

Título de la Tesis: “Tratamiento térmico de suelos contaminados”

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Merino, Jerónimo

Director: Dra. Verónica Bucalá

Resumen

Los sitios con suelos contaminados constituyen un serio problema por su potencial impacto sobre la salud humana y el medio ambiente. La contaminación puede surgir por derrames accidentales o clandestinos sobre la superficie del suelo, o por pérdidas de tanques de almacenamiento subterráneo o superficial. Los métodos de remediación pueden ser, dependiendo del tipo del contaminante y la naturaleza del suelo, tratamientos físicos, químicos y/o biológicos. Dentro de los dos primeros se encuentran los tratamientos térmicos, los cuales son considerados muy efectivos para remediar suelos contaminados con compuestos orgánicos.

Las tecnologías de remediación térmica pueden ser clasificadas, de acuerdo al rango de temperatura final del lecho de suelo, en tecnologías de desorción térmica o de destrucción térmica. La primera corresponde a rangos de temperatura entre 150 a 500°C donde el contaminante, por efecto de la temperatura, es separado físicamente de la matriz de suelo sin que sufra cambios químicos apreciables. Luego el contaminante, es tratado en otra unidad aguas abajo para su recuperación o destrucción. Por otro lado, las tecnologías de destrucción térmica operan a altas temperaturas. El rango de temperaturas de operación abarca de 500 a 1400°C. En este tipo de tratamiento, la temperatura puede modificar la naturaleza química del contaminante.

La atmósfera de tratamiento, para ambas tecnologías, puede ser aire, aire enriquecido con oxígeno o bien inerte. En el caso de las tecnologías de destrucción térmica, la incineración constituye un ejemplo de los métodos que operan con atmósfera de aire y la pirólisis es representativa de las tecnologías que trabajan bajo una atmósfera inerte.

Los niveles de contaminación en suelos varían sustancialmente de un sitio a otro, sin embargo, en general el suelo en sí mismo constituye una altísima proporción de la matriz contaminada. Por lo tanto, el conocimiento del comportamiento de suelos "limpios" (i.e., libres de contaminación de origen antropogénica) cuando son tratados térmicamente es relevante. En efecto, la temperatura elegida para llevar a cabo el tratamiento de los suelos puede causar cambios estructurales y químicos del suelo en sí mismo.

En esta Tesis se evalúa el efecto de la temperatura de tratamiento sobre: a) las características físico-químicas del suelo original (i.e. libre de contaminante), b) la eficiencia de la remoción y/o destrucción de los contaminantes y c) el destino y transformación de los contaminantes una vez que abandonan la matriz contaminada. Se efectúan además estudios paramétricos tendientes a comprender los fenómenos de remoción y/o destrucción de los contaminantes desde la matriz de suelo. En particular, se han utilizado suelos de distinta naturaleza química, principalmente diferentes en su contenido de materia orgánica.

El tratamiento térmico de las muestras de suelo, tanto limpias como contaminadas, es realizado en un horno adiabático, bajo una atmósfera inerte, desde temperatura ambiente hasta temperaturas finales de 160 a 900 °C. Por lo tanto, los estudios realizados,

Título de la Tesis: “Tratamiento térmico de suelos contaminados”

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Merino, Jerónimo

Director: Dra. Verónica Bucalá

en la presente Tesis, corresponden a tratamientos ex-situ (i.e., el suelo contaminado requiere excavación) y abarcan las tecnologías de desorción y destrucción térmica (pirólisis).

Los contaminantes utilizados para llevar a cabo los estudios propuestos fueron: gasoil, n-hexadecano y naftaleno. El primero es un corte de petróleo y los otros dos se encuentran presentes en el mencionado corte. Cabe aclarar que, en todos los casos, la contaminación de las muestras fue realizada en forma artificial.

Título de la Tesis: “Tratamiento térmico de suelos contaminados”

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Merino, Jerónimo

Director: Dra. Verónica Bucalá

Abstract

Soils contaminated with hazardous substances have been known to threaten human health through several pathways. Among many sources of contamination, leaking underground storage tanks are believed to be the largest source of contaminated soils and groundwater. Depending on the soil and contaminant nature, different treatment technologies can be used for the decontamination of soils. Nowadays, there are available a variety of physical, chemical and/or biological treatment methods. Among these, the thermal treatment is considered as one of the most feasible technologies because of its high degree of effectiveness for a wide range of volatile organics.

According to the final treatment temperature, the technologies are grouped into thermal desorption and thermal destruction. The first technology operates at temperatures ranging from 150 to 500 °C, where the contaminant is physically removed without experiencing important chemical modifications. The evolved contaminant can be recovered or treated downstream. On the other hand, the destruction technologies involve the treatment of the solids up to high temperatures, between 500 and 1400°C. During this type of treatment, the chemical nature of the contaminant can be seriously affected.

The treatment atmosphere can be air, oxygen-enhanced air, or an inert gas. For the destruction techniques group, the incineration is an example of a method that operates with air, while the pyrolysis is a technology that uses usually nitrogen (inert gas) as transfer medium for the vaporized components. The contaminant levels change from one site to another; however, it can be assumed that the soil itself can represent a very high fraction of the whole contaminated sample. Therefore, the knowledge about the behavior of clean soil (i.e., free of contamination) during thermal treatments is relevant. In fact, the thermal level selected to perform the treatment can significantly modify the chemical and physical structure of the soil itself.

In this Thesis the influence of the treatment temperature on a) the physical-chemical properties of the soil itself, b) the removal and destruction of contaminants and c) the fate of contaminants is investigated. Several parametric studies are discussed to elucidate the removal/destruction mechanisms that take place during the treatment. For these studies, four soils have been used, being the main difference between them the total organic carbon content. The thermal treatments of clean and contaminated samples have been performed in an adiabatic oven, employing helium as inert gas. The samples have been heated from room temperature up to final values between 160 and 900 °C. Therefore, the studies carried out are pertinent to ex-situ technologies ranging from thermal desorption to thermal destruction in nonoxidizing media.

The selected contaminants are gasoil, n-hexadecane and naphthalene. The first one is a common fuel, while n-hexadecane and naphthalene are compounds that are present in the gasoil. For all the studies the soils were artificially contaminated.