



## DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

<b>Grado/Máster en:</b>	Master Universitario en INGENIERÍA QUÍMICA por la Universidad de Málaga
<b>Centro:</b>	Facultad de Ciencias
<b>Asignatura:</b>	EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS
<b>Código:</b>	114
<b>Tipo:</b>	Optativa
<b>Materia:</b>	BLOQUE OPTATIVO
<b>Módulo:</b>	INGENIERÍA DE PROCESOS Y PRODUCTOS
<b>Experimentalidad:</b>	
<b>Idioma en el que se imparte:</b>	Español
<b>Curso:</b>	1
<b>Semestre:</b>	2
<b>Nº Créditos:</b>	3
<b>Nº Horas de dedicación del</b>	75
<b>Tamaño del Grupo Grande:</b>	
<b>Tamaño del Grupo Reducido:</b>	
<b>Página web de la asignatura:</b>	

## EQUIPO DOCENTE

<b>Departamento:</b>	INGENIERÍA QUÍMICA
<b>Área:</b>	INGENIERÍA QUÍMICA

Nombre y Apellidos	Mail	Teléfono Laboral	Despacho	Horario Tutorías
Coordinador/a: M CRUZ LOPEZ ESCALANTE	mclopez@uma.es	952132037	DIQq1 Dpto. Ingeniería Química (Módulo de Química, planta 1) - FAC. DE CIENCIAS	

## RECOMENDACIONES Y ORIENTACIONES

Se recomienda haber cursado el grado de Ingeniería Química

## CONTEXTO

En esta asignatura se estudiarán:

Los procedimientos de evaluación de la contaminación de los suelos y la determinación de los niveles genéricos de referencia (NGRs) en España.

Los mecanismos de transporte de contaminantes en el suelo.

Las diferentes técnicas de recuperación de suelos y cuáles son las más apropiadas en función de las circunstancias.

## COMPETENCIAS

## 1 Competencias generales y básicas.

## Competencias basicos

- 1.2 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- 1.4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- 1.9 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

## Competencias generales

- 1.1 Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado
- 1.7 - Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional
- 1.11 Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

## 2 Competencias específicas.

## Competencias transversales

- 2.3 Elaborar y escribir informes y otros documentos de carácter científico y técnico.

## CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Nombre Bloque Temático



- Tema 1: Introducción al problema de la contaminación del suelo y las aguas subterráneas.  
Tema 2: El movimiento de los contaminantes en el suelo, su importancia y resolución de problemas  
Tema 3: Evaluación de los suelos contaminados. Cálculo de los NGRs.  
Tema 4: Las técnicas de descontaminación.  
Tema 5: Criterios de selección de la técnica adecuada. Casos prácticos.

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

### Actividades presenciales

#### Actividades positivas

Lección magistral

#### Actividades prácticas en aula docente

Resolución de problemas

#### Otras actividades presenciales

Otras actividades presenciales

## ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE / CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Distinguir las condiciones específicas del suelo como medio receptor de la contaminación respecto a otros medios receptores.  
Conocer y aplicar los procedimientos para la determinación de los Niveles Genéricos de Referencia (NGRs).  
Conocer y aplicar los procedimientos de evaluación del riesgo ocasionado por la contaminación de los suelos.  
Aplicar los conocimientos fundamentales del transporte de una propiedad extensiva a los casos del transporte de cantidad de movimiento, calor y materia en suelos.  
Conocer las técnicas de descontaminación de suelos y su marco de aplicación.  
Completar la formación en el cálculo y comprender el comportamiento del suelo como reactor.  
Entender y aplicar los procedimientos de selección de las técnicas de descontaminación de suelos.  
Calcular la velocidad de eliminación de los contaminantes de los suelos durante los procesos de descontaminación, estableciendo las condiciones operativas más adecuadas para cada técnica de descontaminación.  
Diseño básico de sistemas de descontaminación.  
Se plantearán ejercicios y cuestiones de carácter teórico-práctico a realizar durante el horario de clase. Podrán proponerse asimismo trabajos de ampliación de temas y cuestiones.  
Se realizará un examen final de la asignatura.  
Los criterios para la evaluación son:  
Componentes para la calificación final:  
- Trabajos tutorizados, resolución de ejercicios propuestos, casos prácticos y/o laboratorio y otras actividades complementarias relacionadas con la asignatura  
- Examen final de la asignatura para alumnos.

## PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

- Valoración media ponderada de cada uno de los ejercicios propuestos.  
Examen final para todos los alumnos matriculados  
En condiciones normales (docencia totalmente presencial) la evaluación continua supone un 30% y el examen final un 70%.  
La evaluación en convocatorias extraordinarias se basará en un único examen (100% de la calificación final)

## BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS

### Básica

- Blanco, R. y Abia, L. ¿Lavado de suelos mediante plantas móviles? Ingeniería Química 480, 170-175 (2008)  
BOE, 18 de Enero de 2005, Pág. 1833, R. D. 9/2005.  
BOE, 22 de Abril de 1998, Pág. 13372, Ley 10/1998 de 21 de Abril, de Residuos.  
BOE, 29 de Julio de 2011, Pág. 85650, Ley 22/2011 de 28 de Julio, de Residuos y suelos.  
EPA ¿A citizen's guide to soil flushing? EPA542-F96-006 (2006)  
EPA ¿A citizen's guide to soil washing? EPA542-F01-008 (2001)  
EPA ¿A guide to developing and documenting cost estimates during the feasibility study? EPA 540-R-00-002 (2000)  
EPA ¿Green Remediation Best Management Practices: Soil Vapor Extraction & Air Sparging? EPA 542-F-10-007 (2010)  
EPA ¿Guide for conducting treatability studies under CERCLA: Soil Washing? EPA 540/2-91/020A (1991)  
EPA ¿Methodology for Understanding and Reducing a Project's Environmental Footprint? EPA 542-R-12-002 (2012)  
EPA ¿Revised guidance documents for the remediation of contaminated soils? (1998)  
EPA ¿Technology reference guide for radiologically contaminated surfaces? EPA402-R06-003 (2006)  
García Delgado, R. A., García-Herruzo, F., Rodríguez Maroto, J. M., Gómez-Lahoz, C. y Castellón, C. ¿Lead Mobilization from a Clayey Soil in Relation to Carbonate Content? Journal of Environmental Science. & Health. A , 31, 2087-2097 (1996)  
García Herruzo, F., Rodríguez Maroto, J.M., García-Delgado, R., Gómez Lahoz, C. y Vereda Alonso C. ¿Column study of the influence on the retention of hydrocarbons on soil? Chemosphere, 41, 1167-1172 (2000)  
García-Delgado, R., Rodríguez-Maroto, J.M., Gómez-Lahoz, C., Vereda-Alonso, C. y García-Herruzo, F. ¿Soil Flushing with EDTA Solutions: A Model for Channeled Flow? Separation Science & Technology, 33, 867-886 (1998)  
García-Herruzo, F., Gómez-Lahoz, C. Rodríguez-Jiménez, J.J., Wilson, D.J., García-Delgado, R.A. y Rodríguez-Maroto, J. M. ¿Influence of Water Evaporation on Soil Vapor Extraction (SVE)? Water Science & Technology, 30, 115-118 (1994)  
García-Herruzo, F., Rodríguez-Maroto, J. M., García-Delgado, R., Gómez-Lahoz, C. y Vereda Alonso, C. ¿Limpieza de suelos contaminados por electrodescontaminación. I. Fundamentos y Aspectos Básicos? Ingeniería Química, 32, 215-220 (2000)



García-Herruzo, F., Rodríguez-Maroto, J. M., García-Delgado, R., Gómez-Lahoz, C y Vereda Alonso, C. ¿Limpieza de suelos contaminados por electrodescontaminación. II. Mejoras de la técnica en el movimiento de contaminantes¿ Ingeniería Química, 32, 209-214 (2000)

Guía Técnica de Aplicación del R.D. 9/2005 de Mayo 2007. Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental.

Hinchee, R.E., Miller, R.N. y Johnson, P.C.(Eds.) ¿In Situ aeration: Air Sparging, Bioventing, and Related Remediation Processes¿. Battelle Press (1995).

Ottosen, L.M., Christensen, I.V. Rorig-Dalgaard, I., Jensen, P.E. y Hansen, H.K. ¿Utilization of electromigration in civil and environmental engineering ¿ Processes, transport rates and matrix changes¿ J. Environ. Sci. Health, Part A, 43(8):795¿809, 2008.

Reddy, K., y Cameselle, C. (Eds.) ¿Electrochemical Remediation Technologies for Polluted Soils, Sediments and Groundwater¿, John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-0-470-38343-8 (2009)

Rey Benayas et al. (Eds.) ¿Restauración de Ecosistemas Mediterráneos¿. Universidad de Alcalá, 2003.

