

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA		
<b>1. Nombre de la actividad curricular</b> <i>CONTAMINACION DE SUELOS.</i>		
<b>2. Nombre de la actividad curricular en inglés</b> <i>SOIL POLLUTION</i>		
<b>3. Unidad Académica:</b> <i>Escuela de Ciencias Ambientales y Biotecnología. Facultad de Ciencias</i> <b>Profesor Coordinador:</b> <i>Isel Gertrudis Cortes Nodarse</i> <b>Profesores Colaboradores:</b> <i>Sebastian Ignacio Ortiz Bascuñán</i>		
<b>4. Ámbito</b> <i>Especializado</i> <b>Nivel:</b> <i>VIII Semestre</i> <b>Carácter:</b> <i>Obligatorio</i> <b>Modalidad:</b> <i>Presencial</i> <b>Requisitos:</b> <i>Química de suelos, Métodos cromatográficos y electroquímicos de análisis.</i>		
<b>4. Horas de trabajo</b>	presencial (directas)	no presencial (indirectas)
<b>Coordinador:</b>	3 horas	5 horas
<b>Colaboradores:</b>	5 horas	5 horas
<b>5. Tipo de créditos</b> <i>SCT</i>	6	6
<b>5. Número de créditos SCT – Chile</b>  6		
<b>6. Requisitos</b>	<i>Haber aprobado las asignaturas previas de Química de suelos, Métodos cromatográficos y electroquímicos de análisis.</i>	
<b>7. Propósito general del curso</b>	<i>Este curso tiene el propósito de entregar formación disciplinar en contaminación física, química y biológica del suelo considerando su</i>	

	<p><i>integración con la biogeoquímica y la ecología, permitiendo al estudiante obtener las herramientas necesarias para identificar, conocer y analizar las transformaciones y el transporte de especies químicas en la matriz suelo, identificando situaciones de contaminación y conociendo las tecnologías disponibles para evaluar y corregir el potencial deterioro del suelo en particular y del medio ambiente en general. Las actividades prácticas y el estudio de casos contribuirán a una mejor comprensión de estos aspectos,</i></p>
<p><b>8. Competencias a las que contribuye el curso</b></p>	<p><b>Competencias del ámbito de especialización disciplinar</b></p> <p><i>AE2. Analiza el transporte, la movilidad y las transformaciones de los contaminantes para conocer su dinámica física y química en el ambiente y su expresión territorial considerando distintas escalas espacio-temporales</i></p> <p><i>AE3. Evalúa la sustentabilidad de los proyectos y los impactos ambientales de las especies químicas para establecer un diagnóstico de los efectos que puedan producir en una perspectiva científicotécnica y ética.</i></p> <p><b>Competencias del ámbito profesional</b></p> <p><i>AP2. Explora y analiza información científica y técnica para actualizar sus conocimientos de manera autónoma, crítica y reflexiva.</i></p> <p><i>AP3. Colabora en equipos interdisciplinarios comunicando la química ambiental y su importancia en un lenguaje sencillo y comprensible para la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas.</i></p> <p><b>Competencias sello</b></p> <p><i>CS6 Compromiso ético</i></p> <p><i>CS7. Compromiso con la preservación del medio ambiente.</i></p>

## 9. Subcompetencias

*AE2.1 Identifica fuentes y sumideros de contaminantes del ambiente para establecer su origen y destino.*

*AE2.2 Analiza vías de transporte y transformaciones de especies químicas para conocer su dinámica en el ambiente.*

*AE2.3 Evalúa el alcance espacio-temporal de la contaminación para conocer su expresión territorial en el ambiente.*

*AE3.1 Determina el destino de los contaminantes para establecer sus efectos potenciales en estudios ambientales.*

*AE3.2 Analiza las implicancias de las especies químicas en los sistemas naturales para establecer un diagnóstico del estado del ambiente y su contexto físico-químico.*

*AE3.3 Evalúa los impactos ambientales de los contaminantes para establecer un diagnóstico desde una perspectiva científico-técnica y ética.*

*AP2.2 Valora la información científica y técnica para su aplicación a los problemas ambientales estableciendo la confiabilidad desde una perspectiva crítica y reflexiva.*

*AP3.2 Colabora en equipos interdisciplinarios para incorporar los aspectos químicos como dimensión de los problemas ambientales apoyando la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas.*

