

Revista Energética



Energy Magazine

Año 14
número 1
Enero - abril 90

Year 14
number 1
January - april 90



**La década de los 80:
Cooperación para enfrentar el estancamiento
económico-energético**

Regional cooperation as a mechanism for alleviating
the economic and energy stagnation of the 1980's



Control de la contaminación ambiental:

Efectos nocivos del uso del Tetraetilo de Plomo (TEL) en gasolinas: las alternativas en Ecuador *

**** Ing. Marco Cornejo Ubillús**

El aire que respiramos es uno de los elementos vitales más importantes del medio ambiente.

Cuando hablamos de la producción y comercialización de hidrocarburos, no podemos dejar de pensar que defender el medio ambiente de la polución y las lluvias ácidas es, sin duda alguna, una de las tareas más importantes de la actualidad.

Del espectro de contaminantes atmosféricos, los investigadores han prestado la mayor atención a los gases de escape de los automotores, cuyo contenido de sustancias tóxicas comprende: el monóxido de carbono, los hidrocarburos (Hc), óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, partículas y compuestos de plomo.

Con el mejoramiento de los motores de combustión interna de los vehículos, la industria de refinación de petróleo realizó enormes esfuerzos a fin de poder

satisfacer las demandas de los diseñadores y usuarios, produciendo una gasolina que diera los mejores resultados. Técnicamente hablando, el número de octano es la característica esencial de los carburantes utilizados en los motores de encendido por bujías y está estrechamente relacionada a la noción de rendimiento. El octanaje de una gasolina no es sino un índice de sus propiedades anti-detonantes.

A fin de lograr una elevación en el octanaje de las gasolinas, los refinadores se ven obligados a utilizar tres métodos:

- Tecnologías apropiadas, que permiten la reestructuración interna de las cadenas de Hc y combinaciones químicas.
- Adición de componentes apropiados que poseen intrínsecamente un alto número de octano.

- Aplicación de aditivos especiales, denominados antidetonantes.

El reto del desarrollo de tecnologías de conversión fue afrontado con la creación de nuevos procesos de refinación, entre los que podemos citar: craqueo térmico, craqueo catalítico, reformación catalítica, alquilación e isomerización.

Entre los compuestos que poseen alto número de octano intrínseco, podemos nombrar los oxigenados: alcoholes (metanol y etanol) y éteres (MTBE, TAME).

En cuanto a los aditivos antidetonantes, uno de los principales constituyó desde un principio el tetraetilo de plomo conocido con las siglas de TEL.

El TEL es un líquido tóxico, de densidad 1,66, insoluble en agua y con un punto de ebullición de aproximadamente 200°C.

* Extracto de la Conferencia presentada en la LXXIV Reunión de Expertos de ARPEL del 4 al 9 de marzo en Quito- Ecuador.

** Catedrático del Instituto Superior de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas y Petróleos de la Universidad Central del Ecuador.

No se añade en estado puro, sino como una mezcla.

No es difícil darse cuenta que el uso de TEL acarrea consigo problemas de orden psico-bio-social, por cuanto es un producto altamente tóxico que, luego de la combustión en los motores es expulsado con los gases de escape en forma de halogenuros de Pb. Estos gases son fácilmente asimilables por el organismo humano.

El plomo llega al hombre básicamente a través de:

- El tracto digestivo, por ingestión de alimentos o agua contaminados.
- El tracto respiratorio, por inhalación de gases y vapores.
- Vía cutánea, por la afinidad del Pb orgánico con los lípidos.

EFFECTOS DEL TEL SOBRE EL ORGANISMO.

Para comprender el impacto nocivo del uso de TEL, es necesario meditar sobre los efectos tóxicos que esta sustancia ejerce sobre el organismo de hombres, mujeres y especialmente niños.

Una vez que el plomo ha penetrado al organismo, su acción es lenta, continua y generalmente irreversible. Es asombroso y alarmante el hecho de que la presencia del plomo en el organismo comienza en el feto: el elemento se transmite a través de la placenta, a tal punto que la con-

El uso del TEL acarrea consigo problemas de orden psico-bio-social, por cuanto es un producto altamente tóxico que, luego de la combustión en los motores es expulsado con los gases de escape en forma de halogenuros de Pb.

centración de plomo en la sangre de los recién nacidos es similar a aquella de sus madres.

