Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.
Julio-Diciembre, 1980. Vol 1(1): 11-16.
DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.1-1.1
URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales
EMAIL: revista.ambientales@una.cr
Hernán Camacho Soto

Revista de
CIENCIAS AMBIENTALES
Tropical Journal of Environmental Sciences
Desde Since 1980

Octanaje, plomo y contaminación

Octane, lead and pollution

Hernán Camacho Soto

OCTANAJE, PLOMO Y CONTAMINACION

HERNAN CAMACHO*

En los motores de combustión interna accionados por gasolina, el encendido de la mezcla del aire y combustible se lleva a cabo por medio de una chispa en el momento en que, en la cámara de combustión, la temperatura alcanza unos 300-400 °C y la presión llega de 9-10 atmósferas.

* Profesor de Curso de Contaminación de la Escuela de Ciencias Ambientales.

Bajo estas mismas condiciones y antes de que la chispa encienda la mezcla carburante, puede comenzar la reacción de oxidación de algunos hidrocarburos con formación de peróxidos de acuerdo a la ecuación:

$$R - H + O_2 \_\_\_\_ R - O - H$$

Esta reacción es característica de los hidrocarburos con estructura normal (sin ramificaciones); los iso-alcanos en cambio se oxidan con mayor dificultad que los primeros.

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	$CH_3 - C(CH_3)_2 - CH_2 - CH_3$
n-hexano	*neohexano (2,2 dimetil butano)*

Figura Nº 1

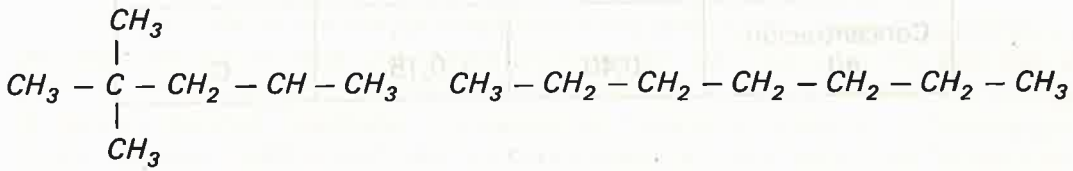
Un ejemplo que ilustra bien este comportamiento es la comparación de las moléculas que aparecen en la fig. Nº 1.

La molécula de n-hexano tiene cuatro grupos metileno ($-CH_2-$) cuyos átomos de hidrógeno están menos fuertemente ligados al átomo de carbono que los átomos de hidrógeno de los grupos de metilo. La velocidad de oxidación de los carbonos secundarios es el doble que la de los primarios (los carbonos terciarios se oxidan aún más rápidamente).

La molécula de neohexano tiene solamente un grupo $-CH_2-$ que además está apantallado por otros grupos metilo difíciles de oxidar con lo que se dificulta la formación de peróxidos a partir de la misma. Si en la gasolina usada hay muchos hidrocarburos de estructura lineal, la concentración de peróxidos en la mezcla será considerable y éstos pueden dar lugar a una "descomposición explosiva" aun antes de que la chispa inicie la combustión normal. Aun en el caso de que hubiese un encendido normal de la mezcla, la "descomposición" de los peróxidos se adelantaría al frente

de la llama por la que la combustión no sería uniforme y se produciría la detonación.

La velocidad de combustión normal no detonante es de unos 20-30 m/s, mientras que la de "descomposición" es de 1,5-22,1 Km/s. Al haber una onda explosiva como esa se produce golpeteo en el motor y éste se deteriora rápidamente. Las propiedades antidetonantes de los hidrocarburos se caracterizan por medio del octanaje (o número de octanos). El octanaje de un combustible equivale al porcentaje de iso-octano que habría en una mezcla con heptano normal y que bajo ciertas condiciones detonaría igual que el combustible. Para esto se le asignó al iso-octano, que tiene excelentes propiedades antidetonantes, un octanaje igual a 100 y al heptano normal uno igual a cero.



iso-octano *n-neptano*

Figura Nº 2

Los hidrocarburos con estructura normal tienen bajos números de octanos, en cambio los hidrocarburos con estructuras ramificadas los tienen altos, por eso la presencia de los últimos en la gasolina es deseable.

