

# **BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LOS MÉTODOS GEOFÍSICOS EN DETECCIÓN DE MANCHAS DE CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS**

Por: Juan Manuel Lesser y Susana Saval, Juriquilla, Qro, 2004

## **RESUMEN**

Existe gran cantidad de instalaciones que manejan hidrocarburos destilados del petróleo (gasolina, diesel y turbosina, entre otros) en los cuales se presentan fugas o derrames que infiltran y contaminan suelo y subsuelo. Tomas clandestinas en ductos, estaciones de servicio (gasolineras), estaciones de almacenamiento y distribución, refinерías, así como terminales de autobuses, estaciones de ferrocarril y aeropuertos, las cuales son las principales fuentes potenciales de contaminación al suelo y agua subterránea. El agua de lluvia que se precipita sobre el terreno, se filtra y constituye el principal vehículo que transporta hidrocarburos hacia los acuíferos. La presencia de estos compuestos en el agua de consumo humano implica un alto riesgo a la salud, de ahí que los problemas de contaminación en suelo requieren ser atendidos a fin de evitar la contaminación del agua subterránea. La caracterización o prospección de un sitio contaminado, consistente en determinar el área afectada, su magnitud y distribución, así como conocer el tipo de hidrocarburos y su concentración. La caracterización de un sitio contaminado con hidrocarburos, se debe llevar a cabo mediante muestreos y registros directos. Son comunes las perforaciones a partir de las cuales se hacen mediciones de hidrocarburos volátiles a diferentes profundidades (gasometría). La propiedad de volatilización de muchos hidrocarburos es una herramienta de apoyo para detectar, mediante mediciones de volátiles, la extensión del área contaminada, pero aún así es indispensable la obtención de muestras del subsuelo a diferentes profundidades y su análisis en laboratorio, con la finalidad de determinar el grado de contaminación del material y las necesidades de remediación para cumplir con las disposiciones normativas.

Los métodos geofísicos en sus diferentes modalidades son una valiosa herramienta que permite identificar cuerpos de rocas y materiales en el subsuelo. Estos métodos se basan en detectar los contrastes entre rocas y otros materiales para con ello conocer su distribución y profundidad en el subsuelo. Mientras mayor contraste exista, mayor será la precisión de los resultados obtenidos. En un sitio contaminado con combustibles destilados, donde los hidrocarburos se encuentran como volátiles y adsorbidos a las partículas del subsuelo, los contrastes existentes generalmente son muy reducidos, lo cual limita la aplicación de los métodos geofísicos como un método para la detección de la mancha de contaminación. Si a ello se le suma que en el subsuelo se presentan horizontes irregulares de arcillas intercaladas con arenas y mezclas de ambas en diferentes proporciones, la identificación de zonas contaminadas por hidrocarburos mediante geofísica deja de ser clara, consistente y concluyente. Los casos extremos son: cuando existen zonas con materiales homogéneos en el subsuelo donde se presenta una fuerte contaminación, la geofísica podría identificar la zona afectada, mientras que, cuando los materiales son heterogéneos y la concentración de contaminantes es reducida, la geofísica no puede identificar el área afectada. Como apoyo para obtener una mayor confiabilidad en los resultados geofísicos, es indispensable llevar a cabo una calibración, la cual consiste en la perforación y obtención de muestras de suelo para determinar el tipo de material, el cual se debe correlacionar con los valores registrados mediante el método geofísico. Ello, permite obtener una mayor precisión en la detección del tipo de materiales. Como parte del mismo estudio surge la siguiente interrogante: ¿el

tipo y concentración de hidrocarburos en el subsuelo produce contraste suficiente como para ser detectado por el método geofísico? El estudio de un gran número de sitios permite resumir que la aplicación de métodos geofísicos en la detección de zonas contaminadas por hidrocarburos presenta fuertes limitaciones.

