



FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

# GUIA DOCENTE

CURSO 2024-25

## MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

CARACTERIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS

**Denominación en Inglés:**

CHARACTERIZATION AND TREATMENT OF CONTAMINATED SOILS

**Código:**

1062104

**Tipo Docencia:**

Presencial

**Carácter:**

Optativa

**Horas:**

|                         | Totales | Presenciales | No Presenciales |
|-------------------------|---------|--------------|-----------------|
| <b>Trabajo Estimado</b> | 125     | 37.5         | 87.5            |

**Créditos:**

| Grupos Grandes | Grupos Reducidos |             |                    |                     |
|----------------|------------------|-------------|--------------------|---------------------|
|                | Aula estándar    | Laboratorio | Prácticas de campo | Aula de informática |
| 3.9            | 0                | 0           | 1.1                | 0                   |

**Departamentos:**

ING. QUIM., Q. FISICA Y C. MATERIALES

CIENCIAS DE LA TIERRA

**Áreas de Conocimiento:**

INGENIERIA QUIMICA

CRISTALOGRAFIA Y MINERALOGIA

**Curso:**

1º - Primero

**Cuatrimestre**

Segundo cuatrimestre

## DATOS DEL PROFESORADO (\*Profesorado coordinador de la asignatura)

| Nombre:                         | E-mail:             | Teléfono:   |
|---------------------------------|---------------------|-------------|
| * Juan Carlos Fernandez Caliani | caliani@dgeo.uhu.es |             |
| Manuel Jesus Diaz Blanco        | dblanco@diq.uhu.es  | 959 219 990 |

### Datos adicionales del profesorado (Tutorías, Horarios, Despachos, etc... )

- JUAN CARLOS FERNANDEZ CALIANI

DEPARTAMENTO: CIENCIAS DE LA TIERRA

FACULTAD: CIENCIAS EXPERIMENTALES

DESPACHO: Núcleo 2 - Planta 2 - Despacho 11

CORREO ELECTRÓNICO: caliani@uhu.es

TUTORÍAS (en despacho del profesor):

Martes: 11-13h

Miércoles: 9-11h y 13-14h

Jueves: 13-14h

- MANUEL JESÚS DÍAZ BLANCO

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA QUÍMICA, QUÍMICA FÍSICA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

CORREO ELECTRÓNICO: dblanco@uhu.es

TUTORÍA en Edificio ETSI, despacho PB-44

Martes 11-13h - 16-17h ; Miércoles 10-12h

PROFESORADO EXTERNO

|  |
|--|
| Engracia Madejón Rodríguez. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC)<br>Email: emadejon@irnase.csic.es |
|--|

|  |
|--|
| Paula Madejón Rodríguez (CSIC). Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC)<br>Email: pmadejon@irnase.csic.es |
|--|

|  |
|--|
| M <sup>a</sup> Rocío López Cabeza (CSIC). Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC)<br>Email: rlopez@irnase.csic.es |
|--|

|  |
|--|
| V́ctor Gabari Boa. DSM Soluciones Medioambientales. Email: vgabari@solucionesdsm.com |
|--|

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de Contenidos:

#### 1.1 Breve descripción (en Castellano):

Esta asignatura permite la adquisición de conocimientos y competencias esenciales para la investigación de suelos contaminados, mediante métodos de diagnóstico y caracterización de la contaminación, evaluación de riesgos ambientales asociados a los contaminantes del suelo, y diversas técnicas de tratamientos biológicos y físico-químicos para la recuperación de suelos contaminados.

#### 1.2 Breve descripción (en Inglés):

This subject provides basic knowledge and skills in the field of soil pollution to enable students to develop essential research methods for the diagnosis and characterization of contaminated sites, evaluation of environmental risks associated with soil pollutants, and the various biological and physical-chemical technologies available for the treatment and recovery of contaminated soils.

### 2. Situación de la asignatura:

#### 2.1 Contexto dentro de la titulación:

Esta asignatura se enmarca dentro del Módulo Básico de Ingeniería Ambiental y prepara al estudiante para desarrollarse profesionalmente en un amplio espectro de empresas relacionadas con el diagnóstico y caracterización analítica de suelos contaminados y su gestión ambiental, aportando soluciones tecnológicas para la recuperación de suelos contaminados.

