

# Intemperismo, efectos de hidrocarburos en suelos y acuíferos

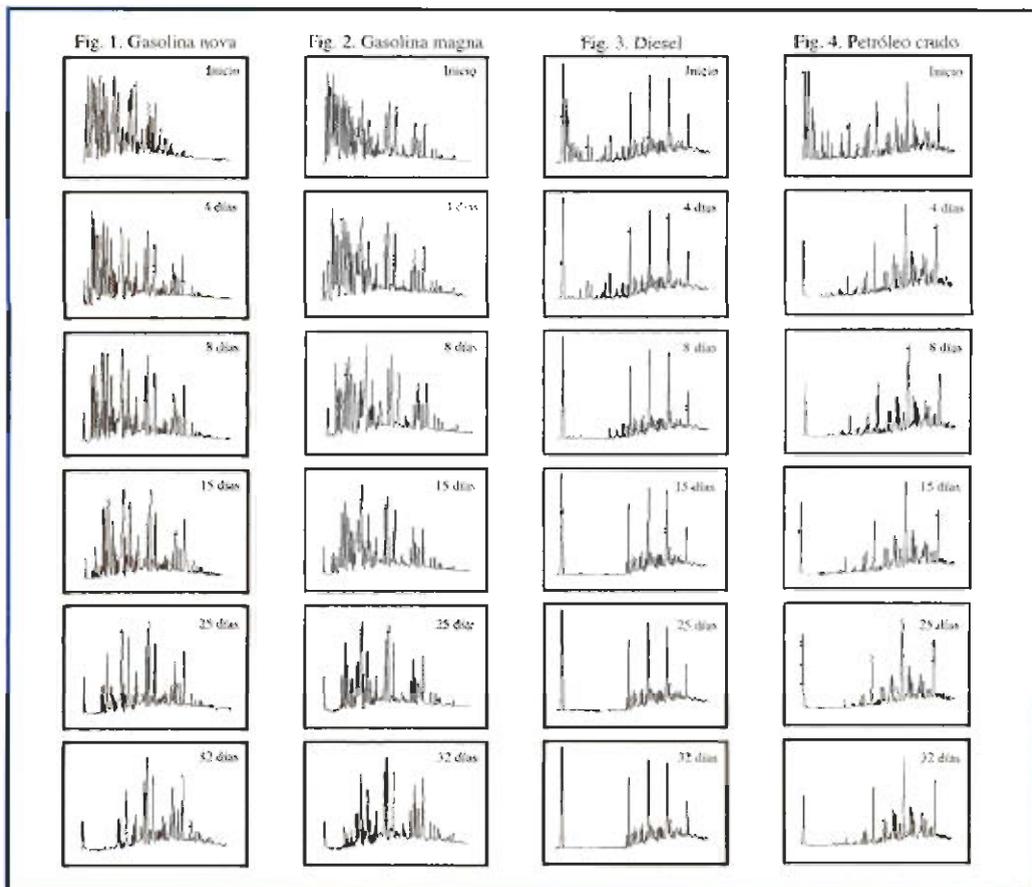
Juan Manuel Lesser\* y Susana Saval\*\*

**E**n el subsuelo de instalaciones industriales es común encontrar hidrocarburos contaminantes de suelo y aguas subterráneas, cuya composición se modifica en gran parte por la exposición a la intemperie.

Con la finalidad de conocer algunas de estas modificaciones se obtuvieron muestras frescas de gasolina, diesel y petróleo crudo a las cuales se les sometió a un proceso de intemperización natural, al mantenerlas en un lugar abierto y ventilado. Se tomaron muestras periódicas de cada producto y se analizaron por cromatografía de gases, en los perfiles cromatográficos obtenidos se confirmó la pérdida de los hidrocarburos volátiles. Los resultados obtenidos resaltan la importancia de conocer el efecto de la intemperie sobre cualquier tipo de contaminante.

Cuando ocurre un derrame de combustibles al suelo, una parte de los hidrocarburos se volatiliza, otros migran hacia el subsuelo y se disuelven en el agua subterránea, mientras que otros permanecen en fase libre flotando sobre el nivel del agua. Durante los estudios de prospección del subsuelo, uno de los objetivos que se persiguen es la caracterización de los hidrocarburos contaminantes, para ello se obtienen muestras de suelo, agua y de hidrocarburos en fase líquida, las cuales se pueden analizar en el laboratorio mediante cromatografía de gases con la finalidad de identificar el tipo y concentración de los combustibles presentes (Baugh y Lovegreen, 1993; Potter, 1993) y también se puede establecer si su composición ha sufrido cambios por efecto de la intemperie.

