

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA



ADITIVOS DETERGENTES PARA
GASOLINA DE AUTOMOTORES.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A:
ANTONIO DE LA O GARCIA





Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- Prólogo -

Bajo condiciones ideales, todo motor debería quemar su combustible completamente, produciendo - un mínimo de contaminación dañina y además, desarrollando el máximo de potencia con una cantidad - determinada de combustible. Tal condición es desde luego impracticable e imposible, pero debe ser la tendencia a seguir para producir motores que se acerquen a este ideal. Mediante el empleo de aditivos detergentes, se obtendría una mejor combustión dentro de las limitaciones de diseño y mantenimiento actuales.

En 1940 había en el país aproximadamente un coche por cada 25 adultos, hoy, hay uno por cada 3 adultos y se pronostica, que para el año 2000 - habrá probablemente un automóvil por cada 2 adultos. Lo que aumentará los problemas de vialidad y de contaminación ambiental, hasta un punto crítico.

* * * * *

- INDICE -

INTRODUCCION

CAPITULO I.

I.- GENERALIDADES SOBRE CONTAMINACION AMBIENTAL

I.1.- CONTAMINACION DEL AIRE

I.2.- CONTAMINACION DE AGUAS

I.3.- CONTAMINACION DE SUELOS

I.4.- CONTAMINACION POR AUTOMOTORES DE GASOLINA

I.4.1.- FUMOS DE CARBONO

I.4.2.- HIELO CARBURADO

CAPITULO II.

2.- FUENTES DE EMISIONES PRODUCCIDAS POR AUTOMOTORES DE GASOLINA.

2.1.- EMISIONES POR EL ESCAPE

2.2.- EMISIONES POR LA VENTILACION DE LA CAJA DE LA CICLINA

2.3.- EMISIONES POR EL CARBURADOR Y TANQUE DE GASOLINA

CAPITULO III.

3.- COMBUSTIBLES.

3.1.- GASOLINA

3.1.1.- VOLATILIDAD

3.1.2.- CONTENIDO DE AZUFRE

3.1.3.- CONTENIDO DE TETRAETILO DE PLOMO

3.1.4.- NUMERO DE OCTANO

3.2.- DIESEL

3.2.1.- VOLATILIDAD

3.2.2.- VISCOSIDAD

3.2.3.- CONTENIDO DE AZUFRE

3.3.- COMBUSTIBLES GASEOSOS

CAPITULO IV.

4.- MOTORES

4.1.- MOTORES DE GASOLINA (COMBUSTION INTERNA)

ENCENDIDO POR CHISPA (ECH).

4.1.1.- MOTOR DE 2 TIEMPOS

4.1.2.- MOTOR DE 4 TIEMPOS

4.1.3.- CONTROL DE LA VELOCIDAD Y LA CARGA

4.2.- MOTORES DE DIESEL (COMBUSTION INTERNA)

ENCENDIDO POR COMPRESION (E C) .

4.2.1.- MOTOR DE 2 TIEMPOS

4.2.2.- MOTOR DE 4 TIEMPOS

4.2.3.- CONTROL DE LA VELOCIDAD Y LA CARGA

4.3.- MOTORES DE GAS.

CAPITULO V.

5.- ADITIVO DETERGENTE (AMINAS DE ACIDOS GRASOS)

PARA AUTOMOTORES DE GASOLINA.

5.1.- SINTESIS

5.2.- COMPOSICION

5.3.- PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES DEL ADITIVO

5.4.- MECANISMO DE ACCION.

5.5.- PRECAUCION EN EL MANEJO

5.6.- FORMULACION

CAPITULO VI.

6.- PARTE EXPERIMENTAL

6.1.- METODOS

6.2.- EQUIPOS

6.3.- PROCEDIMIENTO

CAPITULO VII.

7.- DOSIFICACION INDUSTRIAL DEL ADITIVO (AMINAS DE ACIDOS GRASOS)

7.1.-ADICION EN LINEA DE GASOLINA O EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

7.2.- GASOLINAS CON ADITIVO (AMINAS DE ACI - DOS GRASOS).

7.2.1.- PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES

7.2.2.- METODOS ANALITICOS Y DE CONTROL

7.3.- EVALUACION DE EFECTIVIDAD

7.3.1.- EFECTIVIDAD COMO DETERGENTE

7.3.2.- EFECTIVIDAD EN REDUCCION DE CONTAMINANTES

CAPITULO VIII.

8.- RESULTADOS

CAPITULO IX.

9.- CONCLUSIONES

CAPITULO X.

10.- BIBLIOGRAFIA

- I N T R O D U C C I O N -

CONTAMINACION.

" La contaminación se define como :

" La presencia en el medio ambiente de materia o energía pro
ducidos naturalmente o vertidos por el hombre, en cantidades, con
centraciones y durante un tiempo suficiente para perjudicar, cau-
sar molestias, amenazar la salud o la vida de personas, animales
o plantas; dañar los bienes y obstaculizar el disfrute razonable
de la naturaleza.

Es necesario considerar dentro de cualquier plan de acción
para el control de la contaminación vehicular, el mantener y mejo
rar o al menos no degradar las características deseables del sis
tema de transporte.

La evaluación de los diferentes planes de control requiere
fundamentalmente, de la elaboración de una herramienta que permi
ta representar en forma real y simplificada, mediante interrela -
ciones lógicas, las conexiones físicas entre el sistema de trans-
porte y las emisiones de gases contaminantes.

Los avances tecnológicos alcanzados desde el inicio de la -
Revolución Industrial, han colocado a algunas poblaciones de nos
tro ecosistema en situación de lograr sueños utópicos de comodi -
dad, salud y riqueza.

Sin embargo, estos avances han traído consigo también la capacidad destructora de la vida en la ecósfera, pudiendo llegar a ocurrir esta forma catastrófica mediante el holocausto atómico o bien, lograrse de una manera más lenta e insidiosa, pero ciertamente igual de efectiva, si se permite que la contaminación alcance un nivel tal que llegue a impedir la continua reproducción de nuestras especies.

Los productos finales de diversos procesos de transformación han dado lugar a la contaminación del medio ambiente urbano. Las materias primas son transformadas mediante procesos industriales, combustión, etc., en comodidades y servicios a la sociedad. Sin embargo, debido a que la eficiencia de la tecnología de transformación de una forma de masa o energía a otra no es absoluta, los residuos generales son descargados a la atmósfera, al agua y/o al suelo.

La producción de energía para fines industriales de transportación y calefacción, mediante el uso de combustibles derivados del petróleo contribuyen a la formación de la mayoría de los residuos que han dado lugar al problema de la contaminación del aire urbano.

La transportación automotiva ha llegado a ser parte integral de nuestra forma de vida y la producción, distribución y servicio de los vehículos, junto con la industria productora de los combustibles necesarios para su funcionamiento represente elementos importantes en nuestra economía.

Empero, en forma conjunta de los servicios que el sistema de transporte proporciona, se producen subproductos indeseables que han provocado el deterioro de la calidad del aire, al grado de - que se ha convertido este sistema tan útil en el principal foco de contaminación de nuestro medio ambiente,

El desarrollo de un plan de acción para el control de la contaminación vehicular, no deber ser guiado solamente con el propósito de erradicar la contaminación en sí. Si éste fuera el objetivo a conseguir, implicaría que la mejor acción a seguir sería la prohibición del uso de vehículos de combustión interna o de cualquier otro tipo de motor que produjera emisiones. La política de control debe tener múltiples objetivos, los cuales además de provocar la distribución geográfica de emisiones, el pronóstico de - niveles peligrosos y la detección de problemas de planeación urbana para el futuro.

La selección del monóxido de carbono, entre otros gases contaminantes como hidrocarburos no quemados, óxido de nitrógeno, -- óxidos de azufre, etc., como enfoque del modelo, obedece a que -- éste, es el más importante cuantitativamente en lo referente a su contribución a la contaminación de la atmósfera urbana de la zona de estudios y a los efectos que producen los niveles alcanzados - en el bienestar y salud de sus habitantes. (1)

- CAPITULO I -

I.- GENERALIDADES SOBRE CONTAMINACION AMBIENTAL

I.1.- CONTAMINACION DEL AIRE.

I.2.- CONTAMINACION DE AGUAS.

I.3.- CONTAMINACION DE SUELOS.

I.4.- CONTAMINACION POR AUTOMOTORES DE GASOLINA.

I.4.1.- MONOXIDO DE CARBONO.

I.4.2.- HIDROCARBUROS.

I.- GENERALIDADES SOBRE CONTAMINACION AMBIENTAL.

Súbitamente el hombre contemporáneo se ha tenido que enfrentar a un fenómeno que amenaza transformar radicalmente la historia universal.

De pronto se ha dado cuenta, quizá por los efectos causados, de que el ambiente en el que vive, crece se desarrolla, se está contaminando en forma verdaderamente alarmante. Entonces, el hombre ha tenido que preocuparse por esta amenaza y se ha visto en la necesidad de analizar las causas posibles del desastre y de programar técnicamente, los medios para disminuir, contener y erradicar los motivos de la contaminación ambiental.

La atmósfera también actúa como soporte y como agente de a transporte de elementos, que voluntaria o involuntariamente pueden introducirse en ella. El aire es naturalmente portador de diversos gases, puede cargarse de gases en suspensión salidos de la transformación química industrial, debidos a la combustión incompleta de productos carbonos extraídos de las reservas geológicas de rocas carbonatadas, o gases salidos de la combinación o de la disociación molecular de los elementos constitutivos de hidrocarburos líquidos.

Según los casos y lugares, el viento puede contribuir a la convergencia o a la divergencia de las suspensiones.

El aire de las regiones industriales y urbana está cargado de impurezas que son los subproductos o los desechos ligeros de las industrias (humos) y de la forma de vida y de circulación - -

(calefacción doméstica y urbana, tratamientos de la basura doméstica, gases de escape de los automóviles y de todos los motores de combustión interna).

Estos subproductos son consecuencia de una imperfecta combustión de carbono y cada vez más, de los hidrocarburos líquidos y gaseosos. La cantidad de productos tóxicos en suspensión en la atmósfera es impresionante, aunque no se hayan alcanzado niveles verdaderamente peligrosos.

En el pasado, las poblaciones de las grandes ciudades se renovaban constantemente, gracias al flujo de gentes venidas del campo. Sin embargo, más adelante los hombres, nacen, viven y se reproducen, en medios ambientes urbanos e industriales.

Esta situación no tiene precedentes biológicos. Probablemente va a crear nuevos caracteres en el cuerpo y la natalidad del hombre. Aquí, lo importante es que los peores defectos patológicos de contaminación del medio ambiente no se detecta en el momento de su acción, sino que su efecto se pone en evidencia varios decenios más tarde.

Las principales materias primas de la contaminación atmosférica son: los gases sulfurosos, monóxido de carbono, dióxido de carbono, aldehídos, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos gaseosos liberados por la combustión incompleta de los hidrocarburos líquidos.

Es casi seguro, que en las grandes ciudades, la frecuencia y generalización del asma y bronquitis crónica se relaciona con la

difusión de los gases sulfurosos que el nitrato de peraclio provoca la irritación de la mucosa ocular y perturbaciones de la visión, y que los óxidos de carbono influyen en la sangre. Se cree que el cáncer en las vías respiratorias está favorecido por la respiración del aire que contiene algún hidrocarburo policíclicos como el naftoperileno o el benzopireno, presente en los gases de escape.

Sin embargo, a la investigación analítica sólo da una imagen parcial de la realidad. El organismo se ve atacado simultáneamente por varios factores y las acciones agresivas se combinan y refuerzan unas a otras originando un efecto sinérgico. Las irritaciones provocadas por el ozono y por los ácidos abren camino a las infecciones. Los Gases roen los tejidos y los hacen más vulnerables a las infecciones de microbios y de virus.

Los productos de contaminación arrojados por los talleres o por los tubos de los escapes de los coches no se disipan y pueden enriquecerse por el reflujo del aire enturbiado.

Los actuales urbanistas recomiendan que los barrios de viviendas se contruyan en lugares bien barridos por los vientos de el campo y que las zonas industriales se edifiquen más abajo de los espacios urbanizados de tal modo, que los productos tóxicos, no se acumulen. Pero por su estricta aplicación puede provocar una drástica modificación en la escala de los valores inmobiliarios. Contra los que gravitan una serie de intereses, además no se puede pensar que en un plazo más o menos corto se reconstruyan las ciudades fuera de las zonas topográficas reconocidas como fa-

vorables a la concentración de todos los venenos urbanos. (2)

I.I.- CONTAMINACION DEL AIRE-

El aire que se respira es invisible, e inodoro e insípido es to es esencialmente respecto a la vida humana y se consume en un promedio de 30 a 40 libras por día.

Para vivir el hombre necesita respirar oxígeno, diluido en - cierta cantidad en la atmósfera, la cual está constituida por ni- trógeno, oxígeno y gases inertes.

La contaminación del aire es un fenómeno originado por la -- adicción de una sustancia extraña o una variación importante en la proporción de sus constituyentes, que son susceptibles de pro- vocar efectos perjudiciales.

El problema se debe a la falta de autopurificación del aire ocasionado por el exceso de materias gaseosas y partículas suspen- didas que se encuentran generalmente asociadas con el oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera.

El aire es la capa gaseosa que rodea al planeta tierra esta capa está formada de un número de constituyentes básicos gaseosos de los cuales los más abundantes son el nitrógeno, éste constitu- yente se destaca principalmente por ser el elemento que se en -- cuentra en la atmósfera en una proporción mucho mayor con respec- to a los demás componentes, ya que contribuye con el (78%) y el oxígeno, que destaca por ser el segundo de los componentes más -- abundante en la composición del aire, con un porcentaje en volumen es de (21%).

El resto de la atmósfera terrestres está constituida de otros gases, de los cuales se especifica su concentración.

CONCENTRACION DEL AIRE. (3)

<u>COMPONENTE</u>	<u>VOLUMEN %</u>	<u>CONCENTRACION (PPM)</u>
Nitrógeno	78.084 ± 0.004	780,900
Oxígeno	20.946 ± 0.002	209,400
Argón	0.934 ± 0.001	9,300
Bióxido de carbono	0.034 ± 0.001	315
Neón		18
Helio		5.2
Metano		1.2
Kriptón	0.0001	1
Oxido de Nitrógeno		0.5
Hidrógeno		0.5
Xenón		0.08
Dióxido de Nitrógeno		0.02
Ozono		0.01-0.04
Agua		500 a 2000

A pesar de que en su seno se realizan incontables procesos y de que intercambia numerosos materiales y energías con la corteza terrestre y con el espacio exterior, su maravillosa capacidad de balance mantiene su composición y temperatura medias casi inmutables.(3)

Es de vital importancia mantener nuestra atmósfera siempre igual, puesto que es un escudo que nos protege de las fuerzas naturales exteriores, como los rayos cósmicos y las radiaciones ultravioletas que provienen del sol, y además, es elemento indispensable para nuestra vida, lo cual es fácilmente sostiene por medio

de la respiración, cualquier cambio en ella puede aniquilarnos o cuando menos, dar lugar a cambio en los equilibrios naturales los cuales ya hemos aprendido a manejar.

Cualquier elemento extraño introducido en ella tiene que venir en contacto de nuestros órganos exteriores e interiores, a los que puede afectar, llegando en ocasión, a provocar la muerte la pérdida de la salud, o puede destruir los vegetales o animales o minerales con que contamos nosotros para nuestra subsistencia. (4).

El aire que el hombre respira, ha estado siempre contaminado en algún grado, por una contaminación natural o hecha por el hombre, tales como polvo, humo, gases, neblinas, vapores y olores.- Los primeros orígenes de la contaminación natural fueron debidos a terremotos, erupciones de volcanes, al polen de las plantas e incendios forestales, los cuales arrasaron con muchas hectáreas de terreno, según la historia del hombre. El hombre produce desechos que manda al aire, practicamente en cualquier actividad que desarrolla para poder sobrevivir. Tales como, cocinar sus alimentos, calentar su casa, cultivando sus tierras, construyendo edificios, disponiendo de la basura en su transportación. En forma constante a través de todas las etapas de su desarrollo.

Se ha llegado al extremo de afirmar que la contaminación es el mayor subproducto de una civilización que ha llegado a depender en forma total de la creciente tecnología industrial.

I.2.- CONTAMINACION DE AGUAS.

La importancia de la contaminación de las aguas en su poder de influencia en los ecosistemas, ya sea en una forma directa o ;

indirecta. Podemos considerar que el problema surge del crecimiento de la población, incluyendo a la del hombre, cerca o lejos de un habitat acuático.

La contaminación del agua podemos decir que es la degradación de la calidad original del agua, por la adición de sustancias de tipo natural, municipal o industrial, cuya potencia y cantidad sean suficientes para afectar sus condiciones físicas, químicas y biológicas naturales.

Esta contaminación es originada porque los mecanismos de autpurificación inherentes a ella no alcanzan a degradar las sustancias contaminantes en compuestos inertes.