#### 2.2 Recomendaciones

### 3. Objetivos (resultado del aprendizaje, y/o habilidades o destrezas y conocimientos):

1. Ofrecer una visión global de la problemática ambiental del suelo y tomar conciencia de la necesidad de su protección
2. Conocer los criterios y estándares para diagnosticar y declarar legalmente un suelo como contaminado
3. Aplicar la metodología RBCA para la evaluación cuantitativa del riesgo de suelos contaminados
4. Describir los principales mecanismos de inmovilización de contaminantes en el medio edáfico
5. Explicar el proceso de transferencia de contaminantes en el sistema suelo-planta
6. Conocer los fundamentos teóricos y aplicaciones de los tratamientos biológicos de suelos contaminados
7. Conocer los fundamentos teóricos y aplicaciones de los principales tratamientos físico-químicos y térmicos
8. Identificar contaminantes y focos de contaminación en un emplazamiento de suelos

contaminados, aplicar métodos de muestreo, y valorar posibles técnicas de recuperación o tratamiento aplicables.

#### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

##### 4.1 Competencias específicas:

**CE1:** Ser capaz de aplicar los conceptos científicos y herramientas de tratamiento de datos adecuadas en el diagnóstico y solución de problemas ambientales, y a partir de los resultados obtenidos encontrar su relación con las tecnologías adecuadas

**CE10:** Ser capaz de desarrollar, presentar y defender ante un tribunal universitario un trabajo original realizado individualmente en un estudio o proyecto integral en el campo de la Ingeniería Ambiental, en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas, adoptando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas

**CE2:** Analizar sistemas, problemas ambientales y su resolución mediante modelos, así como evaluar los mismos

**CE3:** Poseer habilidades básicas de métodos de instrumentación y técnicas de tratamiento de datos para la determinación de parámetros relevantes para el análisis de problemas ambientales

**CE9:** Saber dimensionar sistemas de tratamiento no convencionales para la gestión de residuos sólidos y efluentes

**CE5:** Dimensionar sistemas de tratamiento convencionales y plantear su balance de masa y energía (sólidos, líquidos y gaseosos)

**CE6:** Plantear de forma práctica, según la legislación ambiental aplicable, los instrumentos de gestión ambiental y de evaluación de riesgos de ambientales

**CE7:** Caracterizar y comprender los diferentes procesos básicos que actúan y regulan el funcionamiento del medio hídrico, el suelo y la atmósfera

**CE8:** Valorar la aplicación de medidas para la prevención de la contaminación y la recuperación, protección y mejora de la calidad ambiental

**CE4:** Identificar, definir y desarrollar la solución tecnológica y de gestión apropiada a un problema ambiental

##### 4.2 Competencias básicas, generales o transversales:

**CB10:** Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

**CB6:** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

**CB7:** 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

**CB8:** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

**CB9:** 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

**CG1:** Identificar y aplicar las tecnologías, herramientas y técnicas en el campo de la ingeniería ambiental.

**CG2:** Conceptualizar la ingeniería en el marco ambiental y del desarrollo sostenible

**CG6:** Identificar, enunciar y analizar integralmente problemas ambientales

**CG4:** Ser capaz de dirigir, coordinar y desarrollar proyectos completos en el campo de la ingeniería ambiental

**CG5:** Poseer la habilidad de diseñar procesos y productos aplicando el uso de las técnicas apropiadas para minimizar los impactos ambientales, tales como las tecnologías mejores disponibles, análisis del ciclo de vida, etc.

**CG3:** Aplicar la legislación del ámbito ambiental

**CT1:** Gestionar adecuadamente la información adquirida expresando conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el campo de estudio.

**CT2:** Dominar el proyecto académico y profesional, habiendo desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con un alto componente de transferencia del conocimiento

**CT5:** Utilizar de manera avanzada las tecnologías de la información y la comunicación, desarrollando, al nivel requerido, las Competencias Informáticas e Informacionales (CI2).