La gasolina y el diesel son mezclas complejas de hidrocarburos destilados del petróleo, que



contienen alrededor de 150 compuestos diferentes (Riser-Roberts, 1992; Mattney, 1994). La gasolina se caracteriza por contener hidrocarburos con bajo peso molecular que son muy volátiles, en comparación con los que están presentes en el diesel. La pérdida de los componentes volátiles en un combustible permite diferenciar un producto fresco de otro antiguo.

Cuando un combustible en fase líquida o adsorbido en el suelo permanece expuesto a la intemperie, el viento ocasiona la pérdida de los hidrocarburos volátiles, mientras que los rayos solares pueden provocar reacciones fotoquímicas en todos sus componentes. La combinación del viento y de la exposición al sol, ocasiona modificaciones químicas, descomposición o incluso la degradación total de los hidrocar-

buros, efecto que se conoce como intemperismo.

En este artículo se presentan algunas experiencias obtenidas al someter a la intemperie por volatilización natural, muestras de gasolina, diesel y petróleo crudo a las cuales se les dio seguimiento mediante análisis cromatográficos.

**Estrategia.** Muestras frescas de gasolina Nova, gasolina Magna, diesel y petróleo crudo se sometieron a análisis de acuerdo con el método EPA 8015 (USEPA, 1996), con lo cual se obtuvieron los perfiles cromatográficos típicos para cada producto. Estos mismos productos se expusieron a la intemperie en un espacio abierto y ventilado de manera natural durante un mes. En forma periódica se tomaron muestras que se analizaron de la misma forma para obtener los perfiles

cromatográficos correspondientes. También se cuantificó el contenido de hidrocarburos volátiles residuales en cada producto.

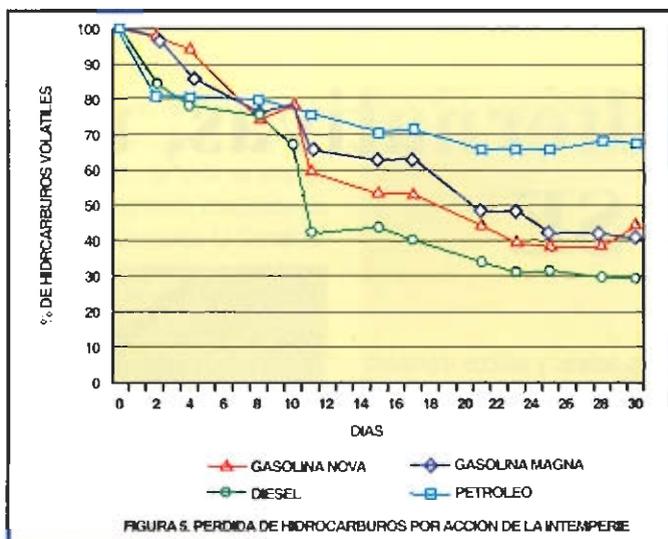
**Resultados.** Los perfiles cromatográficos obtenidos para los productos frescos y para las muestras expuestas a la intemperie se presentan en las figuras 1 a 4. Los perfiles típicos de las gasolinas Nova (fig. 1, inicio) y Magna (fig. 2, inicio), presentan picos con tiempos de retención hasta los 16 minutos. La gasolina contiene más de 150 hidrocarburos con estructuras químicamente diferentes entre 3 y 12 átomos de carbono, pero que comparten algunas características, por lo que una mayoría de picos aparecen encimados. A partir de los 4 días de estar expuestos a la intemperie, ya están ausentes aquellos hidrocarburos que tienen menor tiempo de retención,

que corresponden a aquellos con menor peso molecular y más volátiles. La ausencia de éstos se va haciendo más marcada con el paso del tiempo, de tal forma que a los 30 días se han perdido todos los hidrocarburos que aparecían en los primeros minutos, tanto para la gasolina Nova (fig. 1), como para la gasolina Magna (fig. 2).

En el caso del diesel y del petróleo crudo, los perfiles cromatográficos presentan una mayor diversidad de picos que abarcan tiempos de retención cortos y largos (figs. 3 y 4). La mayor parte de las entidades químicas contenidas en el diesel van de 10 a 30 átomos de carbono, aunque también contiene pequeñas cantidades de hidrocarburos con un menor número de átomos de carbono. En el caso del petróleo ocurre algo similar, aunque aquí se pueden encontrar entidades químicas mucho más complejas y con un mayor número de átomos de carbono que las contenidas en el diesel, las cuales son más estables y sufren menos cambios durante la intemperización.

