % de ahorro de combustible a una velocidad sostenida de 90 kph. A continuación se muestra la reducción del coeficiente de fricción que se ha logrado para cada año modelo.



4.2.1.4 RESISTENCIA AL RODAMIENTO.- La resistencia al rodamiento es la fuerza que se opone al desplazamiento del vehículo generada por el contacto o fricción entre las ruedas y el camino, así como la energía necesaria para mover los rodamientos de las flechas de mando y propulsoras.

La resistencia al rodamiento de mayor magnitud es la generada por las llantas y el camino. Para la minimización de estas pérdidas se han empleado diferentes tecnologías que están en función del diseño de la llanta y de los compuestos de hule utilizados en su manufactura.

Entre los años de 1920 a 1960 se utilizaron llantas neumáticas con cuerdas de construcción cruzada, las cuales fueron desplazadas por las de construcción radial, con lo que se redujo la resistencia al rodamiento en un 25 %, dependiendo del tamaño de llanta y fabricante.

Un segundo factor en importancia es la evolución en las formulaciones de los hules utilizados, con los cuales se está mejorando la hermeticidad, flexibilidad y dureza, así como la resistencia a los ataques químicos de la gasolina, aceites y ozono. Esta evolución también está basada en la optimización del diseño de piso o banda de fricción. Este factor reduce la resistencia al rodamiento en otro 25 %, con respecto a las llantas de cuerdas de construcción cruzada.

Como tercer factor y dadas las características de los automóviles eléctricos, se tiene en proyecto un nuevo diseño en el desarrollo de llantas neumáticas, consistente en incrementar la presión de inflado, lo cual se estima tendrá una reducción de un 50 % en resistencia al rodamiento, tomando como base los actuales diseños.

En resumen, se estima que el beneficio de estos desarrollos tecnológicos contribuirá con una reducción en el consumo de combustible de un 1 %.

4.2.2 TECNOLOGÍAS APLICADAS A TREN PROPULSOR.

Para mejorar la eficiencia del tren propulsor de los vehículos automotores se han desarrollado varias tecnologías que se dividen básicamente en dos grandes ramas. La

primera, enfocada a la mejora de la eficiencia del motor de combustión interna; y la segunda, está orientada a la mejora de la eficiencia de la transmisión del movimiento.

4.2.2.1 EVOLUCION DEL MOTOR.- La evolución progresiva del motor de combustión interna se ha dado de manera continua desde sus inicios en el año de 1886. En la actualidad éste perfeccionamiento continúa en base a diferentes tecnologías orientadas a las tres principales oportunidades de mejora que se analizan a continuación.

A) Reducción de Pérdidas por Fricción.- El 25 % del combustible que consume un motor de combustión interna es utilizado para vencer las pérdidas por fricción generadas en el interior y exterior del motor, estas pérdidas se incrementan al aumentar su velocidad, es decir a mayor número de revoluciones por minuto.

Con la finalidad de disminuir las pérdidas de energía, la tecnología moderna ha desarrollado y está en proceso de incorporación de una serie de rediseños en los componentes de los motores, como son:

- Seguidores de árbol de levas rotatorios.

- Reducción de peso, tamaño y superficies de fricción, así como reformulación de los metales usados en pistones y anillos.

- Mejora del microacabado de cilindros.

- Uso de bandas planas en lugar de las de tipo " V ", utilizadas para la propulsión de poleas de accesorios.
- Eliminación de partes en movimiento, como el distribuidor de encendido, reemplazando su función con sistemas electrónicos.
- Utilización de aceites de baja fricción para la lubricación de motores.
- Incorporación de árbol de levas a la cabeza, eliminando partes en movimiento.

Se estima que con todas estas tecnologías y algunas otras que actualmente están en proceso de desarrollo, se logrará una reducción en la fricción de entre 16 y 20 % en los motores de combustión interna que se producirán para los automóviles del año 2001.

B) Reducción de Pérdidas por Bombeo.- Las pérdidas por bombeo son ocasionadas por el trabajo efectuado en el motor para abastecer de mezcla aire-combustible a las cámaras de combustión y posteriormente expulsar los gases de desecho a la atmósfera.

Para la minimización de estas pérdidas de eficiencia se han desarrollado y están en proceso de incorporación tecnologías de punta, como son:

- Incrementar las dimensiones de los puertos de admisión y escape, es decir aumentar el diámetro o la cantidad de válvulas.

- Eliminación de pérdidas ocasionadas por rugosidades en las paredes internas de los múltiples de admisión y escape de gases, así como en la cabeza del motor.
- Presurización del sistema de admisión de gases, mediante la incorporación de turbocargadores o supercargadores.

La incorporación de las técnicas antes mencionadas, además de brindar la reducción de pérdidas por bombeo, contribuyen a incrementar la potencia neta del motor.

C) Aplicación de la Electrónica. - La aplicación de la electrónica en la industria automotriz ha generado avances muy importantes, que básicamente se enfocan a la optimización de la operación del motor de combustión interna, con la consecuente reducción de emisiones contaminantes, mejora en rendimiento de combustible, incremento de la potencia neta, mayor comodidad para los ocupantes del vehículo, confiabilidad, etc.

La tecnología actual básicamente consiste en un procesador electrónico que recibe señales de los sensores localizados en diferentes lugares del motor y transmisión automática, los cuales proporcionan información como temperaturas y presión del flujo de aire de entrada al motor, así como de los gases de desecho de combustión; también recibe datos como los requerimientos de manejo del conductor, procesándolos de tal forma que regula la operación del motor de manera óptima y eficiente.

4.2.2.2 EVOLUCION EN LA TRANSMISION DEL MOVIMIENTO.- Otra área que ha sido significativamente rediseñada, buscando optimizar el aprovechamiento de la potencia generada por el motor es el área que comprende la transmisión del movimiento, cuyos principales avances se muestran a continuación:

- Transmisión manual de 5 o 6 velocidades, en automóviles.
- Transmisión automática de 4 o 5 velocidades.
- Transmisiones automáticas controladas por computadora.
- Propulsión en el eje delantero.
- Optimización de relaciones de engranes, en transmisiones manuales y automáticas.
- Sistema de bloqueo de deslizamiento en la turbina de transmisiones automáticas.