**CT4:** Comprometerse con la ética y la responsabilidad social como ciudadano y como profesional, con objeto de saber actuar conforme a los principios de respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres y respeto y promoción de los Derechos Humanos, así como los de accesibilidad universal de las personas discapacitadas, de acuerdo con los principios de una cultura de paz, valores democráticos y sensibilización medioambiental.

**CT3:** Desarrollar una actitud y una aptitud de búsqueda permanente de la excelencia en el quehacer académico y en el ejercicio profesional futuro.

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1 Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa
- Sesiones de Resolución de Problemas
- Sesiones de Campo de aproximación a la ciencia y la tecnología
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado:
- Actividades de Evaluación y Autoevaluación
- Trabajo Individual/Autónomo del Estudiante

### 5.2 Metodologías Docentes:

- Clase magistral participativa
- Resolución y discusión en grupo de problemas y ejercicios prácticos
- Tutorías individuales o colectivas, con interacción profesorado-estudiantes
- Planteamiento, realización, tutorización y presentación de trabajos
- Evaluaciones y exámenes

### 5.3 Desarrollo y Justificación:

## 6. Temario Desarrollado

### TEMA 1: PRINCIPIOS DE EDAFOLOGÍA AMBIENTAL

Interés geoambiental del suelo. Composición y propiedades del suelo. Factores y procesos edafogenéticos. Concepto y tipos de degradación. Actividades, agentes y procesos contaminantes. Acidificación. Salinización. Alcalinización. Contaminación por metales pesados. Contaminación por fertilizantes inorgánicos. Contaminación por compuestos orgánicos.

### TEMA 2: DIAGNÓSTICO Y DECLARACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS

Antecedentes. Marco legislativo. Criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. Valores de fondo y niveles genéricos de referencia. Análisis de riesgos. Introducción a la metodología RBCA.

### TEMA 3: DINÁMICA DE LOS CONTAMINANTES EN EL SISTEMA EDÁFICO

Procesos de sorción. Adsorción sobre minerales de la arcilla. Adsorción sobre oxi-hidróxidos de hierro. Adsorción sobre materia orgánica. Procesos de precipitación-disolución. Reacciones de

complejación. Especiación química y movilidad de metales pesados. Dinámica de plaguicidas en suelos y aguas. Aplicaciones de los minerales de la arcilla como adsorbentes de plaguicidas.

#### TEMA 4: TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES EN EL SISTEMA SUELO-PLANTA

Procesos que controlan la biodisponibilidad de contaminantes. Métodos de estimación de la biodisponibilidad. Fitotoxicidad. Mecanismos de resistencia y tolerancia. Biomonitorización de la contaminación.

#### TEMA 5: TRATAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS

Introducción. Técnicas de confinamiento. Excavación y disposición en vertederos. Técnicas de Recuperación *in situ* y *ex situ*. Tratamientos biológicos: bioaireación, *landfarming*, compostaje, biorreactor en fase lechada y fitorremediación. Tratamientos físico-químicos: sistemas de estabilización- solidificación, extracción de vapores, inyección de aire, barreras reactivas, lavado de suelos, extracción con disolventes, oxidación química y tratamiento electroquímico. Tratamientos térmicos: desorción térmica, incineración, vitrificación y extracción de vapores potenciada térmicamente. Atenuación natural.

## 7. Bibliografía

### 7.1 Bibliografía básica:

- Adriano DC (2001). *Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals* (2a ed.) Springer
- Alexander M (1999) *Biodegradation and Bioremediation* (2a ed.) Academic Press
- Ross SM (1994). *Toxic Metals in Soil-Plant Systems*. John Wiley & Sons
- Stegmann R, Calmano W, Stegmann R y Brunner G (2001). *Treatment of Contaminated Soil*. Springer-Verlag
- Vangronsveld J (1998). *Metal-contaminated Soils: In-situ Inactivation and Phytoremediation*. Springer