## 10. Resultados de Aprendizaje

*Identificar situaciones de contaminación de suelos en Chile, con base en la normativa vigente, a través de entender la inclusión de parámetros relevantes en las diferentes experiencias internacionales, los resultados de investigación, aprendiendo en particular la aplicación de métodos analíticos adecuados para evaluar contaminantes en suelos, así como para evidenciar la remediación de casos de contaminación física, química y biológica de suelos.*

*Conocer las tecnologías y metodologías disponibles para identificación, restauración y gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes acuerdo con las directrices emanadas de la institucionalidad ambiental chilena.*

Relacionar las situaciones de contaminación de suelos con los flujos de contaminantes hacia y desde otras matrices ambientales, así como interactuar en problemas ambientales globales multidisciplinares.

## 11. Saberes / contenidos

- **Tema 1: Introducción a la contaminación del suelo.** Concepto. Desarrollo histórico. Compostaje. Agentes contaminantes y uso del suelo. Procesos responsables de la distribución y acumulación de contaminantes en el suelo.
- **Tema 2: Institucionalidad y normativas para la protección del suelo.** Institucionalidad ambiental para la protección del suelo en Chile. Laboratorios ambientales para análisis de suelo. Normativa ambiental chilena para la protección del suelo.
- **Tema 3: Degradación de suelos.** Erosión. Degradación. Mejoramiento de suelos.
- **Tema 4: Contaminación por sales.** Salinización y sodificación de suelos. Manejo de suelos salinos y sodificados. Contaminación por boro.
- **Tema 5: Contaminación difusa por nutrientes.** Nutrientes y fertilizantes del suelo. Eutroficación, Análisis de nutrientes en muestras de suelo.
- **Tema 6: Contaminación por compuestos orgánicos.** Agroquímicos. Fitosanitarios. Degradación y persistencia de compuestos orgánicos en suelos. Toxicidad de plaguicidas en suelos. Análisis de contaminantes tipo compuestos orgánicos en suelo.
- **Tema 7: Contaminación por metales pesados.** Características de la contaminación por metales pesados. Fuentes de la contaminación de suelos por metales pesados. Lluvia ácida, metales pesados y contaminación de suelos. Análisis de metales pesados en muestras de suelos: especiación, contenidos totales, biodisponibilidad.
- **Tema 8: Suelo y residuos.** Residuos sólidos urbanos. Residuos peligrosos. Lodos. Gestión de residuos/lodos y su impacto en la contaminación del suelo.
- **Tema 9: Tecnologías para la restauración/descontaminación de suelos.** Tecnologías para el mejoramiento de suelos agrícolas: compostaje, riego, soluciones basadas en la naturaleza. Tecnologías para la descontaminación de suelos: lavado de suelos; tratamiento térmico; tratamiento químico y electroquímico; tratamiento microbiológico. Vulnerabilidad ambiental y autodepuración del suelo.
- **Tema 10: Estudio de casos en Chile.**

## 12. Metodología

Clases teóricas con diapositivas y pizarra, aprendizaje basado en problemas, lectura, resolución de problemas: 4 h

Laboratorios con desarrollo de actividades prácticas y aprendizajes puestos en práctica con desarrollos de muestras problemas experimentales. Desarrollo de informes. 6 h

### **13. Evaluación**

a) Cátedra (C): la nota de cátedra corresponderá al promedio de 2 pruebas parciales (50%).

b) Seminario (S): la nota de seminario corresponde a la evaluación de la presentación oral y del resumen escrito entregado (10%).

c) Laboratorio (L): controles escritos de entrada, preguntas de conceptos y desarrollo relacionadas con el práctico ya realizado, evaluación de muestras y abordaje de problemas experimentales, con desarrollo de informe escrito y presentación oral (40%)

### **14. Requisitos de aprobación**

Escala de 1,0 a 7,0 con nota de aprobación 4,0 Los estudiantes cuya Nota de Presentación sea inferior a 4,0 deberán rendir una Prueba Global o Examen Final, abarcando todos los contenidos del curso.

$Ponderación = (0.7 * \text{Nota de presentación}) + (0.3 * PG)$

Los alumnos cuya Nota de Presentación sea igual o mayor a 4,0 se podrían eximir de rendir la PG siempre y cuando su promedio de notas de Cátedra, promedio de seminario y promedio de laboratorio, individualmente, sean igual o mayor a 4,0.

### **15. Palabras Clave**

Contaminación de suelos; contaminación ambiental; restauración de suelos; descontaminación de suelos; Análisis químico de suelos.