Describamos muy brevemente los efectos de este elemento:

- Sistema hematopoyético: el plomo interfiere etapas enzimáticas de la biosíntesis del hem; la anemia es un efecto precoz característico.
- Sistema nervioso central y periférico: produce excitación elevada, depresión e irritación. Una experiencia crónica produce encefalopatía saturnina.
- Sistema renal y gastrointestinal: el cólico es un aviso precoz y generalmente va acompañado de distintos grados de

anemia. El sistema renal se ve afectado por lesiones tubulares; la exposición prolongada provoca nefropatía crónica irreversible.

- Sistema cardiovascular: el plomo aumenta la permeabilidad capilar; existen pruebas sólidas de acción tóxica del plomo sobre el corazón.
- Sistema reproductivo: la absorción de plomo disminuye la fecundidad masculina. En las mujeres se ha registrado partos de fetos muertos y abortos espontáneos.

Ahora analicemos cuál es la situación en el Ecuador:

Con certeza podemos afirmar que la contaminación atmosférica en las ciudades del país se origina principalmente por los gases expulsados por los automotores, los cuales usan gasolinas de nuestras refinerías o importadas que contienen aditivos TEL.

El país cuenta con cinco centros de refinación:

- La Refinería Estatal de Esmeraldas, que es la más moderna y mejor dotada, cuenta para producir gasolina con los procesos de destilación atmosférica, craqueo término (visco-reducción), craqueo catalítico y reformado catalítico.
- Las otras refinerías, es decir: Amazonas, Lago Agrio, Petropenínsula y Repetrol, lamentablemente cuentan sólo con unidades de destilación primaria, es decir poseen una

estructura de refinación totalmente obsoleta. Es muy importante tomar esto en consideración.

Es por esta razón que las plantas de refinación se ven obligadas a utilizar cantidades excesivas de antidetonante base plomo, aportando con ello a una mayor contaminación de la atmósfera.

En la refinería Esmeraldas, que como hemos visto posee unidades de conversión, se producen dos gasolinas, a saber: Extra de 80 octanos y Super de 92 octanos.

Las restantes refinerías, por su anticuado esquema de refinación, producen únicamente gasolina extra de 80 octanos, para lo cual a la mezcla de gasolina en sus instalaciones deben añadirle hasta 3 cc de TEL por galón (0.84 g Pb/lit) de carburante.

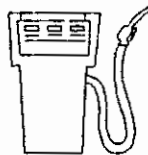
Las emisiones de plomo a la atmósfera son calculables, conociendo la cantidad de TEL que se añade en las refinerías y los volúmenes de gasolina expendidos en los centros urbanos.

Resultados preliminares demuestran que el contenido de plomo en la atmósfera y en los organismos, a partir del año 1990 supera los límites considerados internacionalmente permisibles. Los estudios llaman la atención sobre la situación crítica futura, de no tomarse los correctivos necesarios en los centros de refinación. Nosotros sostenemos que la situación es ya ahora extremadamente crítica.

Como un aspecto de interés hemos de citar las mediciones de contenido de plomo en las atmósferas en las calles de las principales urbes, Quito y Guayaquil. Llama la atención la elevada concentración, muy por encima de los índices permisibles, en los túneles de la ciudad de Quito.

Mientras el límite considerado como permisible para el contenido de plomo en la atmósfera es de 0.15 microgramos de Pb. por metro cúbico de aire, se encontró que en los túneles este valor permanentemente rebasa los 6 y hasta 7 microgramos/m³. Según la investigación, el valor promedio es 4.42 microgramos/m³, lo cual es realmente alarmante.

ALTERNATIVAS



Frente a esta situación, es necesario que cada habitante del país tome conciencia de la importancia de disminuir el uso de TEL como aditivo. Autoridades, legisladores y especialistas están en la obligación de plantar soluciones concretas y viables para la consecución de tales fines. Es la salud humana la que se encuentra en peligro.

Pero bien, ¿cuáles son las alternativas reales que al momento puede el Ecuador plantearse?

