

BASES DE INGENIERÍA AMBIENTAL

GUÍA DOCENTE



[Imagen](#) publicada bajo licencia [Pixabay](#)

Maite de Blas Martín
José Antonio García Fernández
M^a Carmen Gómez Navazo

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2.- PERSONAS DESTINATARIAS Y PRERREQUISITOS	3
3. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	3
4. DESCRIPCIÓN DEL CURSO	4
5. PROGRAMA Y CONTENIDOS DEL CURSO	5
6. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO.....	6
7. CRONOGRAMA.....	7
8. MATERIALES Y RECURSOS	8
9. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE	9

Este documento recoge la Guía docente del curso **Bases de Ingeniería Ambiental** en la que se reúne la información detallada para el correcto desarrollo del mismo.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de muchos proyectos de Ingeniería, independientemente de su área de aplicación (Ingeniería Civil, de Minas, Energética, Industrial, etc.) implica el estudio del impacto ambiental generado, así como su minimización. De ahí, que la aplicación de la Ingeniería Ambiental sea necesaria, desde un punto de vista interdisciplinar.

Por este motivo, la mayor parte de titulaciones en Ingeniería incluyen una o varias materias relacionadas con la Ingeniería Ambiental, las Tecnologías Ambientales y/o con la Ciencia y la Tecnología Ambiental. La excepción son aquellas titulaciones en Ingeniería relacionadas con las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, tales como Ingeniería Informática o Ingeniería de Telecomunicación.

El principal objetivo de este curso es que el alumnado adquiera los conocimientos necesarios para aplicar los fundamentos de la Ingeniería Ambiental, que puedan servir de base para el estudio integral de cualquier problema ambiental. Asimismo, los conocimientos adquiridos pueden servir de base para abordar problemas en cualquiera de las áreas clásicas de la Ingeniería Ambiental: aguas, aire, suelos y residuos.

2.- PERSONAS DESTINATARIAS Y PRERREQUISITOS

Este curso es de interés para estudiantes de Grados y/o Másteres en Ingeniería (Ambiental, Química, Civil, Tecnología de Minas y Energía, Energías Renovables, Tecnología Industrial, Organización, etc.). Sirve de base en éstas y otras titulaciones para abordar cualquier materia relacionada con la Ingeniería Ambiental (Ciencia y Tecnología Ambiental, Tecnologías Ambientales, etc.) y/o de especialización en cualquiera de las áreas clásicas de la ingeniería ambiental: aguas, aire, suelos y residuos.

Para seguir el curso, el alumnado debe contar con una base sólida en conocimientos generales sobre matemáticas, física y química. Además, los y las estudiantes deberán estar familiarizados con la metodología de cálculo empleada en disciplinas como la mecánica de fluidos y la termodinámica.

3. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Este curso implica la adquisición de competencias ligadas al área de la Ingeniería Ambiental, que se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1.- Descripción de las competencias (C) desarrolladas en el curso Bases de Ingeniería Ambiental

Nº	Descripción de la competencia
C1	Conocer y aplicar los diversos conceptos, tecnologías y medios de la ingeniería ambiental, independientemente del ámbito de especialización, con la finalidad de abordar problemas ambientales de manera integral.
C2	Organizar su propio trabajo, de manera autodirigida y autónoma, para alcanzar los objetivos planteados en el ámbito de la ingeniería ambiental.

En la Tabla 2 se recogen los resultados de aprendizaje esperados tras la adquisición de las competencias del curso. En la última columna se ha incluido la relación de los resultados de aprendizaje con cada uno de los temas del curso.

Tabla 2.- Descripción de los resultados de aprendizaje (RA) esperados para cada uno de los temas (T) del curso Bases de Ingeniería Ambiental

Nº	Descripción del resultado de aprendizaje	Tema
RA1	Conocer el contexto de aplicación de la Ingeniería Ambiental, incluidos los entornos ambientales y las áreas clásicas de la Ingeniería Ambiental (aire, aguas, suelos y residuos).	T1
RA2	Utilizar las unidades habituales para expresar la concentración de contaminantes en los medios aire-agua-suelos-residuos y conocer los procesos de equilibrio fundamentales en ingeniería ambiental.	T2
RA3	Aplicar los conocimientos sobre reacción y equilibrio químico para la resolución de problemas numéricos en el contexto de la ingeniería ambiental.	T2
RA4	Conocer el contexto, metodología y secuencia de cálculo para resolver balances de materia y energía.	T3
RA5	Organizar, relacionar, analizar y sintetizar los conocimientos sobre balances de materia y energía para resolver problemas mediante métodos y cálculos utilizados en ingeniería ambiental e interpretarlos.	T3

4. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Bases de Ingeniería Ambiental es un curso teórico-práctico de 40 h que engloba los principios básicos de la Ingeniería Ambiental. Es un curso diseñado para estudiantes de Grados y/o Másteres en Ingeniería e implica la adquisición de competencias ligadas al campo de la Ingeniería Ambiental, tal y como se ha indicado en los apartados 2 y 3.

