



**DIPLOMADO DE CAPACITACIÓN  
ABIERTO AL PÚBLICO**

**REMEDIACIÓN DE SUELOS  
CONTAMINADOS**

**04 AL 09 DE DICIEMBRE DE 2023  
VALOR CURRICULAR: 128 HORAS**

**Instructora: MC Juan Pablo Rodas-Ortiz**

Este diplomado brinda capacitación en la caracterización de suelos contaminados y las tecnologías que se emplean para remediar estos problemas ambientales. Está dirigido a servidores públicos, personal de empresas privadas, académicos, estudiantes, investigadores y cualquier otra persona interesada. **No se requiere experiencia previa en el tema para cursar este diplomado.**

**Metas para los participantes**

En este diplomado tiene como meta que los participantes adquieran habilidades en: (1) manejar los fundamentos para caracterizar sitios con suelos contaminados; (2) estar al día con las tecnologías de remediación de suelos disponibles; y (3) integrar programas de remediación de suelos en el marco de las regulaciones legales que aplican.

**Costos**

**Profesionistas: \$ 11,600.00 / Estudiantes: \$ 9,280.00**



## FECHAS

Este diplomado de capacitación considera seis días de clases presenciales y una etapa de capacitación a distancia. Las clases presenciales serán impartidas en las instalaciones del IPICYT entre el **lunes 04 y el sábado 09 de diciembre de 2023**. El horario de clases será de 09:00 a 18:00 h con excepción del sábado, cuando las clases serán de 09:00 a 14:00 h. La etapa de capacitación a distancia tendrá lugar durante las cuatro semanas posteriores a las sesiones presenciales, consistiendo en actividades que las y los participantes deben desarrollar de manera independiente. El diplomado se impartirá en **español** y todos los contenidos serán provistos en este idioma.

## MATERIALES REQUERIDOS

En este diplomado se empleará software especializado para la resolución de ejercicios. Por ello, las y los participantes deberán disponer de un computador portátil con las siguientes características: (1) sistema operativo Windows 8 o posterior, (2) procesador multinúcleo (dual core o más avanzado), (3) un mínimo de 2 GB de memoria RAM, y (4) paquete Microsoft Office (Word, Excel y PowerPoint).

## COSTOS Y PROCEDIMIENTO DE INSCRIPCIÓN

Los y las participantes del diplomado deben abonar, sin excepciones, una cuota de recuperación de \$11,600,00 (once mil seiscientos pesos <sup>00/100</sup> MN)<sup>1</sup>. Las y los estudiantes de programas de posgrado o licenciatura pueden optar por un descuento del 20% sobre el monto de la cuota de recuperación. No se realizarán descuentos adicionales de ningún otro tipo, ni se otorgarán becas totales o parciales. Para el registro de inscripciones, se debe enviar la siguiente información al correo [capacitacion@ipicyt.edu.mx](mailto:capacitacion@ipicyt.edu.mx)<sup>2</sup>:

**Nombres y apellidos completos:** Se deben incluir todos los nombres y apellidos de la o el participante, tal como figuran en sus documentos de identidad oficiales. Rogamos poner especial atención al momento de enviar esta información, ya que ese será el nombre que se imprimirá en los diplomas y actas de calificación.

**Correos electrónicos de contacto:** Incluir una o más direcciones de correo electrónico válidas, que la o el participante revisen regularmente, para realizar el envío de información vinculada al diplomado.

<sup>1</sup> Con fundamento en el artículo 36, primer párrafo del Reglamento de la Ley del Impuesto sobre la Renta, en relación con las reglas 3.10.2., fracción I y 3.10.3, párrafo segundo, numeral 1 de la Resolución Miscelánea Fiscal vigente, para recibir donativos deducibles, el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. forma parte de las entidades donatarias autorizadas, en ese sentido la presente cotización queda exenta del Impuesto al Valor Agregado (IVA).

<sup>2</sup> Toda la información provista por las y los participantes para su inscripción será tratada como información confidencial y el IPICYT no la compartirá con terceros.



**Número de teléfono:** Proveer números telefónicos de contacto a diez dígitos, de ser posible líneas fijas y de celulares.

