



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

Programa de  
**TRANSPORTE DE SUSTANCIAS EN FLUJOS A SUPERFICIE LIBRE**

**1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Transporte de sustancias en flujos a superficie libre

**2. CRÉDITOS**

Seis (6) créditos.

**3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Introducir al estudiante en los procesos físicos de transporte y mezcla de sustancias en cuerpos de agua que fluyen a superficie libre como ríos, lagos y estuarios, de manera de comprender los efectos de los procesos de difusión, advección, y dispersión en los mismos.

Al finalizar el estudiante se habrá familiarizado con la ecuación de advección/difusión de sustancias, con las distintas escalas de los procesos de mezcla de sustancias en cuerpos de agua y de su estimación. Será capaz de abordar el estudio del transporte de contaminantes en distintos cuerpos de agua y situaciones de vertido, haciendo uso de diversas herramientas tanto analíticas como numéricas.

**4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

El curso consiste en el dictado de clases teórico-prácticas a razón de dos clases semanal de una hora y media cada una. El curso propone una metodología de enseñanza que combina clases expositivas con desarrollos teóricos y clases prácticas para la resolución de ejemplos sencillos con herramientas computacionales. Se espera una fuerte componente de estudio de los libros de referencia por parte del estudiante complementando las clases expositivas de manera de aprovechar el curso. A lo largo del curso se plantearán tres (3) trabajos prácticos que los estudiantes deberán resolver e informar de manera individual. La resolución de los trabajos prácticos requerirá el uso de herramientas de cálculo computacional.

## 5. TEMARIO

### 1. Introducción (1 semana)

Introducción a los conceptos básicos de transporte y mezcla.

### 2. Advección-difusión (2 semanas).

Ecuación de advección-difusión. Ecuaciones gobernantes de flujo y turbulencia.

### 3. Mezcla en cuerpos de agua a superficie libre (2 semanas).

Procesos de difusión turbulenta y dispersión. Parametrizaciones y soluciones fundamentales.

### 4. Transformaciones físicas, químicas y biológicas (2 semanas).

Procesos de transformación asociados a sustancias no conservativas.

### 5. Intercambio con sistemas adyacentes (2 semanas)

Procesos de intercambio en las interfaces aire-agua y sedimento-agua. Inclusión en la ecuación de advección-difusión.

### 6. Chorros turbulentos y plumas (3 semanas).

Comportamiento de chorros y plumas de descargas en medios acuáticos.

### 7. Modelación numérica (3 semanas)

Conceptos básicos de modelación numérica de transporte de sustancias, de calidad de agua y su aplicación en ríos, lagos y estuarios.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1. Introducción	1,2	
2. Advección-difusión	1,3	
3. Mezcla en cuerpos de agua a superficie libre	1,2,3,4	
4. Transformaciones físicas, químicas y biológicas	2	6, 7
5. Intercambio con sistemas adyacentes	3	7
6. Chorros turbulentos y plumas	1,5	
7. Modelación numérica	3	

### 6.1 Básica

1. Fischer, H. B., List, E. G., Koh, R. C. Y., Imberger, J. & Brooks, N. H. (1979), *Mixing in Inland and Coastal Waters*, Academic Press, New York, NY.
2. *Water-Quality Engineering in Natural Systems: Fate and Transport Processes in the Water Environment*, 2nd Edition. David A. Chin. John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-1-118-07860-0.
3. *Hydrodynamics and Water Quality: Modeling Rivers, Lakes, and Estuaries*. Zhen-Gang Ji. John Wiley & Sons, Inc. 2007; 676 pp. ISBN: 978-0-470-13543-3.

4. Water Quality Modelling for Rivers and Streams. Marcello Benedini, George Tsakiris. Springer Science & Business Media, 2013 - 305 pp.
5. Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems. Philip J. W. Roberts. IWA Publishing; 1st edition (April 1, 2011).

## **6.2 Complementaria**

6. Surface Water-Quality Modeling. Steven C. Chapra. Waveland Press, Inc. ISBN-13: 978-1577666059.
7. Chemical fate and transport in the environment. Harold F. Hemond; Elizabeth J. Fechner. Academic Press.

## **7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS**

---

### **7.1 Conocimientos Previos Exigidos:**

Conocimientos de mecánica de fluidos.  
Conocimientos de hidráulica e hidrología.

### **7.2 Conocimientos Previos Recomendados:**

Conocimientos básicos de programación

No incluye la información de previaturas. Las unidades curriculares previas serán definidas por cada carrera que tome la unidad curricular y serán incluidas en el anexo B.

## ANEXO A

### Para todas las Carreras

#### A1) INSTITUTO

Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA)

#### A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Consiste en un cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

Semana 1	Tema 1 (3 hs de clase).
Semana 2	Tema 2 (3 hs de clase).
Semana 3	Tema 2 (3 hs de clase).
Semana 4	Tema 3 (3 hs de clase).
Semana 5	Tema 3 (3 hs de clase)
Semana 6	Tema 4 (3 hs de clase).
Semana 7	Tema 4 (3 hs de clase).
Semana 8	Tema 5 (3 hs de clase)
Semana 9	Tema 5 (3 hs de clase)
Semana 10	Tema 6 (3 hs de clase)
Semana 11	Tema 6 (3 hs de clase)
Semana 12	Tema 6 (3 hs de clase)
Semana 13	Tema 7 (3 hs de clase)
Semana 14	Tema 7 (3 hs de clase)
Semana 15	Tema 7 (3 hs de clase)

#### A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Se dictarán dos clases semanales teórico-prácticas, de 1,5 hrs cada una. A lo largo del curso se deberán resolver de forma obligatoria 3 ejercicios prácticos. Se espera que los mismos se realicen parcialmente en clase, con asistencia del docente, y parcialmente fuera de clase, con una carga horaria de aproximadamente 1,5 horas semanales.

Cada estudiante deberá presentar y defender de forma oral dos de los tres ejercicios obligatorios.

Para aprobar la unidad curricular el estudiante deberá obtener una calificación de suficiencia en al menos 2 de las 3 entregas y no podrá tener un desempeño insuficiente en más de un defensa oral.

Los estudiantes que no aprueben deberán recurrar.

#### A4) CALIDAD DE LIBRE

No se podrá acceder a calidad de libre.

#### **A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Cupos mínimos: sin cupos

Cupos máximos: sin cupos

Nota:

*Si se definen cupos, en una nota aparte se deberá incluir:*

- *motivo por el cual la unidad curricular tiene cupos (tanto máximos como mínimos).*
  - *el mecanismo de selección para cuando se dé la situación de que la cantidad de estudiantes inscriptos supere el cupo máximo.*
-

**ANEXO B para la carrera INGENIERÍA CIVIL**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

Mecánica de los Fluidos e Hidrología

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Curso:

- Examen de Hidráulica Fluvial y marítima
  - Examen de Diseño Hidrológico
-