Como política o costumbre, la mayor parte de estudios de caracterización de sitios contaminados por hidrocarburos han venido incluyendo una campaña de geofísica. El método, puede ser de utilidad siempre y cuando se le de su peso específico de acuerdo con las características del sitio. Es común el abuso en el empleo de la geofísica que, en muchos de estos casos ha llegado al grado de **no** tomar en cuenta los materiales que constituyen el subsuelo, **no** realizar la calibración con métodos directos y más grave aún, correlacionar los valores obtenidos con el método geofísico con concentraciones de hidrocarburos presentes en el subsuelo, incluso expresadas en mg/kg. Para ejemplificar lo anterior se describen los resultados de la geofísica aplicada a la detección de zonas contaminadas de varios sitios: CASO 1.- Zona constituida por arenas y arcillas de permeabilidad variable donde no existe un nivel estático cercano a la superficie en el cual existió una fuga de gasolina. Se llevaron a cabo secciones de geofísica eléctrica que marcaron una zona contaminada en los 3 metros superficiales. Posteriormente se efectuaron perforaciones con muestreo de suelo hasta 10 m de profundidad y posteriormente análisis y se encontró una zona con hidrocarburos adsorbidos al suelo entre 6 y 9 metros de profundidad en concentraciones entre 1,000 y 6,000 mg/kg de hidrocarburos ligeros. CASO 2.- Zona constituida por arenas con nivel freático a 1.5 metros de profundidad donde existieron fugas de combustibles. La campaña de geofísica eléctrica marcó una zona con contaminación en el patio 3 y ausencia de contaminación en el patio 4. Posteriormente se efectuaron perforaciones con muestreo de suelo para análisis en ambos patios mediante las cuales se encontraron arenas y agua subterránea contaminadas, incluso presencia de producto libre flotando sobre el nivel freático en el patio 4 y concentración de hidrocarburos casi insignificante en el patio 3. El problema en este estudio fue que para la instalación de pozos de monitoreo se tomó como referencia el estudio geofísico y los pozos quedaron fuera de la mancha de contaminación con producto libre.

A partir de las experiencias se concluye que la geofísica es una herramienta de gran utilidad en la detección de cuerpos, estructuras y materiales en el subsuelo, pero no así para la definición de zonas contaminadas. Para su correcta interpretación es indispensable una calibración con métodos directos de perforación y la exactitud de los resultados estará en función al contraste entre los cuerpos existentes en el subsuelo. Además, se pone en evidencia que ha existido un abuso en la aplicación de métodos geofísicos para la detección de zonas contaminadas por hidrocarburos. Por lo anterior se recomienda dar el peso específico correcto a la geofísica dentro de los estudios de caracterización de sitios contaminados y evitar el abuso que se ha llegado a hacer de ésta, lo cual está llevando a desprestigiar un método que, correctamente aplicado es de valiosa utilidad, lo cual ha sido demostrado por un gran número de estudios.

Existe gran cantidad de instalaciones que manejan hidrocarburos destilados del petróleo en los cuales se presentan fugas o derrames que infiltran y contaminan suelo y subsuelo. El agua de lluvia que se precipita sobre el terreno, se infiltra y constituye el principal vehículo que transporta hidrocarburos hacia los acuíferos. La caracterización o prospección de un sitio contaminado, consistente en determinar el área afectada, su magnitud y distribución, así como conocer el tipo de hidrocarburos y su concentración.

Los métodos geofísicos en sus diferentes modalidades son una valiosa herramienta que permite identificar cuerpos de rocas y materiales en el subsuelo. Estos métodos se basan en detectar los contrastes entre rocas y otros materiales para con ello conocer su distribución y profundidad en el subsuelo. Mientras mayor contraste exista, mayor será la precisión de los resultados obtenidos. En un sitio contaminado con combustibles destilados, donde los hidrocarburos se encuentran como volátiles y adsorbidos a las partículas del subsuelo, los contrastes existentes generalmente son muy reducidos, lo cual limita la aplicación de los métodos geofísicos como un método para la detección de la mancha de contaminación. Si a ello se le suma que en el subsuelo se presentan horizontes irregulares de arcillas intercaladas con arenas y mezclas de ambas en diferentes proporciones, la identificación de zonas contaminadas por hidrocarburos mediante geofísica deja de ser clara, consistente y concluyente. El estudio de un gran número de sitios permite resumir que la aplicación de métodos geofísicos en la detección de zonas contaminadas por hidrocarburos presenta fuertes limitaciones.