4.3 TECNOLOGIAS REVOLUCIONARIAS.

La tecnología Revolucionaria es aquella que incorpora cambios radicales en el diseño de los vehículos, incorporando por ejemplo nuevos materiales o plantas motrices que representan una contribución o diferente alternativa, permitiendo lograr avances importantes en la

reducción de emisiones contaminantes y ganancia en eficiencia energética general del vehículo. Este tipo de tecnologías resultan ser de diseños sumamente sofisticados y novedosos, dando como resultado un mayor riesgo para el fabricante, sin embargo, es una importante alternativa para lograr las mejoras antes mencionadas, llegando a ser más económica en su manufactura y en el costo real al consumidor. Algunas de las principales tecnologías Revolucionarias están basadas en el desarrollo de combustibles alternos, es decir, reemplazan a las gasolinas y diesel como combustibles principales. Estas nuevas alternativas actualmente son objeto de estudios exhaustivos.

4.3.1 GAS NATURAL COMPRIMIDO.

El gas natural comprimido es una mezcla heterogénea de gases orgánicos que se forman naturalmente a partir de gases de carbono, los cuales son obtenidos de yacimientos naturales de hidrocarburos. La sustancia predominante en el gas natural es el metano (CH_4), que representa en promedio el 88 % del volumen total. Los otros gases que lo componen son gases pesados e inertes, entre los que se incluyen el dióxido de carbono, nitrógeno, etano, propano y butano.

Las principales propiedades físicas del gas natural son su baja densidad específica (0.6) y su baja temperatura de licuefacción, la cual se logra a -167.5°C a presión atmosférica, por lo que para su manejo como combustible alterno vehicular es necesario comprimirlo a presiones que varían entre 210 a 255 kg-f/cm^2 .

A pesar de las altas presiones a que se debe manejar este combustible alterno para obtener una autonomía vehicular razonable, se le considera una opción viable a corto plazo para reducir las emisiones contaminantes. Sus características principales son:

- Es el hidrocarburo más ligero, haciéndolo seguro ya que se facilita su dispersión, reduciéndose su explosividad en caso de presentarse fugas en el sistema.
- El gas natural contiene entre 110 y 130 octanos en promedio, dependiendo del yacimiento petrolífero y de su pureza, este octanaje es superior al de cualquier gasolina comercial existente en el mercado mundial.
- Se le considera un combustible renovable, ya que se puede producir a partir de la descomposición química de la basura u otros materiales orgánicos.
- Dado su único átomo de carbono, el resultado de su combustión es más limpio y completo, con lo que la generación de monóxido de carbono en los gases residuales se reduce aproximadamente en un 50 %. Este compuesto en conjunto con el dióxido de carbono son los principales precursores del efecto invernadero, es decir, provocan el calentamiento de la atmósfera terrestre.
- El gas natural produce de un 30 a un 40 % menos de emisiones de hidrocarburos reactivos a la atmósfera, reduce los óxidos de nitrógeno en un 30 %, no hay generación de partículas y elimina las emisiones evaporativas.

A pesar de todas estas ventajas el gas natural tiene cuatro factores principales que lo limitan grandemente:

- Su baja densidad es la principal desventaja, esto ocasiona que la autonomía del vehículo sea limitada. Para una autonomía equiparable a la de gasolina o diesel se requiere un tanque de almacenamiento de volumen cuatro veces mayor.
- Es una mezcla heterogénea. Su composición puede variar enormemente de un yacimiento a otro, ocasionando variaciones importantes en las emisiones vehiculares puesto que los motores de combustión interna requieren de mezclas de combustibles homogéneas.
- La aplicación de esta tecnología es más costosa que las tradicionales, debido a los materiales especiales y a la robustez que se requieren para la construcción del tanque y por las altas presiones que se manejan en el sistema de carburación.

Este combustible alternativo es el que mayor aceptación ha tenido a nivel internacional. Actualmente ya existen grandes flotas en países como Canadá, Estados Unidos y algunos países de Europa. Su uso se ha destinado principalmente a vehículos de transporte público, flotas de servicios municipales y camiones de carga metropolitanos, sumándose en todo el mundo, un aproximado de 500 mil unidades.

4.3.2 GAS NATURAL LICUADO

Como se mencionó en el inciso anterior, una de las principales desventajas del gas natural es su extremadamente baja temperatura de licuefacción, por lo cual, se ha desarrollado una tecnología para manejarlo en estado líquido, en contenedores criogénicos.

El tanque criogénico es totalmente manufacturado con acero inoxidable de doble pared, el interior está cubierto con capas de papel aluminio a manera de aislante térmico. El espacio entre ambas paredes está al alto vacío, disminuyendo la transferencia de calor al gas contenido en su interior, creándose un efecto de envase térmico; ambos tanques están protegidos contra exceso de presión.

El gas natural licuado, o gas metano líquido, tiene una pureza del 94 al 98 %, considerándosele prácticamente puro. Este gas se obtiene por medio de un proceso de enfriado y condensación del gas natural a una temperatura de -167°C , es incoloro, insaboro e inodoro.

El incremento en la pureza del gas metano líquido es debido a que en el proceso de licuefacción los otros gases contenidos en la mezcla se congelan a temperaturas menores y son eliminados durante el proceso.

