

PROGRAMA DEL CURSO

Profesor: Jaime Plazas Tuttle, PhD - jplazas@uniandes.edu.co

Oficina: ML 220

Clase: martes y jueves, 15:30-16:50

Horario de atención: puertas abiertas o con cita previa. Consultas breves pueden resolverse por correo electrónico institucional.

Descripción del curso y relevancia

El tratamiento del agua enfrenta hoy desafíos técnicos crecientes asociados a fuentes de calidad variable, contaminantes prioritarios y exigencias regulatorias cada vez más estrictas. En este contexto, el ingeniero o ingeniera debe ir más allá del conocimiento descriptivo de tecnologías y desarrollar criterio ingenieril para analizar, evaluar e integrar procesos de tratamiento.

Este curso aborda las tecnologías modernas en ingeniería del agua desde una perspectiva fundamental e integrada, con énfasis en los principios físicos, químicos y biológicos que gobiernan su funcionamiento, desempeño y limitaciones. El foco del curso no es el diseño detallado de unidades, sino la comprensión de los mecanismos dominantes, las variables de control y los criterios técnicos que sustentan la selección y combinación de procesos en sistemas reales de tratamiento.

A lo largo del semestre se estudian procesos convencionales y avanzados —como coagulación, clarificación, filtración, membranas, adsorción, oxidación, intercambio iónico y procesos biológicos— analizados de manera comparativa y contextualizada. El curso culmina con una visión integradora orientada a la evaluación del desempeño y la toma de decisiones técnicas.

Este no es un curso de recetas ni de catálogos tecnológicos. Es un curso que exige razonamiento, análisis crítico y trabajo autónomo sostenido, propios de una formación avanzada en ingeniería.

Cómo se aprende en este curso

El aprendizaje en este curso es progresivo, acumulativo y exige trabajo autónomo sostenido. Las sesiones presenciales están diseñadas para introducir, discutir y conectar conceptos clave, pero no para agotar todo el contenido ni reemplazar el estudio individual.

Una parte significativa del aprendizaje ocurre fuera del aula, a través de la revisión de apuntes, la lectura de material técnico, la resolución de ejercicios y la reflexión sobre los mecanismos que gobiernan cada proceso de tratamiento. El curso asume que el estudiante prepara las clases, consolida conceptos entre sesiones y llega a las evaluaciones con una comprensión integrada de los temas.

Las clases presenciales cumplen un rol específico:

- aclarar principios físicos, químicos y biológicos fundamentales;
- discutir supuestos, alcances y limitaciones de los procesos;
- analizar ejemplos representativos que permitan desarrollar criterio ingenieril;
- conectar distintos procesos dentro de un mismo sistema de tratamiento.

Es importante enfatizar que los temas se abordan a nivel conceptual y de desempeño, no como ejercicios de diseño detallado. Por ejemplo:

- cuando se discute mezcla, el énfasis está en su función dentro del proceso y su impacto en el desempeño, no en el dimensionamiento de equipos;

- cuando se estudian membranas, se priorizan los mecanismos de separación, el ensuciamiento y los compromisos operacionales, más que el cálculo detallado de módulos;
- cuando se analizan procesos biológicos, el foco está en las condiciones que los favorecen o limitan, no en el diseño de reactores.

Qué se espera del estudiante

Este curso requiere una participación activa y responsable por parte del estudiante. El aprendizaje no se limita a la asistencia a clase ni a la preparación puntual de evaluaciones; se construye de manera continua a lo largo del semestre.

Se espera que el estudiante:

- prepare las sesiones revisando previamente los conceptos y materiales indicados;
- participe activamente en las discusiones en clase, planteando preguntas y contrastando ideas;
- desarrolle los ejercicios y actividades propuestas como una oportunidad de aprendizaje, no solo como un requisito evaluativo;
- mantenga un seguimiento constante del curso, evitando acumulación de contenidos hacia el final del semestre.

La asistencia no es obligatoria ni se tomará lista; sin embargo, el curso está diseñado bajo la premisa de que la comprensión profunda de los temas se logra principalmente a través de la interacción en clase, la discusión guiada y la resolución colectiva de dudas conceptuales.

Se espera también un alto estándar de responsabilidad académica. Las evaluaciones deben resolverse de manera individual, con procedimientos claros, argumentos bien sustentados y conclusiones coherentes. La claridad en el razonamiento es tan importante como el resultado final.