Las gasolinas de destilación primaria tienen octanajes que oscilan entre 60 y 70. Para que una gasolina pueda ser usada sin perjuicio para el motor se recomienda que tenga un octanaje de 75 por lo menos; es por esta razón por la que a la gasolina se le agregan aditivos antidetonantes que elevan el octanaje y usualmente consisten en compuestos de plomo (tetraetil o tetrametil plomo). Estos aditivos se añaden en cantidades hasta de 3,3 gramos por kilogramo de combustible. Durante la combustión el plomo se oxida a PbO y PbO_2, parte de los cuales se deposita en los cilindros y bujías del motor. Junto con el plomo tetraetilo se añaden al combustible haluros de alquilo que al quemarse forman con el plomo compuestos volátiles que son expulsados a la atmósfera. El plomo tetraetilo tiene la propiedad de reaccionar con los peróxidos que se forman durante la combustión y romper la cadena que produce la "des-

composición explosiva" de los mismos, permitiendo que se lleve a cabo una combustión uniforme y sin golpeteo.

La preocupación acerca de la contaminación ambiental por plomo ha aumentado mucho en los últimos años, al mismo tiempo que han aparecido evidencias alarmantes del aumento de los niveles de concentración de plomo en los hielos polares. Debido a esto, países altamente desarrollados han venido disminuyendo las cantidades de plomo permisibles en la gasolina; la tabla siguiente da una idea al respecto.

TABLA N° 1

Año	1975	1976	1980
Concentración g/l	0,40	0,15	0

Concentración máxima permisible de plomo en los Estados Unidos

Estas medidas tan drásticas obedecen a los efectos tan nocivos que causa el plomo sobre la salud humana.

El plomo tetraetilo (T.E.P.), muy tóxico, fácilmente entra al organismo humano a través de la piel y el aparato respiratorio, es capaz de acumularse y causa efectos dañinos a largo plazo. Al contacto con el cuerpo no se produce ningún cambio visible; sin embargo, pronto aparecen los síntomas de intoxicación aguda: alucinaciones, pérdida del apetito e insomnio. A largo plazo produce desórdenes psíquicos y nerviosos.

El V.L.T. (valor límite tolerable) en el aire que recomienda la O.M.S. es de 5 mg/m^3 para el T.E.P., el cual puede provenir de la evaporación de la gasolina del tanque, del carburador, o de la cámara del cigüeñal (carter), esto significa un 30% del total del plomo emitido por un vehículo, el resto va con los gases de combustión en forma de PbO, PbO_2 y PbX_4 (X = Cl, Bc).

La enfermedad más conocida, causada por la acumulación de plomo en los tejidos vivos y las grasas orgánicas es el saturnismo o plumbismo descubierta hace más de 2.000 años. Las cantidades de plomo que se acumulan en los habitantes de

las áreas urbanas es cada día mayor, y si bien es cierto que éstos están sometidos a la actividad industrial, el principal causante de este fenómeno es el motor de combustión interna movido con gasolina.

- El plomo es eliminado del cuerpo humano tan lentamente, que es suficiente una atmósfera con una concentración de 0,005 mg/m^3 para que se presente el efecto acumulativo del mismo; éste es el V.L.T. que recomienda la O.M.S. para el aire ambiental. Con una concentración de plomo en la sangre superior a los 30 mg/100 ml aparecen los primeros desórdenes sicológicos, pérdida del apetito y dolores de cabeza. De los trastornos producidos por el plomo, a nivel del metabolismo celular, el más conocido es la inhibición de la actividad de la enzimas que necesitan del grupo sulfhidrilo (—S—H) para su función, ya que el plomo interfiere con estos grupos y las enzimas no los pueden utilizar. El ejemplo más claro de este fenómeno es la inhibición de la biosíntesis de la hemoglobina.

El plomo afecta con mayor intensidad a los niños que son más susceptibles y a los viejos en que se nota una mayor acumulación del mismo, en los animales se observan desórdenes en el sistema nervioso parecidos a los del hombre. Las plantas en cambio, parecen desarrollar una especie de "acostumbramiento" o "tolerancia" similar a la que desarrolla el hombre a concentraciones muy bajas. Esta "tolerancia" se ha venido desarrollando como un ajuste bioquímico que aparentemente ha conducido a una dependencia y de hecho el plomo ha estado siempre presente en el ambiente y en las cadenas alimenticias.

En ninguno de los países latinoamericanos se han tomado las medidas que se adoptaron en los Estados Unidos para controlar el uso del T.E.P. en la gasolina.

Hay algunas alternativas tales como producir aditivos con base en otros metales (manganeso) o elevar el octanaje por medio de procesos termocatalíticos; ambos requieren de alta tecnología que en la mayoría de nuestros países no existe; mientras tanto, de cada vehículo en marcha estarán saliendo compuestos de plomo, que de no llegar a los pulmones de los transeúntes, irán a dar a las aguas pluviales y, de todas maneras, entrarán a formar parte de los ciclos naturales.