Adicionalmente a las ventajas previamente descritas para el gas natural comprimido se obtienen las siguientes:

- El producto de su proceso de combustión es ligeramente más limpio que el del gas natural comprimido.
- Su densidad se incrementa a 0.43 gr/cm^3 , lo cual permite un substancial incremento de autonomía del vehículo.
- El costo por unidad de energía de su poder calorífico es menor que el diesel y el gas natural comprimido.
- Contiene más hidrógeno que carbono al compararlo con los combustibles fósiles.
- El poder calorífico del gas licuado es de 4,861 Kcal por litro lo cual es substancialmente mayor a los 1,998 Kcal por litro del gas natural comprimido.
- La presión de almacenamiento varía de 3.0 a 14.0 kgf/cm^2 lo cual brinda mayor seguridad que la alta presión de almacenamiento del gas natural comprimido.

4.3.3 GAS LICUADO DE PETROLEO

El gas licuado de petróleo, comúnmente conocido como gas L. P., es una mezcla de gases formado en un 95% de gas propano y butano. Es producido a partir del gas natural o de la refinación del petróleo crudo.

Este combustible alternativo ha sido usado a baja escala desde la década de los setenta en pequeñas flotillas. Las principales ventajas del uso de gas licuado de petróleo son:

- Las emisiones de monóxido de carbono son muy bajas, dado que contiene una alta cantidad de propano.
- Las emisiones de hidrocarburos son menos reactivas a la atmósfera, tendiendo a producir menos ozono, comparado con las emisiones producidas por la combustión de gasolina.
- Este gas pasa a estado líquido a presiones relativamente bajas, comparándolo con el gas natural, por lo cual su manejo es relativamente fácil y seguro, proporcionando aceptables rangos de autonomía.

Algunas de sus desventajas son:

- Es más pesado que el aire, esto ocasiona que estando libre se concentre a nivel del piso, en lugar de dispersarse rápidamente como el gas natural, propiciando fácilmente su ignición accidental, haciéndolo más peligroso que el gas natural.
- El contenido energético del gas propano es reducido, requiriéndose 1.3 litros para igualar la energía de un litro de gasolina.

CONCLUSIONES

La invención del vehículo automotor vino a proporcionar al ser humano un sin número de benefactores que han incrementado grandemente su capacidad de transportación, de manera segura y cómoda. También ha significado un gran desafío a su inteligencia generando una de las industrias a nivel mundial, más activas e importantes en cuanto a recursos económicos, desarrollo científico y tecnológico, propiciando una basta generación de empleos. Sin embargo, toda esta serie de beneficios tienen un alto costo, este costo es: " EL DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE " y con el, la paulatina destrucción de nuestro planeta.

Sí bien es cierto que la contaminación ambiental en la ZMVM es consecuencia directa de una serie de condiciones geográficas, económicas y culturales que, aunadas, han situado a la Ciudad de México como la ciudad más contaminada del mundo, también es cierto que la contaminación ambiental es un problema mundial, que el deterioro ecológico se presenta en todas partes del mundo y generado por todo tipo de industrias.

Como se comentó en el capítulo II, la población mundial y local de vehículos automotores, así como la quema de combustibles, se incrementan constantemente; sin embargo, la contaminación ambiental no es únicamente generada por estos dos tópicos y no se manifiesta únicamente en el aire que respiramos. La contaminación se hace presente en el aire, tierra y cuerpos líquidos, deteriorando las condiciones de vida de todas las especies de seres vivos y rompiendo el equilibrio ecológico del planeta.

Para mitigar los efectos del deterioro ambiental, las autoridades gubernamentales y asociaciones privadas hacen esfuerzos por controlar y reducir las emisiones contaminantes que afectan a la población, dictando normas y leyes que obliguen a las industrias y ciudadanos a contribuir en sus respectivas áreas a mejorar las condiciones ambientales; sin embargo, estos esfuerzos son insuficientes, tardíos y en muchas ocasiones no se enfocan a la solución apropiada del problema.

Adicional a lo anterior, se enfrentan a una extrema apatía por parte de los industriales y de la misma población. Como ejemplo, es importante remarcar que en el año de 1991, se incorporaron en México, con grandes honores, los sistemas de control de emisiones a base de convertidor catalítico, que la industria automotriz Norteamericana usa desde 1974; lo cual, no es más que un reflejo de falta de capacidad de nuestros gobernantes, apatía y falta de interés de la población y carencia de ética, respeto al medio ambiente y responsabilidad por parte del sector industrial en México.

La preocupación mundial actual por detener y revertir los efectos en el medio ambiente están generando una serie de tecnologías encaminadas a revolucionar a la industria automotriz, enfocándose a la reducción y eliminación de las emisiones contaminantes del aire y al reciclamiento y utilización de todos aquellos componentes automotrices que actualmente pasan a formar parte de los residuos peligrosos generados día a día.

Estamos seguros de que en México existen grandes oportunidades de restaurar el medio ambiente, para lo cual es mandatorio que se den las siguientes condiciones:

- * El gobierno debe asumir su responsabilidad como rector, fijando objetivos concretos y alcanzables, emitiendo regulaciones y leyes en materia ambiental, dejando a un lado corrupciones, favoritismos y negligencia.

- * La población de todo el país debe adquirir conciencia real del significado del deterioro ambiental y del grave riesgo que representa para la preservación de la vida en el planeta. De esta manera podrá asumir su responsabilidad y evitará actitudes negligentes, tanto en su conducta como en la de los otros sectores involucrados.

- * El industrial debe entender que su actividad contamina en gran escala al medio ambiente que él también habita, puesto que forma parte de la población y que su responsabilidad tiene alcances que beneficiarán o perjudicarán a un número considerable de seres.

A N E X O

Overview

UNITED STATES EMISSION TEST DRIVING CYCLES

CITY CYCLE (EXHAUST EMISSION)

US-72 TEST

Cycles/Test: 1
Test lengths: 7.5 miles
Test time: 1371 seconds

Cold start test procedure. Exhaust emission analysis in 2 bags.

Bag 1: 0-505 seconds
Bag 2: 506-1371 seconds

Calculation of the fuel consumption out of the emissions.