Finalmente, se espera que el estudiante asuma un rol activo en su propio aprendizaje. Este curso no está estructurado para “llevar de la mano” al estudiante en cada paso, sino para ofrecer un marco conceptual sólido sobre el cual cada quien construye su comprensión mediante estudio, práctica y reflexión

Cómo se evalúa el aprendizaje

La evaluación del curso está diseñada para valorar la comprensión conceptual, la capacidad de análisis y el razonamiento técnico, más que la memorización de procedimientos o resultados aislados.

El curso se evalúa mediante tres parciales y actividades de apoyo, distribuidos a lo largo del semestre de la siguiente manera:

- **Parcial 1:** fundamentos fisicoquímicos y procesos iniciales.
- **Parcial 2:** procesos de tratamiento y tecnologías aplicadas.
- **Parcial 3 (final):** integración de procesos, análisis de desempeño y toma de decisiones técnicas.

Los parciales evalúan la capacidad del estudiante para:

- explicar mecanismos dominantes;
- relacionar variables de control con el desempeño del proceso;
- comparar alternativas tecnológicas bajo distintos escenarios;
- justificar decisiones técnicas con argumentos claros y coherentes.

Las actividades y ejercicios propuestos durante el semestre tienen como objetivo reforzar el aprendizaje y preparar al estudiante para las evaluaciones. Estas actividades están pensadas como espacios de práctica y reflexión; su propósito principal es formativo.

La calificación final del curso se compone de la siguiente manera:

- Parciales: 70 %
- Actividades y ejercicios: 30 %

La nota mínima aprobatoria es **3.00**. No se realizan aproximaciones de nota.

¿Cómo se califican tus respuestas?

Las siguientes rúbricas se utilizarán como guía para la evaluación de parciales y actividades del curso. No constituyen listas de chequeo mecánicas, sino criterios para valorar la calidad del razonamiento técnico y la comprensión conceptual.

Preguntas abiertas (conceptuales o reflexivas)

Puntos	Criterio de evaluación
1.0	Respuesta correcta, clara y bien argumentada. Demuestra comprensión profunda de los principios y utiliza terminología técnica adecuada.
0.7	Respuesta conceptualmente correcta, pero con justificación limitada o menor profundidad.
0.3	Respuesta superficial o confusa, sin comprensión clara del concepto.
0	Respuesta incorrecta, irrelevante o sin intento válido.

Ejercicios y problemas numéricos

Puntos	Criterio de evaluación
1.0	Planteamiento correcto, procedimiento claro y resultado consistente. Uso adecuado de conceptos, unidades y notación.
0.7	Procedimiento en general correcto, con errores menores de cálculo o presentación.
0.3	Intento razonable, pero con enfoque conceptual incorrecto o procedimiento incompleto.
0	No hay intento válido o el procedimiento es incorrecto.

Nota: un resultado correcto sin justificación no garantiza la máxima calificación, así como un error menor de cálculo no invalida un buen razonamiento conceptual. En este curso se evalúa principalmente la coherencia del razonamiento técnico y la comprensión de los conceptos, más que el resultado numérico final. No se espera diseño detallado de unidades, sino comprensión del desempeño y las limitaciones de los procesos de tratamiento.

Lineamientos académicos y operativos

Las siguientes reglas buscan garantizar un desarrollo ordenado del curso, transparencia en la evaluación y un ambiente de trabajo académico responsable:

- **Entregas y plazos:** las actividades y ejercicios del curso deberán entregarse en las fechas y por los medios que se indiquen oportunamente. Las entregas extemporáneas se aceptarán únicamente dentro de un plazo limitado y estarán sujetas a penalización (nota máxima 4.0), salvo casos debidamente justificados conforme a la normativa institucional.
- **Excusas académicas:** si una situación médica u otra causa debidamente justificada impide la participación del estudiante en una actividad evaluativa, este deberá informar al profesor dentro de los tres (3) días calendario siguientes al evento y gestionar la validación oficial del soporte ante la Secretaría del CIAM, de acuerdo con los procedimientos institucionales vigentes. Una vez

validado el soporte correspondiente, se definirá, si aplica, el mecanismo académico de reposición más adecuado, el cual no implica automáticamente la repetición de la evaluación ni garantiza una reposición en las mismas condiciones, sino una alternativa académica equivalente cuando corresponda.

- **Exámenes supletorios:** se programarán conforme a la disponibilidad del profesor y a los lineamientos institucionales vigentes.
- **Comunicaciones:** la comunicación oficial se realizará exclusivamente a través del correo institucional.
- **Ajustes al curso:** el profesor podrá realizar ajustes puntuales al desarrollo del curso por razones pedagógicas, logísticas o de fuerza mayor. Estos ajustes serán comunicados con suficiente antelación y buscarán mantener la coherencia del programa y la equidad en la evaluación.