Existen dos de ejecución inmediata en la Refinería Esmeraldas:

- Optimización de la unidad de craqueo catalítico fluido

(FCC), con utilización de catalizador elevador de octanaje. Esta variante eleva el octanaje de las mezclas de gasolina en 2.68 octanos, lo cual significa una disminución del consumo de TEL del orden de las 232 TM/año.

- Rehabilitación y mejoramiento de la unidad de reformado catalítico. Esta variante eleva el octanaje de la mezcla de gasolina en 2-4 números de octano. En conjunto las dos alternativas producen un mejoramiento de 6.93 RON, equivalente a una reducción de 254,05 TM/año.

Para el caso de las refinerías PETROPENINSULA Y REPETROL, era ya necesario en 1989 arrancar con el Proyecto de modernización, con instalación de unidades de conversión. Efectivamente, la modernización de estos centros de refinación debía aportar ya en 1991 con 17 octanos a la mezcla de gasolinas, con la consecuente disminución efectiva en el uso de TEL de la cifra de 526 TM.

Una vez que el plomo ha penetrado al organismo, su acción es lenta, continua y generalmente irreversible.

Con certeza podemos afirmar que la contaminación atmosférica en la ciudades del país se origina principalmente por los gases expulsados por los automotores, los cuales usan gasolinas de nuestras refinerías o importadas que contienen aditivo TEL.

Otra de las variantes que es atractiva, pero que requiere de una fuerte voluntad gubernamental, es la utilización de etanol.

Este proyecto, aplicable a las refinerías de Península y Oriente, tiene la ventaja adicional de permitir la generación de puestos de trabajo y desarrollo agrícola de aproximadamente 75.000 hectáreas de terreno destinados al cultivo de caña de azúcar, como base para el procesamiento y producción de etanol.

En efecto, sólo la adición del 20% de alcohol anhidro, lograría la elevación del octanaje en 11.5 a 12.5 puntos, reduciendo consecuentemente el uso de TEL en 658 TM/año.

Por último, una variante

que requiere de un estudio y atención especiales es aquella de la utilización de compuestos oxigenados, en particular el metil terbutil éter, MTBE, cuya tecnología está disponible y cuya utilización ha demostrado un avance creciente y vertiginoso en casi todos los países en donde los gobiernos se han preocupado de la preservación ambiental.

En conclusión, podemos afirmar que la situación ecuatoriana en materia de uso de TEL en gasolina y las consecuentes emisiones y efectos sobre la salud es en la actualidad sumamente crítica.

A fin de corregir y solucionar dicha situación se contemplan varias alternativas, para corto, mediano y largo plazos:

- Mejoramiento y optimización de las unidades FCC y Reformado Catalítico en la Refinería de Esmeraldas.
- Modernización de las refinerías de la Península de Santa Elena. (Mejoramiento del patrón de refinado).
- Producción y utilización de alcohol etílico en mezclas con gasolina.
- Utilización de compuesto oxigenado, MTBE.

Por otra parte, es importante tomar conciencia sobre la seriedad de la problemática y emprender las acciones siguientes:

- Fomentar una investigación sistemática, técnica y profunda sobre el estado real del asunto en el país;
- Impulsar la estructuración de una legislación acorde, a fin de garantizar el control y preservación efectiva del medio ambiente y la salud de la población; y
- Reconocer que las modernas prácticas de gestión, de producción y comercialización de derivados involucran una seria preocupación por la preservación ambiental y la protección de la salud. Es decir, no puede haber una racional y económica comercialización de hidrocarburos si se atenta contra la ecología y la salud de los habitantes a quienes estamos en obligación de servir.



Control of Environmental Pollution:

Hazardous effects of the use of TEL in gasoline: Alternatives in Ecuador*

****Ing. Marco Cornejo Ubillús**

The air that we breathe is one of the most important vital elements of the environment.

Thus, when we speak of hydrocarbon production and marketing, we cannot fail to bear in mind that defending the environment from pollution and acid rain is undoubtedly one of the most important tasks now at hand.

Within the spectrum of atmospheric pollutants, researchers have paid greatest attention to the exhaust fumes from automotive vehicles, whose toxic substances include carbon monoxide, hydrocarbons (Hc), nitrogen oxides, sulphur dioxide, particles and lead compounds.