Se ha estimado que la cantidad de estos residuos biológicos - por persona, no obstante de variar con el individuo, es en promedio de aproximadamente 1.25 de sólidos base seca por kilogramo de peso del cuerpo, por día.

También se encuentran dentro de esta contaminación, los residuos domésticos generados durante las actividades diarias y contienen jabones, detergentes sintéticos, grasas, residuos de alimentos etc., que hacen que la calidad así como la cantidad y diversidad de los contaminantes se vea incrementada.

CONTAMINACION DE PRIMER ORDEN.

Esencialmente este tipo de contaminación está regida por leyes naturales o físicas, y es inherente a las poblaciones vivientes, es decir, constituye una parte del proceso de la vida, estando relacionados los efectos contaminantes a la acumulación del medio ambiente de los residuos biológicos o excretas corporales, -

siendo desde luego, una función de la concentración de las poblaciones.

CONTAMINANTES DE SEGUNDO ORDEN.

La contaminación está basada en leyes artificiales siendo por lo tanto posible su prevención.

Ya que es un resultado de las actividades tecnológicas del hombre, incluyendo fundamentalmente las industriales. Sin embargo no obstante de que la contaminación ambiental puede ser atribuida a los efectos directos de la revolución industrial, en realidad son los errores del mismo hombre y no de la tecnología, las causas de la contaminación ambiental, es decir el hombre tiene la capacidad tecnológica para eliminar los contaminantes producidos por la propia explosión tecnológica pero se ha dedicado a poner en práctica el uso de dichas experiencias, para tratar de evitar o cuando menos disminuir o controlar la contaminación.

Contaminantes arrojados directamente a las corrientes de agua:

PRIMARIOS:

a).- Desechos animales y humanos.

Son las exoneraciones animales y humanas, así como la materia animal muerta y los productos de su descomposición.

b).- Desperdicios caseros:

Formado en las actividades domésticas diarias.

c).- Corrientes lluviales.

Las aguas pluviales ejercen una acción lavadora de la tierra, arrastrando; basura, polvos, arena, desperdicios vegetales, y en zonas agrícolas arrastran fertilizantes, pesticidas, etc.

d).- Desechos industriales:

Estos dependen del tipo de industria, en cuanto a su proceso de fabricación en el que está implícita la naturaleza de los contaminantes.

SECUNDARIOS:

Son los que se forma en las aguas receptoras contaminadas, a causa de la interacción y reacción entre los contaminantes - primarios.

Además se encuentran también a aquellos que son productos de degradación microbiológica de los compuestos orgánicos, que en muchas ocasiones son aún materias primas para otras especies de microorganismos y en otras son los productos de una biodegradación completa.

La contaminación del agua sólo ha sido reconocida al producir efectos adversos en los organismos vivos, como lo es el que el hombre contraiga enfermedades, o que mueran los peces, es decir, el hombre reconoce la situación cuando se ven afectados sus propios intereses. (5)

I.3.- CONTAMINACION DE SUELOS.

La contaminación del suelo es generalmente consecuencia de hábitos insalubres, incorrecto manejo de desechos sólidos sean domésticos, industriales o mineros y de prácticas agrícolas erróneas.

También pueden originarse por la precipitación de sustancias que contaminan la atmósfera o por uso en el riego de aguas contaminadas o aguas negras no tratadas. Aumentan el problema, las prácticas sanitarias de disposición de excretas, los tiraderos de basura al cielo abierto, aparte de ser antiestéticos, engendran problemas de salud. La incineración para reducir el volumen de los desperdicios, produce humos y olores que contribuyen a contaminar el aire, y por su parte el agua que se filtra a través de depósitos de desechos, afecta la calidad de los mantos freáticos.

La disposición y manejo de los desechos sólidos, es un problema creciente de todas las ciudades del mundo, a causa de la creciente población, se ha observado que la cantidad y calidad de los desperdicios varían, de acuerdo a las condiciones económicas de cada grupo de población.

En el Distrito Federal, se genera diariamente un promedio de 0.75 Kg/habitante, mientras que en Estados Unidos y en Europa los datos estadísticos reportan de 1 a 4 Kg/habitante.

En México como en otras partes del mundo es común el sistema de tiraderos a cielo abierto, en sitios alejados a los núcleos de población, lo cual resulta cada vez menos práctico, debido a que conforme aumenta la población, las zonas urbanas tienden a aumentar su extensión territorial, acortándose la distancia núcleo poblaci-

ción - tiradero.

Este sistema de eliminación de desechos, constituye desde varios puntos de vista, un medio de contaminación tanto al suelo, como al agua y al aire.

Los desperdicios industriales y mineros contaminantes mediante las sustancias químicas tóxicas que envenenan el suelo y los cultivos; las sustancias radiactivas pueden llegar a alcanzar el suelo y acumularse en él, sea por precipitación atmosférica de materiales provenientes de explosiones nucleares o por liberación de desechos producidos por establecimientos comerciales o de investigación.

Los desechos sólidos de procedencia urbana o industrial están constituidos por materia orgánica e inorgánica, entre los desechos de materia orgánica, los hay de fácil degradación biológica y los de lenta degradación biológica, la materia inorgánica es no biodegradable.

Los efectos que ocasiona la disposición de desechos sólidos al ciclo abierto son:

La degradación de materia orgánica en los tiraderos la inicia las bacterias aerobias, cuando el oxígeno atrapado es consumido, se continúa la degradación en un medio anaeróbico produciéndose gases ofensivos, se originan fuegos e incendios por auto combustión, debido a la alta temperatura y presencia de metano, contaminando el aire con humos, polvos, cenizas, los cuales son arrastrados por el viento fuera de las áreas destinadas a este fin.

Con respecto a la contaminación de aguas, ésta se produce - -

cuando las aguas de las lluvias o de escurrimientos superficial pasan lentamente a través del estrato de basura en descomposición, - arrastrando parte de los contaminantes solubles no digeridos.

Esto provoca en el efluente una demanda bioquímica de oxígeno y tóxicos, a este efluente se le denomina "concentrado líquido o -- caldo de fermentación" y es un contaminante tanto de corrientes superficiales como de mantos freáticos.

Estos tiraderos representan un foco infeccioso, ya que es un - medio en condiciones óptimas para la generación y reproducción de - gérmenes patógenos, insectos y roedores. (5)

I.4.- CONTAMINACION POR AUTOMOTORES DE GASOLINA

La producción de energía para fines industriales de transportación y calefacción, mediante el uso de combustibles derivados del petróleo, es la responsable de la mayoría de los residuos que han dado lugar al problema de la contaminación del aire urbano.

La transportación automotiva ha llegado a ser parte integral de nuestra forma de vida y la producción, distribución y servicios de los vehículos, junto con las industrias productoras de los combustibles necesarios para su funcionamiento representan elementos importantes en nuestra economía.

Empero, en forma conjunta con los servicios que el sistema de transporte proporciona, se producen subproductos indeseables que han provocado el deterioro de la calidad del aire, al grado de que se ha convertido este sistema tan útil, en el principal foco de contaminación de nuestro medio ambiente.

El desarrollo de un plan de acción para el control de la contaminación producida por vehículos, no debe ser guiado solamente -- con el propósito de erradicar la contaminación en sí, si éste fuera el objetivo a seguir, implicaría que la mejor acción a seguir sería determinante la prohibición del uso del vehículo de combustión interna en su efecto cualquier otro tipo de motor que produjera emisiones. La política de control debe tener múltiples objetivos, los cuales además de provocar la disminución de las emisiones originen beneficios sociales y económicos al hombre.

Por consiguiente, resulta necesario considerar dentro de cualquier plan de acción para el control efectivo de la contaminación vehicular, y a la vez mantener y mejorar o al menos evitar extremadamente la degradación de las características deseables del sistema de transporte. (6)

I.4.1.- MONOXIDO DE CARBONO.

Es el resultado de una combustión incompleta, siendo su fuente principal los vehículos de combustión interna. Este gas no parece tener efectos adversos en la vegetación, ni en los materiales, pero si en el ser humano, dependiendo su efecto de la concentración y el tiempo de exposición.

En general, la gente que radica en centros con altos índices de población y desarrollo industrial tiene una gran posibilidad de contraer enfermedades en el sistema respiratorio.

En estas áreas donde los automóviles representan un elevado porcentaje de contribución a la contaminación del aire, los efectos a corto plazo se presentan como simples molestias a los ojos y garganta, siendo este estudio relativo a la contaminación por monóxido de carbono producido por vehículos de combustión interna.

Efectos del monóxido de carbono en la salud.

En el mundo actual el contaminante que más abunda es el monóxido de carbono, gas incoloro e inodoro, que se combina perfectamente con la hemoglobina de la sangre bloqueando el sistema de transporte del oxígeno al cuerpo. Si la concentración es bastante elevada, el cuerpo se asfixia rápidamente, pero a bajas concentraciones como -

las que se encuentran en los ambientes urbanos, se establece un equilibrio en el torrente sanguíneo.

Por lo que la persona expuesta quizás padezca una ligera pérdida de la coordinación o de los reflejos que ni siquiera perciba. -- Por esta razón la ciencia se ha ocupado, muy poco de la contaminación debida al monóxido de carbono, aún cuando las concentraciones ascienden al aumentar el número de vehículos año con año.

El monóxido de carbono reacciona con la hemoglobina de la sangre 210 veces más rápido que el oxígeno para formar carboxihemoglobina, reduciendo la capacidad portadora de oxígeno de la sangre no solamente el oxígeno resulta desplazado por esta acción sino que la restante carboxihemoglobina queda ligada más fuertemente, restando capacidad de transporte de oxígeno. Como la reacción es reversible, si se sale de la atmósfera que contiene monóxido de carbono en la sangre es de cuatro a cinco horas, así pues, la sangre tiene un efecto integrante al estar el cuerpo expuesto a diferentes concentraciones de monóxido de carbono al día.

Los efectos fisiológicos de los niveles de tóxicos de exposición al monóxido de carbono son proporcionales a contenido de carboxihemoglobina de la sangre. Este alcanza un equilibrio después de ocho horas de estar en una atmósfera que contenga monóxido de carbono y es proporcional a su concentración.

En aire puro, la sangre siempre contiene aproximadamente 0.5% de carboxihemoglobina debido a la descomposición natural de las moléculas de hemoglobina, pero las concentraciones superiores a estas cifras deben ser a la presencia de monóxido de carbono en el ambiente.

Los síntomas de las exposiciones a altas concentraciones de monóxido de carbono son las siguientes: dolor de cabeza, mareos, cansancio, zumbido de oídos, náuseas, debilidad muscular, dificultad para respirar y finalmente la muerte.

La exposición a 30 ppm de monóxido de carbono durante ocho horas producirá aproximadamente 5% de carboxihemoglobina los fumadores suelen tener concentraciones de 5 a 10% y los obreros de servicios automotrices y agentes de tránsito tienen hasta un 18%. (7)

1.4.2.- HIDROCARBUROS.

El primer grupo de gases orgánicos, consiste enteramente de compuestos de carbono, hidrógeno y sus derivados. Estos incluyen todas clases de hidrocarburos, alifáticos, parafínicos y aromáticos, y los compuestos formados, cuando algo del hidrógeno de los compuestos originales es reemplazado por oxígeno, halógenos, nitrógeno u otro grupo sustituyente, los resultados son los derivados de hidrocarburos.

El origen principal de los hidrocarburos es el petróleo y las principales fuentes de emisión de hidrocarburos y sus derivados son aquellas relacionadas con el uso y proceso del petróleo y sus productos.

Los hidrocarburos son liberados hacia la atmósfera durante la refinación del petróleo, durante el transporte y almacenaje de sus productos, y durante el uso de éstos, tales como gasolinas, lubricantes y solventes. Los derivados de hidrocarburos pueden ser también liberados a la atmósfera en conexión con estos procesos y con

y con su manufactura y uso. Incluso pueden ser formados en la atmósfera como resultado de ciertas reacciones fotoquímicas.

Los hidrocarburos derivados producidos por reacciones fotoquímicas incluyen: aldehídos, cetonas, y derivados nitrados, sulfurados.

Los hidrocarburos son importantes así como sus derivados debido a la producción del llamado "smog" fotoquímico. Los más activos son las olefinas (no solo las producidas directamente con el dióxido de nitrógeno y el anhídrido sulfuroso).

La fuente más importante de emisiones de hidrocarburos es el uso de gasolinas para la operación de millones de vehículos de motor. Esta fuente contribuye directamente con 11 toneladas por día, por cada millón de vehículos de motor, que emiten 110 toneladas de hidrocarburos por día, si se considera todas las emisiones posibles. De esta cantidad, cerca del 25% es por las emisiones de escapes; 10% de los escapes; el 15% de la evaporación de la gasolina de carburadores y 50% de la gasolina.

El 81% de los hidrocarburos emitidos por los vehículos de motor proviene de la industria del petróleo y sus derivados y de la industria de solventes orgánicos. (1)

- CAPITULO II -

2.- FUENTES DE EMISIONES PRODUCIDAS POR AUTOMOTORES DE GASOLINA.

2.1.- EMISIONES POR EL ESCAPE.

2.2.- EMISIONES POR LA VENTILACION DE LA CAJA DEL CIGÜENAL.

2.3.- EMISIONES POR EL CARBURADOR Y TANQUE DE GASOLINA. - -

2.- FUENTES DE EMISIONES INDIVIDUALES DE CONTAMINANTES DE GASOLINA.

El motor de gasolina suministra una mezcla de aire y combustible mediante el carburador a los cilindros; la fuerza de la mezcla varía dentro de cada cilindro y entre estos. Varía también de acuerdo a las diferentes cargas y condiciones de velocidad, dependiendo de la eficiencia del carburador y de los conductos de aire.

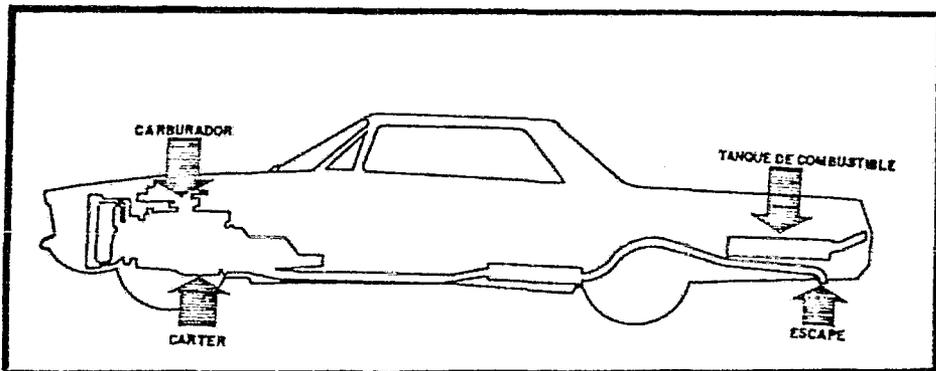
En condiciones de completa y correcta combustión el hidrocarburo se debe quemar completamente con el oxígeno del aire en el cilindro para formar vapor de agua, dióxido de carbono y algunos óxidos de nitrógeno debido a la alta temperatura dentro del cilindro. Para lograr estas condiciones óptimas se supone que las combinaciones de la mezcla de combustible y aire en el cilindro son más que la flama de ignición. El combustible no quema del todo.

En realidad, cuando la ignición de la mezcla se logra en un punto determinado de la longitud del cilindro, el combustible se mueve a una velocidad determinada y se quema en un punto determinado, provocando que éste se quemara en un punto determinado, provocando una combustión incompleta y los gases resultantes de la mezcla de hidrocarburos parcialmente quemados, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, vapor de agua, dióxido de carbono, anhídrido sulfúrico y óxido de azufre y compuestos de plomo de la gasolina combustible empleado. (9)

PORCENTAJES DE EMISION DE LAS PRINCIPALES FUENTES.

FUENTES	EMISIONES		
	% HC	% NOx	% CO
TUBO DE ESCAPE	50 - 60	100	95- 98
VENTILACION DEL CIGUEÑAL	20 - 35	-	2 - 5
CARBURADOR - TANQUE DE GASOLINA	15 - 25	-	-

FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LOS VEHICULOS DE COMBUSTION INTERNA



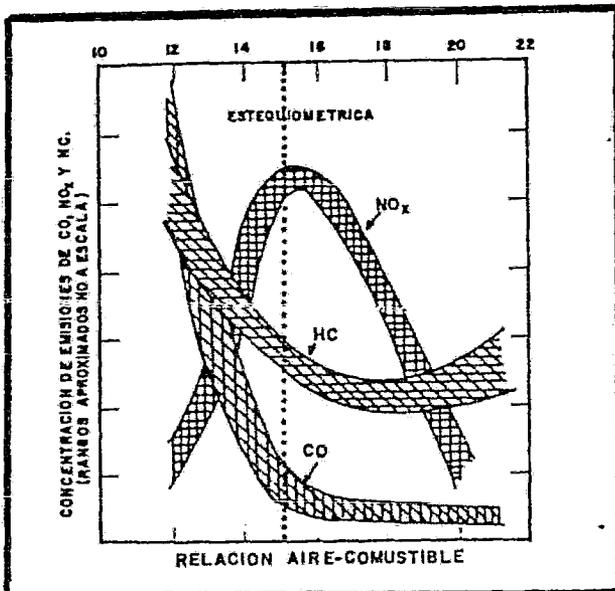
2.1.- EMISIONES POR EL ESCAPE.