Como política o costumbre, la mayor parte de estudios de caracterización de sitios contaminados por hidrocarburos han venido incluyendo una campaña de geofísica. El método, puede ser de utilidad siempre y cuando se le de su peso específico de acuerdo con las características del sitio. Es común el abuso en el empleo de la geofísica que, en muchos de estos casos ha llegado al grado de correlacionar los valores obtenidos con el método geofísico con concentraciones de hidrocarburos presentes en el subsuelo, incluso expresadas en mg/kg. Para ejemplificar lo anterior se describen los resultados de la geofísica aplicada a la detección de zonas contaminadas de varios sitios.

A partir de las experiencias se concluye que la geofísica es una herramienta de gran utilidad en la detección de cuerpos, estructuras y materiales en el subsuelo, pero no así para la definición de zonas contaminadas. La exactitud de los resultados estará en función al contraste entre los cuerpos existentes en el subsuelo. Se muestra que ha existido un abuso en la aplicación de métodos geofísicos y se recomienda dar el peso específico correcto a la geofísica dentro de los estudios de caracterización de sitios contaminados y evitar el abuso que se ha llegado a hacer de ésta, lo cual está llevando a desprestigiar un método que, correctamente aplicado es de valiosa utilidad.

Existe gran cantidad de instalaciones que manejan hidrocarburos destilados del petróleo en los cuales se presentan fugas o derrames que infiltran y contaminan suelo y subsuelo. El agua de lluvia que se precipita sobre el terreno, se infiltra y constituye el principal vehículo que transporta hidrocarburos hacia los acuíferos. La caracterización o prospección de un sitio contaminado, consistente en determinar el área afectada, su magnitud y distribución, así como conocer el tipo de hidrocarburos y su concentración.

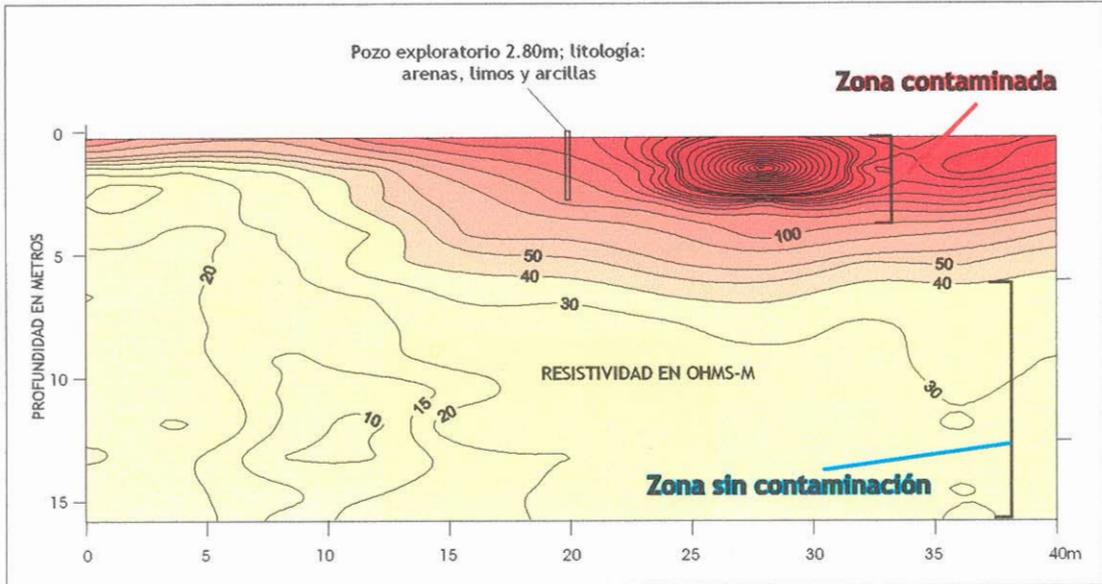
Los métodos geofísicos en sus diferentes modalidades son una valiosa herramienta que permite identificar cuerpos de rocas y materiales en el subsuelo. Estos métodos se basan en detectar los contrastes entre rocas y otros materiales para con ello conocer su distribución y profundidad en el subsuelo. Mientras mayor contraste exista, mayor será la precisión de los resultados obtenidos. En un sitio contaminado con combustibles destilados, donde los hidrocarburos se encuentran como volátiles y adsorbidos a las partículas del subsuelo, los contrastes existentes generalmente son muy reducidos, lo cual limita la aplicación de los métodos geofísicos como un método para la detección de la mancha de contaminación. Si a ello se le suma que en el subsuelo se presentan horizontes irregulares de arcillas intercaladas con arenas y mezclas de ambas en diferentes proporciones, la identificación de zonas contaminadas por hidrocarburos mediante geofísica deja de ser clara, consistente y concluyente. El estudio de un gran número de sitios permite resumir que la aplicación de métodos geofísicos en la detección de zonas contaminadas por hidrocarburos presenta fuertes limitaciones.