Objetivos de aprendizaje

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. **Explicar los principios físicos, químicos y biológicos** que gobiernan el funcionamiento de los principales procesos de tratamiento del agua.
2. **Analizar el desempeño de procesos de tratamiento**, identificando las variables de control y los mecanismos que condicionan su eficiencia y sus limitaciones.
3. **Comparar alternativas de tratamiento** a partir de criterios técnicos y de desempeño, evitando enfoques descriptivos o de catálogo.
4. **Integrar procesos de tratamiento** para construir esquemas conceptuales coherentes y justificar decisiones técnicas sin recurrir al diseño detallado.

Referencias

El curso no se apoya en un único texto guía. En su lugar, se utilizará una combinación de apuntes del curso, notas técnicas, documentos de referencia y material complementario, seleccionados para apoyar la comprensión de los principios físicos, químicos y biológicos que gobiernan los procesos de tratamiento del agua.

A lo largo del semestre se sugerirán lecturas puntuales, de carácter técnico, que servirán como apoyo para la preparación de clases, el desarrollo de actividades y la consolidación de conceptos. Estas lecturas no deben entenderse como material exhaustivo, sino como referencias para orientar el estudio y profundizar en temas específicos.

Entre los tipos de material que podrán utilizarse se incluyen:

- notas técnicas y documentos de referencia en ingeniería del agua;
- capítulos seleccionados de libros especializados;
- artículos de revisión y documentos técnicos de organismos reconocidos;
- apuntes preparados específicamente para el curso.

El estudiante es responsable de identificar, seleccionar y consultar material adicional cuando lo considere necesario para reforzar su comprensión de los temas tratados. La capacidad de buscar, evaluar y utilizar información técnica de manera crítica forma parte integral de los objetivos del curso.

Programa

Sem	Sesión	Día	Fecha	Parte	Tema
1	1	M	20-Jan		No hay clase
	2	J	22-Jan		No hay clase
2	3	M	27-Jan	I. Fundamentos	Fundamentos de la calidad del agua y contaminantes
	4	J	29-Jan		Fundamentos de la calidad del agua y contaminantes
3	5	M	3-Feb		Procesos químicos, físicos y biológicos
	6	J	5-Feb		Procesos químicos, físicos y biológicos
4	7	M	10-Feb		Cinética y equilibrio químico
	8	J	12-Feb		Cinética y equilibrio químico
5	9	M	17-Feb		Sistemas ácido-base y carbonato
	10	J	19-Feb		Sistemas ácido-base y carbonato
6	11	M	24-Feb	II. Procesos	Precipitación química y redox
	12	J	26-Feb		Oxidación, cloro y mezcla
7	13	M	3-Mar		Oxidación, cloro y mezcla
	14	J	5-Mar		Clarificación y filtración
8	15	M	10-Mar		Clarificación y filtración
	16	J	12-Mar		Parcial 1 - Sesiones (1-11)
		M	17-Mar		Semana de Receso
		J	19-Mar		Semana de Receso
9	17	M	24-Mar		Membranas e intercambio iónico
	18	J	26-Mar		Membranas e intercambio iónico
		M	31-Mar		Semana Santa
		J	2-Apr		Semana Santa
10	19	M	7-Apr	III. Tecnologías	Adsorción y oxidación
	20	J	9-Apr		Adsorción y oxidación
11	21	M	14-Apr		Procesos biológicos
	22	J	16-Apr		Tratamiento biológico y agua subterránea
12	23	M	21-Apr	IV. Integración	Contaminantes críticos y decisiones
	24	J	23-Apr		Parcial 2 - Sesiones (12-20)
13	25	M	28-Apr		Contaminantes críticos y decisiones
	26	J	30-Apr		Contaminantes críticos y decisiones
14	27	M	5-May		Integración de procesos
	28	J	7-May		Integración de procesos
15	29	M	12-May		Repaso integrador
	30	J	14-May		Repaso integrador
16	31	M	19-May		Comodín
	32	J	21-May		Parcial 3 - Sesiones (23-30)

Nota: este programa podrá ajustarse o modificarse durante el semestre de acuerdo con el avance del curso, el ritmo del grupo o razones pedagógicas. Se procurará respetar las fechas establecidas para las actividades académicas evaluativas. Cualquier ajuste será comunicado con suficiente antelación a través de los canales oficiales del curso.