Las emisiones producidas en el tubo de escape son la mayor fuente cuantitativa de emisión y la más importante en cuanto a la producción de gases que dan lugar posteriormente al smog fotoquímico.

El smog fotoquímico es el producto de la reacción de hidrocarburos (principalmente aldehídos), óxido de nitrógenos y dióxidos de azufre en la atmósfera, en presencia de radiación solar.

Los hidrocarburos y el monóxido de carbono aparecen en el escape como residuos de combustibles o como productos de una combustión incompleta. Los óxidos de nitrógeno provienen de la reacción de altas temperaturas del nitrógeno y oxígeno contenido en el aire de combustión.

La figura (abajo), muestra el efecto general de la relación aire-combustible sobre las emisiones producidas en el escape.



Una relación aire-combustible ligeramente mayor que la estequiométrica (15:1) reduce considerablemente las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono mediante el aprovisionamiento de un exceso de aire; Sin embargo las emisiones de los óxidos de nitrógeno producidas a altas temperaturas (1370°C) es favorecida debida a una combustión más eficiente provocada por el suministro de un exceso de aire. Ahora bien, una relación de aire-combustible pobre provoca que la temperatura de la flama y el suministro de aire decrezca produciendo emisiones bajas de óxidos de nitrógeno, pero incrementando las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono.

2.2.- EMISIONES POR LA VENTILACION DE LA CAJA DEL CIGÜEÑAL.

En máquinas estándar de combustión interna, el aire se introduce a través de la caja del cigüeñal y se mezcla con productos secundarios de la combustión que han pasado por los anillos del pistón -- durante los diferentes tiempos del ciclo del motor. Al aire de ventilación que entra a través de la tapa del filtro del aceite, ayuda a reducir la acumulación de humedad, gasolina no quemada y presión en el cárter. Durante el proceso de dilución, existe la posibilidad de una interacción de componentes secundarios con el aceite de la máquina. Las emisiones que escapan por el sistema de ventilación del cárter están constituidas principalmente, por combustible no quemado (75 - 85 %), y de productos de combustión (15 - 25 %).

2.3.- EMISIONES POR EL CARBURADOR Y TANQUE DE GASOLINA.

El carburador y el tanque de gasolina son las dos fuentes de -- emisión por evaporación de la gasolina.

Las pérdidas en el tanque de la gasolina se producen durante el aprovisionamiento de combustible o debido a que la evaporación de éste en el tanque fuerza al vapor a salir por el respiradero del depósito.

Las emisiones debidas al carburador provienen:

Del respiradero del flotador que tiene como propósito aliviar la presión interna del carburador, y de las pérdidas por calentamiento que tiene lugar cuando deja de funcionar el motor, siendo este caso las emisiones mayores. Ya que el calentamiento originado por la operación de las máquinas produce un incremento en la evaporación de la gasolina alojada en el depósito del flotador. La temperatura elevada durante el día también provoca un aumento en la emisión de esta fuente.(10)

- CAPITULO III -

3.- COMBUSTIBLES.

3.1.- GASOLINA.

3.1.1.- VOLATILIDAD

3.1.2.- CONTENIDO DE AZUFRE.

3.1.3.- CONTENIDO DE TETRAMETILO DE PLOMO.

3.1.4.- NUMERO DE OCTANO.

3.2.- DIESEL.

3.2.1.- VOLATILIDAD.

3.2.2.- VISCOSIDAD.

3.2.3.- CONTENIDO DE AZUFRE.

3.3.- COMBUSTIBLES GASEOSOS.

3.- COMBUSTIBLES.

Un motor de combustión puede funcionar con el combustible en cualquiera de los tres estados de agregación-gaseoso, líquido o sólido.- La selección se efectúa teniendo en cuenta.

- a).- La complejidad del equipo necesario para almacenar suministrar y quemar el combustible en el motor primario.
- b).- El valor del calor de combustión por unidad de volumen de combustible.
- c).- La disponibilidad y costo del combustible en el sitio donde se encuentre el motor primario.

6

Casi todos los combustibles para los motores de combustión de hoy día, se derivan del petróleo, el cual es una mezcla compleja de hidrocarburos. Sin embargo, a medida que disminuyen los manantiales de petróleo, tiene cada vez mayor importancia el carbón que a su vez es el combustible más abundante por la misma razón, los combustibles elaborados con productos del campo, algún día serán la fuente de nuestra potencia motriz.

La clasificación de los combustibles de acuerdo con la condición de ingreso en el motor, en lo que se relaciona con la volatilidad, podemos clasificar los combustibles para motores en combustibles propiamente dicho y carburantes, designamos con el primer término a los que alimentan los motores compresión-inyección, y llamamos carburantes a los combustibles líquidos, que se evaporizan o mezcla con aire antes de entrar en el cilindro caso típico de las naftas, los alcoholes y el benzol.

Según el estado físico, los combustibles de motores pueden ser

seleccionados para su uso dependiendo del factor económico de costo de calorías y costo de mantenimiento resultante del motor.

En segundo lugar, es un problema de facilidad de manipulación del transporte. Ambos factores han determinado la adopción casi universal de los motores de combustibles líquidos de petróleo.

3.I.- GASOLINA.

Generalidades: La gasolina es principalmente una mezcla de hidrocarburos líquidos que tienen de cuatro a diez átomos de carbono, pequeñas cantidades de hidrocarburos más ligeros y más pesados, cantidades muy pequeñas de impurezas de petróleo crudo tales como azufre, nitrógeno, más un porcentaje de aditivos muy bajos empleados para conseguir unas buenas características.

Las gasolinas son productos derivados del petróleo que se utilizan como combustible de motores de combustión interna Ciclo de Otto. Estos motores son los que comúnmente se usan en los automóviles.

Las gasolinas tienen las características físico-químicas definidas que las individualizan según su aplicación. Se acostumbra a clasificarlas de acuerdo con su número de octano.

Las características que tienen relación, principalmente, con la contaminación atmosférica y su significado cuando se utilizan como combustible para motores, serán enumeradas a continuación.

3.I.I.- VOLATILIDAD.

(Expresada como temperatura de ebullición y presión de vapor).

- a).- Baja volatilidad. No vaporiza bien en el carburador hace difícil el arranque. Mala distribución de la mezcla aire-combustible en los cilindros, ocasionando combustión incompleta y en consecuencia aumenta la emisión de hidrocarburos parcialmente quemados a la atmósfera.
- b).- Alta volatilidad. Vaporiza demasiado en el carburador formando sellos de vapores de gasolina que ocasiona una baja potencia, llegando a detener el motor. Con alta temperatura ambiente, aumenta la emisión de vapores de hidrocarburos a la atmósfera, por evaporación en carburador y tanque de gasolina.

3.1.2.- CONTENIDO DE AZUFRE.

(Expresado en μ de azufre en peso.)

Si es alto produce corrosión en los sistemas de distribución de combustible y de escape del motor. Aumenta la contaminación atmosférica por la emisión de bióxido de azufre formado, el cual en cierta proporción se transforma en trióxido que con agua forma ácido sulfúrico, extremadamente corrosivo.

3.1.3.-CONTENIDO DE TETRAETILO DE PLOMO.

(Expresado en ml de TEL por litro de gasolina)

Se adiciona para alcanzar el número de octano requerido.

Su presencia impide el uso de reactores catalíticos que disminuyan la contaminación por el escape. No se ha comprobado la toxicidad de las emisiones de plomo por el escape de los vehículos.

3.1.4.- NUMERO DE OCTANO.

(Expresado como número de octano).

Es una medida de capacidad antidetonante de la gasolina.

El requerimiento de octano depende de la relación de compresión del motor. El número de octano si es bajo produce "Cascabeleo" y se reduce lapotencia.

Si es demasiado alto produce flameo de las válvulas de escape. No existe correlación entre el número de octano y la emisión de contaminantes.

Efectos de las condiciones mecánicas y de operación de los motores - de gasolina sobre la contaminación atmosférica.

Los contaminantes atmosféricos producidos por motores de gasolina son principalmente monóxido de carbono, hidrocarburos parcialmente quemados, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y los compuestos de plomo dependen, de su contenido en el combustible.

La emisión de los demás contaminantes, que es la más importante es producida por la combustión incompleta e imperfecta y las evaporaciones, inherentes al diseño actual, a las condiciones mecánicas y a la operación de los vehículos.

3.2.- DIESEL.

El motor encendido por compresión es capaz de quemar cualquiera de los combustibles entre las gasolinas y los aceites residuales pesados. Sin embargo, los grandes motores poco revolucionados son normalmente más capaces de utilizar mayor variedad de combustibles, que los pequeños motores muy revolucionados, aunque depende mucho del sistema de inyección de combustible, dimensiones mayores y son menos

sensibles a la viscosidad de los combustibles.

Los combustibles ligeros (de peso específico alto), tienen la viscosidad más baja y se emplean en los motores muy revolucionados. Los Grandes motores poco revolucionados, tiene para todas las partes del sistema una evaporación rápida de combustible y por lo tanto emplean combustibles con más constituyentes de bajo punto de ebullición y menos constituyentes de alto punto de ebullición que los motores mayores poco revolucionados.

Los motores varían considerablemente en sensibilidad a la calidad de Ignición, que en función del número de cetano vienen a ser aproximadamente de 30 a 60. Los motores muy revolucionados requieren normalmente combustibles con alta calidad de ignición.

Generalidades: El diesel también es un producto derivado del petróleo y se utiliza como combustible en motores de combustión interna ciclo Diesel. Este combustible tiene características físico--químicas definidas.

¿Relaciones principales con la contaminación atmosférica y su significado al ser empleado como combustible para motores.

3.2.I.- VOLATILIDAD.

(expresado como temperaturas de ebullición.)

- a).- Baja volatilidad.- Puede producir preignición.
- b).- Alta volatilidad.- Puede producir combustión incompleta - dependiendo de la calibración del sistema de inyección.

En ambos casos se produce humo.

3.2.2.- VISCOSIDAD.

(expresada como Segundos Saybolt Universal).

Si es adecuada se obtiene una buena atomización del combustible y buena lubricación del sistema de inyección y buena combustión.

3.2.3.- CONTENIDO DE AZUFRE.

(expresado como ‰ de Azufre en peso).

Si es alto produce corrosión en los sistemas de distribución de combustible y en el sistema de escape.

Aumenta la contaminación atmosférica por bióxido y trióxido de azufre.

Efectos de las condiciones mecánicas y de operación de los motores - diesel.

Los contaminantes producidos por los motores diesel son:

- a).- Humo Visible.
- b).- Oxidos de Nitrógeno.
- c).- Bióxidos de Azufre.

Contaminantes secundarios:

- a).- Monóxido de Carbono
- b).- Aldehídos
- c).- Hidrocarburos.

Las condiciones mecánicas y de operación de los motores diesel son las determinantes en la producción de masas visibles de los demás contaminantes, por defectos de la combustión. (16)

3.3.- COMBUSTIBLES GASEOSOS.

El gas natural se encuentra en distintos lugares en estratos areníferos de petróleo y gas situados a distintas profundidades de la superficie de la tierra. El gas está normalmente presurizado y fluye naturalmente desde el pozo hacia la tubería conectada. Cuando la presión disminuye con el tiempo la producción acelerada se utilizan bombas para extraer el gas.

La composición del gas natural que se libera puede normalmente contener un gran porcentaje de metano, etano, propano y otros hidrocarburos ligeros y pequeñas cantidades de dióxido de carbono, nitrógeno.

El gas natural disponible en el pozo está en forma natural y los gases de la refinación de petróleo contienen cantidades apreciables de propano y butano, que se licúan a presión y a la temperatura ambiente. Estos gases licuados (LPG) se suministran en recipientes a presión y se entregan en forma de vapor licuado o gas antes de alimentar a los motores.

La temperatura ambiente debe ser ligeramente más alta que la temperatura de ebullición a la presión atmosférica a fin de evitar la rápida evaporación, el propano y el butano comercial contienen hidrocarburos.

Los combustibles gaseosos presentan la mínima dificultad desde el punto de vista del mezclado con aire y distribución homogénea a los

diversos cilindros de un motor de varios pistones, a los quemadores de una turbina de gas, o a los motorreactores.. En buenas condiciones la combustión deja relativamente pocos depósitos comparados con los otros combustibles.

Los combustibles gaseosos para equipos automotores necesitan el empleo de grandes recipientes para presiones bajas de gas y depósitos más resistentes y pesados para las presiones intermedias o elevadas, lo que restringe su campo de aplicación. (11)

- CAPITULO IV -

4.- MOTORES.

4.1.- MOTORES DE GASOLINA (COMBUSTION INTERNA).

ENCENDIDO POR CHISPA (ECH).

4.1.1.- MOTOR DE 2 TIEMPOS.

4.1.2.- MOTOR DE 4 TIEMPOS.

4.1.3.- CONTROL DE LA VELOCIDAD Y LA CARGA.

4.2.- MOTORES DE DIESEL (COMBUSTION EXTERNA).

ENCENDIDO POR COMPRESION (EC).

4.2.1.- MOTOR DE 2 TIEMPOS.

4.2.2.- MOTOR DE 4 TIEMPOS.

4.2.3.- CONTROL DE LA VELOCIDAD Y LA CARGA.

4.3.- MOTORES DE GAS.

4.- MOTORES.

Las características de un motor, dependen principalmente de la energía en la mezcla que se suministra al motor y al rendimiento - con que el motor convierta esa energía en trabajo. Para aumentar la energía de entrada es necesaria la admisión de más mezcla por ciclo - o por unidad de tiempo, un aumento de la velocidad incrementa la entrada de mezcla a menos que dicho aumento de velocidad se traduzca en una disminución mayor del rendimiento volumétrico, para aumentar la potencia de salida se utiliza la sobrealimentación. Cualquier variación en el diseño o condiciones de funcionamiento que aumente el rendimiento volumétrico mejorará las características del motor, con tal de que no tenga lugar el sobrecalentamiento o el fallo de algunas de las partes que funcionaban perfectamente.

Un aumento en el rendimiento de la conversión de energía indica un incremento de la relación de compresión, que contribuye en el proceso del motor de Otto a la utilización de combustible con octano - más elevado. También pone de manifiesto un incremento en el rendimiento de la combustión y diseño de la cámara de combustión.

La experiencia ha mostrado que, tanto para motores de aviación como de automóviles, la velocidad media máxima deseable del pistón está entre 750 y 1050 C.M. (14)

4.I.- MOTORES DE GASOLINA (COMBUSTION INTERNA) ENCENDIDO POR CHISPA. (ECI).

La velocidad de los motores de combustión interna viene limitada por los esfuerzos internos, la capacidad de ciertas partes, para funcionar adecuadamente y la rápida disminución del rendimiento vo-

lumétricos o velocidades elevadas, el criterio para considerar la velocidad elevada de un motor se basa en la velocidad media del pistón.

Han transcurrido unos treinta años desde que el motor de combustión interna hizo su primera prueba como fuente de energía. Durante estos años, el motor de combustión interna, reemplazado con largueza al motor de vapor en la actualidad solamente la turbina de vapor es comparable con él, por lo que respecto a la cantidad de energía producida, el progreso del motor ha sido influido en gran parte, por este tipo de motor y el campo de la aviación, no se ha encontrado aún todavía el motor más apropiado. Actualmente la construcción de motores, especialmente para aviones, barcos, aeroplanos y trenes eléctricos, que producen gran energía constituye una de las grandes industrias del mundo.

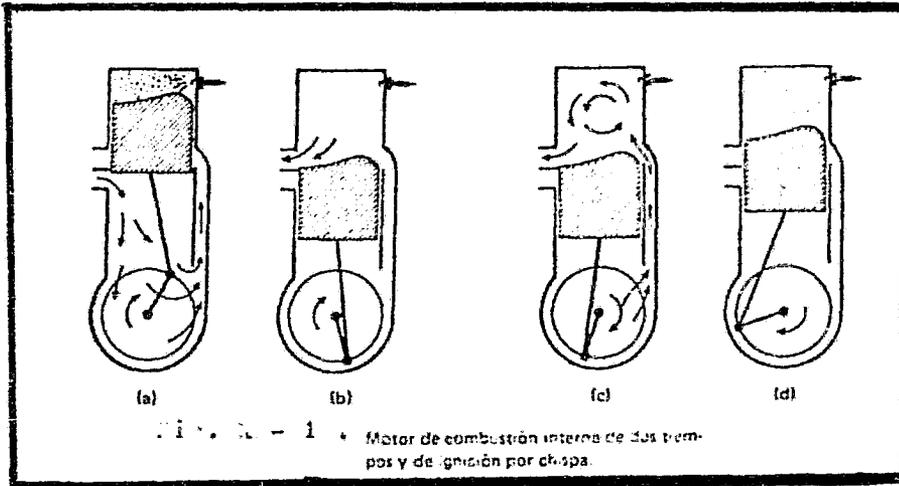
En un motor de combustión interna, la energía de la combustión es directamente el impulso motor. Este es el caso de un multiplicador y al alto rendimiento térmico resultante de la combustión, que es una de las ventajas principales de este tipo de motor, referente a su peso que se conocen, y por lo mismo el tipo de aplicación es en la transmisión.