BREAKDOWN

Length: 7.5 miles
Time: 1371 seconds
Avg. Vel.: 19.7 mph
Max. Vel.: 56.7 mph
Idle: 17.4%
Steady speed: 20.0%
Acceleration: 34.0%
Deceleration: 28.6%

US-75 TEST

Cycles/Test: 1
Test lengths: 11.09 miles
Test time: 1371 s + (600 s stop) + 505s

The US-75 test is an expanded US-72 test. The first 505 seconds of the cycle will be repeated after a 10 minute stop at 1371 seconds.

Calculation of the fuel consumption is out of the emissions. The emission sampling is in 3 bags.

Bag 1: 0-505 s (43%)
Bag 2: 506-1371 s (100%)
Bag 3: 0-505 s (57%) after the 10 minute stop

BREAKDOWN

Length: 11.09 miles
Time: 1877 + 600 seconds
Avg. Vel.: 21.3 mph
Max. Vel.: 56.7 mph
Idle: 17.3%
Steady speed: 20.5%
Acceleration: 33.7%
Deceleration: 28.5%

HIGHWAY CYCLE (FUEL CONSUMPTION)

Cycles/Test: 2
Test lengths: 20.44 miles
Test time: 1530 seconds

BREAKDOWN

Length: 10.22 miles
Time: 765 seconds
Avg. Vel.: 48.6 mph
Max. Vel.: 59.9 mph
Idle: 0.5%
Steady speed: 19.4%
Acceleration: 42.8%
Deceleration: 37.3%

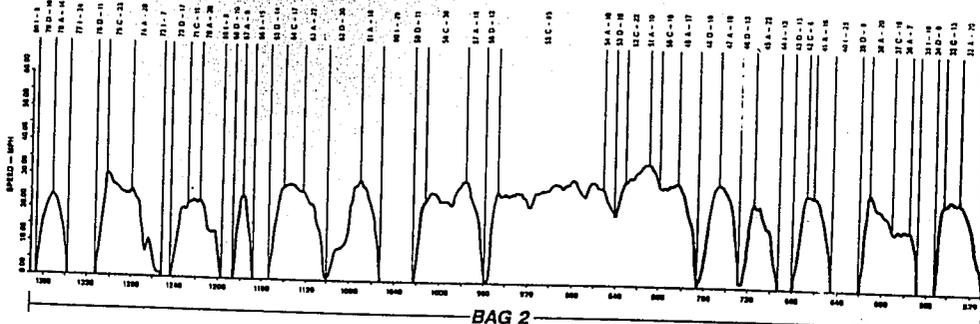
Hot start test procedure. Only the second cycle will be evaluated.

Calculation of the fuel consumption out of the emissions.

Uses carbon balance method. Fuel consumption and emission tests conducted on the same vehicle.

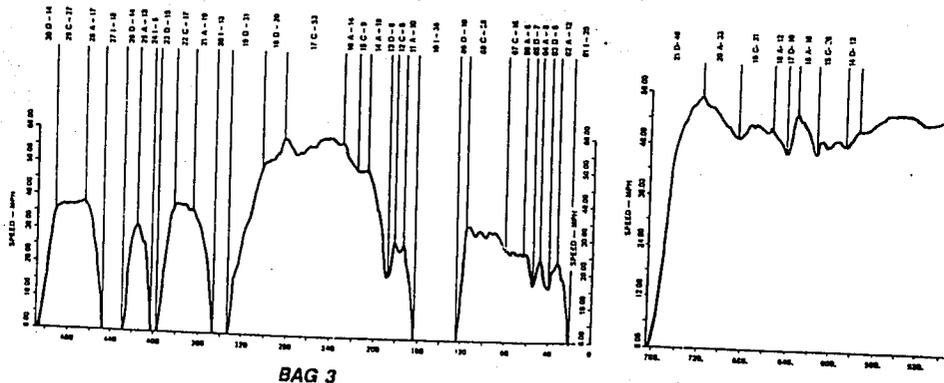
EPA URBAN DRIVING SCHEDULE MODE TABLE

US-72 TEST



US-75 TEST (Combination of US-72, 600 second stop, and repeat of first 505 seconds)

HIGHWAY FU



Mode No.
Type Of Mode
Time In Seconds

55 C-95

A = Acceleration
C = Cruise
D = Deceleration
I = Idle

Overview

EUROPEAN COUNTRIES EMISSION TEST DRIVING CYCLES ECE 15.04

FUEL CONSUMPTION MEASUREMENT

Cycles/Test: 11
Test lengths: 11.143 Km
Test time: 2'45 seconds

Only the last 6 cycles will be evaluated.

The fuel consumption will be determined by gravimetric measurement.

The test contains the city cycle and two modes at a steady speed (90 Km/h and 120 Km/h).

BREAKDOWN

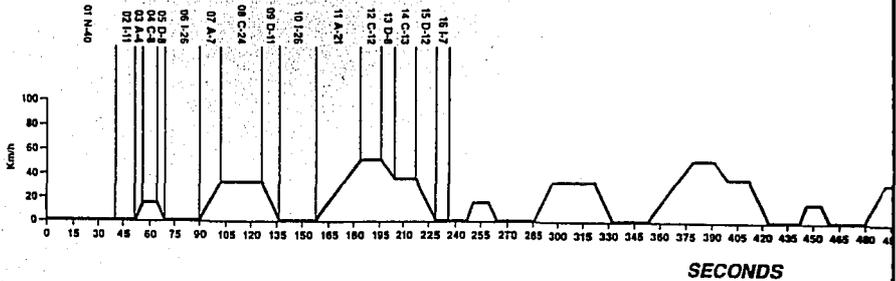
Length: 1.013 Km
Time: 195 seconds
Avg. Vel.: 19 Km/h
Max. Vel.: 50 Km/h
Idle: 35.4%
Steady speed: 29.3%
Acceleration: 21.6%
Deceleration: 13.8%