With the improvement of internal combustion engines for vehicles, the petroleum refining industry made enormous efforts geared to being able to satisfy the demands of designers and users,

by producing a gasoline that would have offered better yield. Technically speaking, the octane number is the basic characteristic of the fuels used in spark-ignition engines, and it is closely related to the notion of performance. The octane number of a gasoline is simply an index of its anti-knock properties.

In order to raise the octane number of gasoline, refiners have resorted to three methods:

- Appropriate technologies that permit the internal restructuring of the Hc chains and chemical combinations.
- Addition of appropriate components having an intrinsically high octane number.
- Application of special additives known as antiknock agents.

The challenge of develop-

ping conversion technologies was met with the creation of new refining processes, among which mention may be made of the following: thermal cracking, catalytic cracking, catalytic reforming, alkylation, and isomerization.

Among the compounds that have an intrinsically high octane number, we may name those that are oxygenated: alcohols (methanol and ethanol) and ethers (MTBE, TAME).

From the outset, one of the principal antiknock additives was tetraethyllead, commonly abbreviated as "TEL".

TEL is a toxic liquid having a density of 1.66; it is not soluble in water, and its boiling point is approximately 200°C. It is not added in pure form but rather diluted in a mixture.

The use of TEL obviously

* Excerpt from a paper presented at ARPEL's LXXIV Meeting of Experts, held in Quito- Ecuador on March 5-9, 1990.

** Professor at the Research Institute of the School of Geology, Mines and Petroleum of the Central University of Ecuador.

entalis psycho / bio / social problems since it is a highly toxic product which, following combustion in an engine, is expelled with the exhaust fumes in the form of lead halides. These gases are easily assimilated by the human organism.

Lead basically enters a human body through:

- The digestive tract, due to the ingestion of contaminated food or water.
- The respiratory tract, due to the inhalation of gases and fumes.
- Through the skin, due to the affinity of organic lead with the lipids.

EFFECTS OF TEL ON THE HUMAN ORGANISM

In order to understand the hazardous effects of the use of TEL, it is necessary to consider the toxic effects that this substance has on the organisms of men, women and, especially, children.

Once lead has penetrated an organism, its action is slow, continuous and usually irreversible. The presence of lead in an organism begins in the fetus: since this element is transmitted through the placenta, the lead concentration in the blood of newborn babies is similar to that of their mothers.

The use of TEL obviously entails psycho/bio/social problems since it is a highly toxic product which, following combustion in an engine, is expelled with the exhaust fumes in the form of lead halides.

The effects of this element are described below:

- In the **hematopoietic system**, lead interferes in the enzyme stages of the biosynthesis of the blood; anemia is a characteristic early effect.
- In the **central and peripheral nervous system**, it produces a great deal of hyperexcitability, depression and irritation; chronic exposure produces saturnine encephalopathy.
- In the **renal and gastrointestinal system**, colics are an early warning signal, and they are usually accompanied by varying degrees of anemia. The kidney system is affected by tubular lesions. Prolonged exposure leads to irreversible chronic nephrosis.

- In the **cardiovascular system**, lead increases capillary permeability, and there is sound evidence of the toxic action of lead on the heart.
- In the **reproductive system**, the absorption of lead reduces male fertility. In women, there are records of children born dead and miscarriages.

Let us now review the specific situation in Ecuador:

We can affirm without hesitation that the air pollution in Ecuadorian cities comes primarily from automotive vehicles, which use gasoline either produced in the country's own refineries or imported. All of these fuels contain the TEL additive.

The country has five refineries:

- The Esmeraldas Refinery, which is State-owned and operated, is the most modern and best-equipped. For the production of gasoline, it uses the processes of atmospheric distillation, thermal cracking (visbreaking), catalytic cracking and catalytic reforming.
- The other four refineries (Amazonas, Lago Agrio, Petropeninsula and Repetrol) unfortunately have only primary distillation units; in other words, their refining structure is totally obsolete. This is a very important point to be taken into consideration.

It is for this reason that the refineries are obliged to use excessive amounts of lead-based antiknock agents, thus contributing to greater air pollution.

In the Esmeraldas Refinery, which --as mentioned previously--has conversion units, two types of gasoline are produced: premium (with an octane number of 80) and super (with an octane number of 92).

Given their outdated refining schemes, the other refineries produce only premium gasoline. This means that the gasoline blended in their facilities must add up to 3cc of TEL per gallon of fuel (0.84 g Pb/lit).