Los productos de reacción en el motor de combustión en el proceso del motor de combustión interna, los gases de escape que actúan sobre los pistones de un motor o sobre los álabes de una turbina, realizan trabajo o bien, por la expansión de los productos de la reacción a través de una tobera, con la que se arrojan a elevada velocidad, ejercen un empuje sobre el motor a reacción y si el dispositivo unido al motor, lo que se traduce a la realización de un trabajo si el dispositivo está en movimiento.

4.1.1.- MOTOR DE 2 TIEMPOS.

Cuando se emplea el ciclo de dos tiempos para un motor carburado con gasolina, parte de la mezcla fresca será desalojada junto con los gases del escape.

A diferencia del motor de cuatro tiempos, el motor de dos tiempos concebido por Dugal Clerk en 1878, realiza la misma secuencia de procesos en sólo una vuelta de giro del cigüeñal, esto es, en 360 -- grados de rotación. Como se muestra en la figura (X - 1).

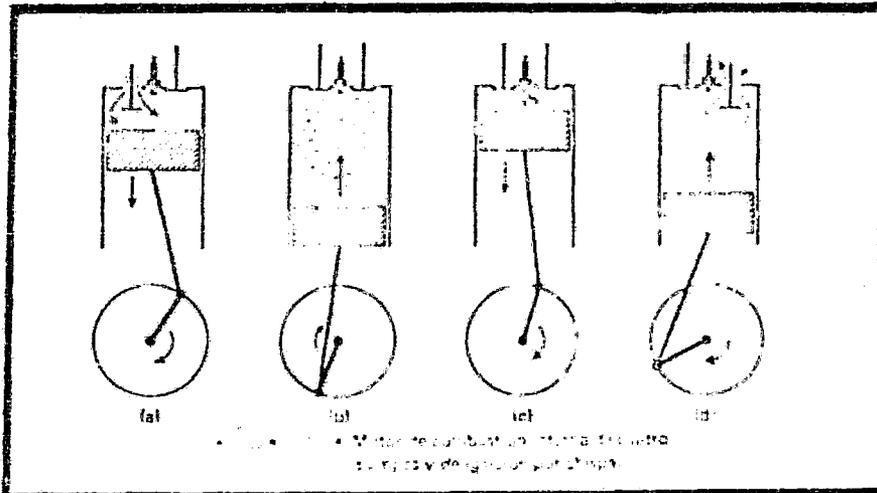


Es difícil conseguir una carga eficiente del cilindro sin grandes pérdidas de combustible. Por esta razón, los motores de dos - - tiempos encendido por chispa (ECH) son poco usados, excepto para motores de gasolina en los que la economía no es un factor vital, como en los motores fuera de borda para lanchas y motocicletas.

4.1.2.- MOTORES DE 4 TIEMPOS.

La mayoría de los motores de combustión interna utilizan el principio del émbolo recíprocamente, según el cual el émbolo se desliza dentro del cilindro, hacia atrás y hacia adelante y transmite fuerza a la flecha motriz, por lo general, mediante un simple mecanismo de biela y manivela.

SECUENCIA DEL FUNCIONAMIENTO RECÍPROCAMENTE DE UN MOTOR DE ÉMBOLO RECÍPROCAMENTE. (FIG. 4 - 2).



a).- Carrera de admisión.

Esta se efectúa para inducir una mezcla combustible hacia el interior del cilindro del motor, (válvula de admisión abierta).

b).- Carrera de compresión.

Se efectúa con la finalidad de elevar la temperatura de la mezcla (ambas válvulas abiertas).

c).- Carrera de potencia de trabajo.

Se quema la mezcla de combustible-aire, aumentando la temperatura y la presión.

La expansión de los gases de la combustión, empujan al émbolo hacia abajo. Ambas válvulas cerradas.

d).- Carrera de escape.

La válvula de escape se abre, los productos de la combustión se sacan del cilindro.

La válvula de admisión se abre cerca del final de la carrera.

4.1.3.- CONTROL DE LA VELOCIDAD Y LA CARGA.

La chispa enciende a la mezcla combustible, si se desea que la llama se propague a través de ella, deberán estar presentes en toda la cámara de combustión, las cantidades de aire y combustible en una proporción razonablemente definida y homogénea (aproximadamente 17 partes de aire por una de combustible).

En el carburador es el medio para obtener la relación aire-combustible. (12).

4.2.- MOTORES DE DIESEL (COMBUSTION EXTERNA) ENCENDIDO POR COM - PRESION, (EC).

En el proceso del motor de combustión externa, el calor se --
transfiere desde los productos de la reacción química o atómica a un
medio termodinámico tal como el agua, o a un metal fundido y poste-
riormente al agua, la cual ejerce una fuerza sobre un pistón móvil
sobre los álabes móviles de una turbina, y por consiguiente produce
trabajo.

En un motor de combustión externa, los productos de la combus-
tión del aire y el combustible, le transfieren calor a un segundo -
fluido, el cual se convierte en el fluido motriz o elemento produc-
tor de trabajo.

4.2.1.- MOTOR DE DOS TIEMPOS.

En los motores diesel, no existe la desventaja de la pérdida de
combustible, puesto que se emplea solamente aire, y por lo tanto --
sólo se pierde aire en el barrido del cilindro.

4.2.2.- MOTOR DE CUATRO TIEMPOS.

En 1892, Rudolph Diesel, diseñó un nuevo tipo de motor capaz
de quemar polvo de carbón.

Diesel propuso al principio, regular la inyección del combusti-
ble, manteniendo una presión constante en el interior de la cámara
de combustión.

El motor diesel, ha reemplazado la bujía por una válvula inyec-
tora de combustible, mediante la cual se incrementa la rela-
ción de compresión hasta más o menos 15 a 1, involucrando los si-
guientes ciclos de sucesos.

a).- Carrera de admisión.

Se efectúa para inducir dentro del cilindro, solamente aire (válvula de admisión abierta).

b).- Carrera de compresión.

Esta lleva el aire hasta una temperatura superior a la del punto de encendido del combustible, teniéndose relaciones de compresión de (12 a 1 hasta 18 a 1), (ambas válvulas deben de estar cerradas).

c).- Carrera de expansión.

Inyección del combustible durante la primera parte de la carrera de expansión con una rapidez tal, que la presión se mantenga en un valor constante, siguiendo la expansión hasta el volumen inicial del cilindro (ambas válvulas cerradas.)

d).- Carrera de escape.

Se efectúa con la finalidad de purgar el cilindro de los gases quemados (válvula de escape abierta).

4.2.3.- CONTROL DE LA VELOCIDAD Y LA CARGA.

El método moderno de la inyección es el de comprimir y pulverizar, solamente combustible dentro del cilindro dependiendo de la alta presión.

4.3.- MOTORES DE GAS.

Los motores de gas se dividen en dos grupos:

- a).- Motores pequeños de alta velocidad con gas licuado como combustible.
- b).- MOTORES grandes de baja velocidad con gas natural como combustible ocasionalmente gas metano)

El propano y el butano, se obtienen como subproductos de las gasolinas naturales, en las plantas de refinerías y aceite a condiciones atmosféricas son normalmente gaseosos, se les licúa y mantiene a presión en recipientes cerrados.

En los vehículos utilizados para la transportación, el gas embotellado se transporta como depósito suplementario, luego se lleva por tuberías a un cambiador de calor conectado al refrigerador del motor. Se reduce la presión del gas y el enfriamiento es nulificado por el calor absorbido por el agua de enfriamiento del motor. El gas seco resultante, se envía luego al carburador comúnmente es una válvula mezcladora con un medidor de venturi. El gas entra a la corriente de aire a través de aberturas en el venturi, en tanto que la cantidad de la mezcla que entra al motor se controla mediante un estrangulador.

El volumen del gas desplaza al aire en el motor y así el rendimiento volumétrico de éste será menor (de 3 a 5%), al compararlo con un motor de gasolina (líquido como combustible. Esta disminución es compensada parcialmente, removiendo las zonas calientes puesto que el combustible siempre está en el estado vapor. (17)

En la ciudad de México, el promedio diario de CO emitido por cada automóvil (con periodos de baja y alta velocidad) es: es con gasolina de 3 Kg, con gas licuado (GLP), de 0.9 y con gas natural --- (metano), de 0.6. La producción de CO de los 2 300 000 vehpiculos - que circulan en el D. F., es: con gasolina de 6 900 ton/día, con gas licuado (GLP), de 2 070 ton/día y con gas natural(metano), de 1 380 ton/día. Como puede apreciarse si se tuilizara gas natural en lugar de gasolina, se eliminarían 5 520 ton/día de CO. Con base en lo anterior hemos pensado en sustituir la gasolina por gas natural.

Relación de compresión de la gasolina y del gas natural.

Al usar gasolina, el índice de octanos varía entre 80 y 100, por lo que el motor debe tener una relación de compresión de 7.8 a 1 hasta de 9.5 a 1. Con el gas natural se logra un combustible de mayor octanaje que fluctúa entre 120 y 130 octanos, y para obtener más - energía es posible elevar la relación de compresión del motor hasta de 10.5 a 1, sin riesgo, de detonación o de autoincendio. Es decir - con mayor número de octanos se logran mejores relaciones de compresión y mayor potencia efectiva del motor.

Sistema de carburación con gas natural en vehículos automotores.

De los tanques, el gas natural comprimido pasa al primer regulador, ahí la presión se reduce 163 Kg/cm^2 a 4 Kg/cm^2 (a través de la tubería de cobre); después pasa a un segundo regulador, en el que la presión se reduce a 0.5 Kg/cm^2 , para llegar finalmente a un tercer - regulador subatmosférico que opera practicamente al vacío.

El mezclador de gas-aire sustituye al filtro de aire en las proporciones adecuadas para obtener una combustión perfecta.

La palanca selectora de combustible está debajo del tablero de instrumentos, su función es controlar a la válvula colocada en la tu

bería de combustible, entre los reguladores primario y secundario. Cuando dicha palanca está en la posición de "gasolina", la válvula cierra completamente el sistema de gas natural comprimido y el vehículo funciona con gasolina. Cuando la palanca está en la posición de "gas natural" se cierra y actúa casi instantáneamente, el sistema de gas natural. La instalación del equipo es relativamente simple no requiere de modificaciones en el motor ni en el carburador. (16)

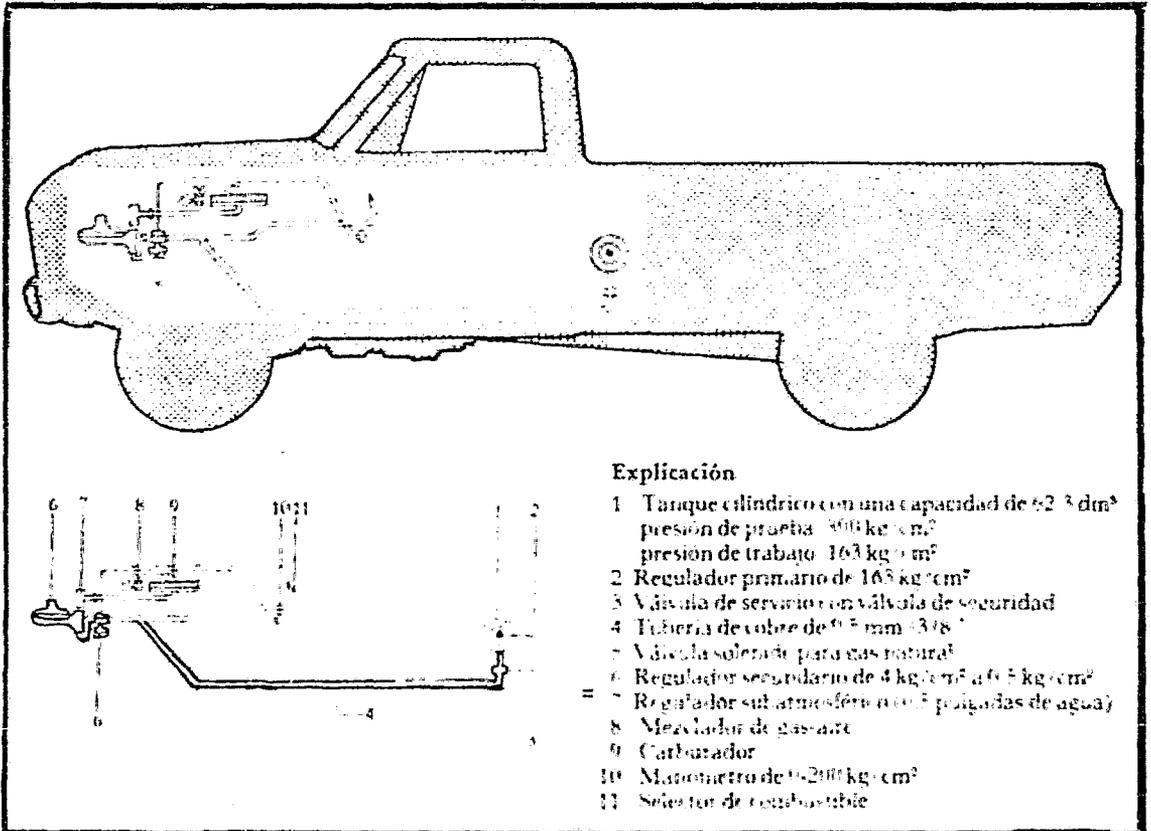
ANALISIS COMPARATIVO TECNICO-ECONOMICO DE UN VEHICULO* QUE
TRABAJA CON GASOLINA, GAS LICUADO Y GAS NATURAL.

<i>Motor de gasolina normal</i>	
Poder calorífico inferior	6 188 kcal/l
Densidad promedio	0.7 kg/l
Número de octanos	83
Precio	\$ 6 00/l
<i>Motor de gas licuado**</i>	
Poder calorífico inferior	5 822 kcal/l
Densidad promedio	0.55 kg/l
Número de octanos	120
Precio	\$ 2 20/l
<i>Motor de gas natural</i>	
Poder calorífico	5 321 kcal/m ³
Densidad promedio	0.6
Número de octanos su equivalente	130
Precio	\$ 0.36/m ³
* Se considera que el vehículo de México, en la tabla, trabaja al promedio de 170 km por día durante 260 días al año (44 200 km/año).	
** El gas licuado se compone de 80% de propano y 20% de butano.	

CONSUMO DE COMBUSTIBLES Y DE LUBRICANTES.

Concepto	Gasolina	Gas licuado	Gas natural	Observaciones
Consumo de combustible*	6 720 l	6 720 l	5 600 m ³	equivalente a 4 666 l de gasolina
Consumo de lubricante	59 l	12 l	9.5 l	
a) Carter	55 l 3 000 km	11 l 15 000 km	9.0 l 40 000 km	km recorridos
b) Filtro	4 l c/9 000 km	1 l una vez al año	1/2 l c/2 años	
Número de afinaciones al año	3 10 000 km	2 18 000 km	1 40 000 km	km recorridos
Ajuste del motor	150 000 km	250 000 km	350 000 km	km recorridos
* La eficiencia de la combustión de la gasolina es de 88%, del gas licuado de 84% y del gas natural de 78%.				

ESQUEMA DEL EQUIPO DE CARBURACION DE GAS NATURAL COMPRIMIDO
PARA VEHICULOS AUTOMOTORES.



- CAPITULO V -

5.- ADITIVO DEFERGENTE (AMINAS DE ACIDOS GRASOS) PARA
AUTOMOTORES DE GASOLINA.

5.1.- SINTESIS.

5.2.- COMPOSICION.

5.3.- PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES DEL ADITIVO.

5.4.- MECANISMO DE ACCION.

5.5.- PRECAUCION EN EL MANEJO.

5.6.- FORMULACION.

5.- ADITIVO DETERGENTE (AMINAS DE ACIDOS GRASOS).- PARA AUTOMOTORES DE GASOLINA.

El aditivo es un detergente y dispersante de gomas e impurezas de gasolinas, que ayuda a mantener limpio el sistema de combustión, incluyendo el carburador, las válvulas de admisión y la válvula PVC- de ventilación positiva del cárter.