EXHAUST EMISSION MEASUREMENT

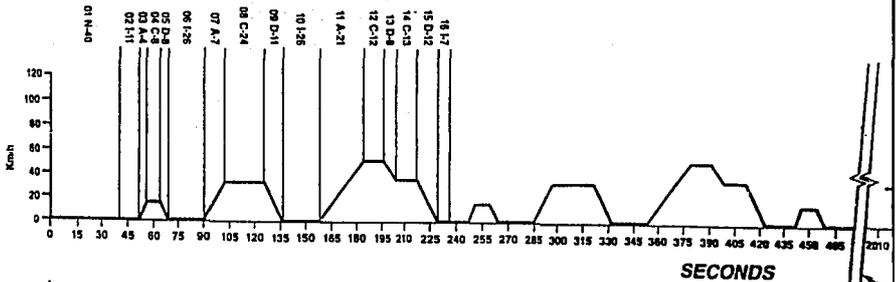
Exhaust emission testing with a CVS sampling system (15/04).

Cycles/Test: 4
Test lengths: 4.052 Km
Test time: 780 seconds

URBAN DRIVING SCHEDULE MODE TABLE



FUEL ECONOMY DRIVING SCHEDULE MODE TABLE



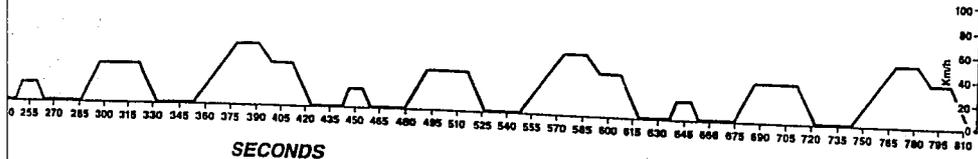
TYPICAL BEGINNING #1

TYPICAL CYCLE #2

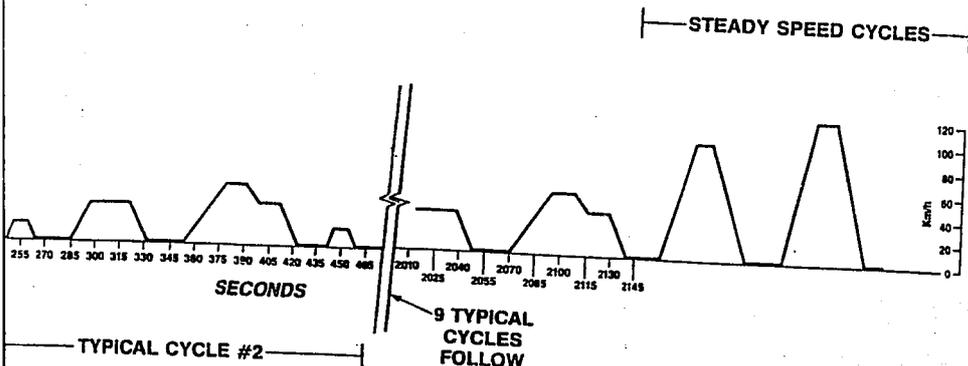
Mode No.
Type Of Mode
Time In Seconds
55 C-95

A = Accelerate
C = Cruise
D = Decelerate
I = Idle
N = Neutral

URBAN DRIVING SCHEDULE MODE TABLE



FUEL ECONOMY DRIVING SCHEDULE MODE TABLE



Mode No.
Type Of Mode
Time In Seconds

A = Acceleration
C = Cruise
D = Deceleration
I = Idle
N = Neutral

TESIS SIN PAGINACION

COMPLETA LA INFORMACION

Overview

WEST GERMANY EMISSION TEST DRIVING CYCLES

EPA TYPE

CITY CYCLE (EXHAUST EMISSION)

Cycles/Test: 1

Test lengths: 12.06 Km

Test time: 1371 seconds

Cold start test procedure. Exhaust emission analysis in 2 bags.

Bag 1: 0-505 seconds

Bag 2: 506-1371 seconds

Calculation of the fuel consumption out of the emissions.

BREAKDOWN

Length: 12.06 Km

Time: 1371 seconds

Avg. Vel.: 31.7 Km/h

Max. Vel.: 91.2 Km/h

Idle: 17.4%

Steady speed: 20.0%

Acceleration: 34.0%

Deceleration: 28.6%

Cycles/Test: 1

Test lengths: 17.84 Km

Test time: 1371 s + (600 s stop) + 505 s

The first 505 seconds of the cycle will be repeated after a 10 minute stop at 1371 seconds.

Calculation of the fuel consumption is out of the emissions. The emission sampling is in 3 bags.

Bag 1: 0-505 s (43%)

Bag 2: 506-1371 s (100%)

Bag 3: 0-505 s (57%) after the 10 minute stop

BREAKDOWN

Length: 17.84 Km

Time: 1877 + 600 seconds

Avg. Vel.: 34.3 Km/h

Max. Vel.: 91.2 Km/h

Idle: 17.3%

Steady speed: 20.5%

Acceleration: 33.7%

Deceleration: 28.5%

HIGHWAY CYCLE (FUEL CONSUMPTION)

Cycles/Test: 2

Test lengths: 32.88 Km

Test time: 1530 seconds

BREAKDOWN

Length: 16.44 Km

Time: 765 seconds

Avg. Vel.: 78.2 Km/h

Max. Vel.: 96.4 Km/h

Idle: 0.5%

Steady speed: 19.4%

Acceleration: 42.8%

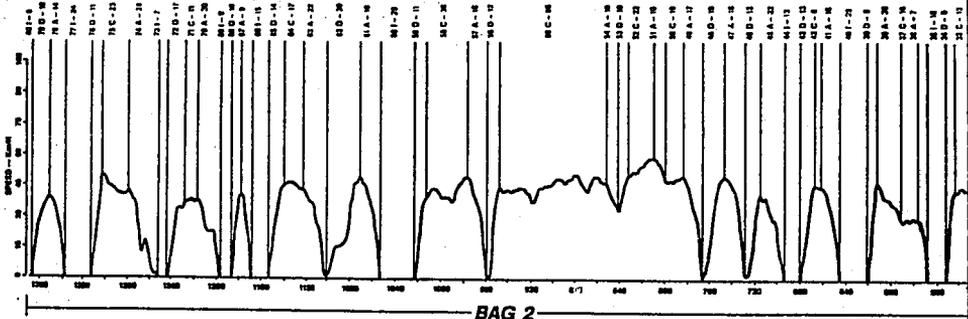
Deceleration: 37.3%

Hot start test procedure. Only the second cycle will be evaluated.