**Datos de facturación:** Todos los ingresos del IPICYT son facturados. Si el participante requiere facturar el abono de la cuota de recuperación debe enviar una copia de su constancia de situación fiscal, la cual debe indicar RAZÓN SOCIAL, RFC y DIRECCIÓN FISCAL (calle, número exterior e interior, colonia, código postal, ciudad y estado). En cualquier otro caso, el IPICYT emitirá facturas a nombre de “Público en general” para cumplir con sus obligaciones fiscales.

**Información adicional requerida a estudiantes:** Además de la información anterior, las y los estudiantes que deseen ejercer el descuento sobre la cuota de recuperación deberán enviar copia del algún documento oficial vigente que acredite está cursando una carrera universitaria o un posgrado. De otra manera, aplicará la cuota de recuperación en su totalidad.

**Constancia de aprobación del curso “Educación Superior: Retorno Seguro” del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS):** En virtud de la reciente pandemia de SARS-CoV-2, las y los participantes inscritos deben aprobar este curso del IMSS y enviar el comprobante respectivo, junto con la(s) constancia(s) de vacunación para prevenir esta enfermedad. Asimismo, es importante indicar que el uso de cubrebocas será obligatorio al interior del salón de clases. Estos requisitos y condiciones tienen características de obligatorios a menos que el IPICYT disponga lo contrario antes de que inicie el diplomado.

**Modalidad de pago:** Indicar si el abono de la cuota de recuperación se realizará en una sola exhibición o en parcialidades sin intereses en alguna de las siguientes modalidades:

Modalidad	Profesionistas	Estudiantes
Una sola exhibición – aplica para para inscripciones registradas hasta el 10 de junio de 2023	\$11,600.00	\$9,280.00
Dos mensualidades – aplica para inscripciones registradas antes del 10 de octubre de 2023	\$5,800.00	\$4,640.00
Cuatro mensualidades – aplica para inscripciones registradas antes del 08 de septiembre de 2023	\$2,900.00	\$2,320.00
Seis mensualidades – aplica para inscripciones registradas antes del 09 de noviembre de 2023	\$1,933.33	\$1,546.67

Se recomienda realizar el(los) pago(s) con tarjeta de crédito o débito en el portal de pagos online del IPICYT. Alternativamente, los pagos pueden realizarse mediante depósito de efectivo o cheques, o bien mediante transferencia bancaria, a la cuenta que el IPICYT habilitará para tales fines. La información necesaria para realizar los pagos se enviará tras haberse realizado el registro de la inscripción. Sólo participantes mexicanos pueden optar por las facilidades de pago. Los participantes extranjeros deben consultar el costo en dólares americanos y los mecanismos de pago que aplican escribiendo a a [capacitacion@ipicyt.edu.mx](mailto:capacitacion@ipicyt.edu.mx).



**Impartición de diplomados en otras sedes:** En caso de que alguna organización pública o privada esté interesada en la impartición de alguno de nuestros diplomados en sus instalaciones para su personal e invitados, favor de solicitar una cotización especial a [capacitacion@ipicyt.edu.mx](mailto:capacitacion@ipicyt.edu.mx) para conocer precios y requisitos.

## SERVICIOS OFRECIDOS DURANTE EL DIPLOMADO

Durante el diplomado, se ofrecerá a los participantes los siguientes servicios:

- (1) Acceso a internet en las instalaciones del IPICYT.
- (2) Disponibilidad de todos los materiales del diplomado y asistencia permanente de las y los instructores.
- (3) Cofee break de manera continua durante el evento.
- (4) Diplomas impresos de participación en el diplomado, firmados por las autoridades del IPICYT, y las constancias digitales de calificación<sup>3</sup>.

## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La metodología de enseñanza-aprendizaje de este diplomado contempla una etapa formativa presencial que se imparte en las instalaciones del IPICYT. Esta etapa tiene una duración de 42 horas, incluyendo clases audiovisuales y la resolución de ejercicios en grupos de trabajo. Posteriormente las y los participantes deben desarrollar una etapa de capacitación a distancia en la que deben dedicar un mínimo de 86 horas a la resolución de ejercicios de manera individual, contando siempre con la asesoría de los instructores mediante el uso de tecnologías de la comunicación (Moodle, Skype, Google Classroom y correo electrónico).

## CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Los ejercicios que resuelven las y los estudiantes resuelven durante la etapa formativa constituyen el 50% de la calificación final. El restante 50% de la calificación final corresponde a los ejercicios que las y los estudiantes deben resolver durante la etapa a distancia. Cada ejercicio es calificado en escala 1.0 a 10.0 y todos tiene igual ponderación para promedio final, donde la calificación mínima aprobatoria es 7.0. Los estudiantes dedicarán un total de 128 horas a este diplomado para obtener 8 créditos.

---

<sup>3</sup> Los diplomas de participación se entregan el último día de clases presenciales, mientras que las constancias de calificación digitales y se envían por correo electrónico una vez que los participantes hayan finalizado la etapa a distancia.



## CONTENIDOS Y OBJETIVOS DEL DIPLOMADO

### Módulo 1: Contaminantes del suelo (día 1)

**Objetivo para los participantes:** Conocer los principales compuestos contaminantes y las características de los suelos que permiten su acumulación.

1. Caracterización de los contaminantes
  - 1.1. Tipos de contaminantes
  - 1.2. Toxicidad
  - 1.3. Persistencia de los contaminantes en el ambiente
  - 1.4. Características físicas de los contaminantes
  - 1.5. Características químicas de los contaminantes
2. Características de los suelos
  - 2.1. Variables edafológicas
  - 2.2. Características geoquímicas del suelo
  - 2.3. Propiedades del suelo
  - 2.4. Caracterización de los suelos

### Módulo 2: Caracterización suelos contaminados (día 1 y 2)

**Objetivo para los participantes:** Familiarizarse con el marco legal que regula los contaminantes y los elementos de los estudios dirigidos a identificar de un sitio contaminado.

1. Marco legal
  - 1.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)
  - 1.2. Tipos de sitios contaminados según la LGPGIR
  - 1.3. Emergencia Ambiental: Marco jurídico (Artículos 135 y 138 del Reglamento de la LGPGIR)
  - 1.4. Pasivo Ambiental: Marco jurídico (Artículos 135, 136, 138 y 139 del Reglamento de la LGPGIR)
2. Elementos que componen un estudio de caracterización de sitios contaminados
3. Ubicación, descripción y uso actual del sitio
  - 3.1. Ubicación geográfica y uso de suelo del sitio
  - 3.2. Descripción topografía y clima
  - 3.3. Características hidrogeológicas
  - 3.4. Análisis histórico del sitio y estatus legal actual
4. Tipos de contaminantes detectados y cantidad aproximada de liberación al ambiente
5. Plan de muestreo
  - 5.1. Resultados necesarios
  - 5.2. Memoria fotográfica
  - 5.3. Descripción de métodos que se deben aplicar para cada tipo de prueba de campo o laboratorio
6. Análisis de los resultados obtenidos del muestreo y pruebas de campo
  - 6.1. Análisis de condiciones geológicas
  - 6.2. Análisis de condiciones geohidrológicas
  - 6.3. Análisis de condiciones hidrológicas



7. Efectos del entorno climático sobre los contaminantes
  - 7.1. Distribución y comportamiento de los contaminantes en el suelo
  - 7.2. Distribución y comportamiento de los contaminantes en el subsuelo
  - 7.3. Distribución y comportamiento de los contaminantes en acuíferos
8. Actividad práctica: Analizar ejemplos de contaminación de suelos por emergencias ambientales y pasivos ambientales

### Módulo 3: Plan de Muestreo (día 3)

**Objetivo para los participantes:** Comprender el marco legal y los métodos aplicables para realizar un muestreo dirigido a determinar los niveles de contaminación de los suelos.