En los perfiles cromatográficos obtenidos para el diesel (fig. 3) se observó pérdida de volátiles solamente los primeros 15 días y 8 días para el caso del petróleo crudo (fig. 4), después, los cromatogramas permanecen prácticamente sin cambio hasta los 30 días que duró el experimento.

Por otra parte, con la información obtenida a lo largo del seguimiento de las pruebas, se construyó la gráfica que se presenta en la figura 5, donde se aprecia claramente el porcentaje de pérdida de los hidrocarburos volátiles con respecto al tiempo, referida a la concentración inicial en cada producto. En todos los casos, la disminución fue gradual con respecto al tiempo y acorde con las observaciones de los perfiles cromatográficos. Los dos tipos de gasolina perdieron aproximadamente 60 por ciento de sus hidrocarburos volátiles, mientras que el diesel dejó escapar 70



por ciento. El petróleo crudo perdió solamente 25 por ciento de sus hidrocarburos volátiles, quizá debido a su elevada viscosidad.

**Discusión.** El perfil cromatográfico de cualquier combustible fresco puede ser considerado como una huella digital característica, por lo que puede servir como base para la identificación de hidrocarburos de origen desconocido, como es el caso de aquellos que contaminan suelos y aguas subterráneas. La pérdida de los componentes volátiles durante la intemperización hace que el perfil cromatográfico obtenido no tenga similitud con el combustible de origen, tal como ocurre en los perfiles a 30 días de intemperización, cuando se comparan con aquellos que se obtuvieron al inicio del experimento (figs. 1 a 4).

Lo anterior es de fundamental importancia cuando el objetivo principal de un análisis es la identificación de los combustibles contaminantes. También es importante tomarlo en consideración, cuando se está aplicando una remediación a suelo o agua subterránea contaminados, ya que muchos componentes se pierden por volatilización y no por el efecto de la propia técnica de remediación, principalmente en aquellas que están basadas en la degradación de los hidrocarburos contaminantes, por ejemplo, la biorremediación.

Si este experimento se hubiera realizado con ventilación forzada,

seguramente la pérdida de volátiles hubiera sido mayor y más rápida, sin embargo, el objetivo que se persiguió en este caso particular fue observar los cambios que ocurren en los hidrocarburos contaminantes en el caso más sencillo de intemperismo que es la ventilación natural y en ausencia de los rayos solares.

Respecto de los análisis, en el caso de combustibles ligeros existen otras pruebas complementarias como pueden ser la destilación y la

cuantificación de componentes volátiles específicos; sin embargo, estas pruebas presentan ciertas limitantes, por lo que la cromatografía es y seguirá siendo una herramienta de gran utilidad para identificar combustibles contaminantes en cualquier tipo de matriz, también para determinar su concentración en muestras de suelo y agua subterránea, así como para calcular el grado de intemperización, aunque en algunos casos sea con cierta imprecisión.

**Conclusiones.** Los resultados obtenidos confirman que la intemperie tiene una función importante en la composición de los combustibles y que esto debe ser tomado en consideración durante la identificación y cuantificación de hidrocarburos contaminantes presentes en suelos o agua subterránea contaminados, o bien, en aquellos que están siendo sometidos a un proceso de remediación. **T**

\* Lesser y Asociados, SA.  
\*\* Instituto de Ingeniería, UNAM.



**Centro Mexicano para la Producción Más Limpia**

**Estrategia ambiental preventiva para utilizar eficientemente los recursos y reducir el impacto negativo al ambiente**

**Mayor Productividad  
Menos Residuos  
Más Utilidades**

**Servicios ofrecidos**

- Evaluaciones de producción más limpia en planta.
- Talleres Interactivos de Entrenamiento
- Información sobre tecnologías más limpias
- Apoyo para conseguir financiamientos

**Centro Mexicano para la Producción más Limpia**  
Av. Instituto Politécnico Nacional s/n,  
Zacatenco, C.P. 07738  
Tels. 5729 6000, Ext. 55053 y 5729 6201  
Fax 5729 6902

E-mail: [cmpl@redipn.ipn.mx](mailto:cmpl@redipn.ipn.mx)

<http://www.cmpl.ipn.mx>

[cmpl@correo.cmpl.ipn.mx](mailto:cmpl@correo.cmpl.ipn.mx)

En la edición 19, en el artículo "En busca de criterios de limpieza de sitios cocontaminados con hidrocarburos", de la doctora Susana Saval, las unidades de medida correctas de las tablas 1, 11, 13 y 14 son µg/l, en vez de mg/l.