Calculation of the fuel consumption out of the emissions.

Uses carbon balance method. Fuel consumption and emission tests conducted on the same vehicle.

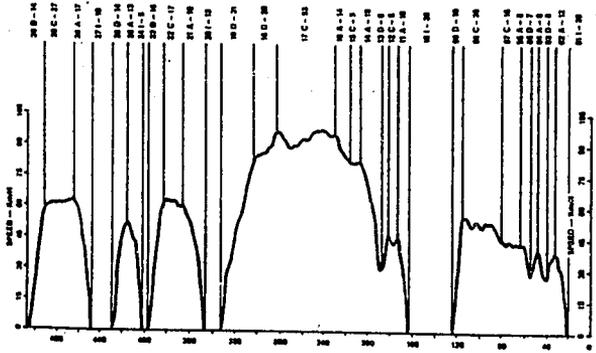
EPA URBAN DRIVING SCHEDULE MODE TABLE



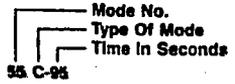
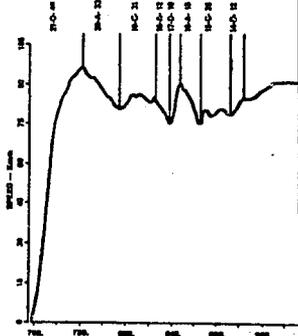
BAG 2

(600 second stop, and repeat of first 505 seconds)

FUEL

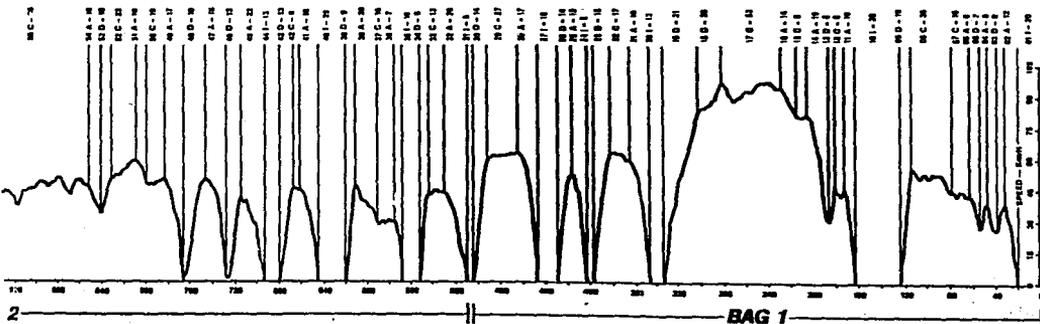


BAG 3

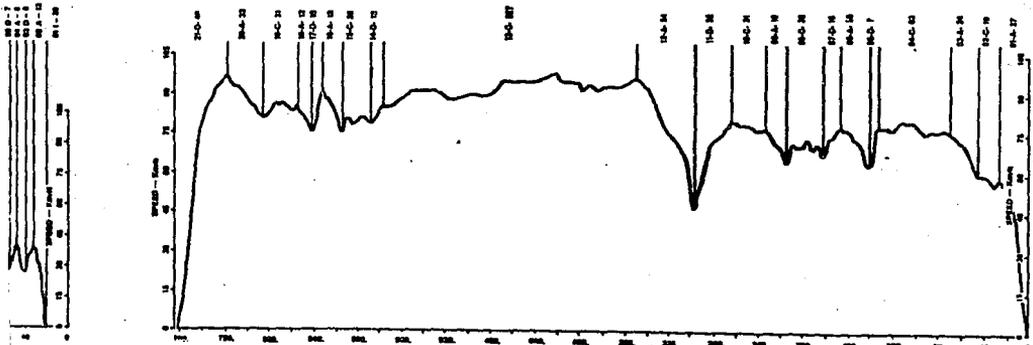


- A = Accelerati
- C = Cruise
- D = Decelerati
- I = Idle

EPA URBAN DRIVING SCHEDULE MODE TABLE



FUEL ECONOMY DRIVING SCHEDULE MODE TABLE



— Mode No.
 — Type Of Mode
 — Time In Seconds

A = Acceleration
 C = Cruise
 D = Deceleration
 I = Idle

JAPAN EMISSION TEST DRIVING CYCLES

10-MODE CYCLE (FUEL CONSUMPTION)

Cycles/Test: 6

Test lengths: 3.964 Km

Test time: 810 seconds

Hot start test procedure. Only the last 5 cycles will be evaluated.

Preconditioning: Steady speed of 40 Km/h.

BREAKDOWN

Length: 0.664 Km

Time: 135 seconds

Avg. Vel.: 17.7 Km/h

Max. vel.: 40 Km/h

Idle: 25.5%

Steady speed: 22.2%

Acceleration: 25.9%

Deceleration: 26.4%

11-MODE CYCLE (EXHAUST EMISSION)

Cycles/Test: 4

Test lengths: 4.084 Km

Test time: 480 seconds

Cold start after 25 second idle.