El aditivo proporciona protección anticorrosiva, lubrica las partes móviles del carburador y de las válvulas de admisión, así como disminuye la formación de lodos y barnices en el cárter, evitando en esa forma que se tape la malla de la bomba de aceite.

El aditivo no contiene metales, ni compuestos de fósforo por lo cual es útil también en gasolinas que contengan alcoholes.

5.1.- SINTESIS DE LAS AMINAS.

Si un animal ingiere más carbohidratos de los que consume acumula el exceso en parte, en forma de polisacárido, glicógeno, pero principalmente como grasas, las que son triacilgliceroles, o sea, ésteres que derivan en su mayoría de ácidos carboxílicos, de cadena larga con número de par de átomos de carbono. Los números pares son consecuencia natural del modo de la síntesis de ácidos grasos en sistemas biológicos.

Los ácidos grasos presentan un número par de átomos de carbono porque se forman de uno o dos carbonos a la vez, en base a unidades de ácido acético.

Los principales ácidos grasos son: el ESTEARICO, PALMÍTICO y OLEICO.

Desde el punto de vista químico, las grasas son ésteres carboxílicos que derivan del glicero ($\text{HCCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$), conocidos comúnmente como glicéridos, y su consistencia, depende de la proporción con que éstos se encuentren en ellos. Así por ejemplo la grasa tiende a ser más o menos sólida y si domina el del oléico, la grasa es más o menos líquida.

Los aceites de oliva, almendra, cacahuate, algodón, etc., están formados principalmente por glicéridos del ácido oléico, son líquidos, las grasas de cerdo, la mantequilla, el sebo y la manteca de cacao, que contienen gran proporción de glicéridos de los ácidos estearico, y palmítico, son más o menos sólidas.



En la fórmula anotada para las grasas, (R) representa un resto o radical de alguno de los ácidos grasos mencionados, por lo que se ve que una grasa viene a ser un triéster (triple sal) de la glicerina.

Si el ácido que esterifica es el palmítico, el glicérido, se llama tripalmitina y (R) vale $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$. Si el ácido que esterifica es el estearico llamará triestearina y (R) vale $\text{C}_{17}\text{H}_{35}$. Si el ácido que esterifica es oléico, el glicérido se llama trioleína y (R) vale $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$. (15)

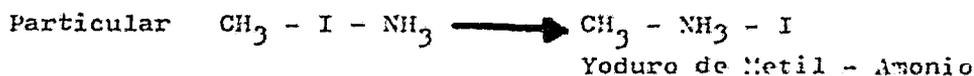
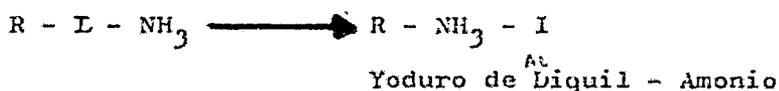
Las aminas pueden considerarse como producto de la sustitución parcial o total de los átomos de hidrógeno del amoniaco, por grupos hidrocarburos.

El grupo funcional $-\text{NH}_2$, se denomina Amigeno, y caracteriza a las amina primarias; el grupo funcional $=\text{NH}$, denominado Imigeno, - caracteriza a las aminas secundarias, las aminas terciarias se ca - racteriza por el nitrógeno Trivalente.

MÉTODOS DE PREPARACION.

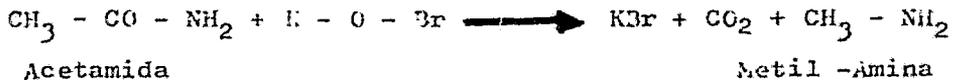
a).- METODO DE HOFFMANN.- Consiste en tratar halógenos alquí - licos con Amoniaco en solución alcohólica; se obtienen así una mez - cla de aminas primarias, secundarias y terciarias, en forma de sales de amonio, que se tratan con NaOH o KOH para liberar las aminas:

En General:

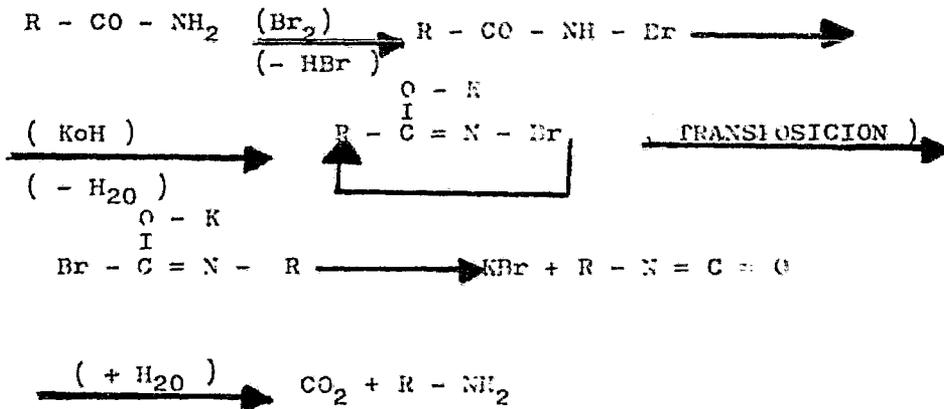


Al tratar halógenos de Alcohilo con el Amoniaco, se forma la - amina primaria como sal de amonio. pero ésta reacciona con otra molé - cula de halógeno y de amoniaco para producir la Amina secundaria en forma de sal, que a su vez reacciona con los mismos reactivos dando la amina terciaria, también en forma de sal, lo cual, por una reacción semejante a las anteriores - produce el aló amonio terciario.

Tratando Aminas de ácidos Monocarboxilicos con Hipobromito o Hipoclorito Alcalino.



Este método se conoce con el nombre de degradación de aminas - (Degradación de Hoffmann), por que resulta una amina, que tiene menos átomos de carbono que la amina empleada, presentándose la reacción de la siguiente manera:



PROPIEDADES FISICAS.

A la temperatura ordinaria, los términos inferiores son gases - (las tres metilaminas y la etilamina, desde la propilamina a la dodecilamina son líquidos, y los términos superiores son sólidos, -- excepto cuando hay dobles ligaduras en el alquilo.

Hasta la butilamina son solubles en H_2O , y más básicos en el amoníaco.

Tienen un olor que recuerda el de los pescados y al del amoníaco; sus vapores son inflamables, al estado, pero son incoloros.

PROPIEDADES QUIMICAS.

La basicidad de las aminas aumenta a medida que aumenta el número de sustituyentes alquílicos; así la metilamina es una base más fuerte que el amoníaco, la dimetilamina, es aún más fuerte y la trimetilamina es la más enérgica.

5.2.- COMPOSICION.

El aditivo detergente para gasolina (AMINAS DE ACIDO GRASO), es una mezcla física de la amina de un ácido graso y un aceite neutro pesado de petróleo.

El aditivo es un líquido viscoso de color oscuro y las proporciones de los ingredientes están en el balance óptimo para reducir al mínimo los depósitos del carburador.

COMPOSICION DE LA MEZCLA DE ACIDOS GRASOS:

ACIDOS	FORMULA MOLECULAR	FORMULA ESTRUCTURAL	IF (oC)	FE (oC)
(SATURADO)				
PALMITICO	$C_{16}H_{32}O_2$	$C_{15}H_{31} \cdot CO \cdot OH$	63	239
ESTEARICO	$C_{18}H_{36}O_2$	$C_{17}H_{35} \cdot CO \cdot OH$	70	287
NO SATURADO				
OLEICO	$C_{18}H_{34}O_2$	$C_{17}H_{34} \cdot CO \cdot OH$	19	223

Estos ácidos grasos al reaccionar para formar las aminas respectivas, son los constituyentes del aditivo.

COMPOSICION DEL ADITIVO DETERGENTE (AMINAS DE ACIDOS GRASOS).

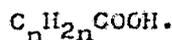
AMINA DE UN ACIDO GRASO 35.7 % en peso.

(A)

ACEITE NEUTRO PESADO 64.3 % en peso.

(B)

35.7 % (A) + 64.3 % (B) _____ 100 % (ADITIVO DETERGENTE)

5.3.- PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES DEL ADITIVO.

Las propiedades físicas típicas son las siguientes:

Peso específico a 25/4°C ASTM-D-70-72.....	0.88
Color ASTM-D-1500-64(1973).....	8.0
Viscosidad a 37.8°C, S. S. U. ASTM-D-88-56 (1973).....	1981
Viscosidad a 98.9°C, S. S. U. ASTM-D-88-56 (1973).....	95
Cenizas en % ASTM-D-482-74.....	0.00
Número de Aminas ASTM-D-2074-66 (1972).....	36
Número de Yodo ASTM-D-2075-66 (1972).....	43
Solubilidad en Hidrocarburos.....	Completa.

El aditivo después de estar un tiempo largo en almacenamiento o a temperaturas menores de 21°C, puede presentar una pequeña nata de la amina, la cual se vuelve a incorporar con agitación y calentamiento a 50-60°C.

Para propóstito de especificaciones como aditivo es suficiente con la determinación de las siguientes características.

Peso específico a 25/4°C ASTM-D-70

Viscosidad a 37.8°C, S.S.U. ASTM-D-88

Número de Amina, ASTM-D-2074

Número de Yodo, ASTM-D-2075

Por su carácter detergente y dispersante para gasolinas mantiene uniforme la relación aire-combustible, controlando el consumo de combustible, la emisión de contaminantes atmosféricos, conserva la potencia del vehículo y la manejabilidad disminuye, la formación de lodos y barnices en el cárter, evitando que se tape la malla de la bomba de aceite y la válvula PCV de ventilación del cárter.

CONSERVA UNIFORMES LAS REVOLUCIONES DEL MOTOR.

Por su poder de lubricación, evita la formación de herrumbre y reduce la fricción y desgaste de las partes en contacto con el combustible.

Por su formulación balanceada, da el mismo resultado con todo tipo de gasolinas, sin plomo (Pemex Extra), con plomo (Pemex Nova) y gasolinas con alcoholes. (17)

5.4.- MECANISMO DE ACCION.

El aditivo mantiene en suspensión los reídauos de gomas, carbón, lodos y otros contaminantes que forman depósitos en los carburadores y sistemas que están en contacto con la gasolina manteniendo la superficie metálica limpias y libres de depósitos, además evita la formación de herrumbre mediante su poder de lubricación, con todo el tipo de gasolinas. (17)

5.5.- PRECAUCION EN EL MANEJO.

El aditivo por tener entre sus componentes la amina de un ácido graso que es irritante de la piel, debe manejarse con cuidado y las precauciones necesarias como todos los derivados del petróleo.

En caso de tener contacto con la piel, se recomienda lavar primero con querosina para quitar el aceite, seguido con ácido acético diluído (2-4%) o en su defecto con vinagre y después con agua y jabón. Casos severos deben ser tratados médicamente.

La loción de calamina (comercial) puede ser utilizada como tratamiento.

5.6.- FORMULACION.

Cada 150 cc contienen:

Mezcla (A)	5 cc.
Mezcla (B)	6 cc.
Vehículo; Querosina (Petróleo Diáfano incoloro).....	139 cc.

P A R T E E X I D E N T I A L .

- CAPITULO VI -

6.- PARTE EXPERIMENTAL.

6.1.- METODOS

6.2.- EQUIPOS

6.3.- PROCEDIMIENTO

6.- PARTE EXPERIMENTAL.

En los últimos años diferentes laboratorios dedicados al problema de la contaminación por automóviles, han encontrado cierta relación de orden cualitativo entre la limpieza del sistema de carburación de los motores y los contaminantes en sus emisiones: a medida que el carburador se ensucia la cantidad de contaminantes aumenta.

Los depósitos, formados principalmente por las resinas de los combustibles, el polvo y la materia orgánica del aire y la recirculación de los gases del cárter se encuentran en una área alrededor del papalote del carburador que paulatinamente van modificando la relación del aire - combustible hasta producir fallas en la operación de la máquina, principalmente en punto muerto y a bajas velocidades.

Las fallas son indicios de combustión inapropiadas y trae como consecuencia un aumento en los contaminantes de las emisiones. Por otro lado la manera como estas fallas se corrigen es ajustando el papalote del carburador y la válvula de admisión de tal manera que se admita mayor cantidad de combustible.

Este aumento, que puede llegar hasta un 8 ó más de la cantidad de combustible empleado, obviamente se reflejará en un aumento de los contaminantes emitidos.

De esta manera diversas compañías comerciales han desarrollado aditivos combustibles de tipo detergente que sin presentar efectos dañinos sobre el funcionamiento de los motores mantienen limpio el sistema de carburación de los mismos.

6.1.- METODO.

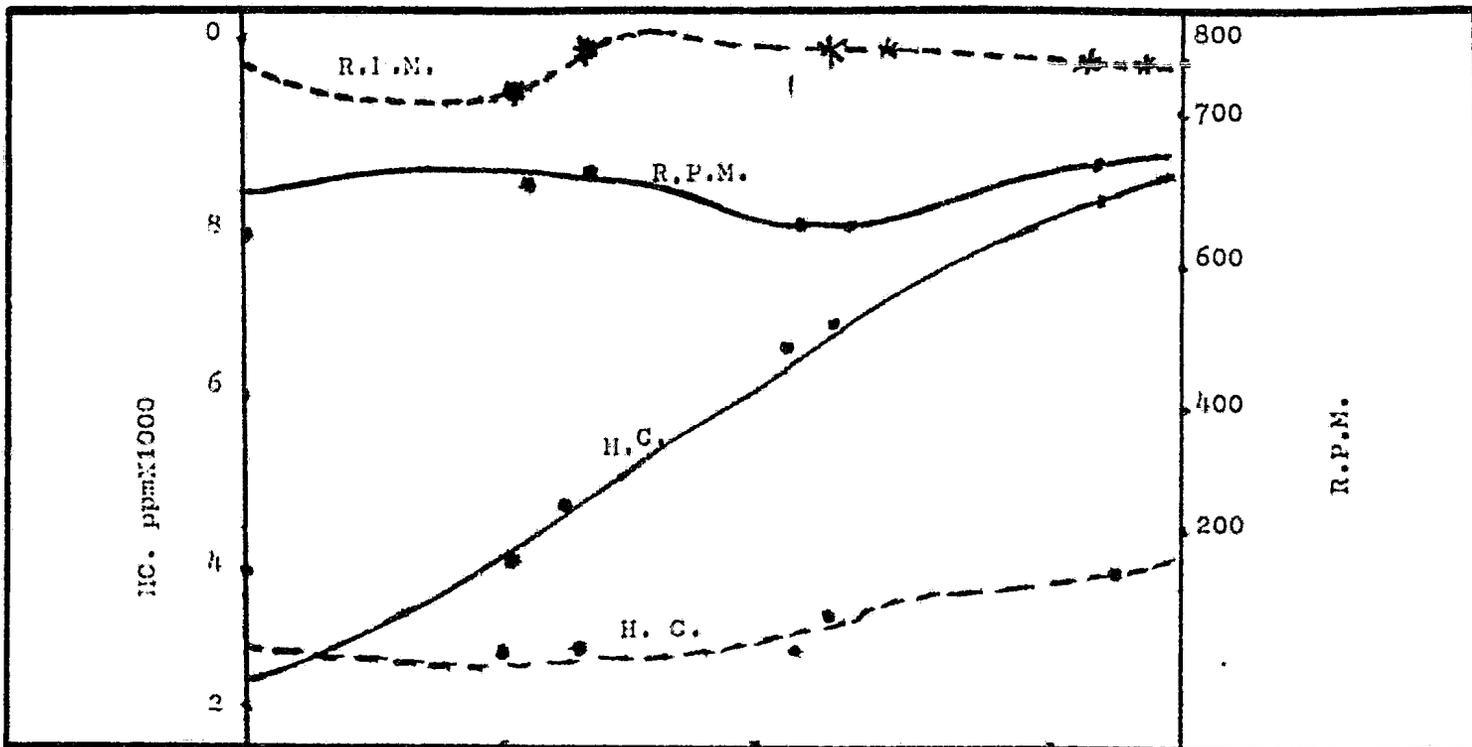
En la actualidad no se cuenta con ningún método para evaluar la eficiencia reductora de emisiones de los aditivos para gasolinas que haya sido aceptado como procedimiento oficial por las diferentes asociaciones automotrices, sin embargo, el método empleado en el desarrollo de este trabajo, fue ejecutado por los laboratorios South - West, Reseach Institute de San Antonio, Texas, es el que de una manera tentativa emplean la mayoría de los laboratorios de investigación dedicados al problema de la contaminación automotriz.(19)

El método en cuestión consta de dos pruebas, en la primera se evalúa el poder detergente de los aditivos y en la segunda su eficiencia reductora en cuanto a contaminantes.

La prueba de contaminación consta a su vez, de dos partes: en la primera se comparan las emisiones obtenidas al operar el motor mediante combustible con y sin aditivo durante aproximadamente 72 horas cada vez. En la segunda se determina la influencia del aditivo - añadiéndolo al combustible después de una corrida sin aditivo.