The lead emissions into the atmosphere may be calculated on the basis of the amount of TEL added in the refineries and the volumes of gasoline sold in urban centers.

Preliminary findings show that, as of 1990, the lead content in the atmosphere and in organisms will exceed the limits considered admissible at the international level. The studies point to the critical situation that will arise in the future if the necessary corrective measures are not taken in the centers of refining. However, we sustain that the situation is already extremely critical.

One aspect of interest that deserves to be mentioned is the lead content that has been measured in the air of the streets of Ecuador's two major cities, Quito and Guayaquil. The high

concentration in the tunnels of the city of Quito, in particular, far exceeds admissible indexes.

Whereas the limit considered to be admissible for the lead content of the atmosphere is 0.15 micrograms of Pb per cubic meter of air, in the tunnels this value is consistently higher than 6 and even 7 micrograms/m³. According to the research findings, the average value is 4.42 micrograms/m³, which is truly alarming.

ALTERNATIVES



In the face of this situation, it is necessary for every inhabitant in the country to become more aware of the importance of reducing the use of TEL as an additive. Government officials, legislators and technical specialists must propose concrete, viable solutions for achieving such a reduction. Human health is at stake.

Under such circumstances, what are the real alternatives that Ecuador is currently in a position to propose?

There are two alternative solutions that lend themselves to immediate implementation in the Esmeraldas Refinery:

- Optimization of the fluid catalytic cracking (FCC) unit, using a catalyzer to raise the octane number. This variation would provide an increase of 2.68 octanes in the gasoline produced, which would derive

in a decrease in TEL consumption, on the order of 232 TM/year.

- Rehabilitation and improvement of the catalytic reforming unit. This would also raise the octane number of the gasoline blend by 2 to 4 octane numbers.

Together, these two alternatives would yield an improvement of 6.93 RON, equivalent to a reduction of 254.05 TM/year.

In the case of the Petropeninsula and Repetrol refineries, it was already necessary in 1989 to launch a modernization project, entailing the installation of conversion units. By 1991, the modernization of these centers of refining should contribute an increase of 17 octanes in the gasoline blend, with a consequent effective decrease of 527 TM in the TEL figure.

Another attractive alternative --but one which would call for a great deal of government decision-- is the use of ethanol.

This project, applicable to the Peninsula and Oriente refin-

Once lead has penetrated an organism, its action is slow, continuous and usually irreversible.

We can affirm without hesitation that the air pollution in Ecuadorian cities comes primarily from automotive vehicles, which use gasoline either produced in the country's own refineries or imported. All of these fuels contain the TEL additive.

eries, would offer the additional advantage of generating employment opportunities and the developing approximately 75,000 hectares of farm land designated for growing sugarcane as the feedstock for ethanol production.

The addition of only 20% of anhydrous alcohol would yield an octane increase of 11.5 to 12.5 points, thereby reducing the use of TEL by 658 TM/year.

Finally, another alternative that requires further study and special attention is the use of oxygenated compounds, particularly methyl tertbutyl ether (MTBE). This technology is available, and its use has been increasing rapidly in almost all of the countries where the governments have demonstrated their concern over the need for en-

vironmental preservation.

In conclusion, it can be affirmed that the Ecuadorian situation in terms of the use of TEL in gasoline, and the consequent emissions and health-related effects, is extremely critical at present.

In order to remedy this situation, several alternatives may be considered for the short, medium and long term:

- Improvement and optimization of the FCC and catalytic reforming units at the Esmeraldas Refinery.
- Modernization of the Santa Elena Peninsula refineries (improvement of the refining pattern).

- Production and use of ethyl alcohol in mixtures with gasoline.

- Utilization of the oxygenated compound MTBE.

It is also important to create greater awareness regarding the seriousness of the problem and to undertake the following actions:

- To foster systematic, in-depth technical research on the actual situation of the country.
- To promote the structuring of suitable legislation, in order to guarantee effective controls and preservation of both the environment and public health.
- To recognize that the modern management practices for producing and marketing petroleum products give rise to serious concern over their effects on the environment and on health, i.e., hydrocarbon marketing activities cannot be considered to be economical and rational if they harm the ecology and the physical well-being of those whom they should serve.