El material se divide en tres temas, cuyo contenido se desglosa en el siguiente apartado (Programa y contenidos del curso). Inicialmente, se analiza el contexto de la Ingeniería Ambiental como disciplina, de manera integral y considerando todas las esferas ambientales: atmósfera, hidrosfera, litosfera, biosfera y antroposfera. Seguidamente, se estudian los fundamentos de la Ingeniería Ambiental, conceptos necesarios para abordar los problemas que se plantean en este contexto, y que implican reacción química y/o equilibrio. Por último, se abordan los balances de materia y energía contextualizados para aplicaciones en Ingeniería Ambiental.

El equipo docente del curso está formado por tres docentes del Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, del área de conocimiento Tecnologías del Medio Ambiente y pertenecientes a la Escuela de Ingeniería de Bilbao, todos ellos miembros del Grupo de Investigación Atmosférica – GIA de la UPV/EHU:

- Maite de Blas Martín: maite.deblas@ehu.eus
- Jose Antonio García Fernández: joseantonio.garciaf@ehu.eus
- M^a Carmen Gómez Navazo: mariacarmen.gomez@ehu.eus

5. PROGRAMA Y CONTENIDOS DEL CURSO

A continuación, se detalla el contenido teórico-práctico a desarrollar, desglosado por temas.

TEMA 1.- Ingeniería Ambiental, medio ambiente y entornos ambientales

- 1.1. Medio ambiente y contaminación
- 1.2. Problemas ambientales. Esferas y entornos
 - 1.2.1. Atmósfera.
 - 1.2.2. Hidrosfera
 - 1.2.3. Litosfera
 - 1.2.4. Biosfera
 - 1.2.5. Antroposfera
- 1.3. La Ingeniería Ambiental
 - 1.3.1. Contexto
 - 1.3.2. Interdisciplinariedad

TEMA 2.- Fundamentos de la Ingeniería Ambiental: reacción química y equilibrio

- 2.1. Unidades en Ingeniería Ambiental
- 2.2. Reacción química
- 2.3. Procesos de equilibrio
 - 2.3.1. Equilibrio y cinética
 - 2.3.2. Equilibrio químico
 - 2.3.3. Actividad y concentración
 - 2.3.4. Energía libre de Gibbs y constante de equilibrio

2.4. Procesos de equilibrio en sistemas ambientales

2.4.1. Equilibrio gas-líquido

2.4.2. Equilibrio ácido-base

2.4.3. Equilibrio de precipitación - disolución

Problemas sobre unidades, reacción química, equilibrio químico y procesos de equilibrio en sistemas ambientales.

TEMA 3.- Balances de materia y energía

3.1. Leyes de conservación: materia y la energía

3.2. Balances de materia

3.2.1. Balances de materia sin reacción química

3.2.2. Balances de materia con reacción química

3.3. Balances de energía

3.3.1. Cálculo de la entalpía: compuestos puros y mezclas

3.3.2. Balances de energía con reacción química

3.4. Aplicación de los balances de materia y energía: condensadores

Problemas sobre balances de materia y energía.

6. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO

Tal y como se ha señalado en el apartado anterior, el curso consta de tres temas. El contenido del curso 'Bases de Ingeniería Ambiental' es de carácter teórico-práctico, por lo que en cada uno de los temas se intercalan las explicaciones teóricas con la resolución de problemas numéricos y actividades prácticas. También se proponen actividades teórico-prácticas de autoevaluación. Los contenidos del curso incluyen, además de los enunciados de los problemas y actividades, su correspondiente planteamiento, resolución y explicaciones que ayudan a su entendimiento.