Como política o costumbre, la mayor parte de estudios de caracterización de sitios contaminados por hidrocarburos han venido incluyendo una campaña de geofísica. El método, puede ser de utilidad siempre y cuando se le de su peso específico de acuerdo con las características del sitio. Es común el abuso en el empleo de la geofísica que, en muchos de estos casos ha llegado al grado de correlacionar los valores obtenidos con el método geofísico con concentraciones de hidrocarburos presentes en el subsuelo, incluso expresadas en mg/kg. Para ejemplificar lo anterior se describen los resultados de la geofísica aplicada a la detección de zonas contaminadas de varios sitios.

A partir de las experiencias se concluye que la geofísica es una herramienta de gran utilidad en la detección de cuerpos, estructuras y materiales en el subsuelo, pero no así para la definición de zonas contaminadas. La exactitud de los resultados estará en función al contraste entre los cuerpos existentes en el subsuelo. Se muestra que ha existido un abuso en la aplicación de métodos geofísicos y se recomienda dar el peso específico correcto a la geofísica dentro de los estudios de caracterización de sitios contaminados y evitar el abuso que se ha llegado a hacer de ésta, lo cual está llevando a desprestigiar un método que, correctamente aplicado es de valiosa utilidad.

# DETECCIÓN DE ZONA CONTAMINADA POR HIDROCARBUROS

## MEDIANTE GEOFÍSICA



## MEDIANTE PERFORACIÓN Y ANÁLISIS QUÍMICOS

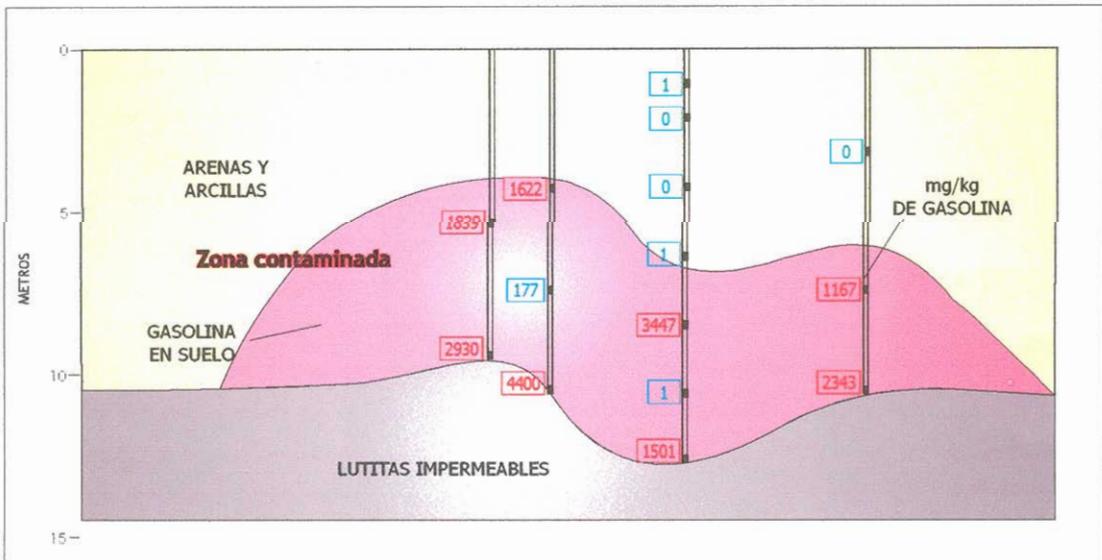


Figura 1. Detección de zona contaminada por fuga de hidrocarburos. Arriba, resultados de la geofísica eléctrica, que determinó contaminación en los 3m superficiales del terreno. Abajo, mediante perforación, muestreo y análisis químicos se encontró zona contaminada con entre 1000 y 4000 mg/kg de gasolina en el suelo, entre 6 y 10 m de profundidad.

## MEDIANTE GEOFÍSICA