1. Marco Legal
  - 1.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)
  - 1.2. Reglamento de la LGPGIR
  - 1.3. NOM 138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Hidrocarburos)
  - 1.4. NOM 147-SEMARNAT/SSA1-2004 (arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio)
  - 1.5. Otras Normas Mexicanas (NMX) aplicables
2. Tipos de muestreo
  - 2.1. Muestreos de Caracterización
  - 2.2. Muestreos del proceso de Remediación
  - 2.3. Marco regulatorio del muestreo en función de los contaminantes (NOM 138-SEMARNAT/SSA1-2012, NOM 147-SEMARNAT/SSA1-2004 y NMX-AA-132-SCFI-2016)
  - 2.4. Métodos analíticos aplicables
3. Contenidos de un plan de muestreo
  - 3.1. Objetivos del plan de muestreo
  - 3.2. Caracterización por tipos de matriz de suelos
  - 3.3. Suelos con hidrocarburos
  - 3.4. Suelos con compuestos orgánicos volátiles
  - 3.5. Muestreo de agua, sedimentos, polvos y gases en el aire
  - 3.6. Residuos peligrosos
  - 3.7. Muestreo de la biota
  - 3.8. Patrones de muestreo
  - 3.9. Protocolos de toma de las muestras y aseguramiento de la calidad

### Módulo 4: Muestreo de suelos y manejo de muestras para análisis de metales e hidrocarburos (día 3)

**Objetivo para los participantes:** Conocer los procedimientos para muestrear suelos contaminados por hidrocarburos y metales pesados.

1. Diseño de los planes de muestreo
2. Equipos de muestreos
3. Toma y aseguramiento de calidad de las muestras
4. Traslado de las muestras



## Módulo 5: Evaluación de riesgos ambientales debidos a la contaminación de suelos (día 3 y 4)

**Objetivo para los participantes:** Editar y digitalizar datos en QGIS contenidos en capas vectoriales.

1. Descripción e información relevante del sitio
2. Caracterización del sitio
3. Definición del problema
4. Caracterización de la exposición
5. Caracterización del riesgo
6. Herramientas para determinar efectos adversos sobre el escenario ecológico
7. Herramientas para evaluar efectos sobre humanos
8. Actividad práctica: Seleccionar un caso de estudio y estructurar un plan de muestreo que incluya todos los elementos necesarios para establecer si los suelos del sitio objeto están contaminados

## Módulo 6: Tecnologías de Remediación (día 4 y 5)

**Objetivo para los participantes:** Familiarizarse con las principales tecnologías que se emplean para la remediación de suelos contaminados.

1. Estrategias de remediación
  - 1.1. Destrucción de contaminantes
  - 1.2. Modificación de contaminantes
  - 1.3. Extracción de contaminantes
  - 1.4. Separación de contaminantes
  - 1.5. Aislamiento o inmovilización de contaminantes
2. Aplicación de tecnologías de remediación
  - 2.1. *In situ*
  - 2.2. *Ex situ*
  - 2.3. Ventajas y desventajas
3. Tratamientos empleados en tecnologías de remediación
  - 3.1. Biológicos
  - 3.2. Físicoquímicos
  - 3.3. Térmicos
4. Ejemplos de aplicación de diversas tecnologías de remediación
5. Cómo seleccionar las tecnologías de remediación más apropiadas para cada caso
6. Tecnologías de remediación comúnmente empleadas en México
7. Actividad práctica: Caminata a un sitio cercano al IPICYT (Presa San José) para realizar una prospección en campo de sitios contaminados por metales pesados.

## Módulo 7: Integración del programa de remediación de acuerdo con el Reglamento de la LGPGIR (día 5 y 6)

**Objetivo para los participantes:** Integrar los conocimientos previos en un plan de remediación de suelos contaminados con base en las regulaciones vigentes.

1. Estudio de caracterización
2. Estudio de evaluación de riesgo ambiental
3. Investigación histórica



4. Propuesta de remediación
5. Actividades prácticas: Confeccionar una propuesta de remediación para los suelos de la zona visitada y exponerla ante una audiencia multidisciplinaria que evaluará su viabilidad.

## RESEÑA DEL INSTRUCTOR DEL DIPLOMADO



Juan Pablo Rodas Ortiz. Químico Biólogo Bromatólogo por la Universidad Autónoma de Yucatán. Maestro en Biología Marina con especialidad en Contaminación Ambiental por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida. Técnico Académico de la División de Ciencias Ambientales del IPICYT. Se especializa en el análisis de contaminantes y nutrientes en distintas matrices, incluyendo suelo agua y aire.