El primer tema introduce la disciplina de la Ingeniería Ambiental y se aborda desde un punto de vista teórico, para entender los problemas ambientales desde un enfoque integral, pero considerando las áreas clásicas de la Ingeniería Ambiental (aire, agua, suelos y residuos) que afectan a las esferas ambientales (atmósfera, hidrosfera, litosfera, biosfera y antroposfera). Además de los materiales de estudio, para este primer tema se proponen lecturas de profundización y una actividad de autoevaluación.

El segundo tema aborda los fundamentos de la Ingeniería Ambiental, conceptos teórico-prácticos necesarios para resolver cualquier problema en este contexto. Tras revisar las unidades de medida de concentración de contaminantes habitualmente utilizadas en química ambiental, se abordan los conceptos de reacción química y equilibrio químico, analizándose los procesos de equilibrio más importantes en sistemas ambientales: gas-líquido, ácido-base y precipitación. Para este segundo tema se presentan materiales de estudio, actividades prácticas que incluyen problemas numéricos con sus respectivas soluciones y, por último, una actividad de autoevaluación.

El tercer y último tema aborda los principios de conservación de la materia y energía, para su aplicación en la resolución de balances de materia y energía. Se estudian sistemas en régimen estacionario y no estacionario, así como con y sin reacción química. Además, se analiza la resolución de los problemas planteados mediante el análisis de grados de libertad. El último tema, además de los materiales de estudio correspondientes, incluye problemas numéricos con sus respectivas soluciones y, una última actividad de autoevaluación.

7. CRONOGRAMA

El curso está planificado para que, dedicando unas 5-7 h semanales, se desarrolle en 7-10 semanas, con una dedicación total de 40 h. Se recomienda a la o a el estudiante ir revisando los materiales de estudio en el orden especificado en el temario. Asimismo, a medida que se van adquiriendo los conocimientos teóricos necesarios en cada uno de los temas, se indica la secuencia de actividades prácticas a realizar. Finalmente, al terminar cada uno de los temas se propone una actividad de autoevaluación.

La secuencia de temas se indica en el cronograma de la figura 1 (particularizada para una dedicación de 5 h semanales: 5 h/semana * 8 semanas = 40 h).

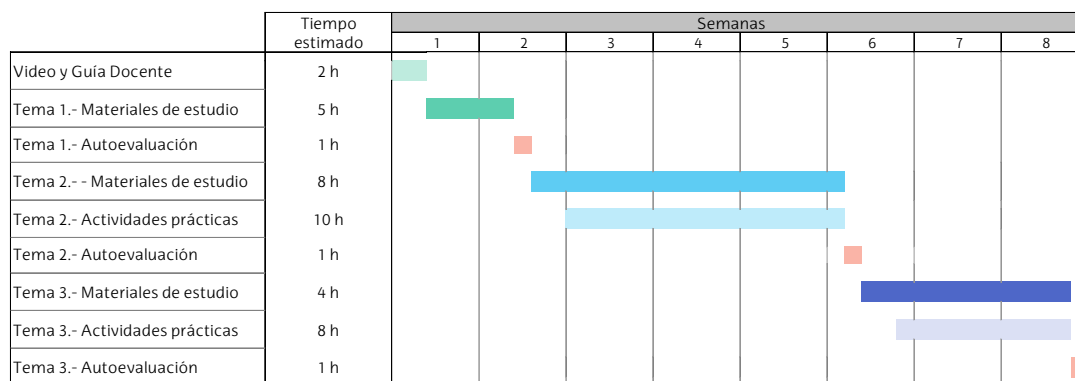


Figura 1.-Cronograma del curso Bases de Ingeniería Ambiental

Inicialmente, se recomienda al estudiante visualizar el video del curso y leer detenidamente la guía docente del mismo (2 h). Una vez contextualizado el curso, el estudiante dedicará unas 5 h al estudio del contexto de la Ingeniería Ambiental, medio ambiente y entornos ambientales (Tema 1). Este primer tema no contiene actividades que impliquen la resolución de problemas numéricos y finaliza con una actividad de autoevaluación (1 h). Aunque el tiempo de dedicación no se ha contemplado en el cronograma, se recomienda la revisión de lecturas recomendadas para entender aquellos conceptos que sean de mayor dificultad y/o profundizar en aquellos de mayor interés para el alumnado.