### 7.2 Bibliografía complementaria:

- Alloway BJ (1990). *Heavy Metals in Soils*. John Wiley & Sons
- Brady NC y Weil RR (2010). *Elements of the Nature and Properties of Soils* (3a ed.). Pearson
- Kabata-Pendias A (2001). *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC Press
- Mehmetli E, Koumanova B (1998). *The Fate of Persistent Organic Pollutants in the Environment*. Springer-Verlag
- Porta J, López-Acevedo M y Roquero C (2003). *Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente* (3a ed.). Mundi-Prensa
- Sparks D (2002). *Environmental Soil Chemistry*. Academic Press

## 8. Sistemas y criterios de evaluación

### 8.1 Sistemas de evaluación:

- Examen de Teoría/Problemas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos

### 8.2 Criterios de evaluación relativos a cada convocatoria:

#### 8.2.1 Convocatoria I:

El sistema de evaluación se basará en un examen único de tipo test, que incluirá 20 cuestiones sobre los temas tratados en clase y en las prácticas de campo. Además, durante el curso se propondrán ejercicios prácticos, o preguntas de respuestas más elaboradas, que también serán evaluados. El test contribuirá a la nota final con un 70% y los ejercicios complementarios con un 30% de la calificación final.

#### 8.2.2 Convocatoria II:

El sistema de evaluación se basará en un examen único de tipo test que incluirá 20 cuestiones sobre los temas tratados en clase.

#### 8.2.3 Convocatoria III:

El sistema de evaluación se basará en un examen único de tipo test que incluirá 20 cuestiones sobre los temas tratados en clase.

#### 8.2.4 Convocatoria extraordinaria:

El sistema de evaluación se basará en un examen único de tipo test que incluirá 20 cuestiones sobre los temas tratados en clase.

### 8.3 Evaluación única final:

#### 8.3.1 Convocatoria I:

El sistema de evaluación se basará en un examen único de tipo test, que incluirá 20 cuestiones sobre los temas tratados en clase y en las prácticas de campo.

#### 8.3.2 Convocatoria II:

El sistema de evaluación se basará en un examen único de tipo test, que incluirá 20 cuestiones sobre los temas tratados en clase y en las prácticas de campo.

### 8.3.3 Convocatoria III:

El sistema de evaluación se basará en un examen único de tipo test, que incluirá 20 cuestiones sobre los temas tratados en clase y en las prácticas de campo.

### 8.3.4 Convocatoria Extraordinaria:

El sistema de evaluación se basará en un examen único de tipo test, que incluirá 20 cuestiones sobre los temas tratados en clase y en las prácticas de campo.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

| Fecha      | Grupos<br>Grandes | G. Reducidos |      |         |           | Pruebas y/o<br>act. evaluables | Contenido<br>desarrollado |
|------------|-------------------|--------------|------|---------|-----------|--------------------------------|---------------------------|
|            |                   | Aul. Est.    | Lab. | P. Camp | Aul. Inf. |                                |                           |
| 03-02-2025 | 2                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                | Tema 1                    |
| 04-02-2025 | 2                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                | Tema 1                    |
| 05-02-2025 | 4                 | 0            | 0    | 0       | 0         | Ejercicio práctico             | Tema 2                    |
| 06-02-2025 | 4                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                | Tema 3                    |
| 07-02-2025 | 6                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                | Temas 4 y 5               |
| 10-02-2025 | 6                 | 0            | 0    | 0       | 0         | Ejercicio práctico             | Temas 4 y 5               |
| 11-02-2025 | 4                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                | Tema 5                    |
| 07-04-2025 | 0                 | 0            | 0    | 9.5     | 0         |                                | Prácticas de campo        |
| 24-02-2025 | 0                 | 0            | 0    | 0       | 0         | Examen tipo test               |                           |
| 28-04-2025 | 0                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                |                           |
| 05-05-2025 | 0                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                |                           |
| 12-05-2025 | 0                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                |                           |
| 19-05-2025 | 0                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                |                           |
| 26-05-2025 | 0                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                |                           |
| 02-06-2025 | 0                 | 0            | 0    | 0       | 0         |                                |                           |

**TOTAL            28            0            0            9.5            0**