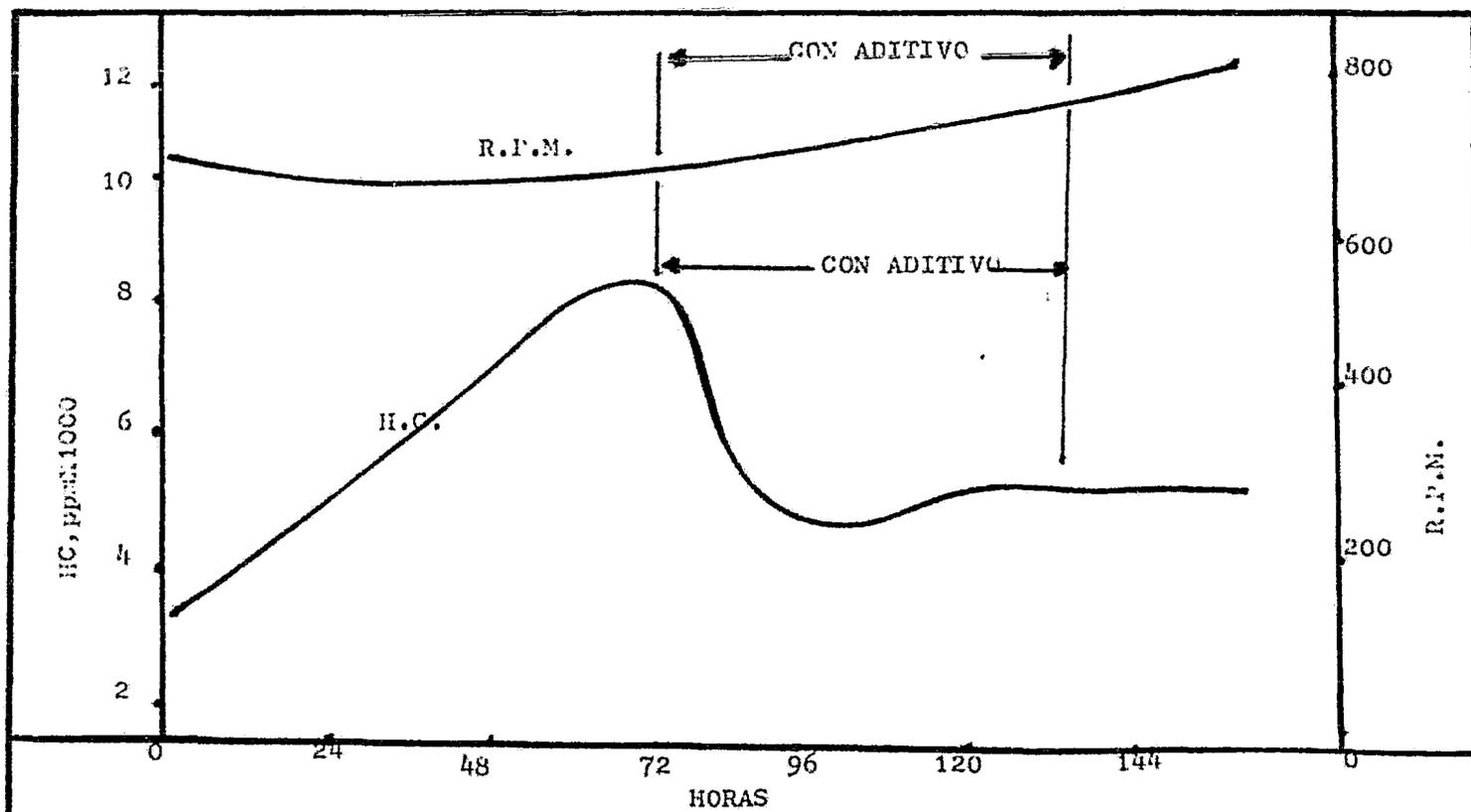
Elaborando las gráficas respectivas que relacionen la cantidad de hidrocarburos con las horas de operación para ambas partes de la prueba, se observarán tipos de curvas como los que aparecen en las gráficas (1-1) y (1 - 2).

En la primera gráfica la pendiente de ambas curvas es la que determina la eficiencia del aditivo en prueba.



R.I.N. Gasolina ———
 R.P.M. Gasolina Con Aditivo, —●—
 H.C. Gasolina ———
 H.C. Gasolina Con Aditivo, —*—

TESIS PROFESIONAL		GRAFICA A-1	
FACULTAD DE QUIMICA	U N A M	ANTONIO DE LA O	GARCIA



TESIS PROFESIONAL		GRAFICA A - 2	
FACULTAD DE QUINICA	U N A M	ANTONIO DE LA O	GARCIA

En la segunda, la efectividad del motivo de juicio de acuerdo al porcentaje de reducción en las emisiones de hidrocarburos en el segundo periodo de 72 horas de operación.

6.2.- EQUIPO.

El equipo consta de un motor diesel en el estado de vida media y perfectamente bien afinado, equipado, mediante un múltiple de tipo "Y", a un sistema de escape con tres curvas, el primer una garganta (inventuriada).

Cada carburador es alimentado por un difusor de aluminio alrededor y abajo de la válvula de admisión, los carburadores son calentados y después de cada periodo de operación se debe retirar los depósitos formados.

Con el objeto de asegurar una temperatura homogénea e igual manera la entrada y temperatura de los gases de escape, la circulación de los gases de escape se hace por medio de un sistema de controlas de los perfiles con válvulas.

Durante el tiempo de los ciclos de operación, las bombas de agua, se llevan a cabo ciclos de operación y se hace a través de sus controladores automáticamente un control de presión de los sistemas neumáticos.

Se necesitan dos juegos de válvulas para el control de flujo y el tiempo necesario para efectuar el análisis de las emisiones y el otro para la operación normal entre las determinaciones.

Por último, los gases de escape son analizados mediante un analizador de flama, para determinar la cantidad presente de hidrocarburos.

ros y a su vez, es empleado un espectrofotómetro infrarrojo de longitud de onda constante, para mediante éste, determinar la cantidad de monóxido de carbono presente.

(F-1) y (F-2), Fotografías mostrando el equipo empleado para dicho propósito.

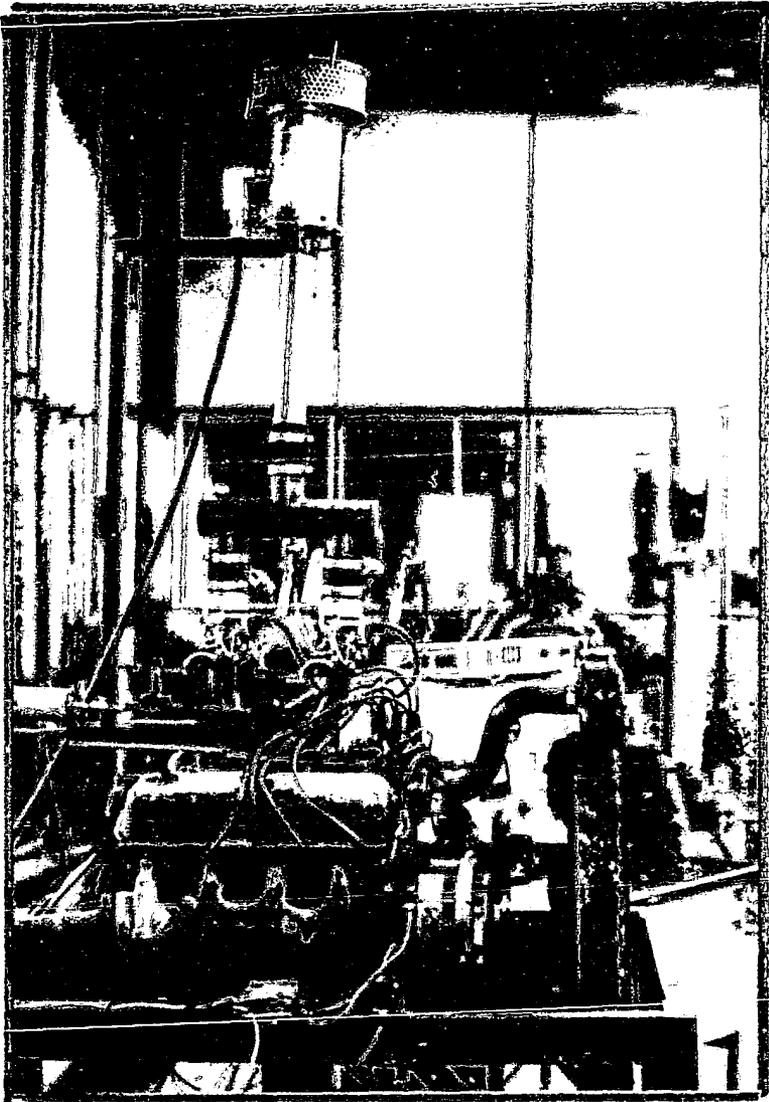


Fig. 1. Diagram of the apparatus.

1. The apparatus is used for the study of the properties of the system in the case of a change in the parameters of the system.

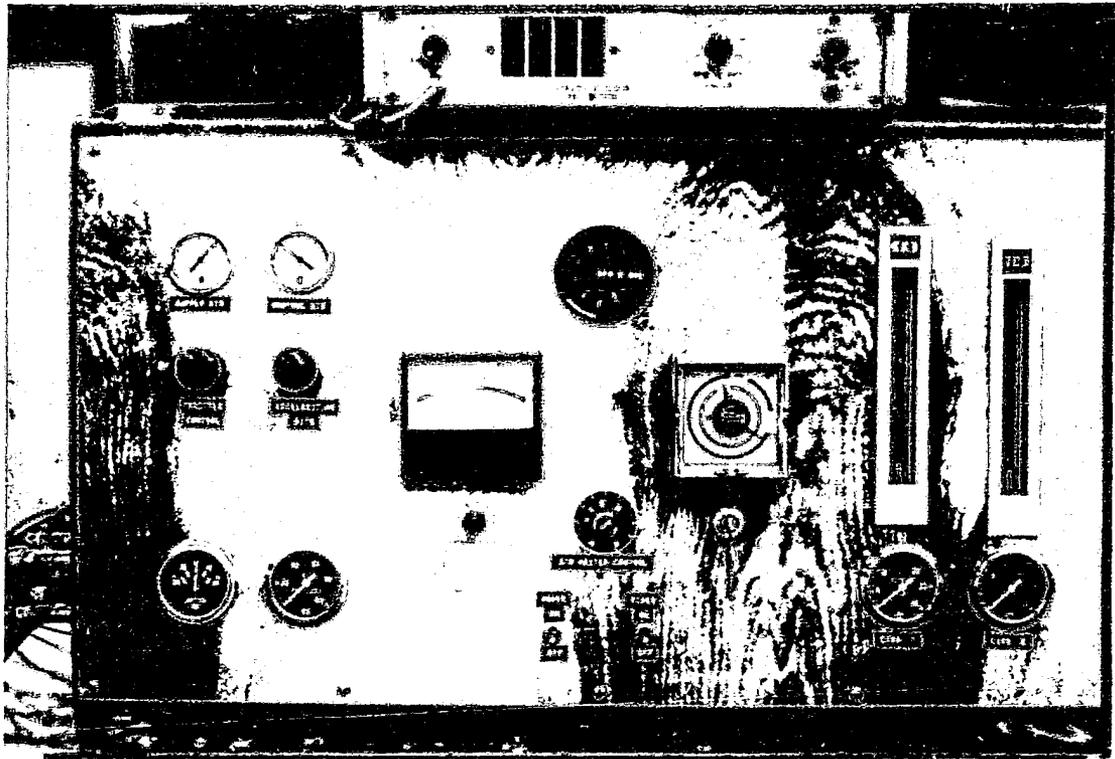


FIGURA No. 1
DASHBOARD CON LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA
LAS DIVISIONES OPERATIVAS DE LA FLEET.

6.3.- PROCEDIMIENTO.

Para llevar a cabo la prueba de contaminantes se acopló el sistema de dos carburadores descrito a un motor Ford V-8 de 335 c.c. - de cilindrada, perfectamente afinado, se puso en operación con combustible sin aditivo y después de iniciada la prueba las condiciones iniciales no se modificaron en absoluto.

En el tiempo cero y empleando el juego de bujías seleccionado, se determinó la cantidad de hidrocarburos emitidos en los gases de escape mediante un analizador de flama Beckman 109, mientras que el monóxido de carbono fue analizado mediante el analizador de longitud de onda constante Scott, esta operación se repitió dos veces al día.

Para tomar la lectura en el analizador de hidrocarburos debe esperarse un período de aceleración y cuando éste deja de manifestarse en la gráfica del registrador, se dejan transcurrir cinco minutos y se toma la lectura.

La temperatura de salida del agua de enfriamiento debe permanecer sensiblemente igual durante el tiempo empleado en las determinaciones.

Al término de setenta y dos horas se relacionan las cantidades de hidrocarburos y monóxido de carbono emitidos contra las horas de operación, obteniéndose las curvas respectivas, en las gráficas (A-1) y el primer segmente que aparece en la curva de la gráfica (A-2). - A continuación se sustituye el combustible empleado por el mismo con aditivo y bajo las mismas condiciones de operación se corre la máquina durante 72 horas más determinando los hidrocarburos en el escape dos veces al día.

La relación entre la cantidad de hidrocarburos y las horas de operación queda descrita en el segundo trazo de la curva de la gráfica (A-2). Por último, el sistema de carburación, se lava perfectamente con una mezcla de xileno/benceno I/I y después de secado se acopla nuevamente al motor y se ajusta, empleando combustible con aditivo a las mismas condiciones de operación iniciales ya descritas.

Durante las pruebas descritas, también se determina la relación entre las RPM del motor y las horas de operación ya que cualquier modificación en éste parámetro modificaría sustancialmente la cantidad de contaminantes en las emisiones y las pruebas no podrían continuarse. En este sentido debe de hacerse notar que cualesquiera alteración sustancial de los parámetros bajo control, nulifican la prueba y deberá empezarse de nuevo desde el principio. (20)

Aditivo en Combustible		Mquinas de Acidos Sulf.												Concentración																	
Combustible		Gasolina												Aceite																	
Ciclo:	Idie	8	min	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000	
Recirculación del cárter del carburador		SI												SI																	
2	4	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6	8	10	12	14
645	645	600	615	635	635	700	750	730	713	730	715	700	730	715	715	700	715	705	735	730	750	750	730	730	730	730	730	760	730	730	
.60	.23	---	.45	.55	.55	.65	.55	.55	.55	.45	.45	.45	.45	.45	.60	.65	.65	.55	.60	.45	.65	.60	.40	.35	.35	.60	.45	.70	.65	.60	
.70	.45	.70	.70	.45	.45	.35	.35	.35	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.55	.35	.35	.35	.35	.35	.45	.40	.45	.45	.45	.45	.45	
58	57	53	53	67	64	66	64	66	64	64	65	66	66	66	68	67	71	68	69	67	66	64	66	66	66	66	66	66	66	66	
58	57	52	53	67	64	67	64	65	64	63	65	66	66	66	68	67	61	68	68	67	66	64	66	66	66	66	66	66	66	66	
46	44	43	43	56	53	56	54	53	53	52	52	52	51	60	55	55	60	57	55	57	53	53	53	53	53	52	52	53	53	52	
47	46	44	44	58	56	57	57	56	55	54	53	54	53	58	56	64	60	58	58	57	54	54	54	54	52	52	52	54	54	54	
54	53	52	52	61	58	59	60	59	58	58	57	57	56	56	53	58	63	60	60	60	58	57	57	56	56	56	56	56	56	56	
61	61	60	57	69	67	69	67	68	67	67	67	67	66	64	62	68	68	71	66	69	68	68	68	66	66	66	66	66	66	66	
.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	
2.9	2.9	3.3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.7	2.8	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	
2.7	2.4	2.6	3.6	3.2	3.2	3.2	2.9	2.8	2.9	2.9	2.7	2.9	2.9	2.7	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	
53	49	45	49	66	65	65	65	66	63	63	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	
52	51	46	46	66	66	65	64	66	63	63	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	
			55		44																										

	Aditivo en Combustible																Asinas de Acidos Grasos				Concentración				18.		
	Combustible								Gasolina								Aceite				SAE 30	remax	Sc				
	Ciclo: Idle				8				Min.				700				R. I. M.				Aceleración				0.5	min	4
	Recirculación del Cárter al carburador																Sí										
Hora	10	18	20	22	24	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6	8	10	12				
Tiempo Total horas	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44				
R. I. M. (Idle)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	695	615	615	645	645	645	645	645	650	650	650				
Flujo combustible carb. # 1 Kg/h.	.65	.65	.65	.65	.65	.65	.65	.65	.65	.65	.65	.65	.60	.45	.45	.60	.60	.35	.50	.50	.50	.50	.45	.45			
Flujo combustible carb. # 2 Kg/h.	.45	.45	.55	.65	.55	.65	.65	.45	.45	.45	.45	.45	.35	.40	.45	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.35	.35			
Temp. carb. # 1 °C	66	74	66	68	68	66	66	66	66	67	68	69	69	69	57	66	61	60	60	60	60	60	62	62			
Temp. carb. # 2 °C	65	71	66	68	68	68	66	66	66	67	68	69	64	63	57	64	61	60	60	60	60	60	67	67			
Temp. múltiple # 1 °C	53	52	52	51	52	52	52	49	49	54	57	54	53	49	48	56	52	51	51	52	53	54	54	54			
Temp. múltiple # 2 °C	57	52	52	52	52	52	52	49	51	54	57	54	53	50	48	52	51	51	51	52	53	54	54	54			
Temp. salida agua °C	52	60	57	57	57	57	54	56	58	60	58	58	57	55	53	57	57	56	56	57	57	58	58	58			
Temp. aceite °C	71	66	66	66	66	66	66	66	66	67	68	67	67	63	62	66	66	64	65	65	65	67	67	67			
Presión comb. 2500 R.I.M. Carb. # 1	.89	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.88	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90	.90			
Flujo comb. 2500 R.I.M. Carb. # 1	2.6	2.6	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.4	3.7	3.6	---	3.6	2.9	2.8	3.7	3.2	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9			
Flujo comb. 2500 R.I.M. Carb. # 2	2.5	2.6	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.4	3.7	3.6	---	3.4	2.9	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9			
Temp. 2500 R.I.M. Carb. # 1 °C	67	68	67	69	69	68	68	67	69	68	67	---	69	65	67	67	69	68	68	68	68	68	68	68			
Temp. 2500 R.I.M. Carb. # 2 °C	68	67	66	69	68	67	67	67	69	67	67	---	69	65	66	67	69	68	68	68	68	68	68	68			
Hidrocarburos	30																							67			

- CAPITULO VII -

7.- DOSIFICACION INDUSTRIAL DEL ADITIVO (AMINAS DE ACIDOS GRASOS)

7.1.- ADICION EN LINEAS DE GASOLINAS

7.1b.- ADICION EN TANQUES DE ALMACENAMIENTOS

7.2.- GASOLINAS CON ADITIVOS (AMINAS DE ACIDOS GRASOS)

7.2.1.- PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES

7.2.2.- METODOS ANALITICOS Y DE CONTROL

7.3.- EVALUACION DE EFECTIVIDAD

7.3.1.- EFECTIVIDAD COMO DETERGENTE

7.3.2.- EFECTIVIDAD DE REDUCCION DE CONTAMINANTES.