A continuación, se iniciará el estudio de los fundamentos de la Ingeniería Ambiental: reacción química y equilibrio (Tema 2). En los materiales de estudio preparados para este tema se indica cuándo, tras haber revisado determinados conceptos teóricos (8 h), es recomendable realizar cada una de las actividades prácticas propuestas (10 h). El tema 2 finaliza con una prueba de autoevaluación (1 h). Si bien el tiempo de dedicación no se refleja en el cronograma, en este segundo tema también se recomienda revisar algunas de las lecturas recomendadas.

Finalmente, se recomienda dedicar unas 4 h a los materiales de estudio sobre balances de materia y energía (Tema 3) y unas 8 h a la resolución de las actividades prácticas. Por último, para comprobar la adquisición de los conocimientos teórico-prácticos en este último tema, se propone una prueba de autoevaluación (1 h).

8. MATERIALES Y RECURSOS

En este apartado se indican los materiales y recursos incluidos en la plataforma [OCW – Open Course Ware](#) de la UPV/EHU para el curso Bases de Ingeniería Ambiental. En cuanto a los recursos generales que sirven de guía para abordar el curso, se incluyen:

- **Video de presentación**
- **Guía docente**
- **Profesorado**
- **Bibliografía**

Los materiales y recursos disponibles para el estudio teórico-práctico de cada uno de los temas, se recogen en la Tabla 3. Dado el carácter teórico del Tema 1, no se han incluido actividades prácticas para abordarlo. Asimismo, el Tema 3 es de carácter fundamentalmente práctico, por lo que no incluye lecturas recomendadas.

Tabla 3.- Materiales y recursos para el estudio teórico-práctico y evaluación de cada uno de los temas del curso Bases de Ingeniería Ambiental

Tema	Tema 1	Tema 2	Tema 3
Materiales y recursos			
Materiales de estudio	✓	✓	✓
Actividades prácticas		✓	✓
Actividades de autoevaluación	✓	✓	✓
Lecturas recomendadas	✓	✓	

9. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Una vez completadas las actividades prácticas y de autoevaluación, se proponen rúbricas sencillas en las que se plantean *checklist*, que la o el estudiante debe rellenar para comprobar el grado de desarrollo alcanzado en las competencias del curso y los resultados de aprendizaje esperados (ver apartado 3.- Competencias y resultados de aprendizaje). En función del resultado obtenido, se recomienda repasar de nuevo los conceptos o seguir avanzando con la materia.

Rúbricas de evaluación para las actividades prácticas

En la Tabla 4 se recoge la rúbrica a cumplimentar por el alumnado para comprobar que se han desarrollado las competencias y se han logrado los resultados de aprendizaje esperados. Se recomienda rellenar **una rúbrica por cada actividad práctica** desarrollada. Si la puntuación final obtenida es < 7 puntos sobre 10, se recomienda revisar nuevamente los materiales de estudio en los que se indica cuándo realizar cada una de las actividades prácticas. En el caso en el que se obtenga una puntuación ≥ 7 se aconseja avanzar con la materia.

Tabla 4.- Rúbrica de evaluación genérica de las actividades prácticas

Dimensión	Indicador	0 puntos	1 puntos	2 puntos
Capacidad de comprensión (2 puntos)	¿He entendido el enunciado del problema y he extraído todos los datos?	No	Parcialmente	Sí
Planteamiento y estrategia de resolución (2 puntos)	¿He planteado y resuelto el problema correctamente?	No	Parcialmente	Sí
Aplicación del conocimiento (2 puntos)	¿He aplicado la/s fórmula/s correcta/s?	No	Parcialmente	Sí
Solución del problema (2 puntos)	¿He llegado a la solución final del problema?	No	Parcialmente	Sí
Unidades y terminología científica (2 puntos)	¿He utilizado las unidades y terminología científica adecuadas?	No	Parcialmente	Sí
Puntuación total:				

A continuación, se incluye un ejemplo de rúbrica cumplimentada tras realizar una actividad práctica y comprobar su respuesta, para la que:

- Se ha entendido el enunciado del problema y se han extraído los datos.
- Se ha planteado el problema, pero no se ha resuelto correctamente.
- Se han aplicado todas las fórmulas correctamente.
- La solución del problema no es correcta.
- Se han utilizado algunas unidades de forma correcta, pero otras no.