### **16. Bibliografía Obligatoria (no más de 5 textos)**

Sadzawka, A. *Métodos de análisis recomendados para los suelos de Chile*. Instituto de investigaciones Agropecuarias. Serie La Platina. (2006)

Norma Chilena 2297. *Calidad del suelo — Vocabulario*. Segunda Edición 2017

Guía Metodológica para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes. Fundación Chile (2012), disponible en <https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/10/guia-metodologica-suelos-digitalbaja-1.pdf>

Manual de tecnologías de remediación de sitios contaminados. Fundación Chile (2015) [https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/10/manual-de-tecnologias-de-remediacion-de-sitios-contaminados\\_baja-1.pdf](https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/10/manual-de-tecnologias-de-remediacion-de-sitios-contaminados_baja-1.pdf)

### **15. Bibliografía Complementaria**

NCh 3400/1:2016 *Calidad del suelo – Muestreo – Parte 1: Directrices para el diseño de los programas de muestreo*

NCh 3400/2:2016 *Calidad del suelo – Muestreo – Parte 2: Directrices sobre técnicas de muestreo*

NCh 3400/3:2017 Calidad del suelo – Muestreo – Parte 3: Directrices de seguridad

NCh 3634: 2021. Calidad del agua. Determinación de metales en sedimentos, lodos y suelos.

ASTM D 4687-95: Standard Guide for General Planning of Waste Sampling.  
([https://www.astm.org/BOOKSTORE/BOS/TOCS\\_2021/11.04.html](https://www.astm.org/BOOKSTORE/BOS/TOCS_2021/11.04.html))

Decreto 4 Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas (2009), disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1007456&idParte=0>

Decreto 148 Aprueba reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (2004) disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=226458>

## 16. Recursos web

- Expediente electrónico Norma Primaria de calidad ambiental para suelos de Chile, <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1007456&idParte=0> disponible en [https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id\\_expediente=941664](https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=941664)
- Ministerio de Medio Ambiente. Evaluación preliminar de riesgos a la salud de la población de la cuenca del Estero El Cobre asociados con contaminantes ambientales originados por actividad minera, en relación con la exposición hídrica y agroalimentaria, disponible en [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Info\\_Final\\_Esta\\_el\\_Cobre\\_completo.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Info_Final_Esta_el_Cobre_completo.pdf)

PLANIFICACION DETALLADA DE ACTIVIDADES POR SEMANA, INCLUYENDO ACTIVIDADES DE CATEDRA, LABORATORIO Y EVALUACIONES.

Fecha	Núm sem acad	Día de semana	Horario	Tipo de actividad	Contenido de la actividad
6-8-2024	1	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 1: Introducción a la contaminación del suelo.</b> Concepto. Desarrollo histórico. Agentes contaminantes y uso del suelo.
8-8-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 1: Introducción a la contaminación del suelo.</b> Compostaje. Procesos responsables de la distribución y acumulación de contaminantes en el suelo.
8-8-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Coordinación inicial

13-8-2024	2	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 2: Institucionalidad y normativas para la protección del suelo.</b> Institucionalidad ambiental para la protección del suelo en Chile.
15-8-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	FERIADO
15-8-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	FERIADO
20-8-2024	3	Martes	12:00-13:30	Cátedra	Trabajo individual guiado de los estudiantes sobre laboratorios acreditados en Chile para análisis de suelos.
22-8-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 2: Institucionalidad y normativas para la protección del suelo.</b> Laboratorios ambientales para análisis de suelo. Normativa ambiental chilena para la protección del suelo.
22-8-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Preparación de compost de residuos sólidos urbanos e incubación de suelos con lodos o biosólidos (Laboratorio 1 y 2)
27-8-2024	4	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 3: Degradación de suelos.</b> Erosión. Degradación. Mejoramiento de suelos.
29-8-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 3: Degradación de suelos.</b> Erosión. Degradación. Mejoramiento de suelos.
29-8-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Determinación de Boro en suelos salinos (Laboratorio 3)
3-9-2024	5	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 4: Contaminación por sales.</b> Salinización y sodificación de suelos.
5-9-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 4: Contaminación por sales.</b> Manejo de suelos salinos y sodificados. Contaminación por boro.
5-9-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Isotermas e índice de adsorción de fósforo (Laboratorio 4)
10-9-2024	6	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 5: Contaminación difusa por nutrientes.</b> Nutrientes y