7.- DOSIFICACION INDUSTRIAL DEL ADITIVO (AMINAS DE ACIDOS GRASOS)

El Aditivo Detergente para Gasolina (aminas de ácidos grasos), se dosifica en la siguiente proporción:

(AMINAS DE ACIDOS GRASOS)		GASOLINA IEMEN-NOVA O IEMEN-EXTRA	
100	gramos	1.0	metros cúbicos
113.8	mililitros	1.0	metros cúbicos
15.67	kilogramos	1000	barriles
19.0	litros	1000	barriles

(Equivalentes a 100 ppm)

NOTA.- El aumento de viscosidad del Aditivo a 300.0 a 420 no influye en la actividad detergente del aditivo en forma importante.

7.1.- ADICION EN LINEA A GASOLINAS

El mejor método de dosificación es el de inyección del aditivo, en la relación apropiada, directa sobre las líneas de gasolinas con bombas proporcionadas con ajuste de cantidad, ya sean manuales o de ajuste automático para control de flujo en el combustible.

El aditivo puede distribuirse como un sólido (1-1) con gasolina o kerosina. Si se usa concentrado es conveniente calentarlo a 50-60°C, hasta obtener una relación homogénea, previamente a su aplicación y mantener una temperatura de 25°C aproximadamente y con agitación en el tanque de suministro a las bombas proporcionadas. Para utilizarse diluido es conveniente seguir los pasos anteriores, pero al agregar el diluyente es completamente estable a cualquier temperatura y tiempo de almacenamiento.

7.1.1.- ADICION EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.-

Para la adición en tanques de almacenamiento se recomienda diluir el aditivo (Aminas de Acidos Grasos) en gasolina o querosina, después de calentarlo a 50-60°C y tener una solución homogénea. El aditivo diluido es completamente estable a los cambios de temperatura y al tiempo de almacenamiento.

7.2.- GASOLINA CON ADITIVO ANTIFORO DE QUILÓMETROS.

La gasolina original con el aditivo detergente no varía básicamente en sus especificaciones y propiedades físicas por ser Pemex-Nova o Pemex-Extra debido principalmente a la clasificación tan pequeña recomendada que es de 140 ppm.

7.2.1.- PROPIEDADES ESPECIFICADAS DE LAS GASOLINAS.

Las propiedades y especificaciones de las gasolinas de petróleos Mexicanos para las gasolinas con aditivo y para extra y son las siguientes:

<u>EXTRA</u>	<u>EXTRA</u>	<u>EXTRA</u>	<u>EXTRA</u>
Destilación (volumen) (volumen)	100	100	100
El 10% destilado	100	100	100
El 50% destilado	100	100	100
El 90% destilado	100	100	100
Temp. final de ebullición	340	340	340
Resíduo	0.5	0.5	0.5
Presión de vapor Reid	7.5	7.5	7.5
Azufre	0.1	0.1	0.1
Corrosión, 3hrs. a 50°C	1	1	1
Goma preformada	5.0	5.0	5.0
Periodo de inducción	240	240	240
Tetraetilo de plomo	3.5	3.5	3.5
Indice de octano, P-1	81	81	81

7.2.2.- MÉTODOS ANALÍTICOS Y DE CONTROL.-

Los métodos analíticos son los indicados por la American Society of Testing Materials, y son los utilizados en todas las Refinerías -- del sistema de Petróleos Mexicanos.

Los métodos de control están basados en la evaluación de nitrógeno básico en las gasolinas sin Aditivo y con Aditivo por el Método -- U.C.I. 313-70. El resultado obtenido de restar el contenido de nitrógeno básico de la gasolina tratada menos el contenido de nitrógeno -- básico de la gasolina con Aditivo debe dar el nitrógeno básico equivalente a la amina del Aditivo.

De acuerdo con la especificación de 15 ppm de Nitrógeno en la gasolina y conteniendo 2.5% de aditivo de amina, se puede determinar aproximadamente la cantidad de aditivo por nitrógeno de 15 ppm de amina en la gasolina sin aditivo.

Este método de control analítico es de la naturaleza de especificidad que se describe en el punto siguiente.

7.3.- EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD.-

La evaluación de efectividad se puede considerar bajo dos aspectos principales: la primera, como aditivo detergente o sea la reducción de depósitos en el carburador y la segunda, en su eficiencia en la reducción de contaminantes en los gases de escape. Los métodos de evaluación fueron desarrollados por Continental Research Institute de --

San Antonio, Texas.

7.3.1.- EFECTIVIDAD COMO DETERGENTE.-

La evaluación de efectividad como aditivo detergente se efectúa comparativamente entre gasolina con y sin aditivo. Para este fin se utiliza un equipo (fotografía 1), consistente en un motor estacionario de combustión interna a gasolina en perfectas condiciones con los anillos de compresión desgastados en 0.001 milésimas, con objeto de permitir el paso de pasos a la caja del cigüeñal y en esta forma acelerar la formación de depósitos en el carburador al haber mayor cantidad de gases recirculados, (con inyección directa de la caja del cigüeñal).

El motor está equipado mediante un múltiple a un sistema de dos carburadores de un solo venturi. Cada carburador está provisto de un cilindro de aluminio alrededor y debajo de la válvula de mariposa, los cuales se pesan antes y después de cada prueba para cuantificar los depósitos formados. Con el objeto de que los carburadores trabajen similarmente, se controla lo mejor posible: a) el 50% la temperatura de aire, el peso de combustible, la velocidad de los gases del cárter, el vacío en el múltiple de admisión; y los revoluciones del motor. (F-2)

Las pruebas se efectúan inyectando el combustible con el aditivo en un carburador y en el otro solamente combustible. Durante el tiempo de prueba se llevan a cabo ciclos de 5 minutos en relenti (con el motor trabajando sin carga y sin aceleración, o sea, en vacío), y 0.5 minutos a 2,500 R. P. M., que deben controlarse por un método automático y un reloj eléctrico (intervalómetro). La duración de la prueba

debe ser de 24 horas continuas, sin parar en ningún momento; en caso de parada por más de 20 minutos, habrá que repetir la prueba.- Después de transcurridas las 24 horas, se retiran los cilindros de aluminio previamente tarados se pesan. Posteriormente se lavan los cilindros de aluminio previamente con un disolvente (mezcla en partes iguales de xileno y benceno), se secan dentro de un secador con cloruro de calcio, se vuelven a tratar e instalar en el mismo orden en los carburadores. La siguiente operación es correr otra prueba de 24 horas, cambiando el orden de inyección del combustible en los carburadores.

La manera de hacer los cálculos es la siguiente:

Prueba No. 1.- Combustible con Aditivo en el carburador I.

- A.- Peso inicial cilindro de aluminio carburador I.
- B.- Peso cilindro carburador I, después de 24 horas.
- C.- Peso del depósito (B-A)
- D.- Peso inicial cilindro carburador II
- E.- Peso cilindro carburador II, después de 24 horas.
- F.- Peso del depósito (E-D)

$$a = \text{\% de reducción} = \frac{(F-C)}{F} 100$$

Prueba No. 2.- Combustible con Aditivo en el carburador II

- A₁.- Peso inicial cilindro carburador I
- B₁.- Peso cilindro carburador I, después de 24 horas.
- C₁.- Peso del depósito (B₁-A₁)

D_1 .- Peso inicial cilindro carburador II

E_1 .- peso cilindro carburador II, después de 24 horas

F_1 .- Peso del depósito ($E_1 - D_1$)

$$M_1 = \% \text{ de reducción} = \frac{(D_1 - F_1) \cdot 100}{F_1}$$

$$\text{Promedio de reducción} = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

7.3.2.- EFECTIVIDAD DE REDUCCIÓN DE CONTAMINANTES.-

La efectividad en reducción de los contaminantes se puede evaluar en dos formas: en la práctica, se comparan los cilindros al utilizar en un motor, durante 72 horas consecutivas, gasolina con y sin aditivo por separado. De lo anterior, se determina la influencia de el aditivo añadiéndolo al combustible después de haber corrido el motor, durante 72 horas, con gasolina sin aditivo (sistema de ensuciar el carburador) y corriéndolo al estar limpio (sistema de limpiar el carburador).

El equipo para la evaluación de efectividad es el mismo que se utiliza para la evaluación de efectividad como detergente, y además, es un sistema analítico, en la determinación de monóxido de carbono e hidrocarburos en gases de escape automotrices. El equipo recomendado es, para la óxido de carbono, un espectrómetro infrarrojo de longitud de onda constante con registrador y que sea capaz de medir concentraciones hasta del 10% en volumen. Para hidrocarburos, se puede utilizar también un espectrómetro infrarrojo de longitud de onda constante con registrador y que sea capaz de

medir concentraciones hasta de 10,000 ppm o utilizar un detector de ionización de flama de hidrógeno con registrador y acoplado y que sea capaz de medir concentraciones similares.

Las pruebas se efectúan con la siguiente secuencia:

A.- Utilizando gasolina con aditivo en los dos carburadores.-

Con el motor perfectamente afinado y en el tiempo cero y empleando un juego de bujías seleccionado para la medición de contaminantes (las bujías deben de ser nuevas de preferencia o de poco uso pero limpias), se determinan las cantidades de hidrocarburos y monóxido de carbono emitidos por el escape, utilizando un sistema de 0.5 minutos con el motor acelerado a 2,500 R.P.M. y 8 minutos en ralenti durante 3 ciclos, tomándose las lecturas en el ralenti del tercer ciclo. Después se cambian las bujías por otras de operación y se continúa la prueba por 72 horas, con determinación de contaminantes cada 24 horas con las bujías apropiadas para la medición. Se dibujan en gráficas las curvas obtenidas de concentraciones de hidrocarburos y monóxido de carbono, así como las revoluciones en ralenti.

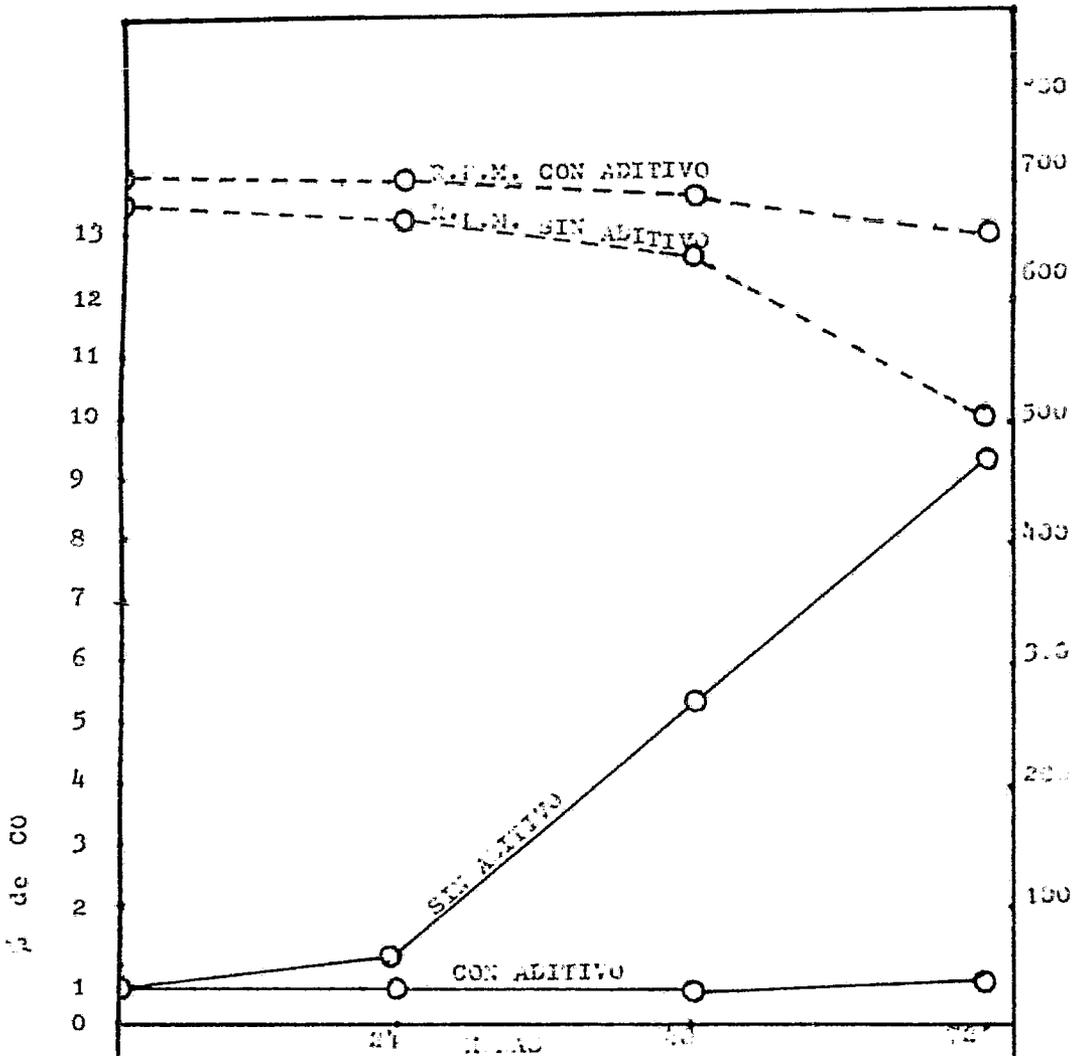
B.- Utilizando gasolina sin aditivo en los dos carburadores.-

Después de afinar por nueva cuenta el motor, se vuelve a efectuar la misma secuencia que en la prueba A, dibujando en las mismas gráficas anteriores los resultados obtenidos de emisión de contaminantes y de revoluciones en ralenti.

C.- Sistema de ensuciar y limpiar el carburador.- Después de haber efectuado la prueba B con gasolina sin aditivo y haber transcurrido 72 horas, se adiciona a la misma gasolina una cantidad de aditivo igual a la prueba A. Se arranca de nueva cuenta el motor con las bujías de operación y cada 24 horas se determinan contaminantes en el escape, - hasta completar 72 horas, midiendo también las revoluciones por minuto en ralenti. Se dibujan en otras gráficas, trazando las curvas obtenidas por la prueba B y continuando con las curvas de la prueba C.

Como ilustración se presentan las gráficas(A-3)(A-4), como ejemplos de las pruebas A y B; en la primera para monóxido de carbono y la segunda para hidrocarburos. Además, en las gráficas 3 y 4 se presentan la prueba de ensuciar y limpiar, prueba C, para monóxido de carbono e hidrocarburos respectivamente.