Las respuestas y la puntuación que se deberían reflejar en la rúbrica cumplimentada serían las siguientes:

Tabla 4.- Ejemplo de rúbrica de evaluación cumplimentada para una determinada actividad de evaluación

Dimensión	Indicador	0 puntos	1 puntos	2 puntos
Capacidad de comprensión (2 puntos)	¿He entendido el enunciado del problema y he extraído todos los datos?	No	Parcialmente	Sí (2 puntos)
Planteamiento y estrategia de resolución (2 puntos)	¿He planteado y resuelto el problema correctamente?	No	Parcialmente (1 punto)	Sí
Aplicación del conocimiento (2 puntos)	¿He aplicado la/s fórmula/s correcta/s?	No	Parcialmente	Sí (2 puntos)
Solución del problema (2 puntos)	¿He llegado a la solución final del problema?	No (0 puntos)	Parcialmente	Sí
Unidades y terminología científica (2 puntos)	¿He utilizado las unidades y terminología científica adecuadas?	No	Parcialmente (1 punto)	Sí
Puntuación total:		2 + 1 + 2 + 0 + 1 = 6 puntos		

En base a la puntuación obtenida (6 puntos sobre 10), se recomienda repetir la resolución de la actividad práctica.

Rúbricas de evaluación para las actividades de autoevaluación

En las Tablas 5a, 5b y 5c se recogen las rúbricas a cumplimentar por el alumnado para comprobar que se han desarrollado las competencias y los resultados de aprendizaje para los Temas 1, 2 y 3, respectivamente. Si la puntuación final obtenida es < 7 puntos sobre 10, se recomienda revisar nuevamente los materiales de estudio y repetir la prueba de autoevaluación. En el caso de que se obtenga una puntuación ≥ 7 se aconseja avanzar con la materia.

Tabla 5a.- Rúbrica de evaluación de las actividades de autoevaluación del Tema 1 (20 preguntas V/F)

Dimensión	Indicador	1 punto	2 puntos	3 puntos	4 puntos	5 puntos
Capacidad de aprendizaje (5 puntos)	¿Cuántas respuestas he acertado?	0-4	5-9	10-13	14-17	18-20
Capacidad de comprensión (5 puntos)	¿A cuántas respuestas he dado la explicación correcta, de acuerdo con la resolución?	0-4	5-9	10-13	14-17	18-20
Puntuación total:						

Tabla 5b.- Rúbrica de evaluación de las actividades de autoevaluación del Tema 2 (30 preguntas V/F)

Dimensión	Indicador	1 punto	2 puntos	3 puntos	4 puntos	5 puntos
Capacidad de aprendizaje (5 puntos)	¿Cuántas respuestas he acertado?	0-6	7-14	15-20	21-26	27-30
Capacidad de comprensión (5 puntos)	¿A cuántas respuestas he dado la explicación correcta, de acuerdo con la resolución?	0-6	7-14	15-20	21-26	27-30
Puntuación total:						

Tabla 5c.- Rúbrica de evaluación de las actividades de autoevaluación del Tema 3 (15 preguntas V/F)

Dimensión	Indicador	1 punto	2 puntos	3 puntos	4 puntos	5 puntos
Capacidad de aprendizaje (5 puntos)	¿Cuántas respuestas he acertado?	0-3	4-7	8-10	11-13	14-15
Capacidad de comprensión (5 puntos)	¿A cuántas respuestas he dado la explicación correcta, de acuerdo con la resolución?	0-3	4-7	8-10	11-13	14-15
Puntuación total:						

A continuación, se incluye un ejemplo de rúbrica cumplimentada tras realizar la actividad de autoevaluación del Tema 1 (20 preguntas) y comprobar las respuestas:

- He acertado 18 preguntas
- De las preguntas que he acertado, he entendido la explicación de 15 de ellas

La puntuación que se deberían reflejar en la rúbrica cumplimentada es:

Tabla 5a.- Rúbrica de evaluación de las actividades de autoevaluación del Tema 1 (20 preguntas)

Dimensión	Indicador	1 punto	2 puntos	3 puntos	4 puntos	5 puntos
Capacidad de aprendizaje (5 puntos)	¿Cuántas respuestas he acertado?	0-4	5-9	10-13	14-17	18-20 (5 pts)
Capacidad de comprensión (5 puntos)	¿A cuántas respuestas he dado la explicación correcta, de acuerdo con la resolución?	0-4	5-9	10-13	14-17 (4 pts)	18-20
Puntuación total:		5 + 4 = 9 puntos				

La puntuación obtenida, 9 puntos sobre 10, indica que se han adquirido las competencias del Tema 1 y se aconseja avanzar con la materia.