BREAKDOWN

Length: 1.021 Km

Time: 120 seconds

Avg. Vel.: 30.6 Km/h

Max. Vel.: 60 Km/h

Idle: 29.2%

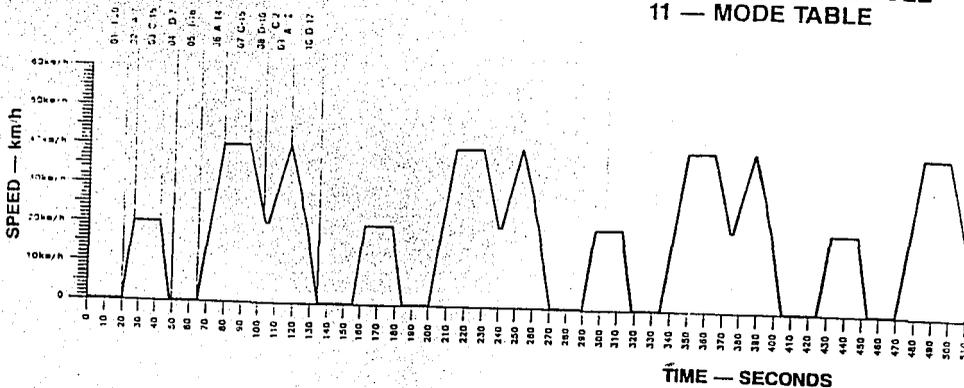
Steady speed: 11.9%

Acceleration: 33.2%

Deceleration: 30.1%

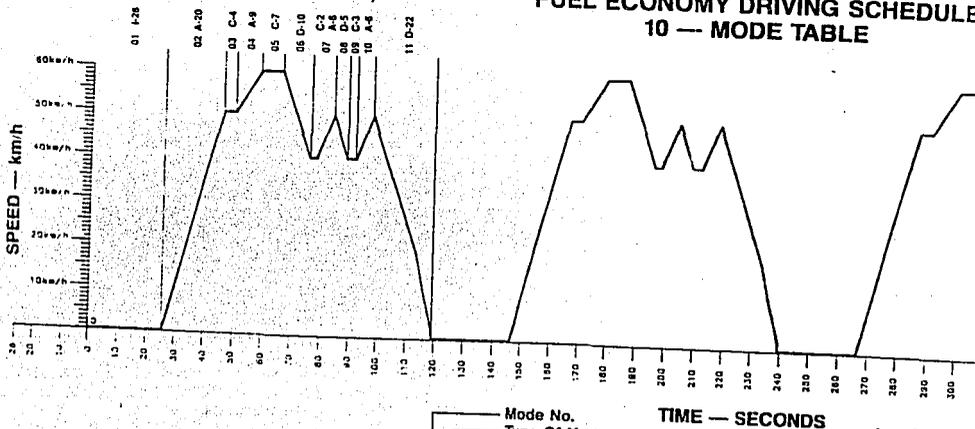
10-MODE (FUEL CONSUMPTION)

URBAN DRIVING SCHEDULE 11 — MODE TABLE



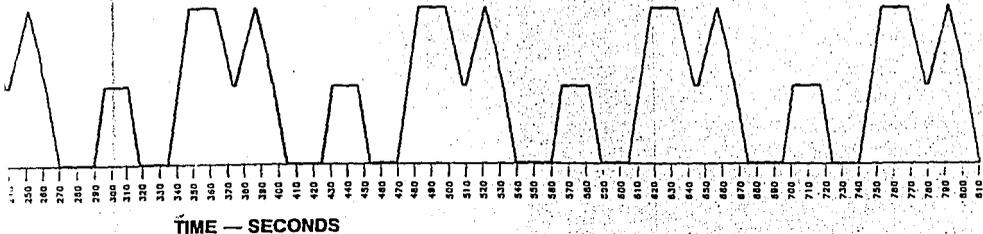
11-MODE (EXHAUST EMISSION)

FUEL ECONOMY DRIVING SCHEDULE 10 — MODE TABLE



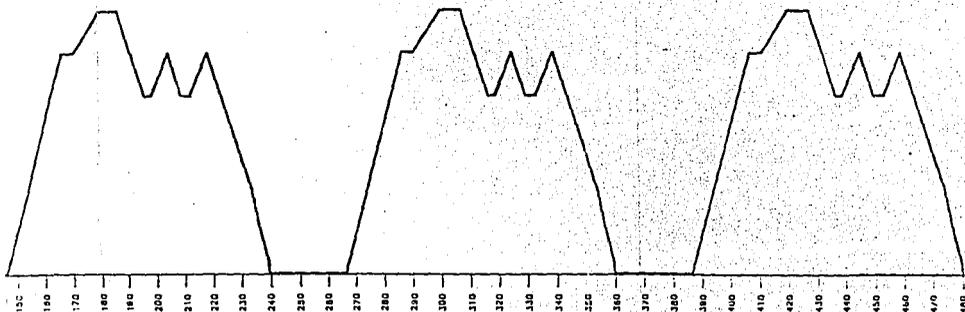
URBAN DRIVING SCHEDULE

11 — MODE TABLE



FUEL ECONOMY DRIVING SCHEDULE

10 — MODE TABLE



Mode No.
Type Of Mode
Time In Seconds

A = Acceleration
C = Cruise
D = Deceleration
I = Idle

TAIWAN EMISSION TEST DRIVING CYCLES ECE 15.04

CNS 2733

FUEL CONSUMPTION MEASUREMENT

Cycles/Test: 11

Test lengths: 11.143 Km

Test time: 2145 seconds

Only the last 6 cycles will be evaluated.

The fuel consumption will be determined by gravimetric measurement.

The test contents the city cycle and one mode at a steady speed (90 Km/h).