					<i>fertilizantes del suelo. Eutroficación,</i>
12-9-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 5: Contaminación difusa por nutrientes.</b> <i>Análisis de nutrientes en muestras de suelo.</i>
12-9-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Isotermas e índice de adsorción de fosforo (Laboratorio 4)
17-9-2024	7	Martes	12:00-13:30	Cátedra	SEMANA DE RECESO DOCENTE
19-9-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	
19-9-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	
24-9-2024	8	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Evaluación parcial 1-catedra</b>
26-9-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	Ayudantia. Retroalimentación eval 1
26-9-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Determinación de pH, CE, MO y Cu en suelos incubados con lodos (Laboratorio 5)
1-10-2024	9	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 6: Contaminación por compuestos orgánicos.</b> <i>Agroquímicos. Fitosanitarios.</i>
3-10-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 6: Contaminación por compuestos orgánicos.</b> <i>Degradación y persistencia de compuestos orgánicos en suelos. Toxicidad de plaguicidas en suelos.</i>
3-10-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Determinación de pH, CE y MO en Compost (Laboratorio 5)
8-10-2024	10	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 6: Contaminación por compuestos orgánicos.</b> <i>Análisis de contaminantes tipo compuestos orgánicos en suelo.</i>
10-10-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 7: Contaminación por metales pesados.</b> <i>Características de la contaminación por metales pesados. Fuentes de la contaminación de suelos por metales pesados.</i>
10-10-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Entrega de primer informe
15-10-2024	11	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 7: Contaminación por metales pesados.</b> <i>Lluvia ácida,</i>

					<i>metales pesados y contaminación de suelos.</i>
17-10-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 7: Contaminación por metales pesados.</b> Análisis de metales pesados en muestras de suelos: especiación, contenidos totales, biodisponibilidad.
17-10-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Contaminación por ácido y aplicación de enmiendas (laboratorio 6)
22-10-2024	12	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 8: Suelo y residuos.</b> Residuos sólidos urbanos.
24-10-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 8: Suelo y residuos.</b> Residuos peligrosos. Gestión de residuos y su impacto en la contaminación del suelo.
24-10-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Análisis compost NPK, pH, CE y MO (laboratorio 7)
29-10-2024	13	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 8: Suelo y residuos.</b> Lodos. Gestión de lodos y su impacto en la contaminación del suelo.
31-10-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	FERIADO
31-10-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	FERIADO
5-11-2024	14	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 9: Tecnologías para la restauración/descontaminación de suelos.</b> Tecnologías para el mejoramiento de suelos agrícolas: compostaje, riego, soluciones basadas en la naturaleza.
7-11-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b>Tema 9: Tecnologías para la restauración/descontaminación de suelos.</b> Tecnologías para el mejoramiento de suelos agrícolas: compostaje, riego, soluciones basadas en la naturaleza.
7-11-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Análisis compost NPK, pH, CE y MO (laboratorio 7)
12-11-2024	15	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b>Tema 9: Tecnologías para la restauración/descontaminación</b>

					<i>n de suelos. Tecnologías para la descontaminación de suelos: lavado de suelos; tratamiento térmico; tratamiento químico y electroquímico; tratamiento microbiológico.</i>
14-11-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	Preparación individual de seminario
14-11-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Ayudantía y consultas (Entrega de Informe 2)
19-11-2024	16	Martes	12:00-13:30	Cátedra	Preparación individual de seminario
21-11-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b><i>Tema 10: Estudio de casos en Chile.</i></b>
21-11-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Taller presentación informe 2 lab
26-11-2024	17	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<b><i>Actividades 30 aniversario carreras</i></b>
28-11-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	<b><i>Actividades 30 aniversario carreras</i></b>
28-11-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Recuperativo de laboratorio
3-12-2024	18	Martes	12:00-13:30	Cátedra	<i>Ayudantía aclaración de dudas generales.</i>
5-12-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	Evaluación parcial 2-catedra
5-12-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	Salida a terreno: Visita laboratorio suelos
10-12-2024	19	Martes	12:00-13:30	Cátedra	Seminario evaluativo catedra
12-12-2024		Jueves	10:15 – 11:45	Cátedra	Examen final
12-12-2024		Jueves	14:30 – 17:45	Laboratorio	
13-12-2024		Viernes	CIERRE DE SEMESTRE		