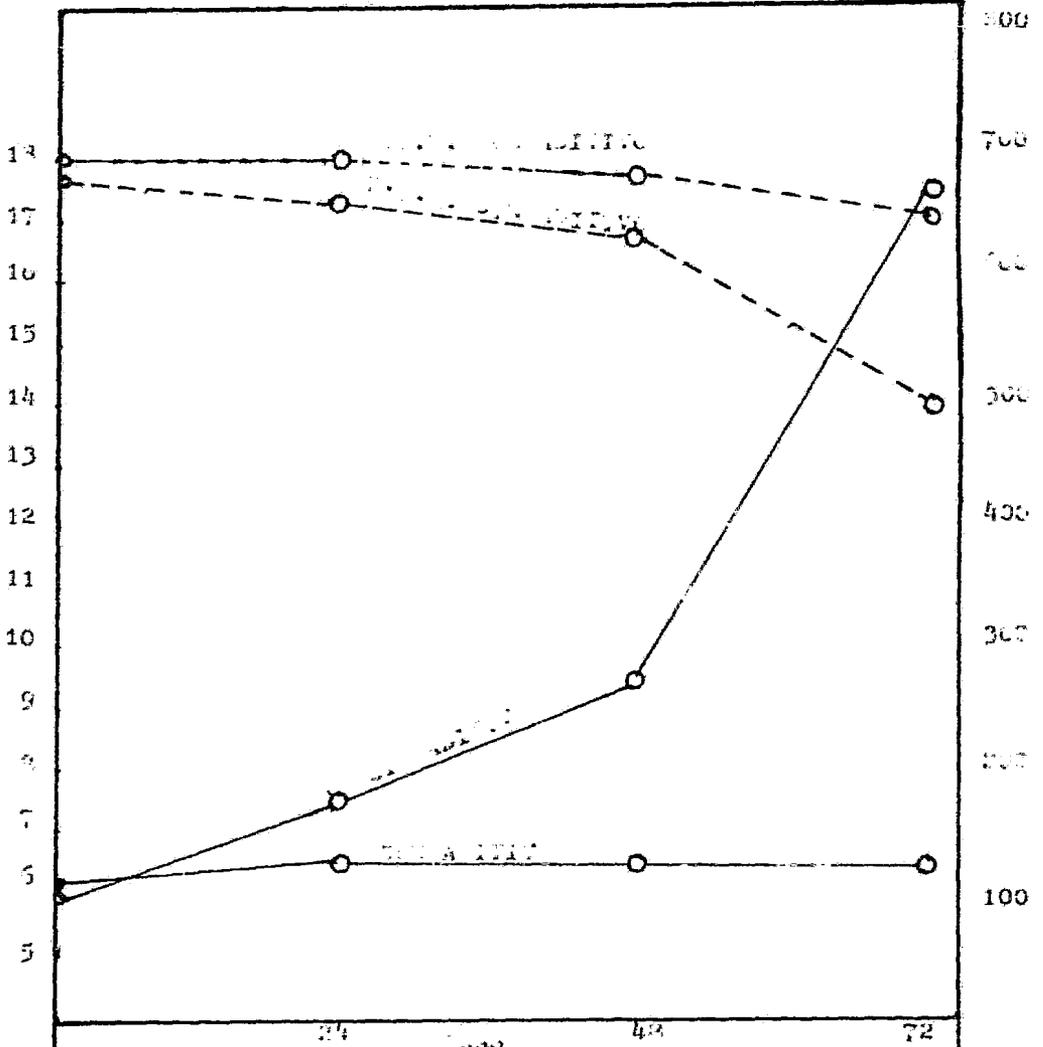
El cálculo de la eficiencia se hace por las pendientes de las curvas en las gráficas A-3-4 para pruebas de reducción de contaminantes partiendo de carburador limpio. Para el sistema de ensuciar y limpiar se calcula el porcentaje de reducción de acuerdo a la diferencia de contaminantes sin aditivo y con aditivo a las 72 horas, gráficas (A-5) (A-6).



TRABAJO DE INVESTIGACION
ADITIVO PARA LAS ACIDAS TINTAS

P E S I S P R O F E S I O N A L	
ANALIZAS DE QUIMICA	LABORATORIO
LABORATORIO A-3	
A T E N I O D E L. S. M. S. A.	

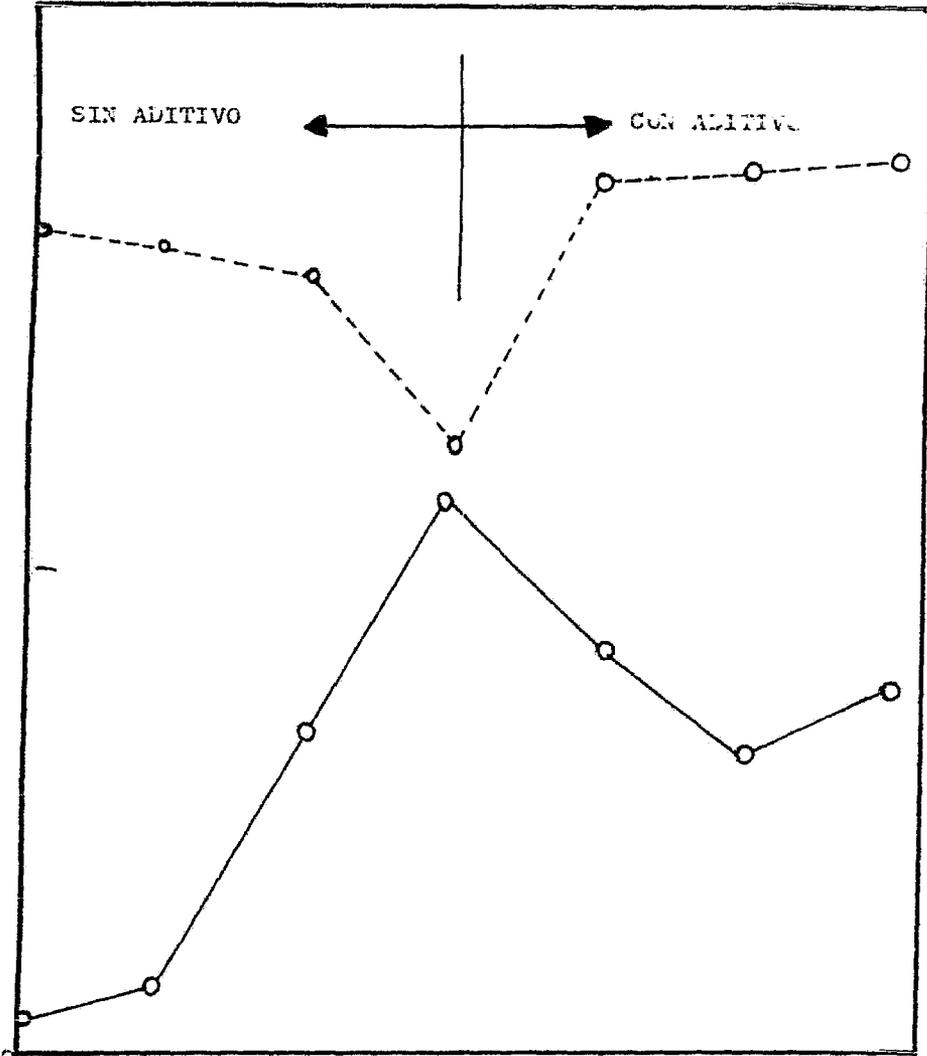
HIC ppm x 100



UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
 FACULTAD DE QUIMICA
 LABORATORIO DE ACIDOS GRASOS

ANÁLISIS PROFESIONAL	
LABORATORIO DE QUIMICA	UNAM
MUESTRA A-1	
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA	

de cc

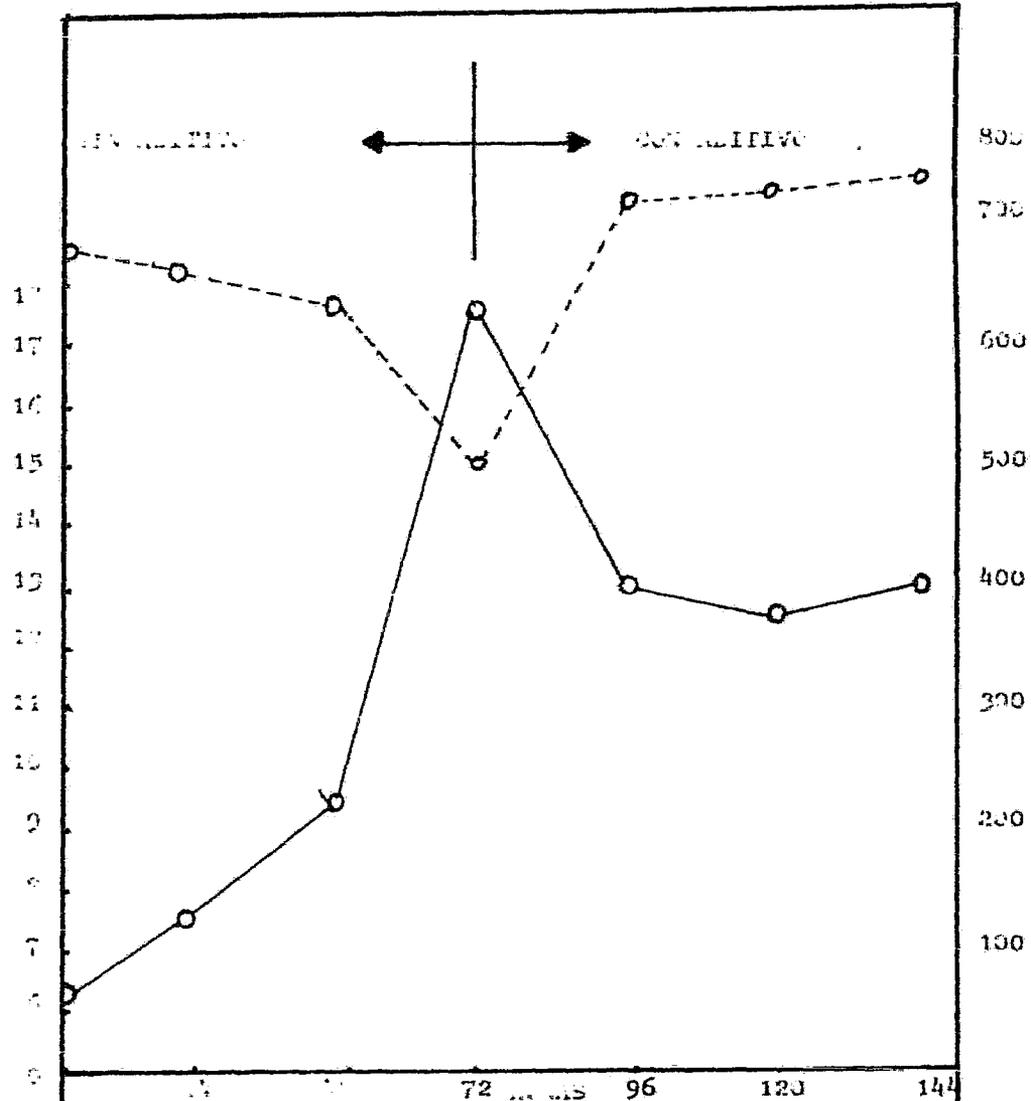


SIN ADITIVO

CON ADITIVO

TITULO DE LA INVESTIGACION	
AUTOR	
FECHA	
LUGAR	

mg. p.p.m. x 100



72 HRS 96 120 144
 FORMA DE CONCENTRACION NERVIOS AMINA DE ACIDOS GRASOS

ANÁLISIS PROFESIONAL	
UNIDAD DE QUÍMICA	U N A M
C A T A L I S A A - 7	
ANÁLISIS DE LA S. SERVICIO	

M. S. S. S.

- CAPITULO VIII -

S.- RESULTADOS

8.- RESULTADOS.

/En este informe se describe la experimentación llevada a cabo con el fin de evaluar la eficiencia reductora de los contaminantes en las emisiones producidas por los motores a gasolina, del aditivo AMINAS DE ACIDOS GRASOS.

Los resultados encontrados en esta prueba demuestran que el aditivo en cuestión, reduce en un 33 % los hidrocarburos emitidos en monóxido de carbono, partiendo de un carburador previamente ensuciado.

En caso de partir de carburadores limpios, el aumento en producción de contaminantes es del triple en hidrocarburos y nueve veces más al no usar el aditivo.

Las condiciones de operación de las pruebas descritas durante la evaluación del aditivo en cuestión están resumidas en las tablas (I,II,III, así como los resultados obtenidos en las gráficas (A-3 a A-6).

- CAPITULO IX -

- CONCLUSIONES -

9.- CONCLUSIONES.

Debido a que las campañas mundiales, para el mejoramiento del ambiente han obligado que las compañías fabricantes de automotores y las compañías petroleras efectúen estudios muy intensos. Uno de los primeros estudios que se realizaron consistió en definir el porcentaje de participación de las diversas fuentes de emisión de contaminantes de vehículos automotores a gasolina.

Este estudio preliminar proporcionó los siguientes datos aproximados: evaporación de combustible del carburador y del tanque de la gasolina, el 20 % de los hidrocarburos emitidos, escape, el 60 % de los hidrocarburos y el 100 % de monóxido de carbono y óxido de nitrógeno: la ventilación de la caja del cigüeñal o cárter, el 20 % de los hidrocarburos.

Por otra parte se encontró que un vehículo perfectamente afinado, sistema de ignición correcto y carburador limpio y ajustado emitía de 50 a 60 % menos de hidrocarburos y monóxido de carbono por el escape.

De esta manera la primera medida que se adoptó fue la recomendación de tener en óptimas condiciones de afinación los vehículos.

En conclusión, desde el punto de vista y más aún experimental sería idóneo elaborar la mezcla de ácidos grasos que constituyen, a dicho aditivo en cuestión, ya que la materia prima para la elaboración de estos son abundantes en la ya fértil naturaleza nuestra.

- CAPITULO II -

BIBLIOGRAFIA

10.- BIBLIOGRAFIA.

- 1).- Conno H. C. Air Pollution and public healt. research and Editorial Services Chrysler corporation.
- 2).- Galindo, R.de Jesús. Contaminación Atmosférica, Evaluación y Control. Tesis UNAM. México(1975).
- 3).- Estudio de la Contaminación del Aire de la Ciudad de México. Ing. Q. Jorge Ortega Ruiz. Tesis UNAM. (1974).
- 4).- Report of Panel on automotive fuels and air pollution. U.S. Departament of Commerce. March 1971, U. S. A.
- 5).- Proyecto para la elaboración de un programa de la Materia optativa de Contaminación. Q. Irma González Leal. Tesis UNAM. (1975).
- 6).- Guzmán, Guido L., Contaminación Atmosférica Causada por Automóviles. Tesis UNAM, México (1971).
- 7).- Cisneros, R. S. Aplicación de las operaciones Unitarias al Control de la Contaminación del Aire. Tesis UNAM. México (1971).
- 8).- Campaña para Mejorar el Funcionamiento del Automóvil. Secretaría de Salubridad y Asistencia. (Consejo Técnico del Grupo de fuentes Móviles). Agosto de 1979.
- 9).- Hernández, G. R. Contaminación Atmosférica Modelo de Emisión de Monóxido de Carbono Producido por Vehículos de Combustión Interna. Tesis UNAM. México(1975).
- 10).- Método U. G. P. 313-70. Laboratory Test Methods. Universal Oil Products (1972).
- 11).- Internal Combustion Engines. Lester Z. Lichty. MC Graw Hill,

Inc. 7a. edition (1976).

- 12).- Fernández, M. S. R. Estudio sobre la oxidación catalítica de Gases de escape de Motores de Combustión Interna. (1975).
- 13).- Ubert, F. L. Motores de Combustión Interna (1). Análisis y Aplicación. 10a. Impresión de la 7a. edición. S.I.C.S.A. - (1976).
- 14).- Martínez, de M. J. Motores Cíclicos. Editorial Reverte, S. A. (1957).
- 15).- Morrison, T. M. y Roy, G. F. Fondo Científico Interamericano (1976 Méx.).
- 16).- Ciencia y Desarrollo. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Julio-Agosto 1980, No. 47 Vol. VIII
- 17).- Métodos de la American Society for Testing of materials - - (ASTM):

D-73-77

D-1511-77 (1977)

D-1-56 (1972)

D-439-74

D-2774-66 (1966 ; 1976)

D-2074-66 (1966)

D-46-67 (1967)

D-300-66

D-100-66

D-130-07

D-281-70

D-505-01 (1970)

D-510-70

D-2547-70

D-2600-70

- 18).- Néron, G. et al. "Les propriétés de la fonction zêta de Lefschetz-généralisée" (1970 ; 177-180).
- 19).- Sato, H. "On the zeta function of a variety" (1970 ; 111-114).
- 20).- Retzlaff, G. "On the zeta function of a variety" (1970 ; 115-118).
- (1970).