

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En la actualidad la industria y el desarrollo son dos polos que resultan opuestos al ambiente, ya que mientras estos van extendiéndose hacen que los ecosistemas vayan deteriorándose y reduciéndose a la misma velocidad e intensidad que ellos. Es así que se necesita de nuevas técnicas de remediación ambiental como la extracción mediante solventes.

El análisis de extracción de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH), es una técnica nueva de recuperación o remediación de suelos que han sufrido una contaminación por Hidrocarburos, por lo que no existen muchos estudios previos sobre este tema.

En la literatura no se encuentra una amplia gama de estudios sobre la remoción de TPH en suelos contaminados con hidrocarburos mediante los solventes que nos hemos planteado.

Los pocos estudios que existen sobre la extracción de Hidrocarburos Totales de Petróleo no utilizan los solventes por separado sino mas bien los mezclan en relación de volumen (1/1). Este tipo de proyectos sobre tratamientos innovadores o de recursos de superfund son ejecutados principalmente por compañías estadounidenses, que pertenecen a la industria manufacturera, dado que los solventes son materias primas costosas que se pueden reutilizar.

A través del presente estudio se determina experimentalmente la eficiencia de seis solventes orgánicos (acetona, metanol, éter de petróleo, hexano, 1,1,1 tricloroetano, xileno) para extraer TPH de suelos contaminados con petróleo, realizando una comparación entre solventes para determinar el grado de remoción de los TPH que se encuentran en la muestra de suelo.

El proceso se lo lleva a cabo en un laboratorio que dispone de todos los equipos e implementos necesarios para preparar una muestra de suelo contaminado con una concentración conocida de hidrocarburos (50000 ppm) y así remover los TPH presentes

en el suelo contaminado mediante ensayos de extracción con seis solventes orgánicos distintos, utilizando un equipo extractor de Laboratorio tipo "Soxhlet". Para evaluar la eficiencia de remoción de los TPH, para cada solvente el presente estudio aplica criterios estadísticos para determinar la precisión de la técnica analítica utilizada y el comportamiento estadístico de los resultados obtenidos mediante el análisis ANOVA.

Para los ensayos en laboratorio que se realizaron en este estudio sobre la determinación de la eficiencia de remoción de los seis solventes orgánicos ya planteados en suelos contaminados con petróleo, se seleccionaron dos Kilogramos del suelo amazónico ecuatoriano, una porción se utilizó para preparar la muestra blanco y la otra para preparar la muestra con una concentración conocida de 50000 ppm de Hidrocarburos Totales de Petróleo.

El suelo amazónico empleado en este estudio está formado en su mayor parte por antiguos sedimentos improductivos de bajo contenido en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. Estos suelos también son muy pobres en nutrientes ya que su poder de retención es bajo, debido a las altas temperaturas, las precipitaciones y la historia geológica. La descomposición de la materia orgánica es la responsable de nutrir a la tupida vegetación del Oriente Ecuatoriano pero estos nutrientes no se retienen en su totalidad en el suelo ya que en este existen concentraciones de aluminio e hidrógeno que ocupan los espacios en los que los nutrientes deberían ser retenidos.

El proceso de extracción de TPH mediante solventes orgánicos se realizó en el laboratorio de la Universidad Internacional SEK utilizando un equipo de extracción tipo "Soxhlet".

Para cada uno de los seis solventes orgánicos empleados; acetona, metanol, hexano, éter de petróleo, xileno (mezcla) y 1,1,1 tricloroetano, se realizaron dos ensayos para determinar la concentración de fondo o también llamada muestra Blanco y cuatro ensayos para medir la concentración de TPH removido de la muestra de suelo.

El mayor porcentaje de extracción se obtuvo con Acetona dando un valor de remoción del 33% del total de la concentración inicial, con una variación estándar de  $\pm 1\%$ . El menor porcentaje de remoción pertenece al Hexano ya que solamente alcanzó a remover el 12% de los hidrocarburos totales de petróleo con una variación estándar de  $\pm 3\%$ .

La concentración de fondo de mayor remoción pertenece al éter de petróleo (4881ppm) y el de menor concentración al 1,1,1 tricloroetano (947ppm). Ambos datos pertenecen a especies orgánicas distintas a los TPH presentes en el suelo y que son solubles en cada solvente empleado.

El análisis estadístico demuestra que la precisión es superior con el 1,1,1 tricloroetano ( $S = 324\text{ppm}$  o  $1\%$ ). La exactitud en todos los casos no se considera como buena ya que los solventes remueven menos del 33% de la concentración inicial de TPH.

Según el análisis de varianza de datos para un sólo factor (ANOVA) se demostró que la distribución F es mucho más alta que F crítica, por lo tanto la concentración de TPH removido del suelo dependerá del solvente que se utilice.