Ribeiro, A. B. y Rodríguez-Maroto, J. M., ¿Electroremediation of heavy metals contaminated soils. Processes and Applications¿ Capítulo 18 en: ¿Trace elements in the Environment¿ CRC Press ISBN 1566706858

Rodríguez Maroto, J. M., García Delgado, R. A., García Herruzo, F. Gómez Lahoz, C. y Vereda Alonso, C. ¿Limpieza de suelos contaminados mediante aireación in situ. (IV) Condiciones de diseño¿, Ingeniería Química, 28, 119-125 (1996)

Rodríguez-Maroto, J. M., Wilson, D. J., Gómez-Lahoz, C. y Clarke, A. N. ¿Soil Cleanup by In-Situ Aeration. XXI. Effects of Desorption Rates and Equilibria on Remediation Rates¿, Separation Science & Technology, 30, 521-547 (1995)

Rodríguez-Maroto, J.M., García-Delgado, R., García-Herruzo, F. y Gómez-Lahoz, C. "La Contaminación del Suelo" Ingeniería Química, Sept. 1993, 267-71.

Sabroso González, M. C. y Pastor Eixarch, A. ¿Guía sobre suelos contaminados del Gobierno de Aragón, 2004.

Sistemas de bombeo, control y tratamiento de la fase vapor¿, Ingeniería Química, 33, 237-243 (1998)

Vereda Alonso, C., Rodríguez-Maroto, J.M., García-Delgado, R., García-Herruzo, F. y Gómez-Lahoz, C. ¿Limpieza de suelos contaminados mediante aireación in situ V.

Wilson, D.J. (Ed.) ¿Modeling of In Situ Techniques for Treatment of Contaminated Soils. Soil Vapor Extraction, Sparging, and Bioventing¿. Technomic (1995).

Yeung, A.T. y Gu, Y. Y. ¿A review on techniques to enhance electrochemical remediation of contaminated soils¿. J. Hazard. Materials, (2011)

## DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE

### ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL

Descripción	Horas	Grupo grande	Grupos reducidos
Lección magistral	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otras actividades presenciales	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resolución de problemas	7.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL</b>	<b>22.5</b>		

### ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL

Descripción	Horas
<b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL</b>	<b>45</b>
<b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD EVALUACIÓN</b>	<b>7.5</b>
<b>TOTAL HORAS DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE</b>	

## ADAPTACIÓN A MODO VIRTUAL POR COVID19

### ACTIVIDADES FORMATIVAS

Se impartirán clases presenciales a grupos o subgrupos según lo permitan el aforo del aula y la ratio de alumnos matriculados y según lo que se indique por parte de las autoridades académicas.

En caso de no ser posible la asistencia presencial parcialmente, las clases serán retransmitidas a los alumnos que no se encuentren en el aula mediante los medios técnicos disponibles. En caso de que los medios técnicos no permitan una retransmisión de calidad, se pondrá a disposición del alumno videos u otros medios pasivos o interactivos que sustituyan a la clase presencial y faciliten la comprensión de los contenidos de la asignatura.

En el caso de que no fuera posible la docencia presencial esta sería sustituida por clases a través de los medios telemáticos disponibles y preferentemente a través de medios sincrónicos. El desarrollo de los contenidos de la asignatura estará a disposición del alumno desde el comienzo de curso en el campus virtual cubriendo todo el programa de la asignatura.

Las prácticas de laboratorio se realizarán presenciales con los subgrupos y aforo del laboratorio que indiquen las autoridades académicas. En el caso de no ser posible realizar la práctica de laboratorio de forma presencial, se sustituiría por una actividad equivalente.

### PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN



El procedimiento de evaluación de no ser posible la evaluación presencial será mediante las herramientas de evaluación del campus virtual, siendo sustituido el examen final presencial por pruebas síncronas, cuyo formato se informará al alumno con la debida antelación. La evaluación en estas circunstancias priorizará el sistema de evaluación continua considerándose esta el 60% de la nota final y el examen el 40% restante.

## CONTENIDOS

Se conserva en su integridad los contenidos programados para la enseñanza presencial incluso en el caso de que la enseñanza tuviese que ser totalmente virtual

## TUTORÍAS

Las tutorías serán atendidas por los medios del campus virtual y por el correo institucional de los profesores.