BREAKDOWN

Length: 1.013 Km

Time: 195 seconds

Avg. Vel.: 19 Km/h

Max. Vel.: 50 Km/h

idle: 35.4%

Steady speed: 29.3%

Acceleration: 21.6%

Deceleration: 13.8%

CNS 7895

EXHAUST EMISSION MEASUREMENT

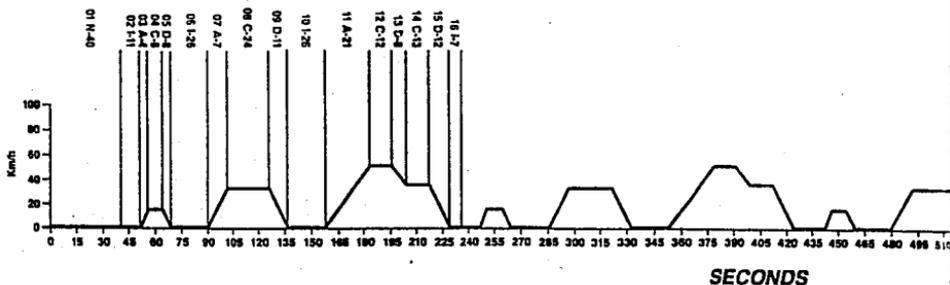
Exhaust emission testing with a CVS sampling system (15/04).

Cycles/Test: 4

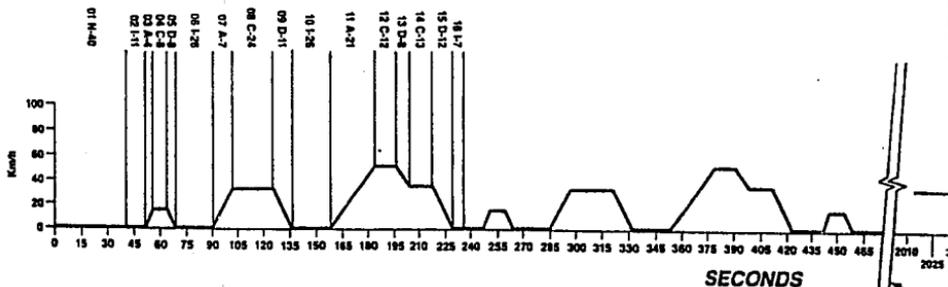
Test lengths: 4.052 Km

Test time: 780 seconds

URBAN DRIVING SCHEDULE
MODE TABLE
CNS 7895



FUEL ECONOMY DRIVING SCHEDULE
MODE TABLE
CNS 2733



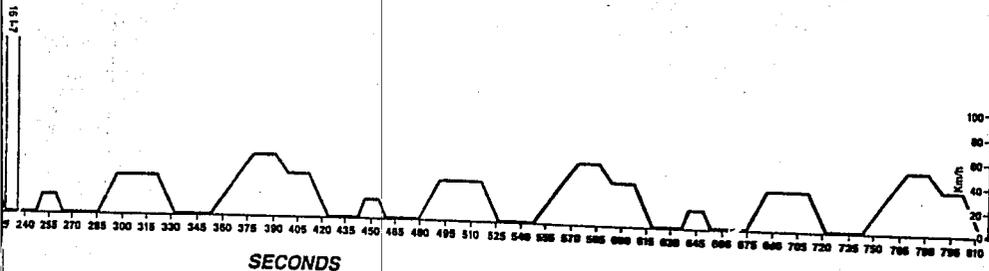
TYPICAL BEGINNING #1

TYPICAL CYCLE #2

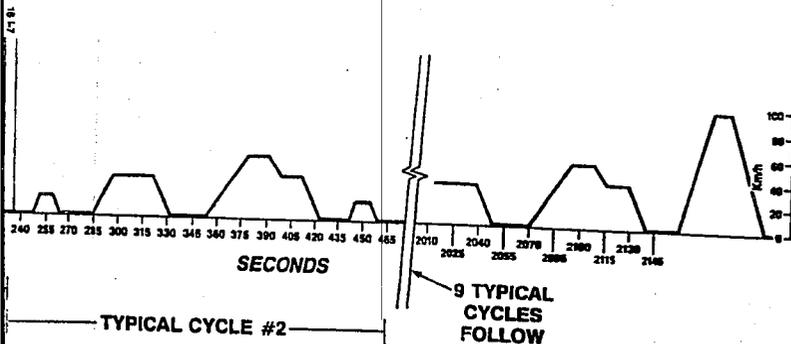
Mode No.
Type Of Mode
Time In Seconds
55 C-95

A = Acceleration
C = Cruise
D = Deceleration
I = Idle
N = Neutral

**URBAN DRIVING SCHEDULE
MODE TABLE
CNS 7895**



**FUEL ECONOMY DRIVING SCHEDULE
MODE TABLE
CNS 2733**



Mode No.
Type Of Mode
Time in Seconds

55 C-95

A = Acceleration
C = Cruise
D = Deceleration
I = Idle
N = Neutral

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Historia del Transporte en México. SAE en México. 1990.
- 2.- El Transporte en la Historia de México. Marita Martínez del Río. Editorial Artes de México. 1992.
- 3.- 60 Años de Ford en México. Ford Motor Company. Corporación Gráfica Aro, S.A. México 1985.
- 4.- "History of the Motor Car". Thomas Allen & Son LTD. Toronto 1970.
- 5.- "Mercedes". Nigel Fryatt. Mallard Press. New York, N.Y. 1991.
- 6.- Organó Informativo de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A.C.
- 7.- Informe Ejecutivo de la Calidad del Aire. Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México-DDF. México D.F. 1994.
- 8.- Información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Dirección General de Estadísticas.
- 9.- "Control of Vehicle Air Pollution by Technology Forcing Regulations". Karl J. Springer. Southwest Research Institute. San Antonio, Texas 1993.
- 10.- Consulta a Bancos de Información de Petróleos Mexicanos.
- 11.- "Automotive World Trends". Exxon Chemical Company. Houston, Texas 1992.
- 12.- "Vehicle Emissions Test System". Horiba Instruments Inc. Ann Arbor, Michigan. 1990.
- 13.- Normas Oficiales Mexicanas. Diario Oficial de la Federación 1993.
- 14.- "Technology Improvements to Increase Fuel Economy". K.G. Duleep. Ann Arbor, Michigan 1993.